



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS

José Martí Pérez

Facultad de Ciencias Técnicas y Empresariales

Carrera de Ingeniería Informática

*Trabajo de diploma para optar por el título
de
Ingeniería Informática*

Título: *“Sistema Experto para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.”*

Autor: *Liany León Tejeda.*

Tutoras: *Ing. Claudia Sánchez Prado.*

MSc. Roxana Martín Ramos.

Consultante: *Dra. Liset León Tejeda.*

Sancti Spíritus

Junio del 2018

Agradecimientos:

Deseo expresar con profunda gratitud la participación y extraordinaria ayuda de muchos compañeros, cuya valiosa cooperación contribuyó en gran medida a la realización de este trabajo, mencionar a cada uno de ellos haría interminable este aspecto y correría el riesgo de caer en lamentables omisiones.

Considero obligado y me resulta grato expresar mi agradecimiento:

A mis queridos padres por educarme y guiarme siempre por el camino correcto.

A mi hermana, por apoyarme en todo y dedicarme todo el tiempo del mundo.

A mi novio, inspirador de mi mejor desempeño.

A mis compañeros de grupo, fundamentalmente a Lenay por su apoyo durante estos cinco años de la carrera y amistad incondicional.

A mis tutoras, en especial a Claudia por brindarme su apoyo, sus conocimientos, su experiencia y sus consejos, que me han servido en gran medida durante el desarrollo de la presente tesis.

A mis profesores, los cuales desde el inicio de mi carrera me enseñaron nuevos caminos, aportándonos grandes conocimientos y fuerza creadora.

A Yoel, el Físico, Arley y especialmente a Marcos, que gracias a sus conocimientos, tiempo, paciencia y dedicación hicieron posible simplificar las cosas al punto de parecer fácil, por su agradable carácter.

Al Dr. Juan Luis Marcelo Pentón y la Dra. María del Carmen Chávez Alfonso, por su incondicional apoyo, colaboración y confianza que me brindaron la información necesaria.

En general a todas las personas, amigos y familiares. Que de una forma u otra me han apoyado y han contribuido de manera importante a la realización de este trabajo.

Dedicatoria:

A todos mis seres queridos, en especial a mis padres y hermana, por enseñarme siempre a luchar por mis sueños, por su apoyo incondicional y sacrificio y por enseñarme además a no rendirme nunca, en fin, porque sin ustedes no hubiera llegado hasta aquí.

Resumen:

La aplicación de la inteligencia artificial (IA) en diferentes contextos (industrial, biológico, informático) constituye una herramienta muy útil. Los sistemas expertos son un área de la informática que se derivan de la (IA) y se dedican a la creación de máquinas que razonan como el hombre, restringiéndose a un espacio de conocimientos limitado. En el campo de la medicina, se han utilizado para ayudar al médico en el diagnóstico clínico. Por otro lado, el virus del Zika es una enfermedad que es transmitida por la picadura del mosquito del género *Aedes aegypti* o por contacto sexual con una persona que ya se encuentre infectada y actualmente se investiga otras vías de transmisión.

Esta investigación ofrece una visión detallada de la construcción de un sistema experto capaz de identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema, que servirá de apoyo a los profesionales en el área de salud, permitiendo realizar el diagnóstico de la enfermedad. En su realización se siguió la metodología planteada por el Dr. C. Mateo Lezcano Brito en su libro Prolog y los Sistemas Expertos y se utilizó el lenguaje de programación lógica Prolog, el NetBeans para la interfaz de usuario y los sistemas basados en casos como forma de representar el conocimiento.

El sistema ayuda a los médicos no especialista en enfermedades infecciosas a identificar tempranamente los pacientes como casos sospechosos de Zika partiendo de los diferentes síntomas y signos que estos presenten y teniendo en cuenta los antecedentes epidemiológicos.

Abstract:

The application of artificial intelligence (AI) in different contexts (industrial, biological, and computer) is a very useful tool. Expert systems are an area of computer science that are derived from (AI) and are dedicated to the creation of machines that reason like man, restricting themselves to a limited knowledge space. In the field of medicine, they have been used to help the doctor in the clinical diagnosis. On the other hand, the Zika virus is a disease that is transmitted by the bite of the mosquito of the genus *Aedes aegypti* or by sexual contact with a person who is already infected and other routes of transmission are currently being investigated.

This research offers a detailed view of the construction of an expert system capable of identifying suspected cases of Zika in patients with rash, which will support professionals in the health area, allowing the diagnosis of the disease. In its implementation, the methodology proposed by Dr. C. Mateo Lezcano Brito of Prolog logic programming, NetBeans for user interface and case-based systems as a way of representing knowledge was followed.

The system helps doctors who are not specialists in infectious diseases to identify patients early as suspected cases of Zika based on the different symptoms and signs they present and taking into account the epidemiological background.

Índice:

Introducción	1
Capítulo I: Fundamentos teóricos y metodológicos de un sistema experto para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema.....	7
1.1 El Exantema y el Zika.....	7
1.2 Herramientas informáticas para el desarrollo de Sistemas Expertos.....	11
1.2.1 Sistemas basados en conocimiento:	12
1.2.2 Formas de representación del conocimiento	12
1.2.3 Tipos de Sistemas Basados en Conocimiento	14
1.2.4 Sistemas Expertos	18
1.2.5 Metodología para el desarrollo de Sistemas Expertos.....	23
1.2.6 Tecnologías y herramientas para Sistemas Expertos.....	26
1.3 Conclusiones parciales.....	28
Capítulo 2: Análisis, diseño e implementación de la propuesta de solución.....	29
2.1 Identificación.....	30
2.2 Establecer conceptos.....	32
2.3 Formalización.....	33
2.3.1 Clasificación del conocimiento.....	33
2.4 Implementación	35
2.4.1 Formalización de los casos	36
2.4.2 Diálogos del sistema.....	43
2.4.3 Diagrama de casos de uso del sistema.....	45
2.4.4 Descripción de casos de uso del sistema.....	45
2.5 Conclusiones parciales.....	47
Capítulo 3: Descripción y validación de SEI-Zika.....	48
3.1 Implementación de la interfaz del usuario	48
3.2 Aspectos a tener en cuenta para la interacción de SWI-Prolog y Java	51
3.3 Manual de usuario	52
3.4 Estándares en la interfaz de la aplicación	55
3.5 Pruebas.....	56
3.6 Conclusiones.....	61
Conclusiones	62

Recomendaciones:	64
Bibliografía:	65
Anexos:.....	68

Índice de figuras:

Figura 1 Mosquito Aedes Aegypti.	8
Figura 2 Parálisis de los músculos a causa del Síndrome de Guillain-Barré.....	9
Figura 3 Síndrome de Fischer.	9
Figura 4 Bebe con Microcefalia.....	10
Figura 5 Estructura de un Sistema Basado en Casos.....	18
Figura 6 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.....	45

Índice de tablas:

Tabla 1 Planificación de Pruebas.....	58
Tabla 2 Caso de prueba Validar consultar Entrevista Médica.....	59
Tabla 3 Caso de prueba Validar consultar Conducta Clínica a Seguir	60

Introducción

La investigación científica ha buscado desde sus inicios el desarrollo de nuevas técnicas para resolver problemas de gran connotación social. Uno de los sectores en que predomina la investigación es en el área de salud. Personas o grupos de trabajo dedican su actividad de creación a nuevas técnicas de tratamiento, vacuna, fármaco o procesos de tratamiento que puedan prevenir, curar o detener el progreso de ciertas enfermedades. (González Cassas, 2016)

Entre las enfermedades infecciosas transmitidas por arbovirus más comunes de este tiempo se encuentra el Zika, la cual se conoce desde la década de 1950 como proveniente de la región ecuatorial que abarca de África a Asia. Su nombre proviene del bosque Zika donde se aisló por primera vez este virus en 1947. (Espinal, 2016)

Esta enfermedad es causada por el virus Zika, un arbovirus del género flavivirus (familia Flaviviridae) que se transmite por la picadura de mosquitos del género Aedes, tanto en un ámbito urbano como selvático.

Entre los síntomas y signos más comunes de la infección por Zika se encuentra el exantema, constituyendo el motivo de consulta más frecuente, pues casi siempre es el primer signo que aparece en pacientes con sospecha de esta enfermedad. El mismo suele ser maculopapular de inicio agudo, muy pruriginoso en la mayoría de los casos y con una evolución céfalo-caudal (cabeza, tronco y miembros superiores e inferiores). (Espinal, 2016)

Además, se puede presentar fiebre de bajo grado, conjuntivitis no purulenta, artralgia, mialgia, edema periarticular, entre otros y ocasionalmente manifestaciones neurológicas como el síndrome de Guillain-Barré. (Espinal, 2016)

La reciente introducción del Zika en el año 2014 ha creado un nuevo desafío para la salud pública en las Américas. La presencia del mosquito Aedes está ampliamente distribuido en el lugar por las condiciones de clima, temperatura y humedad de los países tropicales. (Castro Peraza & Pérez Martínez, 2016)

Los primeros casos positivos de Zika en Cuba se reportaron en el año 2015 y en el 2016 se identificaron en Sancti Spíritus algunos casos importados aislados, iniciando una epidemia en el año 2017, donde se estudiaron 5739 casos sospechosos, resultando positivos 1067, con mayor incidencia en los municipios

de Sancti Spiritus y Trinidad. En este año se han investigado 774 casos, de ellos 58 positivos hasta el mes de febrero.

A partir de este suceso se hizo necesario poner a disposición del personal de salud métodos para el diagnóstico clínico epidemiológico de pacientes con sospecha de esta enfermedad, basado en la experiencia de las Américas y reforzado con la mejor evidencia científica disponible hasta el momento. (Castro Peraza & Pérez Martínez, 2016)

Las personas dedicadas en el área de la salud, requieren estudios especializados en algún área en específico, además cuando existe una amplia diversidad de enfermedades y trastornos, los síntomas pueden ser confusos cuando se busca determinar rápidamente un diagnóstico oportuno, esto puede influir en la sobrevivencia o la muerte del paciente. (Expósito Gallardo & Ávila Ávila, 2008)

Por las razones planteadas anteriormente se establecen las nuevas tecnologías que sirven de apoyo hoy día para el hombre en la realización de sus diversas actividades, constituyendo un paradigma en la sociedad del Conocimiento. Dentro de este paradigma se encuentra la Inteligencia Artificial (IA), proporcionando métodos y herramientas para gestionar el conocimiento, emulando a los sujetos cognoscentes. (Vasquez, 2010)

La Inteligencia Artificial es una rama de la ciencia de la computación cuyo principal objetivo es llevar a la computadora las amplias capacidades del pensamiento humano y, para ello, estas se convierten en “entes inteligentes” con la creación de software que les permite imitar algunas de las funciones del cerebro humano en aplicaciones particulares. El fin no es reemplazar al hombre, sino proveerlo de una herramienta poderosa para asistirlo en su trabajo. (García Valdivia, Bello Pérez, Gálvez Lío, Lezcano Brito, & Reynoso Lobato, 2000).

Además, según (Vasquez, 2010) la IA es una de las áreas más fascinantes y con más retos de las ciencias de la computación, en su área de la ciencia cognoscitiva, nació como un estudio filosófico y agnóstico de la inteligencia humana, mezclada con la inquietud del hombre de imitar la naturaleza circundante, hasta inclusive querer imitarse a sí mismo. Sencillamente la IA busca el imitar la inteligencia humana obviamente no lo ha logrado todavía o al menos no completamente.

El término inteligencia cubre muchas habilidades conocidas, incluyendo la capacidad de solucionar problemas, de aprender y de entender lenguajes; la IA dirige todas estas habilidades. La mayoría de los esfuerzos en IA se han hecho en el área de solucionar los problemas, los conceptos y los métodos para construir los programas que razonan estos problemas y luego calculan una solución. Los programas de IA que logran la capacidad experta de solucionar problemas aplicando las tareas específicas del conocimiento se llaman Sistemas Basados en Conocimiento o Sistemas Expertos (SE).(Pignani, 2011)

Los SE son la incorporación en un ordenador de un componente basado en el conocimiento que se obtiene a partir del conocimiento técnico de un experto de tal forma que el sistema pueda ofrecer asesoramiento inteligente en el proceso.(Pignani, 2011).

El progreso sorprendente experimentado por el uso de los medios informáticos durante los últimos años constituye un indicador del nivel de integración, la utilidad y el papel excepcional que desempeñan las computadoras en el mundo contemporáneo y en particular, en la esfera médica. (Expósito Gallardo & Ávila Ávila, 2008)

Cuba no se encuentra ajena a los avances experimentados en el sector de las nuevas tecnologías. Una de las expresiones de la importancia concedida a este novedoso campo consiste en el desarrollo de un impetuoso programa de informatización que enfatiza en "la conveniencia y necesidad de dominar e introducir en la práctica social, las tecnologías de la información y las comunicaciones y lograr una cultura digital", en especial en la esfera de la salud, a causa de la relevancia que atribuye el estado, al bienestar general, físico y mental de la población. (Expósito Gallardo & Ávila Ávila, 2008).

Los SE se han constituido como una de las herramientas importantes en la actual sociedad de información. Estos proporcionan respuestas sobre un área problemática muy específica al hacer inferencias semejantes a las humanas sobre los conocimientos obtenidos en una base de conocimientos especializados. (Pérez Jiménez, 2008)

La medicina es un área en donde se requiere de mucho entrenamiento para ser un especialista, además, cuando existe una amplia diversidad de enfermedades, los síntomas pueden ser confusos cuando se busca determinar rápidamente un

diagnóstico oportuno, que puede significar la sobrevivencia o la muerte del paciente.

En este sentido, el SE actúa como apoyo al especialista en un área dominada plenamente por el médico. La parte importante son los recursos que se refieren al conocimiento almacenado adquirido, ya sea con la ayuda de un especialista o bien, a través del sistema que integra un módulo de aprendizaje, donde se construye su propio conocimiento, capaz de almacenar el conocimiento de un experto en una especialidad determinada y limitada, y a su vez de solucionar problemas mediante la inducción-deducción lógica. (Pérez Jiménez, 2008)

Los SE son programas de computación que capturan el conocimiento de un experto y tratan de imitar su proceso de razonamiento cuando resuelven su problema en un determinado dominio.

Otro punto a favor de los SE es que al tener almacenado el conocimiento en medios electrónicos, nunca se deteriorará, por el contrario, con el módulo de aprendizaje se logran ingresar nuevas reglas para tratar nuevas enfermedades, lo que asegura también que al realizar la prueba en pacientes con los mismos síntomas se diagnostique de la misma forma. (Pérez Jiménez, 2008).

Ante este nuevo y complejo panorama, existen pocos especialistas en la provincia capacitados en el tema para enfrentar, en un momento dado, una gran epidemia. Además, la escasa organización para la toma e interpretación de síntomas, aumenta el número de casos por esta enfermedad. La demora del médico para atender a todos los pacientes en espera, causa inquietud en los mismos. La identificación de la enfermedad del Zika en pacientes con exantema ocasiona que el diagnóstico final sea poco confiable, ya que podría ser confundida con otras enfermedades exantemáticas como Chikungunya, Dengue, Varicela, Sarampión, Escarlatina, el virus de Epstein-Barr, entre otros.

Esta situación problemática ha dado lugar al siguiente **Problema de Investigación:**

Dificultades en el diagnóstico de casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema, mediante los signos y síntomas en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.

Como **antecedente** a este trabajo se encontró un SE para el diagnóstico de la enfermedad del Zika basado en lógica difusa realizado por Kelvy Alex Gonzales

Cassas el año 2016 en la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Dicho sistema indica si un paciente tiene Zika o no, partiendo de los diferentes síntomas y signos que estos presentan y teniendo en cuenta los antecedentes epidemiológicos. El sistema no profundiza en cuanto a las medidas de prevención para evitar el contagio de la enfermedad, así como el manejo sintomático del paciente con sospecha de la misma. Además, no hace referencia a otras posibles vías de transmisión del virus.

