



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
José Martí Pérez

Facultad de Ciencias Técnicas y Empresariales
Ingeniería Informática

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

Título: *Sistema Experto para la identificación y tratamiento de traumas complejos en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.*

Autor: *David Jiménez Fria.*

Tutora: *MSc. Roxana Martín Ramos.*

Ing. Maday Bermúdez Marrero.

Sancti Spíritus, Cuba
“Año 61 de la Revolución”

Agradecimientos

A mi madre, a quien todo le debo, por su constante preocupación y amor infinito. Ningún agradecimiento será suficiente para ti que, a pesar de estar lejos, ni un minuto descansaste en seguir mis pasos para llegar a este momento tan especial.

A mi padre por apoyarme en cada paso de mi vida y darme la seguridad y el apoyo cuando más lo necesitaba.

A mi hermana que ha colaborado para que yo pueda dedicar tiempo a tan importante reto de llegar a ser profesional.

A mis abuelos y mi tía Niurka que han permanecido pendientes cada momento de mi carrera y a los que le debo su preocupación y cariño constante,

Al Dr. Manuel Felipe Valdés Rodríguez, Especialista de Primer Grado en Cirugía General del Hospital Provincial Camilo Cienfuegos, por su apoyo y dedicación en todo momento para desarrollar este proyecto.

A todas las personas: maestras y maestros que desde pequeño me educaron y ayudaron para ser hoy lo que soy.

A todos mis compañeros de aula que una vez fuimos grupo por su aceptación y por ser un equipo de estudios excepcional y compartir estos cinco años de experiencias y anécdotas inmemorables.

A los profesores de esta Universidad, que me han brindado sus conocimientos con dedicación y sabiduría.

A toda mi familia, por su preocupación, formación y apoyo incondicional.

Dedicatoria

A toda mi familia por su comprensión y apoyo en todo momento, especialmente a mis padres Soe de la Caridad y José Luis. A quienes quiero tanto, gracias por su paciencia, apoyo y amor incondicional y por no descuidar nunca en sus propósitos de que llegara a graduarme como profesional.

Resumen

El presente trabajo se desarrolla como parte de un proyecto de investigación que involucra a la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” y el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus. Como parte del mismo se determinó que las altas tasas de incidencia de traumas que se han presentado en los últimos años provocan más secuelas y muertes que la mayoría de otras enfermedades, por lo que se planteó como objetivo de esta investigación, desarrollar un sistema experto (SE) para la identificación y tratamiento de pacientes con traumas complejos en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus. Para ello se empleó la metodología para el desarrollo de SE propuesta por el Dr.C. Mateo Lezcano Brito en su libro «Prolog y los Sistemas Expertos». El sistema fue implementado utilizando el lenguaje Prolog, a través de la plataforma SWI-Prolog y Java, para la realización de la interfaz visual. Como resultado se obtuvo, un sistema experto que ayuda a identificar y tratar los traumas complejos que se presentan en la provincia de Sancti Spíritus.

Abstract

The present work is developed as part of a research project involving the University of Sancti Spíritus "José Martí Pérez" and the Camilo Cienfuegos Provincial Hospital of Sancti Spíritus. As part of it was determined that the high incidence rates of trauma that have occurred in recent years cause more sequelae and deaths than most other diseases, so it was proposed as the objective of this research, to develop an expert system (SE) for the identification and treatment of patients with complex traumas in the Camilo Cienfuegos Provincial Hospital of Sancti Spíritus. To this end, the methodology for the development of SE proposed by Dr.C. Mateo Lezcano Brito in his book «Prolog and the Expert Systems». The system was implemented using the Prolog language, through the SWI-Prolog and Java platform, for the realization of the visual interface. As a result, an expert system was obtained that helps identify and treat the complex traumas that occur in the province of Sancti Spíritus.