Además, se localizó un SE para la clasificación temprana de Dengue Severo en el Instituto Pedro Kourí (IPK) de Ciudad de la Habana el año 2010 en la Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, realizado por Marysleivy Martín Roque. Esta investigación ayuda a los médicos no especialista en Dengue a clasificar tempranamente los pacientes como posible caso crítico, posible caso de alarma o posible caso de alerta.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, y como solución al problema se define como **objetivo general** de la investigación: Desarrollar un Sistema Experto para contribuir a identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.

Del objetivo general se plantean las siguientes **Preguntas de Investigación:**

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos y metodológicos que permitan desarrollar un sistema experto para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema?
2. ¿Cómo diseñar un Sistema Experto, basado en la metodología seleccionada para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus?
3. ¿Cómo implementar un Sistema Experto para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus?

Para responder a las preguntas científicas se plantean las **Tareas de Investigación:**

1. Determinación de los fundamentos teóricos y metodológicos que permitan desarrollar un sistema experto para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema.
2. Diseño de un Sistema Experto utilizando la metodología seleccionada para contribuir a identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.
3. Implementación de un Sistema Experto para contribuir a identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.

El presente trabajo se estructura de la siguiente forma: introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

En la **Introducción** se expresa los aspectos más generales de la investigación del diseño teórico y metodológico.

En el **Capítulo 1** se trata el tema de la Inteligencia Artificial y la relación que tienen los Sistemas Expertos con esta rama de la ciencia de la computación. También se abordan elementos de la enfermedad conocida como Zika.

En el **Capítulo 2** se describen aspectos del dominio y los conceptos descriptivos de sus propiedades, las relaciones que se establecen entre ellos, se organiza el conocimiento y posteriormente se pasa a su formalización e implementación.

En el **Capítulo 3** se valida el sistema propuesto, se explican los pasos a seguir para la unión de la base de conocimiento en lenguaje Prolog con el IDE NetBeans y Java como lenguaje para la interfaz visual, las opciones que brinda SEI-Zika y aspectos que se tuvieron en cuenta para su diseño, contando, además, con un manual de ayuda.

Finalmente aparecen las conclusiones, recomendaciones, la bibliografía y los anexos.

Capítulo I: Fundamentos teóricos y metodológicos de un sistema experto para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema.

El presente capítulo describe el exantema y las principales características asociadas a la enfermedad del Zika. Se realiza un estudio de las distintas metodologías, tecnologías y herramientas actuales, además se establecen las que serán utilizadas en el desarrollo del sistema.

1.1 El Exantema y el Zika.

El exantema es una erupción cutánea asociada a una enfermedad sistémica o general, habitualmente de causa infecciosa. En el niño son numerosas las enfermedades que cursan con exantema; algunas de ellas de causa todavía desconocida y sin un tratamiento efectivo, y otras que se acompañan de fiebre en algún momento de su presentación, lo cual ocasiona alarma familiar y es, en muchas ocasiones, el principal motivo de consulta.(Díaz & de Luxemburgo, 2006)

La mayoría de las enfermedades exantemáticas se manifiestan durante la edad pediátrica y constituyen una consulta frecuente en Atención Primaria. El exantema puede ser, en algunos casos, la manifestación más importante de la enfermedad, pero no siempre es patognomónico, ni la única manifestación y, de ahí, el interés de abordarlos a través de un análisis sistemático que integre todos los datos clínicos y permita un amplio diagnóstico diferencial. Las características del exantema son la pieza fundamental sobre la que deben acoplarse los antecedentes epidemiológicos, las manifestaciones clínicas acompañantes y los hallazgos exploratorios.(Rico & Torres Hinojal, 2014)

Un ejemplo claro de enfermedades exantemáticas es el virus del Zika, un arbovirus del género flavivirus (familia Flaviviridae) que se transmite por las picaduras de mosquitos vectores del género Aedes, el cual vive en lugares oscuros y cerca de sus crías. Las hembras reducen el zumbido que hacen al volar, presenta líneas curvadas blancas en el tórax y rayas blancas en las patas.

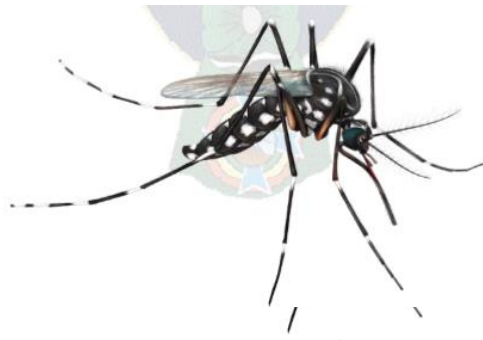


Figura 1 Mosquito Aedes Aegypti.

En los seres humanos produce la fiebre de Zika o enfermedad de Zika, la cual se conoce desde la década de 1950 como proveniente de la región ecuatorial que abarca de África a Asia. (Espinal, 2016)

En 2014 el virus se propagó al este a través del Océano Pacífico hacia la Polinesia Francesa y después hacia la Isla de Pascua para llegar en 2015 y 2016 a América Central, el Caribe y América del Sur donde el brote epidémico de Zika ha alcanzado niveles pandémicos. (Espinal, 2016).

Epidemiología

Esta enfermedad tiene un período de incubación de 3 a 12 días con una duración de los síntomas entre 2 y 7 días tras la picadura del mosquito, cuya saliva causa una reacción alérgica en la piel, con una alta tasa de asintomáticos, es decir 1 de cada 4 personas desarrolla los síntomas. Además, existen otras vías de transmisión, como son: materno-fetal, transfusiones de sangre (Brasil), exposición en el laboratorio y sexual (1er caso en Estados Unidos). Teóricamente se describe su transmisión a través del trasplante de órganos y tejidos y de la leche materna. (Espinal, 2016).

Síntomas y signos

Los síntomas y signos más comunes incluyen una erupción cutánea máculo papular que comienza en la cara o tronco antes de pasar al resto del cuerpo, típicamente aparece desde el primer día. Con frecuencia la erupción compromete la palma de las manos y la planta de los pies. Una característica marcada de la erupción es la presencia de prurito, que muchas veces se ha descrito como impedimento a las actividades diarias del paciente, e incluso, el sueño. Conjuntivitis no purulenta, artralgia con edema periarticular bilateral y simétrico, mialgia, fiebre de bajo grado ($< 38.5^{\circ}\text{C}$) muy poco frecuente con una duración de 1 a 3 días. En un número significativo de los casos, la fiebre puede estar ausente. Cefalea, dolor retro ocular, los síntomas menos caracterizados son vómito y diarrea. Casi no se perciben adenopatías, sin embargo, los ganglios

retroauriculares podrían estar afectados. Además, provoca falta de apetito y debilidad.(Espinal, 2016).

Complicaciones de la enfermedad

En términos generales es una enfermedad benigna sobre la cual no se reportan casos fatales. En casos raros el Zika se complica por el síndrome de Guillain-Barré (Figura 2), que es un trastorno inmunitario en el que el sistema de defensa del cuerpo, ataca parte del sistema nervioso. Esto conlleva que se inflamen los nervios y haya debilidad o parálisis muscular.(Espinal, 2016)

Figura 2 Parálisis de los músculos a causa del Síndrome de Guillain-Barré.



Además de otras complicaciones neurológicas y autoinmunes como el Síndrome de Fischer(Figura 3), que constituye una parálisis poco frecuente, en general causada por inflamación autoinmune de los nervios después de una infección que se caracteriza por alteración de los movimientos oculares, coordinación anormal y pérdida de los reflejos tendinosos.(Espinal, 2016).

Figura 3 Síndrome de Fischer.



La Microcefalia (Figura 4), que afecta a bebés recién nacidos es un trastorno neurológico en el cual la circunferencia de la cabeza es más pequeña que el promedio para la edad y el sexo del niño.



Figura 2.8: Bebe con microcefalia
Fuente: (Mundo Asistencial, 2015)

Figura 4 Bebe con Microcefalia.

También existen casos de Encefalitis, Meningitis y Meningoencefalitis. Manifestaciones hemorrágicas se han documentado en una sola instancia de hematospermia. (Espinal, 2016).

Pautas para la atención de la infección por Zika

La infección por Zika es generalmente asintomática y en los casos sintomáticos su curso es auto limitado, los pacientes a menudo no necesitan tratamiento, e incluso, no buscan asistencia médica. Hasta la fecha, no existe vacuna ni tratamiento específico de la enfermedad, por lo que las medidas de atención están dirigidas al alivio de los síntomas.(Espinal, 2016)

En general, las pautas para la atención de la infección por Zika consisten en:

- Reposo relativo mientras dure la fiebre
- Uso estricto de mosquitero durante la fase sintomática
- Uso de repelentes
- Recomendación al paciente de que regrese de inmediato a la consulta médica en caso de sensación de hormigueo o adormecimiento de los miembros.
- Ingesta de líquidos adecuada, 6 o más vasos de agua al día
- Medicamentos para la fiebre
- Medicamentos para el prurito
- Medicamentos oculares

En casos de complicaciones acudir al médico para su tratamiento específico. (Comité de medicamentos de la Asociación Española de Pediatría., 2016)

Medidas de prevención

Para evitar la picadura de los mosquitos que transmiten el virus del Zika se recomienda cubrir la piel con ropa de manga larga, pantalones y sombreros, usar mosquiteros en ventanas y puertas y usar repelentes.

En caso de mujeres en edad fértil, gestantes o con sospecha de embarazo tener especial cuidado para evitar la picadura de mosquitos y consultar a su proveedor de salud antes de viajar y al regresar de zonas donde hay Zika. (Organización Panamericana de la Salud., 2016)

Además, para evitar la reproducción del mosquito se recomienda no almacenar agua en recipientes o contenedores a la intemperie o cubrirlos al menos para evitar que se conviertan en criaderos de mosquitos. Colocar las botellas, vasos u otros envases vacíos, que todavía le resulten útiles, boca abajo o bajo techo. Cambiar el agua de los vasos espirituales, floreros y lávelos en días alternos. Mantener bien tapados los cestos de basura, dentro o fuera de la vivienda. Botar la basura en el horario señalado para su zona comunal. Revisar las bandejas de los refrigeradores y aires acondicionados y botar al agua acumulada en ellas. Eliminar las aguas estancadas en patios o azoteas. (Castro Peraza & Pérez Martínez, 2016)

1.2 Herramientas informáticas para el desarrollo de Sistemas Expertos.

Resulta difícil cambiar el pensamiento de la sociedad al establecer las nuevas tecnologías que sirven de apoyo hoy día para el hombre en la realización de diversas actividades que en tiempos pasados requerían de mucha entrega y dedicación, más aun con la aparición de diversas metodologías que hacen de estos aportes un instrumento indispensable para muchas organizaciones e instituciones que se basan en estas herramientas inteligentes para crear, diseñar, establecer, y estructurar diferentes posturas que le ayudan en la toma de decisiones.

Durante años la actividad de la IA estuvo dedicada a las investigaciones teóricas y al desarrollo de experimentos a través de programas que demostraran actitudes inteligentes. Quizás al principio este tipo de herramientas estaban destinadas para actuar por sí solas, pero en el camino el hombre le encontró una utilidad que las caracteriza como sistemas que ayudan a mejorar la eficacia de las organizaciones en el desempeño de sus actividades. (Milla, 2014)

A continuación, se muestran las diversas herramientas utilizadas para el desarrollo de sistemas expertos, a fin de poder adquirir más conocimiento para futuros proyectos de sistemas basados en el conocimiento.

1.2.1 Sistemas basados en conocimiento:

Los sistemas basados en conocimiento (SBC) surgen como una evolución de los paradigmas de programación a lo largo de la historia de la informática. Son sistemas computarizados capaces de resolver problemas en el dominio en el cual posee conocimiento específico.

Los SBC representan un paso delante de los sistemas de información convencionales al pretender representar funciones cognitivas del ser humano como el aprendizaje y el razonamiento.

La composición de los SBC consta de: Un mecanismo de aprendizaje, una base de conocimientos, un motor de razonamiento, y medios de comunicación hombre-máquina.

Los SBC se consideran una extensión: un paso tecnológico de los sistemas de información cuyos alcances y complejidad son mayores. Entre sus propósitos destacan:

- Aprender
- Evolucionar
- Adaptar Razonar
- Tomar decisiones
- Contener conocimiento empírico, mundano y del lenguaje
- Analizar problemas
- Generar alternativas de solución
- Emular al experto humano
- Generar conocimiento a partir del que se posee

Entre los productos más significativos de los SBC se encuentran los Sistemas Expertos, los cuales están encargados de representar el conocimiento de los especialistas de una rama en la procura de su aprovechamiento para tareas de diagnóstico, enseñanza y control.(Villena Román, Crespo García, & García Rueda, 2012)

1.2.2 Formas de representación del conocimiento

En el diseño de un Sistema Experto se le concede significativa importancia a la Forma de Representación del Conocimiento (FRC), ya que ésta define la estructura interna de todo tipo de información. Es precisamente debido al énfasis que se hace en la representación y dominio del conocimiento, que los sistemas que utilizan técnicas de inteligencia artificial para lograr conocimiento experto se

conocen como sistemas basados en conocimiento o sistemas de conocimiento. En este sentido, es importante resaltar que, para iniciar la construcción de un sistema experto, es necesario, en primer lugar, tener una clara definición de lo que es el conocimiento en sí como componente del sistema (Lezcano Brito, 1995) Una representación de conocimiento puede ser un esquema o dispositivo para capturar los elementos esenciales del dominio de un problema, es decir, se hace para:

- Manipular conocimiento cualitativo
- Estructurar el conocimiento
- Capturar significado complejo
- Procesar interpretaciones del conocimiento
- Inferir conocimientos a partir de hechos establecidos
- Representar tanto principios generales como específicos (Torres Soler, 2012)

Por ello, el conocimiento se organiza en una o más configuraciones. Claro está que no puede separarse la representación del conocimiento del uso posterior de ese conocimiento. (Torres Soler, 2012)

Unas características de las FRC son:

- Alcance y granularidad.
- Modularidad y entendimiento.
- Conocimiento explícito y conocimiento implícito.

Existen situaciones particulares en las cuales se usa el conocimiento, como la adquisición, es decir, la integración de nueva información al sistema, la recuperación, donde se clasifica el conocimiento para obtener hechos y relaciones particulares asociados a una tarea específica y por último, el razonamiento, proceso en que se combina el conocimiento almacenado. (Torres Soler, 2012)

Existen diferentes FRC, todos estos esquemas de representación tienen propiedades particulares, pero de forma general ellos deben describir:

- los problemas a que están dirigidos en forma natural, reflejando, tan claramente como sea posible, la estructura de objetos, hechos y relaciones entre ellos,

- describir el conocimiento procesal (procedural) y declarativo en un modo unificado y a partir de perspectivas diferentes, aceptar conocimiento empírico, teórico y heurístico;
- posibilitar una fácil adquisición del conocimiento;
- posibilitar la estratificación y agrupamiento del conocimiento, de acuerdo a su significado y función;
- tener poder expresivo;
- ser comprensible y poseer accesibilidad.(Lezcano Brito, 1995)

1.2.3 Tipos de Sistemas Basados en Conocimiento

Un SBC es un tipo de sistema inteligente, en el sentido de almacenar/gestionar/estar relacionado con el saber o capacidades humanas, del cual se derivan los siguientes prototipos:

Redes Neuronales:

Al igual que con la IA, según (Galán Asensio & Martínez Bowen, 2007) existen multitud de definiciones para las redes neuronales. Algunas de ellas son:

- Una nueva forma de computación, inspirada en modelos biológicos.
- Un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles.
- Redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples (usualmente adaptativos) y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico.

Debido a que presentan un gran número de características similares a las del cerebro humano, las redes neuronales son capaces de aprender de la experiencia, de abstraer características esenciales a partir de entradas que presentan información irrelevante, de generalizar de casos anteriores a nuevos casos.

Las principales ventajas que representan son:

- Aprendizaje Adaptativo
- Auto-organización
- Tolerancia a fallos
- Operación en tiempo real

- Fácil inserción dentro de la tecnología existente.(Galán Asensio & Martínez Bowen, 2007).

Redes Semánticas:

Las redes semánticas, se consideran en nuestros días como una acumulación de conocimientos, son útiles para representar estructuras físicas o dependencias causales, combinando en un modelo integrado y a través del mismo formalismo, los datos y el conocimiento acerca de estos datos, lo que permite la recuperación de informaciones complejas.

Las redes semánticas, constituyen un medio flexible de representación del conocimiento, de cualquier tipo de objeto, atributo, concepto y los enlaces.(Lezcano Brito, 1995).

Entre sus principales ventajas se encuentran:

- Permiten la declaración de importantes asociaciones en forma explícita.
- Debido a que los nodos relacionados están directamente conectados, y no se expresan las relaciones en una gran base de datos, el tiempo que toma el proceso de búsqueda por hechos particulares puede ser significativamente reducido.

También presentan varias desventajas:

- No existe una interpretación normalizada para el conocimiento expresado por la red.
- La dificultad de interpretación a menudo puede derivar en inferencias inválidas del conocimiento contenido en la red.
- La exploración de una red asociativa puede derivar en una explosión combinatoria del número de relaciones que deben ser examinadas para comprobar una relación, sobre todo si la respuesta a una consulta es negativa.(Sucar, 2014)

Algoritmos Genéticos:

Básicamente estos algoritmos plantean el problema de la optimización como un proceso iterativo de búsqueda de la mejor solución dentro del espacio de posibles respuestas al problema. Comienza con un conjunto aleatorio de soluciones tentativas, que constituye la población inicial. Combinando las mejores respuestas de ese conjunto se crea un nuevo conjunto que reemplaza al anterior, y que es la generación siguiente; así repetidamente. Con cada nueva iteración la población se va refinando más, consiguiendo mejores respuestas al

problema, convergiendo finalmente la mayoría de los individuos en un entorno de la solución óptima. Para aplicar un AG a un problema se necesita identificar el espacio de posibles soluciones, de respuestas al problema, y una codificación de los puntos de ese espacio en un determinado formato. El AG se puede ver como un algoritmo de búsqueda dentro del espacio de las posibles soluciones al problema planteado. (Cañas Plaza, 1997)

Sistemas Basados en Frames:

Los sistemas basados en frames constituyen esencialmente sistemas contestadores a preguntas; ellos pueden ser considerados SBC rudimentarios. La verdadera capacidad de los sistemas basados en frames se obtiene al integrarlo con otros modelos. Por ejemplo, los frames son la FRC preferido para los sistemas basados en modelos y los sistemas basados en casos. De este modo se aprovechan sus ventajas y se minimizan sus desventajas. (Gálvez Lío, 1998)

Los frames también pueden ser usados para implementar la representación de los Sistemas Basados en Reglas de Producción (SBR), esto se hace implementando cada regla como frames, donde la premisa, acción y otros elementos de la regla se representan como slots. De esta forma las reglas de producción son agrupadas en clases. (García Valdivia, Bello Pérez, Gálvez Lío, Lezcano Brito, & Reynoso Lobato, 2000)

Sistemas Basados en Reglas de Producción:

Los Sistemas Basados en Reglas de Producción (SBR) son SBC en los que la forma de representación del conocimiento usado son las reglas de producción y como método de inferencia utiliza la regla de Modus Ponens. (Lezcano Brito, 1995)

El proceso de solución de problemas en un SBR es crear una cadena de inferencias que constituye un camino entre la definición del problema y su solución. Esta cadena de inferencias puede construirse por dos vías (direcciones de búsqueda):

1. Comenzar con todos los datos conocidos y progresar hacia la conclusión.
2. Seleccionar una conclusión posible y tratar de probar su validez buscando evidencias que las soporten. (García Valdivia, Bello Pérez, Gálvez Lío, Lezcano Brito, & Reynoso Lobato, 2000).

La función básica de un SBR, es producir resultados. La salida primaria puede ser la solución a un problema, la respuesta a una pregunta o un análisis de algún dato, aunque pueden producirse salidas secundarias en dependencia de los propósitos del sistema.(García Valdivia, Bello Pérez, Gálvez Lío, Lezcano Brito, & Reynoso Lobato, 2000)

Los SBR son los más conocidos de los SBC, sistemas basados en el conocimiento clásicos como Dendral, MYCIN y R1 también conocido como XCON fueron SBR.(Gálvez Lío, 1998).

Sistemas Basados en Casos:

El Razonamiento Basado en Casos (CBR) es una rama de la inteligencia artificial que se preocupa por el estudio de los mecanismos mentales necesarios para repetir lo que se ha hecho o vivido con anterioridad, ya sea por uno mismo, o por casos concretos recopilados en la bibliografía o en la sabiduría popular. Los diversos casos son del tipo "Si X, entonces Y" con algunas adaptaciones y críticas según las experiencias previas en el resultado de cada una de dichas reglas. (Moya Rodríguez, Becerra Ferreiroll, & Chagoyén Méndez, 2012)

El CBR significa usar viejas experiencias para comprender y resolver nuevos problemas. En él quien razona recuerda una situación previa, similar a la actual y usa esto para resolver el nuevo problema. (Moya Rodríguez, Becerra Ferreiroll, & Chagoyén Méndez, 2012)

El diseñador a la hora de elaborar un caso, primero debe decidir qué lo comprende y conforma, ya que éste no es más que la descripción de un problema y la solución dada al mismo.

Para la realización de un CBR debe de cumplirse ciertos lineamientos y comprender su estructura.

La estructura de este tipo de sistemas se divide en cuatro pasos (Figura 5):

1. Recuperar (retrieve) los casos más parecidos (un nuevo problema se aparea con casos similares guardados en la base de casos).
2. Reutilizar (reuse) la solución propuesta en los casos para tratar de resolver el problema.
3. Revisar (revise) la solución propuesta (en caso de ser necesario).
4. Almacenar (retain) la nueva solución como parte de un nuevo caso.

Un caso es un "pedazo" de conocimiento contextualizado representando una experiencia. Los casos se encuentran formados por:

1. El problema que describe el estado del mundo cuando ocurrió el caso.
2. Una descripción de la solución encontrada y/o.
3. Un resultado describiendo el estado del mundo después de que ocurrió el caso. (Moya Rodríguez, Becerra Ferreiroll, & Chagoyén Méndez, 2012)

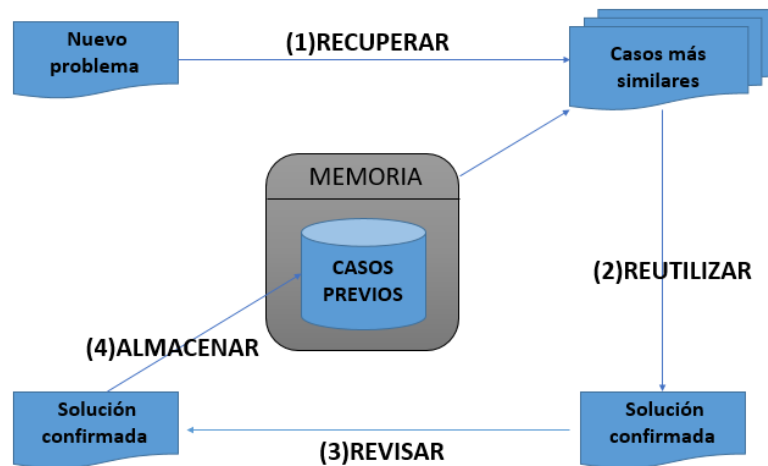


Figura 5 Estructura de un Sistema Basado en Casos.

Los casos pueden representarse de diversas formas, pero la representación frames/objetos es la más usada.

Cuando se dispone de una Base de Casos voluminosa el CBR es más efectivo y seguro, En caso contrario es mejor utilizar un SBR.(Moya Rodríguez, Becerra Ferreiroll, & Chagoyén Méndez, 2012)

1.2.4 Sistemas Expertos

Antes de la aparición de la computadora, el hombre ya se preguntaba si se le arrebataría el privilegio de razonar y pensar. En la actualidad existe un campo dentro de la IA al que se le atribuye esa facultad: el de los Sistemas Expertos (SE). Estos sistemas permiten la creación de máquinas que razonan como el hombre, restringiéndose a un espacio de conocimientos limitado. En teoría pueden razonar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano (médico, analista, empresario, etc.) para resolver un problema concreto. Ese tipo de modelos de conocimiento por ordenador ofrece un extenso campo de posibilidades en resolución de problemas y en aprendizaje. Su uso se extenderá ampliamente en el futuro, debido a su importante impacto sobre los negocios y la industria. (León Quintanar, 2007)

Existen varios autores que han definido los SE, a continuación, se citarán algunos de ellos:

(Naylor, 1983), plantea que, un SE es la incorporación en una computadora de un componente basado en el conocimiento que se obtiene a partir de la habilidad de un experto, de forma tal que el sistema pueda dar consejos inteligentes o tomar decisiones inteligentes.

(Adarraga & Zaccagnini, 1988), citan que, una primera caracterización global de la noción de SE afirmarían que son herramientas informáticas cuyo propósito fundamental es reproducir la actuación de un experto humano en un dominio de conocimiento altamente especializado.

Según(Lezcano Brito, 1995),un SE debe ser capaz de procesar y memorizar información, aprender y razonar en situaciones deterministas e inciertas, comunicar con los hombres y/u otros SE, tomar decisiones apropiadas, y explicar por qué se han tomado tales decisiones. Se puede pensar también en un SE como un consultor que puede suministrar ayuda a (o en algunos casos sustituir completamente) los expertos humanos con un grado razonable de fiabilidad.

Un SE según (Giarratano, 1998) suele diseñarse para que tenga las siguientes características.

- ✓ Alto desempeño. El sistema debe tener la capacidad de responder a un nivel de competencia igual o superior al de un especialista en el campo.
- ✓ Tiempo de respuesta adecuado. El sistema debe actuar en un tiempo razonable, comparable o mejor al tiempo requerido por un especialista, para alcanzar una decisión.
- ✓ Confiabilidad. El sistema experto debe ser confiable y no propenso a “caídas”.
- ✓ Comprensible. El sistema debe ser capaz de explicar los pasos de su razonamiento mientras se ejecutan, de tal modo que sea comprensible.
- ✓ Flexibilidad. Debido a la gran cantidad de conocimiento que un sistema experto puede tener, es importante contar con un mecanismo eficiente para añadir, modificar y eliminar conocimiento.

Los SE son básicamente un programa de computadora basado en conocimiento y raciocinio que lleva a cabo tareas que generalmente solo realiza un experto humano y ofrecen varias ventajas reales, según(Ardila Rendon, 2012)son:

- ✓ Permanencia: A diferencia de un experto humano un sistema experto no envejece, por tanto, no sufre pérdida de facultades con el pasar de los años.
- ✓ Mayor disponibilidad: La experiencia está disponible para cualquier hardware de cómputo adecuado, es decir un sistema experto es la producción masiva de experiencia.
- ✓ Duplicación: Una vez programado un SE lo podemos duplicar infinidad de veces.
- ✓ Rapidez: Un sistema experto puede obtener información de una base de datos y realizar cálculos numéricos mucho más rápido que cualquier ser humano.
- ✓ Bajo costo: A pesar de que el costo inicial pueda ser elevado, gracias a la capacidad de duplicación el coste finalmente es bajo.
- ✓ Fiabilidad: Los sistemas Expertos no se ven afectados por condiciones externas, un humano sí (cansancio, presión, etc.).
- ✓ Consolidar: Nos permite conformar una base de conocimiento
- ✓ Respuesta rápida: Muchas veces un sistema experto puede proporcionar respuestas más rápidas que la de un especialista.

Por otro lado, los SE presentan grandes carencias frente a los seres humanos según (Ardila Rendon, 2012)estas desventajas son:

- ✓ Sentido común: Para un sistema experto no hay nada obvio.
- ✓ Lenguaje natural: Con un experto humano podemos mantener una conversación informal mientras que con un sistema experto no podemos.
- ✓ Capacidad de aprendizaje: Cualquier persona aprende con relativa facilidad de sus errores y de errores ajenos, que un sistema experto haga esto es muy complicado.
- ✓ Perspectiva global: Un experto humano es capaz de distinguir cuales son las cuestiones relevantes de un problema y separarlas de cuestiones secundarias.
- ✓ Capacidad sensorial: Un sistema experto carece de sentidos.

- ✓ Flexibilidad: Un humano es sumamente flexible a la hora de aceptar datos para la resolución de un problema.
- ✓ Conocimiento no estructurado: Un sistema experto no es capaz de manejar conocimiento poco estructurado.

Los SE además de poseer sus ventajas y desventajas, también presentan características propias, como plantea (Amatriain, 2015):

- ✓ Aplican su experiencia de una manera eficiente para solucionar problemas, pudiendo realizar inferencias a partir de datos incompletos o inciertos.
- ✓ Explican y justifican lo que están haciendo.
- ✓ Se comunican con otros expertos y adquieren nuevos conocimientos.
- ✓ Reestructuran y reorganizan el conocimiento.
- ✓ Pueden quebrantar reglas, es decir, interpretan simultáneamente el espíritu y la letra de las mismas.
- ✓ Determinan cuando un problema está en el dominio de su experiencia, conocido como determinación de la relevancia del problema.

Dentro de los desarrollos conocidos sobre SE existen varias arquitecturas posibles, según (Bello Pérez, Gálvez Lío, García Lorenzo, & Lezcano Brito, 1995) se componen de la siguiente:

- ✓ La base de conocimientos:

Es la parte del sistema experto que contiene el conocimiento sobre el dominio, hay que obtener el conocimiento del experto y codificarlo en la base de conocimientos. Una forma clásica de representar el conocimiento en un sistema experto son las reglas de producción.

- ✓ La base de hechos (Memoria de trabajo):

Contiene los hechos sobre un problema que se han descubierto durante una consulta. Durante una consulta con el sistema experto, el usuario introduce la información del problema actual en la base de hechos. El sistema empareja esta información con el conocimiento disponible en la base de conocimientos para deducir nuevos hechos.

- ✓ El motor de inferencia:

El sistema experto modela el proceso de razonamiento humano con un módulo conocido como el motor de inferencia. Dicho motor de inferencia trabaja con la información contenida en la base de conocimientos y la base de hechos para

deducir nuevos hechos. Contrasta los hechos particulares de la base de hechos con el conocimiento contenido en la base de conocimientos para obtener conclusiones acerca del problema.

✓ El subsistema de explicación:

Una característica de los sistemas expertos es su habilidad para explicar su razonamiento. Usando el módulo del subsistema de explicación, un sistema experto puede proporcionar una explicación al usuario de por qué está haciendo una pregunta y cómo ha llegado a una conclusión. Este módulo proporciona beneficios tanto al diseñador del sistema como al usuario. El diseñador puede usarlo para detectar errores y el usuario se beneficia de la transparencia del sistema.

✓ La interfaz de usuario:

La interacción entre un sistema experto y un usuario se realiza en lenguaje natural. También es altamente interactiva y sigue el patrón de la conversación entre seres humanos. Para conducir este proceso de manera aceptable para el usuario es especialmente importante el diseño del interfaz de usuario. Un requerimiento básico del interfaz es la habilidad de hacer preguntas. Para obtener información fiable del usuario hay que poner especial cuidado en el diseño de las cuestiones. Esto puede requerir diseñar el interfaz usando menús o gráficos.