ÍNDICE

INTRODUCCION	4
Capítulo 1: Fundamentos teóricos y metodológicos de un Sistema Experto para la clasificación y recomendación de traumas complejos.....	11
1.1 Contextualización del trauma complejo.....	11
1.1.1 Momentos importantes para la detección del trauma complejo	13
1.1.2 Tipos de traumas complejos para la identificación y recomendación de pacientes.....	14
1.1.3 Factores que se deben tener en cuenta en el diagnóstico de un paciente con trauma complejo.....	15
1.1.4 Complicaciones del trauma complejo que desencadenan “la triada mortal”	17
1.2 Sistemas Expertos.....	19
1.2.1 Metodología para el desarrollo de un Sistema de Expertos	21
1.2.2 Tecnologías y herramientas para el desarrollo de los sistemas de expertos.....	22
1.3 Medios informáticos para el desarrollo de Sistemas Expertos.	26
Conclusiones parciales.	31
Capítulo 2: Análisis, diseño e implementación de la propuesta de solución.....	32
2.1 Identificación.....	32
2.2 Establecer Conceptos.	35
2.3 Formalización	35
2.4 Implementación.	38
2.5 Conclusiones parciales.	51
Capítulo 3: Descripción y validación de SEITTC.....	52
3.1 Implementación de la interfaz del usuario.....	52
3.2 Manual de usuario.....	57
3.2.1 Facilidades que brinda al usuario.....	57
3.2.2 Menús.....	58
3.3 Pruebas.	61
Conclusiones Parciales	71
Conclusiones.....	72
Recomendaciones	73
Anexos	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: (Estructura de los módulos).....	39
Figura 2: Pantalla principal del software.....	58
Figura 3: Menú Acerca de.	59
Figura 4: Menú Recomendaciones.....	60
Figura 5: Menú Ayuda.	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caso de Consultar Criterios fisiológicos.	47
Tabla 2. Planificación de Pruebas para SEICCP-no Melanoma.	63
Tabla 3. Caso de prueba Validar consultar Criterios fisiológicos.	65
Tabla 4. Caso de prueba Validar consultar Criterios anatómicos.	66
Tabla 5. Caso de prueba Validar consultar Mecanismo lesional.	67
Tabla 6. Caso de prueba Validar consultar Criterios hemorragia.	68
Tabla 7. Caso de prueba Validar consultar Hipotermia.	69

INTRODUCCION

Un grupo de especialistas en matemáticas y lógica se reunieron en el Dartmouth College en 1956 (Hanover), Estado de Nueva Hampshire, para debatir la posibilidad de realizar programas para las recientemente creadas computadoras, <programas que tuvieran como característica principal la capacidad de “pensar” o “comportarse inteligentemente”. Este grupo se basaba en la conjetura de que “en principio era posible conocer tan precisamente cualquier aspecto del aprendizaje o cualquier otro rasgo de la inteligencia como para que pudiera ser simulado por una máquina” (Gardner,1988). Es decir, se buscaba la posibilidad de realizar procesos que hasta antes habían sido considerados como exclusivos del ser humano y animales superiores.

El término de Inteligencia Artificial fue acuñado durante las sesiones de trabajo del grupo y se ha mantenido hasta nuestros días, aunque a decir de algunos de los exponentes actuales de esta disciplina como John Haugeland, hablar de una inteligencia artificial podría ocasionar que se entendiera como una inteligencia ficticia(John Haugeland,1988).

Existen varias áreas de aplicaciones de la Inteligencia Artificial, entre ellas, la medicina, que incluye la interpretación de imágenes médicas, diagnóstico, la monitorización y control en las unidades de cuidados intensivos, diseño de prótesis y diseño de fármacos. La mayoría de los países abordan la mejora de calidad en la práctica clínica poniendo a disposición de los profesionales de la salud herramientas adecuadas que faciliten la toma de decisiones clínicas. La necesidad de estas herramientas procede de un entorno asistencial complejo, donde el incremento exponencial de la información científica es uno de sus elementos más notables. Específicamente las Guías de Práctica Clínica (GPC) pretenden mejorar la efectividad, la eficiencia y la seguridad de las decisiones clínicas en relación al Trauma Complejo. Lo consiguen ayudando a que los profesionales disminuyan la variabilidad no justificada de su práctica y facilitando las mejores decisiones diagnósticas y terapéuticas en condiciones clínicas específicas (Navarro Puerto et al., 2005a)

Los criterios sobre la calidad de las GPC se han ido perfilando en los últimos años sobre todo a partir de la aparición del Instrumento AGREE (Appraisal of Guidelines Research and Evaluation), Instrumento para la evaluación de la calidad de las

GPC). (Instrumento AGREE, 2012). Este instrumento ha supuesto una herramienta útil tanto para la evaluación de la calidad de las guías como para su elaboración (Guía Salud, 2019).

SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network, Red Escocesa Intercolegiada sobre Guías de Práctica Clínica) y NICE (National Institute for Clinical Excellence, Instituto Nacional para la Excelencia Clínica del Reino Unido) son dos organismos clave en el ámbito internacional por su amplia experiencia en el desarrollo de GPC basadas en la evidencia científica, por lo que el diseño de la guía propuesta estará regida por la metodología de los instrumentos anteriormente expuestos. Disponible en: <http://www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/50/>, National Institute for Clinical Excellence; 2004 Disponible en: <http://www.nice.org.uk/download.aspx?o=422956> & <http://www.gradeworking>

El Trauma, considerado como “*la enfermedad del nuevo milenio*”, se comporta como una verdadera pandemia, no superada ni por las enfermedades más temibles, si tenemos en cuenta que provoca más secuelas y muertes que la mayoría de ellas, afectando generalmente a personas sanas, en plena capacidad productiva, sin distinguir edad, sexo, ni oficio y sin selección de lugar, ni momento, a veces cuando más brillante parece el futuro para el lesionado, constituyendo un problema de salud a nivel mundial, ya que es la principal causa de muerte en las primeras cuatro décadas de la vida y la tercera causa de muerte en general, originando más de 148 millones de incapacitados anualmente *con la consiguiente repercusión laboral y económica para la sociedad y para el estado*. Como causa global de muerte, solo es superado por las complicaciones propias de la arterioesclerosis y el cáncer, siendo el Trauma Complejo un verdadero reto para todo personal de salud (J R CEM Ramos Vértiz, 2010a).

A nivel mundial se observa un marcado incremento de las tasas de morbimortalidad por trauma complejo; debido a que se advierte un claro aumento de los traumas intencionales, causados por los enfrentamientos bélicos, homicidios, suicidios y de los no intencionales provocados por accidentes automovilísticos, caídas y desastres naturales. Considerándose que en el Continente Americano la principal causa de muertes entre menores de cuarenta y cinco años de edad, durante los últimos decenios, es el trauma complejo (CÁ Emrich Yopez, 2015a).

El trauma complejo es una entidad nosológica que registra una elevada morbimortalidad en el mundo y nuestro país no escapa de tales acontecimientos, por lo que constituye una prioridad para la salud pública. Se considera, que en los servicios de urgencia traumatológica de la provincia de Sancti Spíritus se adolece de un enfoque multidisciplinario para seleccionar las opciones diagnósticas y terapéuticas más adecuadas al enfrentarnos a pacientes con traumatismos complejos, por lo que consideramos que un sistema experto para la identificación y recomendación del trauma complejo es necesario, con la intención de establecer un referente para orientar la toma de decisiones clínicas.

Los avances en términos de SE pueden traducirse incluso en ventajas económicas. De acuerdo con un informe de la firma Frost & Sullivan, al ayudar a diagnosticar y detectar prematuramente enfermedades. Teniendo en cuenta las causas planteadas anteriormente es que se encontraron en la penuria de evadir a tiempo tales males y para ello se apoyaron de la Inteligencia Artificial (IA), la cual involucra tecnologías capaces de hacer que las máquinas repliquen las funciones cognitivas de la mente humana como razonar, aprender, entender o comunicarse. Es decir, se trata de programas de computadoras que ofrecen resultados, procesan datos, elaboran sugerencias y toman decisiones sin una orden específica del usuario(Mateo G Lezcano Brito, V. G.Valdés Pardo, 1998).

La disciplina de la IA se ha desarrollado suficientemente como para brindar a la sociedad humana algunos instrumentos que mejoren su adaptación al medio ambiente, programas como los sistemas expertos (SE), que con su ayuda permiten a personas con poca experiencia pueden resolver problemas que requieren un conocimiento formal especializado. Se pueden obtener conclusiones y disipar dificultades de forma más rápida que los expertos humanos. Estos sistemas razonan, pero en base a un conocimiento adquirido y no tienen sitio para la subjetividad. Se ha comprobado que tienen al menos, la misma competencia que un especialista humano. Además, su uso es especialmente recomendado cuando los peritos en una determinada materia son escasos, en situaciones complejas donde la subjetividad humana puede llevar a conclusiones erróneas y cuando es muy elevado el volumen de datos que ha de considerarse para obtener una conclusión.