A la hora de tomar la decisión de desarrollar un Sistema Experto, se deben analizar las distintas ventajas y desventajas que estos tienen.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de SE que se han desarrollado para la solución de diversos problemas:

- MYCIN es un Sistema Experto para la realización de diagnósticos en el área de la medicina, iniciado por Ed Feigenbaum y posteriormente desarrollado 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 [CRIA].(Durkin, 1994)
- SEC-Dengue es un SE para la clasificación temprana de Dengue Severo en el Instituto Pedro Kourí (IPK) de Ciudad de la Habana el año 2010 en la Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, realizado por Marysleivy Martín Roque. Esta investigación ayuda a los médicos no

especialista en Dengue a clasificar tempranamente los pacientes como posible caso crítico, posible caso de alarma o posible caso de alerta.

- SEDZI es un SE para el diagnóstico de la enfermedad del Zika basado en lógica difusa realizado por Kelvy Alex Gonzales Casas el año 2016 en la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Dicho sistema indica si un paciente tiene Zika o no, partiendo de los diferentes síntomas y signos que estos presentan y teniendo en cuenta los antecedentes epidemiológicos.

1.2.5 Metodología para el desarrollo de Sistemas Expertos.

Al igual que para desarrollar un sistema de información convencional existen varias metodologías de desarrollo como la Ingeniería de la Información, tendencias estructuradas y orientadas a objetos, así existen varias metodologías para desarrollar un sistema experto. Como ya sabemos el área de sistemas expertos es relativamente joven por lo cual no se dispone de una única metodología, sino que cada autor propone una de acuerdo a su forma de desarrollo. Sin embargo, existen algunas que han tenido éxito más que otras lo cual ha llevado a su mayor difusión. (Durkin, 1994)

Entre las metodologías encontradas en la bibliografía revisada se encuentra la **Metodología de Ingeniería del Conocimiento** (Durkin, 1994), de la cual se muestra una breve descripción a continuación:

Esta metodología consta de 6 Fases de desarrollo:

Fase 1: evaluación: se realiza la motivación para el esfuerzo, la identificación de los problemas candidatos, el estudio de viabilidad, el análisis de Costo/Beneficio, se selecciona el mejor proyecto y se escribe el proyecto propuesto.

Fase 2: Adquisición del conocimiento: en esta fase se procede a la recolección del conocimiento, la interpretación, el análisis y el diseño de métodos para recolectar conocimiento adicional.

Fase 3: Diseño: se seleccionan, la técnica de representación del conocimiento, la técnica de control y el software de desarrollo de sistema experto. Seguidamente se desarrolla el prototipo, la interface y por último el producto.

Fase 4: Pruebas: se ejecuta la validación del sistema, y posteriormente la evaluación de la Prueba/Evaluación.

Fase 5: Documentación: se revisa la relación de temas que deben ser documentados, se organiza la documentación en hipertexto y se imprime, por último, se realiza el reporte final.

Fase 6: Mantenimiento: en esta última fase se elaboran las modificaciones probables del sistema, se formalizan los responsables de mantenimiento y para culminar se establecen las interfaces de documentación del mantenimiento.

Además, se encontró la Metodología descrita por Mateo Lezcano Brito, la cual fue la elegida para el desarrollo de la presente investigación.

Cuando se diseña una base de conocimientos, se está construyendo algo como una teoría sobre un determinado dominio o que al menos aspira a serlo, en este sentido deben prevalecer en su diseño los aspectos conceptuales. La información debe estar organizada en forma armónica y debe ser, ante todo, lo más exacta posible. Sin embargo, el conocimiento de los expertos es a menudo incompleto e inconsistente, por lo que el proceso puede tornarse bastante engorroso y en algunos casos, el resultado pudiera no ser lo suficientemente exacto (Lezcano Brito, 1995).

Esta metodología describe lo siguiente:

Método clásico para el diseño de un Sistema Experto:

Los métodos de construcción de sistemas expertos parten, en primer lugar, de la identificación de los elementos del dominio y los conceptos descriptivos de sus propiedades, definiendo además las relaciones que se establecen entre ellos, en base a las cuales se organiza el conocimiento y posteriormente se pasa a su formalización. Desde el punto de vista cognoscitivo, la formalización del conocimiento va de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de ahí nuevamente a la realidad. En este camino se parte del plano real (observación de la realidad), se pasa por el plano conceptual (creación del modelo para partes de esa realidad) y se llega al plano formal (elaboración de la teoría). (Lezcano Brito, 1995).

Existe un método clásico general, que permite la separación de este proceso en varias etapas. El primer paso a seguir cuando se habla de la construcción de un sistema experto es el estudio del dominio, con vista a determinar si es realmente propicia la construcción del sistema experto o no. Este análisis se puede hacer en base a los siguientes criterios:

- ✓ Inexistencia de una solución algorítmica para el problema.

- ✓ Se trata de problemas relativamente estáticos, comparados con el tiempo requerido para analizarlos.
- ✓ Las tareas no son muy fáciles de resolver (se requieren años para formar un perito y además son muy escasos).
- ✓ La tarea debe tener interés práctico, produciendo altos beneficios.
- ✓ El conocimiento humano pudiera perderse.

Después de hecho este análisis, si se determina que es posible la construcción del sistema experto, se pasa a las siguientes etapas:

Identificación del problema: En esta etapa se determina, básicamente, cuál es el problema que se quiere resolver y sus características, así como quienes van a participar en el levantamiento de la base de conocimiento y el papel de cada cual, en ese proceso, entre otras cosas. Es más bien un periodo de familiarización, donde tiene lugar la relación inicial entre el experto y el ingeniero del conocimiento. En una entrevista inicial (y otras sucesivas si es necesario) el experto debe lograr que el ingeniero de conocimiento se lleve una idea general del dominio que se quiere modelar, haciendo una caracterización informal del problema y mostrando algunas descripciones de problemas típicos y los posibles pasos para su solución.

Establecer conceptos: Se definen los conceptos para la representación del conocimiento. El experto y el ingeniero del conocimiento determinan los aspectos claves del problema, las relaciones entre ellos y sus características con el objetivo de llevar a cabo la descripción del proceso de solución del problema.

Formalización: En esta etapa se formalizan los conceptos claves y subproblemas que estaban aislados durante la conceptualización. Se diseñan las estructuras para organizar el conocimiento. Después de un análisis intensivo, por parte del ingeniero de conocimiento, de los diferentes medios de representación con que se cuenta, se determina cuál se adapta mejor a las condiciones del problema, estableciendo un lenguaje formal que incorpore los conceptos formalizados del tema objeto de representación y describa a la vez el mecanismo de solución. La definición de los conceptos y relaciones derivadas (conocimiento inducido) y la creación de reglas que los relacionan con el conocimiento explícito, marca el paso del plano conceptual al formal. En esta etapa el ingeniero del conocimiento juega un papel más activo, determinando: la existencia de datos redundantes, si hay incertidumbre asociada a los datos, si los datos son consistentes y completos

para resolver el problema y además si la interpretación lógica de los datos depende de su orden de ocurrencia en el tiempo. Cumpliendo correctamente todas las etapas se formalizan los conceptos claves y subproblemas y se pasa a la implementación. (Lezcano Brito, 1995).

1.2.6 Tecnologías y herramientas para Sistemas Expertos.

Las tecnologías de la información constituyen un paradigma en la sociedad del Conocimiento. La IA proporciona métodos y herramientas para gestionar el conocimiento emulando a los sujetos cognoscentes. Los SE comprendidos en el paradigma simbólico de la IA son ampliamente aplicados en diversos dominios del conocimiento. (Mariño, 2014).

Durante el proceso de selección de las herramientas a utilizar para la implementación del software que sostiene esta investigación, se efectuó una búsqueda del estado actual de las tecnologías que se usan en el desarrollo de sistemas similares.

Prolog

Prolog es un lenguaje de programación para manipular objetos y las relaciones entre ellos y se clasifica como un lenguaje de programación lógica debido a que se basa en la prueba de teoremas, a partir de una base de datos interna formada por reglas escritas en la forma de cláusulas de Horn, donde se aplica el principio de resolución y de unificación. Se dice que Prolog es adecuado para buscar soluciones de problemas que no sabemos resolver (Lezcano Brito, 1995).

Entre sus beneficios podemos destacar:

- ✓ Permite crear programas de la Inteligencia Artificial (IA) mucho más rápido y más fácil.
- ✓ Es ideal para implementar sistemas expertos y procesamiento del lenguaje natural.
- ✓ Los mecanismos de inferencias y los procedimientos son partes de él (built-in).

El lenguaje de programación lógica Prolog es, considerado apropiado para la IA por las facilidades que ofrece para la representación del conocimiento, es útil para la realización de sistemas de enseñanza inteligentes (Lezcano Brito, 1995).

Java

Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos y basado en clases que fue diseñado específicamente para

tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible. Su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo (conocido en inglés como WORA, o "write once, run anywhere"), lo que quiere decir que el código que es ejecutado en una plataforma no tiene que ser recompilado para correr en otra. Java es, a partir del 2012, uno de los lenguajes de programación más populares en uso, particularmente para aplicaciones de cliente-servidor de web, con unos 10 millones de usuarios reportados. (Parra, Vielma, Rondon, & Marquez, 2012)

AMZI! Prolog.

AMZI! Prolog es una de las implementaciones de Prolog más fácil y amigable que se acopla muy bien con Windows. Una de las facilidades que esta versión ofrece es que es ampliamente compatible con muchos lenguajes de programación, pues ofrece interfaces de comunicación con Java, Visual Basic, C++, MS Office, Delphi y otros.

Dentro de la característica más importante de AMZI-Prolog están: compilación rápida; el tamaño del programa, la longitud de los átomos, término-arity o valores son ilimitados. Posee un rico conjunto de predicados incorporados que hacen posible el desarrollo de aplicaciones robustas. Amzi! Prolog posee una interfaz simple para generar aplicaciones de consola. (Expósito Izquierdo & Melián Batista, 2016)

SWI-Prolog.

SWI-Prolog trabaja en un entorno de Software Libre, licenciado bajo la Lesser Gnu Public License y posee un conjunto de herramientas de gráficos XPCE, su desarrollo se inició en 1987 y ha sido impulsada por las necesidades de aplicaciones en el mundo real. Basándose en una máquina virtual Prolog para definir las instrucciones, SWI-Prolog cuenta con un compilador más rápido y el modo de depuración sólo reduce la velocidad del sistema por un bit. Con alta velocidad de compilación, SWI-Prolog puede ser de gran utilidad para los programadores de Prolog. Su gama de características son suficientes para satisfacer a los usuarios más experimentados, ya que se requiere conocimientos de programación avanzada con el fin de usarlo. (Expósito Izquierdo & Melián Batista, 2016)

NetBeans.

La Plataforma NetBeans es una base modular y extensible usada como una estructura de integración para crear aplicaciones de escritorio grandes. Empresas independientes asociadas, especializadas en desarrollo de software, proporcionan extensiones adicionales que se integran fácilmente en la plataforma y que pueden también utilizarse para desarrollar sus propias herramientas y soluciones.

Entre sus principales ventajas se encuentran:

- Puede ser usada para desarrollar cualquier tipo de aplicación.
- Reutilización de los Módulos.
- Permite el uso de la herramienta Update Center Module.
- Instalación y actualización simple.
- Incluye Templates y Wizards.
- Posee soporte para Php.

También posee varias desventajas, como son:

- Poca existencia de pluguins para esta plataforma.
- Hace falta documentación del Rich Client Plataform (RCP).
- No posee un editor de código HTML.(Giménez, 2012)

1.3 Conclusiones parciales.

El estudio de los fundamentos teóricos y metodológicos que dio lugar a desarrollar un sistema experto para identificar casos sospechosos de Zika permitió concluir que:

1. Los sistemas basados en casos resultan formas de representar el conocimiento adecuado para resolver el problema planteado.

2. Los sistemas expertos, son sistemas inteligentes con aplicaciones diversas en el área de la medicina, por lo que constituyan una herramienta a tomar en cuenta en esta investigación.

3. El lenguaje Prolog es apropiado para el desarrollo de un sistema experto que representa el conocimiento a través de los casos, por lo que se utilizará en el presente proyecto, mediante el entorno de software libre SWI-Prolog y para la interfaz visual el lenguaje de programación Java.

4. La metodología descrita por el DrC. Mateo Lezcano Brito en su libro Prolog y los Sistemas Expertos es conveniente utilizarla en el desarrollo de la documentación de esta investigación.

5. La utilización del lenguaje unificado del modelado es pertinente para esta investigación.

Capítulo 2: Análisis, diseño e implementación de la propuesta de solución.

En el desarrollo de esta investigación se utilizó la metodología descrita por el Dr.C Mateo Lezcano Brito en su libro Prolog y los Sistemas Expertos, donde primeramente se identifican los elementos del dominio y los conceptos descriptivos de sus propiedades, se definen las relaciones que se establecen entre ellos, en base a las cuales se organiza el conocimiento y posteriormente se pasa a su formalización e implementación.

La creación de las bases de conocimiento es un complejo y largo período de adquisición de información, llevado a cabo por el ingeniero del conocimiento; quién, partiendo de los juicios y opiniones de diferentes expertos, debe codificar la información obtenida utilizando un lenguaje formal de representación del conocimiento.

De forma complementaria se utilizó el UML con el objetivo de establecer los casos de uso del sistema.

Un estudio del dominio con vista a determinar si es realmente propicia la construcción del SE o no, basados en los siguientes criterios:

- inexistencia de una solución algorítmica para el problema,
- complejidad de las tareas a resolver,
- interés práctico y beneficios que se observarán,
- posibilidad de pérdida del conocimiento humano,

arrojó que es posible la construcción del Sistema Experto.

Seguidamente se describen las etapas para el diseño del Sistema Experto.

2.1 Identificación.

En esta etapa se determinó, básicamente, cuál es el problema que se quiere resolver y sus características, así como quienes van a participar en el levantamiento de la base de conocimiento y el papel de cada cual en ese proceso. Este es más bien un período de familiarización, donde tiene lugar la relación inicial entre los expertos y el ingeniero del conocimiento.

Es un encuentro donde los expertos hacen que el ingeniero de conocimiento se lleve una idea general del dominio que se quiere modelar, haciendo una caracterización informal del problema y mostrando algunas descripciones de problemas típicos y los posibles pasos para su solución. (Martín Roque, 2010)

Los participantes en el levantamiento de la base de conocimiento fueron:

- Dra. Liset León Tejeda, especialista de primer grado en Medicina General Integral. Residente de 3er año de Imagenología. Facilitó la información clínica útil al sistema y asesoró en este sentido.
- MsC. Dra. María del Carmen Chávez Alfonso. Especialista de primer grado en Medicina General Integral e Inmunología. Máster en enfermedades infecciosas. Profesora Asistente. Encargada del diagnóstico y la vigilancia de enfermedades infecciosas.
- MsC. Dr. Juan Luis Marcelo Pentón. Especialista de 2do grado en Medicina Interna. Máster en enfermedades infecciosas. Profesor Asistente. Aportó las técnicas de identificación y procesamiento de las bases de datos. Sus resultados sirvieron para establecer las reglas del sistema.

- Liany León Tejeda. Ingeniera del conocimiento.

Los elementos del dominio y los conceptos descriptivos se especifican a continuación:

Elementos del dominio:

- Síntomas y signos

Conceptos descriptivos: (Llanio Navarro y otros, 1984)(Manzur, Días Almeida, & Cortés, 2002)

- **Conjuntivitis no purulenta:** Inflamación de la conjuntiva ocular sin secreción de pus.
- **Artralgia:** Dolor en las articulaciones.
- **Mialgia:** Dolor muscular.
- **Fiebre de bajo grado:** Elevación de la temperatura corporal.
- **Cefalea:** Dolor de cabeza.
- **Dolor retro ocular:** Dolor en la parte posterior de los ojos.
- **Vómito:** Expulsión rápida y fuerte del contenido del estómago al exterior.
- **Diarrea:** Aumento del número y cantidad de la deposición periódica normal.
- **Adenopatías retroauriculares:** Aumento de tamaño de los ganglios situados detrás de la oreja.
- **Edema periarticular:** Acumulación de líquido en el espacio intersticial que rodea las articulaciones.
- **Anorexia:** Falta de apetito.
- **Astenia:** Decaimiento, debilidad.

El **objetivo relevante** de la investigación es:

Lograr identificar casos sospechosos de Zika.

- Los **recursos** con que se cuenta para la obtención de información son los siguientes:

Libros:

- ✓ Ministerio de Salud Pública Cuba. Taller nacional de actualización sobre enfermedades transmitidas por el mosquito Aedes. Subtema IV-2: Promoción de salud y comunicación de riesgo. Acciones de participación comunitaria. Dra. Marta Castro Peraza, Instituto de

Medicina Tropical Pedro Kourí. Dra. Alina Pérez Martínez, MSc, Unidad de Promoción de Salud y Prevención de Enfermedades. Febrero 2016.

- ✓ Algunas Experiencias en la Utilización de Sistemas de EAC para la Enseñanza de la Inteligencia Artificial. Mateo Lezcano Brito, Víctor Giraldo Valdés Pardo.
- ✓ Prolog y los Sistema Expertos. Dr.C Mateo Lezcano Brito, 1995.

Videos:

- ✓ Apoyo audiovisual: Virus de Zika, actualidad y noticias del mundo. 2016.

Tesis:

- ✓ **SEC-Dengue:** Sistema Experto para la clasificación temprana de Dengue Severo en el Instituto Pedro Kourí (IPK) de Ciudad de la Habana. (Martín Roque, 2010)
- ✓ **Sistema Experto** para identificar las emociones negativas de los estudiantes de Educación Superior durante su interacción con un ambiente de Enseñanza-Aprendizaje virtual. (Sánchez Prado, 2014)
- ✓ **SEDZI:** Sistema Experto para el diagnóstico de la enfermedad del Zika basado en lógica difusa. (Gonzáles Casas, 2016)
- ✓ **Entrevistas:**
- ✓ Entrevista a la MSc. Dra. María del Carmen Chávez Alfonso. Especialista de primer grado en Medicina General Integral e Inmunología. Máster en enfermedades infecciosas. Profesora Asistente.

El Alcance que tiene este SE:

- ✓ La identificación de casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema.

Las Submetas trazadas para lograr el objetivo propuesto son:

- ✓ Estudiar toda la bibliografía disponible.
- ✓ Confeccionar la base de conocimiento.
- ✓ Confeccionar la interfaz visual.

2.2 Establecer conceptos.

En esta etapa se definieron los conceptos para la representación del conocimiento. Los expertos y el ingeniero del conocimiento determinaron los

aspectos claves del problema, las relaciones entre ellos y sus características con el objetivo de llevar a cabo la descripción del proceso de solución del problema.

Se establecieron una serie de elementos esenciales, tales como:

- ✓ Los tipos de datos disponibles son exactos e incompletos (hasta el momento)
- ✓ No establecer factor de certidumbre, inicialmente.
- ✓ Los datos de salida constituyen la identificación a pacientes con exantema como casos sospechosos de Zika.
- ✓ El conocimiento se organizó ateniendo a los elementos del dominio y los conceptos descriptivos de estos como ya se había planteado anteriormente, y en base al elemento del dominio que el usuario desee consultar es que se realiza el proceso de razonamiento. Por ejemplo, si el usuario decide consultar el módulo Entrevista Médica, el proceso de razonamiento se basará en una serie de preguntas relacionadas con los signos y síntomas, como elementos del dominio, donde en cada caso se evaluará la respuesta del usuario en base a los casos existentes en la base de conocimiento, dando así, un posible diagnóstico para el paciente que se esté consultando.

2.3 Formalización.

En esta etapa se formalizaron los conceptos claves y subproblemas que estaban aislados durante la conceptualización. Se diseñaron las estructuras para organizar el conocimiento. Después de un análisis intensivo, de las diferentes formas de representación del conocimiento, se determinó utilizar los sistemas basados en casos en lenguaje Prolog.

2.3.1 Clasificación del conocimiento

La organización del conocimiento quedó dividida en cinco módulos donde dos de ellos, disponen de un predicado principal que será el responsable de invocar al conocimiento almacenado en esa parte, dos, con la función de mostrar al usuario información útil y necesaria acerca de la enfermedad en cuestión y un módulo con el propósito de obtener la ayuda del sistema para saber cómo trabajar con el software.

Módulo 1:

- **Nombre:** Entrevista Médica:
- **Predicado principal:** diagnostico.
- El proceso de razonamiento a través del predicado principal:
 - diagnostico:-diagnostico 1-319.
 - diagnostico1:-epidemiologia.
 - diagnostico2:-fiebre.
 - diagnostico3:-conjuntivitis_no_purulenta.
 - diagnostico4:-artralgia.
 - diagnostico5:-mialgia.
 - diagnostico6:-edema_periarticular.
 - diagnostico7:-cefalea.
 - diagnostico8:-dolor_retro_ocular.
 - diagnostico9:-vomito.
 - diagnostico10:-diarrea.
 - diagnostico11:-adenopatias_retroauriculares.
 - diagnostico12:-anorexia.
 - diagnostico13:-astenia.

Módulo 2:

- **Nombre:** Conducta Clínica a Seguir:
- **Predicado principal:** diagnostico.
- El proceso de razonamiento a través del predicado principal:
 - diagnostico:-diagnostico 1-3.
 - diagnostico1:-conducta_clinica_mujeres_gestantes.
 - diagnostico2:- conducta_clinica_niños.
 - diagnostico3:- conducta_clinica.

Módulo 3:

- **Nombre:** Enfermedades Exantemáticas:

El siguiente módulo muestra un listado con varias enfermedades exantemáticas para ayudar al usuario a descartar otras causas de exantema, siempre que este no presente antecedentes epidemiológicos y su diagnóstico sea: No se puede identificar la enfermedad del Zika.

Módulo 4:

- **Nombre:** Acerca de la Enfermedad:

Este módulo proporcionará información necesaria para que los usuarios profundicen acerca de la enfermedad del Zika para ayudar a prevenirla o una vez adquirida saber cómo actuar; como, por ejemplo: cómo, cuándo y dónde surgió este virus, período de incubación, vías de transmisión, pruebas de laboratorio que se realizan para diagnosticar un caso confirmado, medidas de prevención para evitar la picadura de los mosquitos y a su vez, la reproducción de los mismos. Además, hace referencia a las complicaciones que se pueden presentar, así como, el síndrome congénito relacionado a Zika.

Módulo 5:

- **Nombre:** Ayuda:

El presente módulo tiene como propósito, brindar ayuda al usuario acerca del sistema, para que aprenda a trabajar con el mismo.

2.4 Implementación

En esta etapa el ingeniero de conocimiento reordena el conocimiento formalizado para hacerlo compatible con las características del flujo de información del problema.

Se confirma que los métodos de solución seleccionados son los más indicados para la exitosa solución. El proceso de refinamiento consiste en el mejoramiento del conocimiento ya existente, además de mejorar la estrategia de búsqueda del sistema, lo que contribuye a una solución más efectiva y confiable. En la práctica, este proceso no es tan fácil como puede parecer. Se llevan a cabo múltiples intentos hasta llegar a la base de conocimiento más útil para el sistema. Durante esta fase se llevó a cabo la formalización de los casos que abarcan todo el conocimiento, obteniéndose la primera base de conocimiento, la cual se sometió a períodos de prueba, para así corregir sus errores hasta conseguir una versión más avanzada.

2.4.1 Formalización de los casos

La base de conocimiento se divide en tres partes, un bloque de preguntas, un bloque de reglas y un bloque de diagnóstico; tal como se muestra en el ejemplo siguiente:

/*Bloque de Preguntas */

epidemiologia('¿ Vive usted o ha visitado durante las últimas dos semanas alguna zona donde la infección por Zika es epidémica o endémica; o ha tenido contacto sexual sin protección con una persona que presente estos antecedentes epidemiológicos?').

epidemiologia('¿ Vive usted o ha visitado durante las últimas dos semanas alguna zona donde la infección por Zika es epidémica o endémica; o ha tenido contacto sexual sin protección con una persona que presente estos antecedentes epidemiológicos?', 'si', 'fiebre').

epidemiologia('¿ Vive usted o ha visitado durante las últimas dos semanas alguna zona donde la infección por Zika es epidémica o endémica; o ha tenido contacto sexual sin protección con una persona que presente estos antecedentes epidemiológicos?', 'no', 'fiebre').

fiebre('¿ Presenta usted fiebre leve < 38.5°C?').

fiebre('¿ Presenta usted fiebre leve < 38.5°C?', 'si', 'conjuntivitis_no_purulenta').

fiebre('¿ Presenta usted fiebre leve < 38.5°C?', 'no', 'conjuntivitis_no_purulenta').

conjuntivitis_no_purulenta('¿ Presenta usted conjuntivitis no purulenta?').

conjuntivitis_no_purulenta('¿ Presenta usted conjuntivitis no purulenta?', 'si', 'artralgia').

conjuntivitis_no_purulenta('¿ Presenta usted conjuntivitis no purulenta?', 'no', 'artralgia').

artralgia('¿ Presenta usted artralgia?').

artralgia('¿ Presenta usted artralgia?', 'si', 'mialgia').

artralgia('¿ Presenta usted artralgia?', 'no', 'mialgia').

mialgia('¿ Presenta usted mialgia?').

mialgia('¿ Presenta usted mialgia?', 'si', 'edema_periarticular').

mialgia('¿Presenta usted mialgia?','no','edema_periarticular').

edema_periarticular('¿Presenta usted edema periarticular?').

edema_periarticular('¿Presenta usted edema periarticular?','si','cefalea').

edema_periarticular('¿Presenta usted edema periarticular?','no','cefalea').

cefalea('¿Presenta usted dolor de cabeza leve?').

cefalea('¿Presenta usted dolor de cabeza leve?','si','dolor_retro_ocular').

cefalea('¿Presenta usted dolor de cabeza leve?','no','dolor_retro_ocular').

dolor_retro_ocular('¿Presenta usted dolor retro ocular?').

dolor_retro_ocular('¿Presenta usted dolor retro ocular?','si','vomito').

dolor_retro_ocular('¿Presenta usted dolor retro ocular?','no','vomito').

vomito('¿Presenta usted vómito?').

vomito('¿Presenta usted vómito?','si','diarrea').

vomito('¿Presenta usted vómito?','no','diarrea').

diarrea('¿Presenta usted diarrea?').

diarrea('¿Presenta usted diarrea?','si','adenopatias_retroauriculares').

diarrea('¿Presenta usted diarrea?','no','adenopatias_retroauriculares').

adenopatias_retroauriculares('¿Presenta usted adenopatías retroauriculares?').

adenopatias_retroauriculares('¿Presenta usted adenopatías retroauriculares?','si','anorexia').

adenopatias_retroauriculares('¿Presenta usted adenopatías retroauriculares?','no','anorexia').

anorexia('¿Presenta usted anorexia?').

anorexia('¿Presenta usted anorexia?','si','astenia').

anorexia('¿Presenta usted anorexia?','no','astenia').

astenia('¿Presenta usted astenia?').

astenia('¿Presenta usted astenia?','si','-').

astenia('¿Presenta usted astenia?','no','-').

/*Bloque de Diagnóstico */

diagnostico1(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico2(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico3(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico4(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico5(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='false',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico6(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='false',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico7(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='false',I='true',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico8(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='false',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico9(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='false',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico10(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='false',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico11(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='false',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico12(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='false',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico13(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='false',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico14(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='false',M='false'.

diagnostico16(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='false',L='true',M='false'.

diagnostico17(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='false',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico18(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='false',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico19(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='false',I='true',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico20(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='false',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico21(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='false',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico22(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='false',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico23(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='false',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico24(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='false',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico25(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='false',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='true',M='false'.

diagnostico26(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='false',L='false',M='true'.

diagnostico27(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='false',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico28(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='false',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico29(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='false',I='true',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico30(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='false',H='true',I='true',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico31(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='false',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico32(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='false',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico33(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='false',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico34(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='false',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico35(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='false',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='true',L='false',M='true'.

diagnostico36(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='false',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico37(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='false',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico38(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='false',I='true',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico39(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='false',H='true',I='true',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico40(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='false',G='true',H='true',I='true',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico41(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='false',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico42(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='false',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico43(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='false',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico44(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='false',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='true',K='false',L='true',M='true'.

diagnostico45(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='true',I='false',J='false',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico46(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='true',H='false',I='true',J='false',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico47(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='true',G='false',H='true',I='true',J='false',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico48(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='true',F='false',G='true',H='true',I='true',J='false',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico49(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='true',E='false',F='true',G='true',H='true',I='true',J='false',K='true',L='true',M='true'.

diagnostico50(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M):-

A='true',B='true',C='true',D='false',E='true',F='true',G='true',H='true',I='true',J='false',K='true',L='true',M='true'.

/*Bloque de Respuesta */

respuesta1('Caso sospechoso de Zika. Consulte: "Conducta Clínica a Seguir".',",").

respuesta2('Datos clínicos insuficientes. Manténgase en observación y regrese nuevamente a la consulta si aparece una nueva manifestación clínica. Consulte: "Conducta Clínica a Seguir".',",").

respuesta3('No se puede identificar la enfermedad del Zika. No existe el antecedente epidemiológico. Para descartar otras causas de Exantema, Consulte: "Enfermedades Exantemáticas"',",").

2.4.2 Diálogos del sistema.

Inicialmente el sistema brinda varias opciones entre las que se encuentra la opción de realizar la entrevista médica al paciente. En dependencia de la selección sigue un camino u otro en el árbol de soluciones posibles, en este caso comenzando con las preguntas del sistema al paciente confeccionadas de forma tal que él las pueda responder todas. Al concluir las preguntas el sistema es capaz de emitir un resultado.

Diálogo del Módulo Entrevista Médica:

A: ¿Vive usted o ha visitado durante las últimas dos semanas alguna zona donde la infección por Zika es epidémica o endémica; o ha tenido contacto sexual sin protección con una persona que presente estos antecedentes epidemiológicos?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted fiebre leve < 38,5°C?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted conjuntivitis no purulenta?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted artralgia?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted mialgia?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted edema periarticular?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted dolor de cabeza leve?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted dolor retro ocular?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted vomito?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted diarrea?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted adenopatías retroauriculares?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted anorexia?

B: Respuesta del paciente

A: ¿Presenta usted astenia?

B: Respuesta del paciente

C: Respuesta del sistema

Diálogo del Módulo Conducta Clínica a Seguir:

A: ¿Presenta usted edad menor a 12 años?

B: *Respuesta del paciente*

C: Respuesta del sistema

A: ¿Pertenece usted al grupo especial de Mujeres Gestantes?