Múltiples son las ramas en las cuales las técnicas de los SE tienen aplicación; entre ellos se destacan: los juegos, el procesamiento de lenguaje natural, la robótica, la astronáutica, la educación, en la programación automática, en el reconocimiento de modelos, en las telecomunicaciones, la industria, la aeronáutica, la electrónica, el transporte y en la medicina (Winton, 2005 & Martin, M, 2010).

Los SE constituyen un valioso recurso en la medicina, donde han alcanzado notable relevancia en áreas como la neurofisiología, la urología y las enfermedades infecciosas, la capacidad de razonar como un experto es lo que hace que estos sistemas sean útiles para que los aprendices ganen experiencia en dominios en que es necesario obtenerla y hagan explícito el conocimiento que está detrás de ella. Es importante que el futuro profesional tenga la oportunidad de ganar experiencia razonada. Para esto le sería muy útil interactuar con SE en temas específicos de su carrera.

Por otra parte, la estructura misma de un SE permite ver el conocimiento y el proceso de aprendizaje desde una perspectiva sistémica como una unión de información o conocimiento y manipulación de esa noción. Un Sistema Experto encierra lo que sabe un experto especialista acerca de un dominio específico, resulta razonable pensar en él como base de un sistema individualizado de aprendizaje apoyado por la computadora en ese dominio (Bello, García Valdivia, García Lorenzo, Lobato, 2000).

Debido a las grandes ventajas antes mencionadas que adquieren los SE en el campo de la medicina pueden vincularse a la especialidad de Cirugía General donde según estudios realizados, la incidencia del trauma complejo ha aumentado durante las últimas décadas en todo el mundo en correspondencia con lo revisado con la literatura internacional y nacional, ocupando la cuarta causa de muerte en nuestro país, siendo los accidentes automovilísticos los principales responsables de estos hechos debido a múltiples indisciplinas sociales, como son el exceso de velocidad, la ingestión de bebidas alcohólicas al conducir, entre otras, convirtiéndose la asistencia médica integral del trauma complejo en un interminable desafío tanto para los sistemas de salud de nuestra provincia, como para la sociedad en su conjunto, y que a través de un SE podría lograrse el perfeccionamiento de la Guía de Práctica Clínica (GPC) para el manejo

multidisciplinario del trauma complejo constituye una prioridad (Soler Vaillant & Alfonso León, 2011) .

Antecedentes

En cuanto a la detección temprana de enfermedades, los SE pueden llegar a ser, incluso, más efectivos que los métodos que se usan en la medicina tradicional. Como lo demostró una herramienta creada por investigadores. Otros tipos de enfermedades más complejas también pueden detectarse por medio de SE.

- Guías (NICE)
- Sistema experto para la identificación de trauma craneoencefálico (Colombia, Universidad de Bogotá, 2014)

Un equipo de la Universidad de Nueva York diseñó algoritmos que permiten detectar de manera precisa y a tiempo, diferentes padecimientos, tal es el caso del SE para la identificación de pacientes con sospechas de diabetes tipo II y SE para identificación de pacientes con insuficiencias cardíacas.

Así también, en nuestro país se han desarrollado varios SE en el campo médico tal como el SE para la clasificación temprana de Dengue Severo en el Instituto de Pedro Kouri (IPK) de Ciudad de la Habana donde se clasifican los diferentes casos existentes de dengue severo en pacientes infectados.

En el hospital provincial Camilo Cienfuegos de la provincia de Sancti Spíritus no se cuenta con índices satisfactorios en el tratamiento del trauma. Ante esta situación, existen pocos especialistas en la provincia capacitados en el tema para enfrentar en un momento dado, una difícil situación. Además, la escasa organización para la toma e interpretación de síntomas, aumenta el número de casos por gravedad, la demora tanto en el traslado del paciente hasta la sala de cirugía como la del médico para atender a todos los pacientes en espera, causa un aumento grave de la situación en los mismos. La dudosa identificación de los tipos de traumas en pacientes con un cuadro clínico grave ocasiona que el diagnóstico final sea poco confiable, ya que podría ser confundida con otros traumas, además de la no utilización de un recurso informático para los estudiantes de medicina y el médico no especializado que sirva de referencia para la superación, capacitación y sistematización de la identificación y tratamiento de traumas complejos.

De acuerdo a los orígenes planteados anteriormente unidos a la necesidad impostergable de identificar y recomendar el trauma complejo se plantea el siguiente **problema de investigación**:

¿Cómo contribuir a la identificación y tratamiento de traumas complejos en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus?