B: *Respuesta del paciente*

C: Respuesta del sistema

2.4.3 Diagrama de casos de uso del sistema.

Durante el desarrollo de la presente investigación se decidió incorporar a la metodología del DrC. Mateo Lezcano Brito el diagrama de casos de uso del sistema, para complementarla y ayudar a organizar las posibles opciones a las que tendrá acceso el usuario; ya que este modelo permite al desarrollador del sistema y a los usuarios llegar a un acuerdo sobre las condiciones y posibilidades que debe tener el sistema.

Este diagrama se muestra en la figura 6.

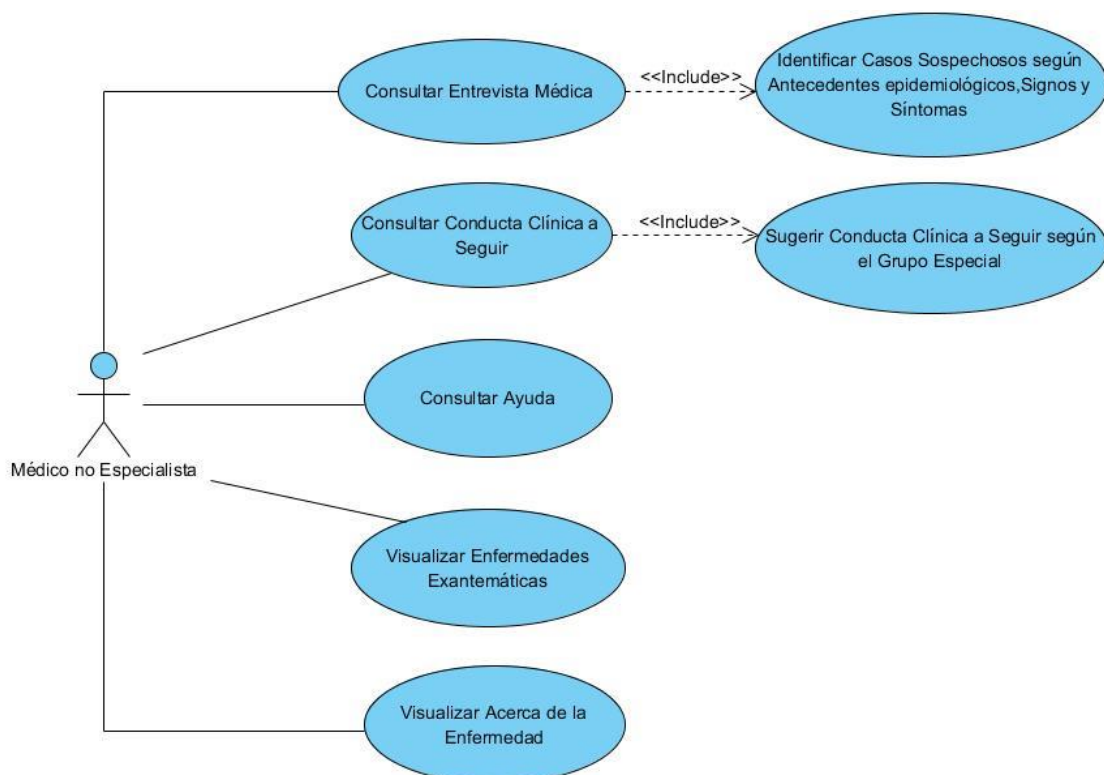


Figura 6 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

2.4.4 Descripción de casos de uso del sistema.

Caso de uso: Entrevista Médica
Actores: Médico no especialista en Zika (inicia)
Propósito: Solicitar ayuda al sistema para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema.

Caso de uso: Conducta Clínica a Seguir
Actores: Médico no especialista en Zika (inicia)
Propósito: Solicitar ayuda al sistema para proporcionar al paciente la conducta clínica a seguir.
Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no especialista en Zika, desea consultar el sistema para facilitar al paciente con exantema la conducta clínica a seguir, según el grupo especial al que pertenezca. El sistema le realiza preguntas al paciente y tomando las respuestas en consideración, muestra el resultado correspondiente. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra mostrar la conducta clínica adecuada.
Prototipo: Ver anexo 2
exantemáticas para descartar otras posibles causas de exantema.
Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no especialista en Zika, desea consultar el sistema para facilitar al paciente con exantema un listado con varias enfermedades exantemáticas, para descartar otras posibles causas de exantema. El caso de uso finaliza cuando el sistema muestra el listado de enfermedades al paciente.
Prototipo: Ver anexo 3

Caso de uso: Acerca de la Enfermedad
Actores: Médico no especialista en Zika (inicia)
Propósito: Solicitar ayuda al sistema para proporcionar al paciente información útil y necesaria acerca de la enfermedad del Zika.
Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no especialista en Zika, desea consultar el sistema para facilitar al paciente con exantema

Caso de uso: Consultar Ayuda
Actores: Médico no especialista en Zika
Propósito: Obtener la ayuda del sistema para saber cómo trabajar con el software.
Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no especialista en Zika, desea consultar la ayuda del sistema para obtener información acerca de las opciones a la que tiene acceso. El caso de uso finaliza cuando el sistema le muestra la ayuda que solicita el usuario.
Prototipo: Ver anexo 5

1. El método clásico, metodología descrita por el DrC. Mateo Lezcano Brito, para el desarrollo de un sistema experto, facilita los diseños de este tipo de sistemas, fundamentalmente de aquellos que utilizan el lenguaje Prolog.
2. La combinación del método clásico para el desarrollo de sistemas expertos y el lenguaje unificado del modelado, permitió complementar el diseño del sistema.
3. Los sistemas basados en casos como forma de representar el conocimiento, fortalecen los sistemas expertos para la identificación de casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema.

Capítulo 3: Descripción y validación de SEI-Zika.

En este capítulo se explican los requerimientos de hardware y software para lograr un rendimiento óptimo del SE, así como las facilidades desde el punto de vista del usuario que brinda el mismo, terminando este capítulo con un manual de usuario para la correcta utilización del software.

3.1 Implementación de la interfaz del usuario

Después de la formalización de la base de conocimiento, mediante los sistemas basados en casos y la definición de los requerimientos del sistema se pasó a la implementación de la interfaz del usuario. Para desarrollar la interface visual se utilizó NetBeans 8.0 por ser un entorno de desarrollo rápido de aplicaciones y poseer facilidades para interactuar con SWI-Prolog. En SWI- Prolog se genera un fichero .pl, pero este no se utiliza para consultar la base de conocimiento, para esta acción se necesita la extensión .pro, que se obtiene con solo cambiarle la extensión.

SWI-Prolog posee una interfaz simple para generar aplicaciones de consola, pero esto no es suficiente cuando necesitamos utilizar Prolog para aplicaciones profesionales que requieren una interfaz más amigable y accesible para todo tipo de usuarios, para solucionar este problema algunas implementaciones incluyen bibliotecas que permiten realizar la interfaz de Prolog con superlenguajes como Java.

El uso de SWI-Prolog con Java se facilita por una componente (la clase Query) que implementa las llamadas a la biblioteca, así como el acceso a otros tipos de datos necesarios. La biblioteca jpl.jar disponible en SWI-Prolog brinda una gran variedad de procedimientos y funciones para manipulación de datos, predicados y términos de Prolog.

Diseño de la interfaz gráfica

Para lograr una mayor eficiencia en el proceso de trabajo, y sobre todo para lograr una coherencia formal entre todos los módulos del sistema, se han pautado una serie de elementos comunes que facilitan su uso y reconocimiento. Se diseñó una pantalla inicial global del Sistema Experto, desde la cual se accederá a los diferentes módulos de este.

El diseño está determinado fundamentalmente por el principio de la usabilidad, donde este tiene como principal propósito facilitar su uso y comprensión manteniendo pautas estéticas y agradables.

La resolución óptima para la cual está diseñada la aplicación es de 1040 x 565 px. La tipografía será siempre Arial, por su amplia legibilidad y por las facilidades conocidas que brinda para la lectura digital.

El diseño de la interfaz es muy simple de comprender por el usuario.

El uso de Controladores de Distribución

Entre los Controladores de Distribución se pueden mencionar a BorderLayout, BoxLayout, FlowLayout, GridLayout, GridBagLayout y CardLayout, AbsoluteLayout, entre otros.

En SEI-Zika se hace uso de la clase AbsoluteLayout debido a que ayuda a manejar dos o más componentes que comparten el mismo espacio. Otra forma de conseguir lo mismo es usar un JTabbedPane. Donde, cada componente tiene un CardLayout que lo maneja como si las colocaran en una pila, donde sólo es visible el tope. Utilizar CardLayout en los JTabbedPane de la ventana de los ejercicios al software un mayor dinamismo, permitiéndole al usuario moverse dentro de un mismo tab o etiqueta por varios pane, cada uno contenedor de ejercicios.

Los JTextArea

Los JTextArea fueron utilizados para mostrar las interrogantes extraídas de la base de conocimiento y necesarios para anunciar otras informaciones de interés que aparecen en los menús del software. Aunque un área de texto puede mostrar texto en cualquier fuente, todo el texto está en la misma fuente, se escogió Arial de tamaño 11. También, se hizo uso, del método setTexten múltiples ocasiones para modificar el contenido del componente con una simple llamada al método. Se seleccionó en la barra de propiedades la opción lineWrap para darle la longitud deseada a las oraciones, buscando elegancia y organización.

El uso de Iconos, botones y etiquetas

Algunos componentes Swing, como JLabel y JButton, pueden ser decorados con un icono, una imagen de tamaño fijo. En Swing, un icono es un objeto que se adhiere a la interface Icon.

Un objeto ImageIcon puede cargar una imagen desde un nombre de fichero, una URL u otra fuente. Todas las imágenes que fueron utilizadas se cargaron mediante una URL, resulta muy cómoda y eficiente esta alternativa.

La clase JButton descende de AbstractButton define un pequeño API público adicional, la implementación del manejo de eventos depende del tipo de botón

escogido y de cómo se utiliza. Generalmente, se implementa un action listener, que es notificado cada vez que el usuario pulsa el botón, en esta aplicación se siguió la misma política para el manejo de eventos con los botones.

El botón y la etiqueta son componentes atómicos, su papel no es contener otros componentes Swing, sino que actúan como entidades auto-suficientes que representan bits de información para el usuario. (López Rendón, 2011)

JButton en Java.

Un botón es un componente en el que el usuario hace clic para desencadenar cierta acción. Una aplicación de Java puede utilizar varios tipos de botones, incluyendo botones de comando, casillas de verificación, botones interruptores y botones de opción.

Todos los tipos de botones son subclases de `AbstractButton` (paquete `javax.swing`), la cual declara las características comunes para los botones de Swing.

Un botón de comando genera un evento `ActionEvent` cuando el usuario hace clic en él. Los botones de comando se crean con la clase `JButton`. El texto de la cara de un objeto `JButton` se llama etiqueta del botón. Una GUI puede tener muchos objetos `JButton`, pero cada etiqueta de botón debe generalmente ser única en las partes de la GUI en que se muestre.

La función de un `JButton` es crear un botón visible dentro de una aplicación de interfaz gráfica de usuario en Java. El `JButton` permite a los programadores dictar el texto que aparece en el botón y el momento en el que aparece dentro de la interfaz general. Usando métodos adicionales dentro del lenguaje Java los programas también pueden proporcionar respuestas detalladas a la interacción del usuario con un `JButton`. Los `JButton` se encuentran entre los muchos elementos de interfaz de usuario posibles en Java. Otros elementos son las listas desplegables, botones de radio, etiquetas y casillas de verificación. (López Rendón, 2011)

Evento Action

El Evento action es el más utilizado en el SE. Los más sencillos y comunes manejadores de eventos. Se implementa un oyente de action para responder a una indicación del usuario de que alguna acción dependiente de la implementación debería ocurrir. Envía un mensaje `actionPerformed` a través del

método `void actionPerformed(ActionEvent)` que se le llama justo después de que el usuario informe al componente escuchado de que debería ocurrir una acción.

3.2 Aspectos a tener en cuenta para la interacción de SWI-Prolog y Java

- Software necesario:
 - SWI Prolog 5.6.64 o superior
 - Netbeans IDE 6.9.1.0 o superior
 - 2SE-JDK 6 o superior
- Para hacer la interfaz se necesita una Base de Conocimiento, o sea un archivo fuente Prolog

Aspectos fundamentales a seguir:

1. Crear un proyecto tipo Java con el Netbeans IDE
2. Copiar la Base de Conocimiento (*nombre.pro*) para el directorio raíz del proyecto e
3. Incorporar al proyecto la biblioteca *jpl.jar* ubicada en: C:\Program Files\p\lib\jpl.jar
4. Agregar a la variable de entorno "path" la ruta del directorio bin del SWI situado en: C:\Program Files\p\bin

El éxito de la interfaz entre SWI Prolog y Java en gran medida depende de la configuración actual de su sistema operativo. Entonces en ocasiones resulta útil adicionar a la variable "path" de su sistema las siguientes líneas:

- a. C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_17\bin;*
- b. C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_17\lib\tools.jar;*
- c. C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_17\jre\lib\rt.jar;*
- d. C:\Program Files\p\bin;

En principio las condiciones están creadas para comenzar a inferir sobre el conocimiento, sin embargo, es recomendable acatar las siguientes sugerencias:

1. Cerrar todas las aplicaciones, especialmente el NetBeans si lo tuviera abierto.
2. Limpiar el registro con alguna herramienta aparente como el TuneUp Utilities.
3. Reiniciar la máquina.

De esta manera queda enlazado el archivo fuente *nombre.pro* con el proyecto Java.

Para interrogar a la Base de Conocimiento se utiliza una instancia de la clase Query:

1. Query query = new Query(String pathFile): Se llama una sola vez al inicializar la aplicación para cargar en memoria la Base de Conocimiento.

Query query = new Query(String consult): Se llama cada vez que se desea hacer una nueva consulta Prolog.

La clase Query tiene muchas funciones o métodos que permiten extraer inferencias del conocimiento representado en la Base de Conocimiento Prolog. Sin embargo, con solo cinco funciones es posible implementar la interfaz de Prolog con Java de una manera flexible y cómoda. Estas funciones se describen a continuación:

- boolean hasSolution(): Método que permite saber si una consulta Prolog *puede ser resuelta* con el conocimiento disponible.
- Hashtable oneSolution(): Este método devuelve un objeto Hashtable con la información referente a *una* solución de la consulta Prolog.
- boolean hasMoreSolutions(): Método que permite saber si la consulta Prolog tiene *más* soluciones.
- Hashtable nextSolutions(): Si la consulta Prolog tiene más de una solución, este método permitirá encontrar la *siguiente* solución.
- Hashtable [] allSolutions(): Retorna un arreglo de objetos tipo Hashtable con la información referente a *todas* las soluciones existentes.

Estas funciones utilizan internamente predicados de segundo orden, por lo que es conveniente interrogar al conocimiento Prolog utilizando sentencias simples con el objetivo de alcanzar una implementación lo más óptimo posible.

3.3 Manual de usuario

Requerimientos del sistema.

Para el correcto funcionamiento del software se necesitan un mínimo de requerimientos técnicos tanto de hardware como de software, siendo un software desarrollado en Java que ofrece la ventaja de ser multiplataforma, pero el instalador está hecho para ser utilizado en Windows.

Requerimientos de hardware:

- Al menos 64 MB de memoria RAM.
- La instalación básica necesita de 132 MB de espacio disponible en disco más 150 MB para la instalación del JAVA®-RunTime Enviroment (JRE) Versión 6 update 12 si no está instalado, aunque pudiera

requerir más dependiendo del tamaño que pueda tener la base de conocimiento a medida que se vaya actualizando.

- Computador Pentium de 266MHz o superior.

Requerimientos de software:

- Sistema Operativo Windows 2000, XP, 2003, Vista (x86, x64), Windows 7 (x86, x64), Windows 8 (x86, x64), Windows 10 (x86, x64).
- Sistema Operativo Linux que tenga instalado alguno de los siguientes administradores gráficos de ventanas para X: Common Desktop Environment (CDE), GNOME, The K Desktop Environment, Xfce Desktop Environment.
- Máquina virtual de Java (JRE) en su versión 6 update 12 o mayor.
- SWI-Prolog, versión 5.6 o superior.

Facilidades que brinda al usuario:

El software SEI-Zika ofrece una interface gráfica de usuario GUI amigable, que constituye una herramienta que facilita una rápida utilización del SE. Se pueden realizar consultas de forma sencilla dando respuestas a todas las interrogantes planteadas por el sistema, y en solo en varios segundos se puede obtener un resultado del diagnóstico obtenido con ayuda del médico no especialista.

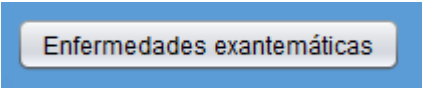
Descripción de la aplicación:

SEI-Zika posee una ventana principal la cual se muestra al iniciar la aplicación, esta ventana persigue el objetivo de hacer la interacción más personalizada. Dentro de ella, se encuentran los botones, designados para cada módulo del sistema, encargados de brindar al usuario las diferentes opciones que presenta el software.

Botones de opción:

Varias de las tareas que ofrece SEI-Zika se inician a través de los botones, contenidos en la ventana principal. A continuación, se muestran algunos ejemplos de las opciones que brindan estos botones:

- Botón: “Enfermedades Exantemáticas”

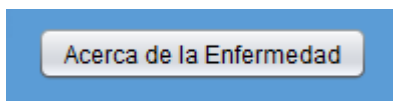


Enfermedades exantemáticas

- “Bacterianas”: muestra una ventana donde le permite al médico no especialista conocer otras causas originadas por bacterias, que pueden provocar exantema.

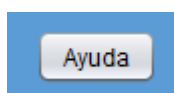
- “Víricas”: muestra una ventana donde le permite al médico no especialista conocer otras causas originadas por virus, que pueden provocar exantema.
- “Micóticas(Hongos)”: muestra una ventana donde le permite al médico no especialista conocer otras causas originadas por hongos que pueden provocar exantema.
- “Rickettsiales”: muestra una ventana donde le permite al médico no especialista conocer otras causas originadas por rickettsia que pueden provocar exantema.
- “Medicamentosas”: muestra una ventana donde le permite al médico no especialista conocer otras causas originadas por medicamentos que pueden provocar exantema.
- “Otras”: muestra una ventana donde le permite al médico no especialista conocer otras causas que provocan exantema, que no están contenidas dentro de las otras clasificaciones.

➤ Botón: “Acerca de la Enfermedad”



- “Historia del Virus Zika”: muestra una ventana donde le brinda al médico no especialista información útil y necesaria acerca de esta enfermedad.
- “Epidemiología”: muestra una ventana donde le brinda al médico no especialista información útil y necesaria acerca de los antecedentes epidemiológicos.
- “Síntomas y Signos”: muestra una ventana donde le brinda al médico no especialista información útil y necesaria acerca de los síntomas y signos que se pueden presentar en las personas que adquieran esta enfermedad.

➤ Botón: “Ayuda”



- “Ayuda”, le permite al usuario acceder a la ayuda del software.

Para lograr una mayor eficiencia en el proceso de trabajo, y sobre todo para alcanzar una coherencia formal entre todos los módulos del sistema, se han pautado una serie de elementos comunes que facilitan su uso y reconocimiento. Se diseñó una pantalla inicial global del Sistema Experto, desde la cual se accederá a los diferentes módulos de este. El diseño está determinado fundamentalmente por el principio de la usabilidad, cuyo propósito es facilitar su uso y comprensión manteniendo pautas estéticas y agradables. El diseño de la interfaz es muy simple para el usuario y con buena resolución.

Principios de diseño:

El diseño de las interfaces de las aplicaciones está altamente condicionado por el medio para el cual se confeccionen. Los estándares existentes para los sistemas stand alone, difieren grandemente de las aplicaciones en ambiente Web, estos influyen notablemente en el éxito o fracaso de una aplicación. A continuación, se describen los principios de diseño seguidos para el desarrollo de SEI-Zika.

3.4 Estándares en la interfaz de la aplicación

Para esta aplicación se desarrolló el diseño de la interfaz, basándose en el estándar de ventanas de Windows, de forma amigable y sencilla para posibilitar a los usuarios un ambiente conocido y por tanto fácil a la hora de utilizarlo. De modo general se utilizaron colores agradables a la vista, siguiéndose el mismo prototipo para todas las ventanas, exceptuando la pantalla principal donde se usó el fondo azul con tonalidades altas perteneciendo este al contraste usado en salud y requerido por el usuario, para las letras el negro fue el escogido. La familia de fuentes utilizada en el sistema es la Arial de tamaño 11 puntos y para la pantalla principal de la aplicación se utilizó Calibri (Cuerpo) de tamaño 28 puntos, logrando de esta forma uniformidad, claridad y buena visibilidad a la hora de mostrar la información, un estilo apropiado y un entorno agradable para el usuario.

Concepción general de la ayuda:

El sistema cuenta con una pequeña ayuda para informar a los usuarios sobre cómo trabajar con él y cuáles son las opciones que brinda el mismo. Presenta una explicación relacionada con las características principales del sistema y cómo funciona en cada una de sus opciones, explicando al usuario cómo y qué

acciones puede desarrollar a medida que utiliza el producto, el acceso al manual de ayuda se puede realizar desde la ventana principal de la aplicación.

Tratamiento de excepciones:

Una aplicación debe ser diseñada para evitar que se produzcan errores graves y que ante un error sea capaz de detectarlo y tratar de corregirlo. El correcto funcionamiento de todos los programas está dado en gran medida por la adecuada manipulación que se haga de los datos, teniendo en cuenta cada uno de los posibles errores que pueden ser introducidos en el sistema por los usuarios. Se dice que una aplicación bien diseñada minimiza el número y la peligrosidad de los errores, el control de estos, las validaciones necesarias y el tratamiento de excepciones, constituyen premisas que garantizan un buen desarrollo del software y la integridad de la información presentada.

Siempre que sea posible se debe recurrir a los controles de selección; como son: botones de opción (*radio buttons*), casillas de verificación (*check box*), entre otros. Por ejemplo, la función de un JButton en SEI-Zika, es crear un botón visible dentro de una aplicación de interfaz gráfica de usuario en Java, permitiendo dictar el texto que aparece en el botón y el momento en el que aparece dentro de la interfaz general. Para el trabajo con estos botones de opción, el usuario debe seleccionar luego de cada pregunta que realice el sistema, entre las opciones predefinidas solo una y no puede dejar de seleccionar ninguna, es decir siempre tienen que introducir respuestas para poder continuar la interacción con la aplicación. (López Rendón, 2011)

3.5 Pruebas

La última fase de la metodología de Mateo Lezcano Brito contempla la realización de pruebas al sistema. Durante el desarrollo de este proyecto en esta etapa se validó el conocimiento ya formulado con el objetivo de determinar insuficiencias en la base de conocimiento y/o en las estrategias para la solución del problema.

Pruebas de software:

Las pruebas de software, son los procesos que permiten verificar y revelar la calidad de un producto. Son utilizadas para identificar posibles fallos de implementación, calidad, o usabilidad de un programa de ordenador. Básicamente es una fase en el desarrollo de software consistente en probar las

aplicaciones construidas. Así se ejecuta un programa y mediante técnicas experimentales se trata de descubrir que errores tiene.

Para determinar el nivel de calidad se deben efectuar unas medidas o pruebas que permitan comprobar el grado de cumplimiento respecto de las especificaciones iniciales del sistema. (Martín Roque, 2015)

Existen diversos tipos de pruebas entre las que se cuentan:

- ✓ Pruebas unitarias
- ✓ Pruebas funcionales
- ✓ Pruebas de Integración
- ✓ Pruebas de validación
- ✓ Pruebas de sistema
- ✓ Caja blanca (sistemas)
- ✓ Caja negra (sistemas)
- ✓ Pruebas de aceptación
- ✓ Pruebas de regresión
- ✓ Pruebas de carga
- ✓ Pruebas de prestaciones
- ✓ Pruebas de recorrido
- ✓ Pruebas de mutación
- ✓ Pruebas concurrentes

Pruebas de caja negra:

La prueba de caja negra es una de las pruebas más utilizadas para la evaluación de un sistema informático. «En teoría de sistemas y física, se denomina caja negra a aquel elemento que es estudiado desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno. En otras palabras, de una caja negra nos interesará su forma de interactuar con el medio que le rodea (en ocasiones, otros elementos que también podrían ser cajas negras) entendiendo qué es lo que hace, pero sin dar importancia a cómo lo hace. Por tanto, de una caja negra deben estar muy bien definidas sus entradas y salidas, es decir, su interfaz; en cambio, no se precisa definir ni conocer los detalles internos de su funcionamiento» (Quintero Domínguez, 2016)

Para probar el funcionamiento del SE en cuestión se seleccionó la prueba de caja negra por su claridad, al permitir la verificación del funcionamiento correcto

del sistema a partir de las entradas y las salidas que debe ofrecer, sin analizar cómo lo hace. Los casos de prueba seleccionados fueron aquellos que responden a los requerimientos más importantes del sistema.

Los tres artefactos tratados en estas pruebas se basan en la metodología Proceso Unificado de Desarrollo y son los siguientes: (Quintero Domínguez, 2016)

1. Planificación de pruebas: define los tipos de prueba, los procedimientos y objetivos de dichas pruebas.
2. Procedimiento de pruebas: delimita cómo realizar uno o varios casos de prueba o partes de estos.
3. Casos de pruebas: define una forma de probar el sistema, incluyendo la entrada o resultado con la que se ha de probar y las condiciones bajo las que ha de probarse, viene dada por un requisito o grupo de estos.

Planificación de pruebas para validar a SEI-Zika

Tabla 1 Planificación de Pruebas.

Tipo de Prueba	Procedimiento de prueba	Caso de uso asociados	Objetivo
Prueba de Caja Negra	Validar Entrevista Médica.	Identificación según Antecedentes epidemiológicos, Signos y Síntomas.	Delimitar errores de datos. Delimitar errores de interfaz.
Prueba de Caja Negra	Validar Conducta Clínica a Seguir.	Identificación según Grupo Especial.	Delimitar errores de datos. Delimitar errores de interfaz.

Procedimiento de Pruebas

1- Validar Entrevista Médica (Caso de uso asociado: Identificación según Antecedentes epidemiológicos, Signos y Síntomas).

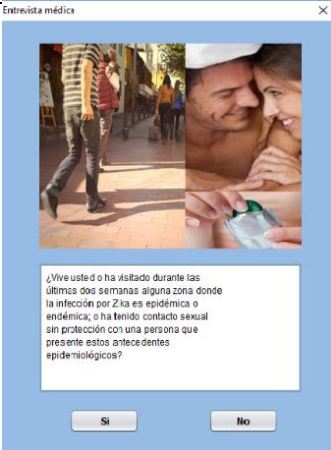
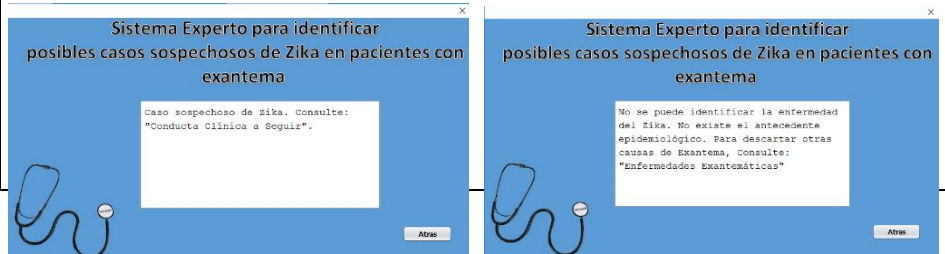
- 1) Seleccione en la ventana principal la opción "Entrevista Médica".
- 2) En la ventana "Entrevista Médica" introduzca las respuestas a las preguntas del sistema:
 - a) Introduzca datos incompletos o erróneos.
 - b) Introduzca los datos correctamente.

2-Validar Conducta Clínica a Seguir (Caso de uso asociado: Identificación según Grupo Especial.

- 1) Seleccione en la ventana principal la opción “Conducta Clínica a Seguir”.
- 2) En la ventana “Conducta Clínica a Seguir” introduzca las respuestas a las preguntas del sistema:
 - a) Introduzca datos incompletos o erróneos.
 - b) Introduzca los datos correctamente.


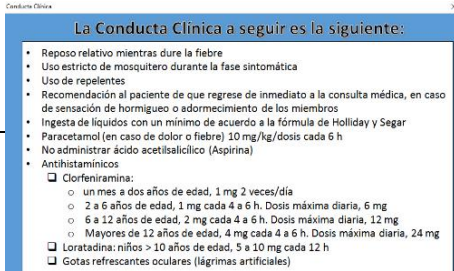
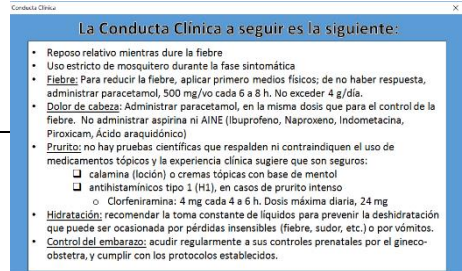
Casos de Prueba

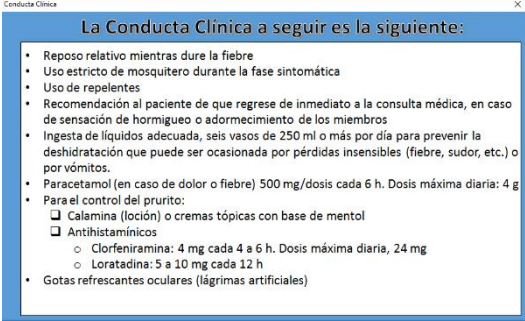
Tabla 2 Caso de prueba Validar consultar Entrevista Médica

Caso de uso	Identificación según Antecedentes epidemiológicos, Signos y Síntomas
Caso de prueba	Validar Entrevista Médica
Entrada	En la ventana “Entrevista Médica” se introducen las respuestas a las preguntas que hace el sistema referente a los antecedentes epidemiológicos, los signos y los síntomas que presenta el paciente.
Resultado esperado	<p>a)</p> <p>El sistema no muestra mensaje de error, pues la aplicación está creada para evitar que el usuario ejecute errores, seleccionando siempre una de las dos opciones que brinda para poder continuar con la siguiente operación.</p>  <p>b) El sistema muestra uno de los siguientes mensajes.</p> 

Resultado de la prueba	Al introducir los datos de entrada y ejecutar el método, el resultado de la prueba fue el esperado lo que indica que el caso de uso se ejecutó correctamente.