Para dar solución al problema se define como **objetivo general** de este trabajo: Desarrollar un sistema experto para la identificación y tratamiento de traumas complejos en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.

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

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos y metodológicos que permitan desarrollar un recurso informático para la identificación y tratamiento de pacientes con traumas complejos?
2. ¿Cómo diseñar un sistema experto, basado en la metodología seleccionada para una mejor identificación y tratamiento de pacientes con trauma complejo en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus?
3. ¿Cómo implementar un sistema experto para la identificación y tratamiento de pacientes con trauma complejo en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus?

Como **Tareas de Investigación** se trazaron las siguientes:

1. Determinar los fundamentos teóricos y metodológicos que permitan desarrollar un recurso informático para la identificación y tratamiento de pacientes con trauma complejo.
2. Diseñar un sistema experto utilizando la metodología seleccionada para la identificación y tratamiento de pacientes con trauma complejo en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.
3. Implementar un sistema experto para la identificación de pacientes con trauma complejo en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.

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

En la Introducción se expresan los aspectos más generales de la investigación, el diseño teórico y metodológico.

En el Capítulo I: Se trata el tema sobre la enfermedad del trauma complejo, además se abordan los elementos de la Inteligencia Artificial (IA) y la relación que tienen los Sistemas Expertos (SE) con esta rama de la ciencia de la computación, así como las herramientas informáticas y la metodología utilizada para su desarrollo.

En el Capítulo II: 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 III: Se explican los requerimientos de hardware y software para lograr un rendimiento óptimo del sistema experto y se utilizan las pruebas de caja negra para verificar los resultados que se obtuvieron, y las facilidades desde el punto de vista del usuario que brinda el mismo.

Capítulo 1: Fundamentos teóricos y metodológicos de un Sistema Experto para la clasificación y recomendación de traumas complejos.

1.1 Contextualización del trauma complejo.

El trauma es un problema de salud pública que afecta a una gran parte de la población y es una de las principales causas de muerte a nivel mundial, por tal motivo en nuestro trabajo definimos como Trauma Complejo a lesiones, cuya severidad pueden poner en peligro la vida de un paciente, aun con traumatismos de una sola región del cuerpo, o todo sujeto que presente una o más lesiones traumáticas graves, periféricas, viscerales o mixtas que entrañen una repercusión circulatoria y/o respiratoria, tienen una gravedad progresiva y compromete seriamente las funciones vitales(Pape et al., 2000a).

Los estudios sobre trauma complejo evidencian tres momentos en la incidencia de muerte por esta causa: Inmediatos, Mediatos, Tardíos. Esta curva trimodal de la mortalidad, descrita por Trunkey, puede variar con un sistema especializado para traumatizados (MD et al., 2001).

Cuando nos referimos a *Trauma Complejo* estamos hablando del trastorno que llega a sufrir una persona debido a la acumulación de traumatización crónica. Es un trastorno que puede generarse cuando una persona se mantiene en contextos traumatizantes durante un largo tiempo, cronificándose el daño y la sintomatología. O bien cuando una persona sufre, en diversos momentos vitales, experiencias traumáticas que devienen en trauma complejo por acumulación del daño. Queremos señalar que no todas las personas que han sufrido múltiples traumas desarrollan un trauma complejo, pero el trauma complejo siempre conlleva multitraumatización. Remitimos a (Mingote, Manchon, Isla, Perris y Nieto (2001), donde se señalan factores de riesgo en el desarrollo del Trastorno de Estrés Postraumático (TEP), los cuales consideramos igualmente significativos para el Trauma Complejo.

Debemos tener en cuenta que por cada víctima fatal se producen al menos tres lesionados graves, los cuales representan el 5 % de todas las víctimas; por otro lado, de un 10 –15 % de los traumatizados pueden presentar lesiones menos graves pero que necesitan de un tratamiento urgente.

Se define además al *Politraumatismo* a aquel tipo de accidente que a causa de su intensidad o potencia es capaz de causar lesiones en más de un sistema del organismo. Para entender mejor el concepto, podríamos decir a modo de ejemplo, que un trauma craneoencefálico, acompañado de la fractura de un brazo, más la pérdida de varias piezas dentarias y un corte profundo en el cuello exanguinante, nos da una idea más clara del concepto de Politraumatismo, el que, en la actualidad, se ha convertido en la primera causa de muerte en personas de 20 a 40 años de edad, periodo de la vida considerado el más productivo desde todo punto de vista, profesional, académico, familiar, laboral, lo cual indudablemente es un agravante que no podemos pasar por alto (J R CEM Ramos Vértiz, 2010).