Tabla 3 Caso de prueba Validar consultar Conducta Clínica a Seguir

Caso de uso	Identificación según Grupo Especial
Caso de prueba	Validar Conducta Clínica a Seguir
Entrada	En la ventana “Conducta Clínica a Seguir” se introducen las respuestas a las preguntas que hace el sistema referente al grupo especial que pertenezca el paciente.
Resultado esperado	<p>a)</p> <p>El sistema no muestra mensaje de error, pues la aplicación está creada para evitar que el usuario ejecute errores, seleccionando siempre una de las dos opciones que brinda para poder continuar con la siguiente operación.</p>  <p>a) El sistema muestra uno de los siguientes mensajes.</p>  

	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">Niños</div> <div style="text-align: center;">Mujeres Gestantes</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p>The screenshot shows a window titled 'Conducta Clínica' with the following content:</p> <p>La Conducta Clínica a seguir es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reposo relativo mientras dure la fiebre • Uso estricto de mosquitero durante la fase sintomática • Uso de repelentes • Recomendación al paciente de que regrese de inmediato a la consulta médica, en caso de sensación de hormigueo o adormecimiento de los miembros • Ingesta de líquidos adecuada, seis vasos de 250 ml o más por día para prevenir la deshidratación que puede ser ocasionada por pérdidas insensibles (fiebre, sudor, etc.) o por vómitos. • Paracetamol (en caso de dolor o fiebre) 500 mg/dosis cada 6 h. Dosis máxima diaria: 4 g • Para el control del prurito: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Calamina (loción) o cremas tópicas con base de mentol <input type="checkbox"/> Antihistamínicos <ul style="list-style-type: none"> ○ Clorfeniramina: 4 mg cada 4 a 6 h. Dosis máxima diaria, 24 mg ○ Loratadina: 5 a 10 mg cada 12 h • Gotas refrescantes oculares (lágrimas artificiales) </div> <div style="text-align: center;">General</div>
Resultado de la prueba	Al introducir los datos de entrada y ejecutar el método, el resultado de la prueba fue el esperado lo que indica que el caso de uso se ejecutó correctamente.

3.6 Conclusiones

La clase Query de la librería jpl, es el componente que permite la unión de Java con Prolog a través de las funciones que tiene implementada. Dentro de los controladores de distribución se usó Card layout, mientras que los principales componentes que se eligieron para el diseño del SE fueron: los checkBoxes, los

comboBox, los textArea y tabbedPane unido a los botones de opción de la ventana principal, los cuales atienden al evento action. El manual de usuario ayuda al usuario a trabajar con el sistema.

La aplicación de las pruebas de caja negra a SEI-Zika verificó su correcto funcionamiento, ante las distintas entradas el sistema ofreció las salidas esperadas.

Conclusiones

Con la realización de la presente investigación se arribó a las siguientes conclusiones:

1. Se evidenció a través del análisis bibliográfico que, los sistemas basados en casos son una forma efectiva para describir el conocimiento en un sistema experto, así como que el lenguaje de programación Prolog, resulta apropiado para la construcción de este tipo de aplicaciones.

2. Se determinó desarrollar un sistema experto para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema, mediante los signos y síntomas que estos presentan y teniendo en cuenta los antecedentes epidemiológicos.
3. La metodología del Dr.C Mateo Lezcano Brito para la construcción del sistema experto y el Lenguaje Unificado del Modelado se complementan, potenciando este tipo de sistema basado en conocimiento.
4. Se implementó un sistema experto, utilizando como herramienta para desarrollar la base de conocimiento el entorno de software libre SWI-Prolog y para la interfaz visual el lenguaje de programación Java, a través de la plataforma NetBeans.
5. Se validó el sistema experto mediante la aplicación de las pruebas de caja negra para verificar su correcto funcionamiento.

Recomendaciones:

Al concluir esta investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Incorporar a SEI-Zika conocimiento sobre el síndrome congénito relacionado a Zika de modo que pueda identificar posibles manifestaciones fetales consecuencia de la infección intraútero por el virus en los diferentes trimestres del embarazo.
- Profundizar en la búsqueda de información sobre otras vías de transmisión del virus, que aún se están investigando, e incluirlas al sistema experto.
- Realizar un estudio sobre los sistemas basados en casos, específicamente del método k-Vecinos más cercanos, para la identificación de pacientes con sospecha de Zika, utilizando diferentes medidas de similitud y valores de K.

Bibliografía:

- Adarraga, P., & Zaccagnini, J. L. (1988). *Sistemas Expertos y psicología cognitiva: una visión general*.
- Amatriain, H. (2015). Universidad Nacional de Lanus.
- Ardila Rendon, L. M. (2012). *Sistemas Expertos*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de <http://uniquindioia.blogspot.com>
- Bello Pérez, R., Gálvez Lío, D., García Lorenzo, M. M., & Lezcano Brito, M. (1995). *Modelos Computacionales Avanzados*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara. Cuba.
- Cañas Plaza, J. M. (1997). Recuperado el 29 de Agosto de 1997, de [Gryp.es:http://gryp.es/jmplaza/papers/tutorialAG.ps.gz](http://gryp.es/jmplaza/papers/tutorialAG.ps.gz)
- Castro Peraza, M., & Pérez Martínez, A. (2016). *Taller nacional de actualización sobre enfermedades transmitidas por el mosquito Aedes. Promoción de salud y comunicación de riesgo. Acciones de participación comunitaria*. Ministerio de Salud Pública., Cuba.
- Castro Peraza, M., & Pérez Martínez, A. (2016). *Taller Nacional de actualización sobre enfermedades transmitidas por el mosquito Aedes. Subtema IV-2: Promoción de salud y comunicación de riesgo. Acciones de participación comunitaria*. Ministeria de Salud Pública, Cuba. Recuperado el Febrero de 2016
- Comité de medicamentos de la Asociación Española de Pediatría. (2016). España. Recuperado el 4 de Mayo de 2016, de <http://pediamecum.es>
- Díaz, A. I., & de Luxemburgo, R. (2006). *Diagnóstico diferencial de los exantemas. Introducción*. Madrid. Recuperado el 20 de Octubre de 2006
- Durkin, J. (1994). *Expert Systems: Design and Development*. Maxwell Macmillan, New York.
- Espinal, M. A. (2016). *Instrumento para el diagnóstico de la atención a pacientes con sospecha de arbovirosis*. Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud., Washington, Estados Unidos de América.
- Expósito Gallardo, M., & Ávila Ávila, R. (2008). *Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la Medicina: perspectivas y problemas*. SciELO.
- Expósito Izquierdo, C., & Melián Batista, B. (2016). *Inteligencia Artificial: Introducción al Lenguaje de Programación Prolog*. Universidad de La Laguna, España.
- Galán Asensio, H., & Martínez Bowen, A. (2007). *Inteligencia Artificial: Redes Neuronales y aplicaciones*. Univrsidad Carlos III de Madrid.
- Gálvez Lío, D. (1998). *Curso de Sistemas Basados en el Conocimiento*. Universidac Central de Las Villas, Santa Clara.

- García Valdivia, Z. Z., Bello Pérez, R., Gálvez Lío, D., Lezcano Brito, M., & Reynoso Lobato, A. (2000). *Introducción a la Inteligencia Artificial*. La Nogalera, Guadalajara, Jalisco: Editorial Pandora.
- Giarratano, J. C. (1998). *Expert Systems: Principles and Programming*.
- Giménez, M. A. (2012). Universidad Pedagógica Experimental Libertador., Lara, Venezuela.
- González Casas, K. A. (2016). *Sistema Experto para el diagnóstico de la enfermedad del Zika basado en Lógica Difusa*. Trabajo de Diploma, Universidad de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- León Quintanar, T. (2007). *Sistemas Expertos y sus aplicaciones*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo., Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería., Pachuca de Soto.
- Lezcano Brito, M. (1995). *Prolog y los Sistemas Expertos*. Universidad Central de Las Villas, Santa Clara.
- Llanio Navarro y otros, R. (1984). *Propedéutica Clínica y Fisiopatología*. Pueblo y Educación.
- López Rendón, L. (2011). *Sistema Experto para contribuir a desarrollar habilidades para Aprender a Aprender*. Tesis, Universidad José Martí, Sancti Spíritus. Recuperado el Junio de 2011
- Manzur, J., Días Almeida, J., & Cortés, M. (2002). *Dermatología*. La Habana: Ciencias Médicas.
- Mariño, S. (2014). *Los Sistemas Expertos para apoyar la gestión inteligente del conocimiento*. Universidad Nacional del Nordeste.
- Martín Roque, M. (2010). *Sistema Experto para la clasificación temprana de Dengue Severo en el Instituto Pedro Kourí de Ciudad de La Habana*. Trabajo de Diploma, Universidad José Martí Pérez, Sancti Spíritus.
- Martín Roque, M. (2015). *SEC-Dengue, sistema experto para la clasificación temprana de dengue severo en el Instituto Pedro Kourí (IPK) de Ciudad de La Habana*. Maestría, Universidad Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila.
- Milla, N. (2014). *Herramientas utilizadas para el desarrollo de Sistemas Expertos*.
- Moya Rodríguez, J. L., Becerra Ferreiroll, A. M., & Chagoyén Méndez, C. A. (2012). *Utilización de Sistemas Basados en Reglas y en Casos para diseñar transmisiones por tornillo sinfín*. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica., Santa Clara. Cuba.
- Naylor, C. (1983). *Build your own Expert System*. (Publisher: Sigma Technical Press ed.). Recuperado el 1 de Agosto de 1983
- Organización Panamericana de la Salud. (2016). *Consideraciones provisionales para la atención de mujeres gestantes en escenarios con alta circulación del virus Zika: Documento*

destinado a profesionales de la salud. Washington, Estados Unidos de América.
Recuperado el 4 de Mayo de 2016

- Parra, A., Vielma, C., Rondon, F., & Marquez, J. (2012). *Integración de Java y Prolog*. Universidad de Los Andes., Mérida, Venezuela.
- Pérez Jiménez, M. Á. (2008). *Sistemas Expertos para la asistencia médica*. Universidad Nacional Autónoma, México.
- Pignani, J. M. (2011). *Orientación I: Informática aplicada a la Ingeniería de Procesos 1. Sistemas Expertos*. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario. Recuperado el 10 de Octubre de 2011, de <http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/Sistemas-Expeetos.pdf/>
- Quintero Domínguez, L. A. (2016). *Fungi: sistema experto para diagnosticar enfermedades fúngicas en los cultivos de interés en la provincia de Sancti Spíritus*. Maestría, Universidad Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila.
- Rico, S., & Torres Hinojal, C. (2014). *Diagnóstico diferencial de los exantemas*. Centro de Salud Laguna de Duero., Valladolid.
- Sánchez Prado, C. (2014). *Sistema Experto para identificar emociones negativas de los estudiantes de Educación Superior durante su interacción con un ambiente de Enseñanza-Aprendizaje virtual*. Universidad José Martí Pérez, Sancti Spíritus.
- Sucar, L. E. (2014). *Métodos de Inteligencia Artificial*. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla., Tecnologías de Información., México.
- Torres Soler, L. C. (2012). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Vasquez, S. B. (2010). *Tecnología e informática*. Recuperado el 15 de Agosto de 2010, de <http://solvasquez.wordpress.com/2010/08/15/Inteligencia-Artificial/>
- Villena Román, J., Crespo García, R., & García Rueda, J. J. (2012). *Inteligencia en Redes de Comunicaciones. Sistemas Basados en Conocimiento*. Madrid: Universidad Carlos III.

Anexos:

Anexo 1 Ventana Principal

SEI-Zika

Entrevista médica

Conducta Clínica a seguir

Enfermedades exantemáticas

Acerca de la Enfermedad

Ayuda

Bienvenido


al Sistema Experto para identificar casos sospechosos de Zika en pacientes con exantema.

Este espacio interactivo constituye un apoyo al médico para identificar casos sospechosos de Zika partiendo de los diferentes síntomas y signos que presente el paciente y teniendo en cuenta los antecedentes epidemiológicos. Además brinda la posibilidad de conocer información útil y necesaria acerca del virus para ayudar a prevenir, curar o detener el progreso de la enfermedad.

Seleccione la opción


Anexo 2 Ventanas Entrevista médica

Entrevista médica ✕



¿Presenta usted fiebre leve $< 38.5^{\circ}\text{C}$?

Entrevista médica ✕



¿Vive usted o ha visitado durante las últimas dos semanas alguna zona donde la infección por Zika es epidémica o endémica; o ha tenido contacto sexual sin protección con una persona que presente estos antecedentes epidemiológicos?

Anexo 3 Ventanas Conducta clínica a seguir

Conducta Clínica



Conducta Clínica a Seguir

La infección por Zika es generalmente asintomática y en los casos sintomáticos su curso es auto limitado, los pacientes a menudo no necesitan tratamiento, e incluso, no buscan asistencia médica. Hasta la fecha, no existe vacuna ni tratamiento específico de la enfermedad, por lo que las medidas de atención están dirigidas al alivio de los síntomas.



Inicio

Conducta Clínica



¿Presenta usted edad menor a 12 años?

Si

No

Anexo 4 Ventanas Enfermedades exantemáticas

Enfermedades Exantemáticas

Enfermedades Exantemáticas

El paciente que presenta un cuadro febril agudo acompañado de un exantema (erupción) constituye muchas veces un problema diagnóstico para el médico. Sin embargo, las características de la erupción, junto con las del cuadro clínico, ayudan a llegar pronto al diagnóstico y permiten iniciar un tratamiento que salve la vida o tomar medidas esenciales para controlar la infección.




Causas de exantema:

- 1- Bacterianas
- 2- Viricas
- 3- Micóticas (Hongos)
- 4- Rickettsiales
- 5- Medicamentosas
- 6- Otras

Enfermedades Exantemáticas

- Escarlatina
- Erisipela
- Meningococcia
- Septicemia por Pseudomonas
- Sífilis secundaria
- Endocarditis infecciosa (Nódulos de Osler)
- Leptospirosis
- Síndrome del shock tóxico
- Enfermedad de Lyme
- Síndrome estafilocócico de la piel escaldada
- Impétigo bulloso
- Gonococemia
- Sepsis estafilocócica
- Listeriosis




Atras

Anexo 5 Ventanas Acerca de la enfermedad

Acerca de la enfermedad

ACERCA DE LA ENFERMEDAD




- 1- Historia del Virus Zika
- 2- Epidemiología
- 3- Síntomas y signos
- 4- Complicaciones de la enfermedad
- 5- Pruebas de laboratorio
- 6- Medidas de prevención
- 7- Síndrome congénito relacionado a Zika
- 8- ¿Cómo evitar la transmisión sexual?
- 9- Trasmisión sexual
- 10- Trasmisión Periconceptiva, Intrauterina, Perinatal
- 11- Transfusiones de sangre
- 12- Lactancia materna
- 13- Control de mosquitos en el hogar

Historia del virus Zika

El zika es un tipo de virus ARN que se propaga en el torrente sanguíneo principalmente por medio de la picadura de mosquitos pertenecientes al género Aedes que contengan el patógeno. El efecto que produce en el cuerpo humano tras infectarlo es provocarle lo que se conoce como fiebre del zika, la cual se evidencia por medio de una serie de síntomas similares al de la gripe amarilla, chikungunya o dengue, entre estos: fiebre, conjuntivitis, artritis, dolor intermitente en las articulaciones, cambios en el color de la epidermis, entre otros. Debido a los síntomas que comparte con otras enfermedades es difícil de diagnosticar y realizar un procedimiento o vacuna para eliminar el virus del organismo infectado. Usualmente las complicaciones causadas duran poco tiempo, recomendándose como único tratamiento hasta la fecha un reposo prolongado, beber suficientes líquidos al día y medicamentos comunes para los dolores en las articulaciones, el debilitamiento y la fiebre.

El origen de este virus se ubica en la región ecuatorial entre África y Asia, concretamente en el Bosque Zika, de Uganda. Su nombre en la lengua de esta región significa "frondoso" en relación con el ambiente donde fue hallado. En 1947 apareció por primera vez tras revisar un grupo de monos que era monitoreado en las selvas, este proyecto se realizaba con el fin de estudiar formas para controlar la gripe



Atras



Manual de Ayuda

Tabla de Contenido

Parte I Introduction	7
1 ¿Cómo trabajar con la opción Acerca de la Enfermedad?	7
2 ¿Cómo trabajar con la opción Enfermedades Exantemáticas?	8
3 ¿Cómo trabajar con la opción Conducta Clínica a Seguir?	10
4 ¿Cómo trabajar con la opción Entrevista Médica?	12
5 ¿Cómo trabajar con SEI-Zika?	13