La traumatización incide en la totalidad de la persona. Todas las áreas de funcionamiento estarán en mayor o menor medida afectadas por la devastación del trauma. El organismo sufre repercusiones a corto, medio y largo plazo en su sistema neurobiológico: en el cuerpo, entendido en el sentido más amplio como continente de una mente (memoria, conciencia, emociones, pensamiento, sensaciones somáticas), una mente en la que ese cuerpo se representa y se construye. Es importante señalar que vamos a abordar el daño psíquico de esta forma de traumatización continuada y recurrente. Judith Herman dice: *“las personas que han estado sometidas a un trauma prolongado y repetido desarrollan una forma de desorden de estrés postraumático progresiva e insidiosa que invade y erosiona la personalidad* (Dale, Green, Reid, Glucksman, & Higgs, 1995).

Estamos de acuerdo con (Leuzinger–Bohleber, 2015) cuando señala que además de las situaciones anteriormente descritas también hay que tener en cuenta al sector que vive en la periferia de nuestra sociedad. Serían los refugiados traumatizados, exiliados de guerra, perdedores en una sociedad moderna determinada principalmente por la velocidad y la competición. Añadiríamos emigrantes económicos traídos por mafias, personas que se ven enfrentadas a situaciones sociovitales que generan pérdidas continuadas y que no tienen apoyo social, accidentados, etc. También la enfermedad grave que por desinterés social o por estigma, relega a los seres humanos que las padecen a un lugar de invisibilidad social y rechazo permanente (Dale, Green, Reid, Glucksman, & Higgs, 1995), incide en la necesidad de un nuevo concepto para definir estos daños: *“el síndrome que se deriva de un trauma prolongado y repetido necesita un nombre*

propio. Y propone “desorden de estrés postraumático complejo”. Las respuestas al trauma se pueden comprender mejor si se analizan más como un conjunto de condiciones que como un único desorden”.

1.1 Momentos importantes para la detección del trauma complejo

Los estudios sobre trauma complejo evidencian tres momentos en la incidencia de muerte por esta causa: Inmediatos, Mediatos, Tardíos. Esta curva trimodal de la mortalidad, descrita por Trunkey, puede variar con un sistema especializado para traumatizados. Debemos tener en cuenta que por cada víctima fatal se producen al menos tres lesionados graves, los cuales representan el 5 % de todas las víctimas; por otro lado, de un 10 –15 % de los traumatizados pueden presentar lesiones menos graves pero que necesitan de un tratamiento urgente (KT. C., 2013).

La muerte de los pacientes que sufren traumatismos presenta una distribución trimodal bien definida.

Primera etapa: La muerte sobreviene en los primeros minutos de recibido el trauma y se debe generalmente a lesiones graves cerebrales o medulares, lesiones cardíacas o de grandes vasos; muy pocos pacientes pueden ser salvados, aun cuando se brinde atención rápida y en centros adecuados.

Segunda etapa. La muerte ocurre en las primeras dos horas y generalmente es consecuencia de lesiones graves como hematomas del sistema nervioso central, ruptura de órganos y vasos, fundamentalmente del tórax o fracturas múltiples graves asociadas. Esta etapa es la llamada “hora de oro”, debido a que el manejo correcto del trauma complejo durante esta primera hora (realización de una correcta evaluación y una rápida resucitación) puede reducir la incidencia de muertes.

Tercera etapa. En la tercera etapa, la muerte sobreviene varios días después del traumatismo y casi siempre es secundaria a infecciones o falla orgánica múltiple. La calidad de la evaluación y la rapidez en el tratamiento inicial tiene la posibilidad de modificar las expectativas de vida del paciente portador de trauma complejo aun en esta etapa.

Triage, o sea, la clasificación de las víctimas y definir cuáles tienen prioridad de atención médica y de evacuación. Para hacer el triage o clasificación y selección de prioridades cuando es una atención a varios o a múltiples accidentados (atención masiva), es importante reevaluar, incluso, a aquellos que no tienen problemas aparentes en el primer examen, porque las lesiones pueden manifestarse posteriormente (Ed Masson, 2016).

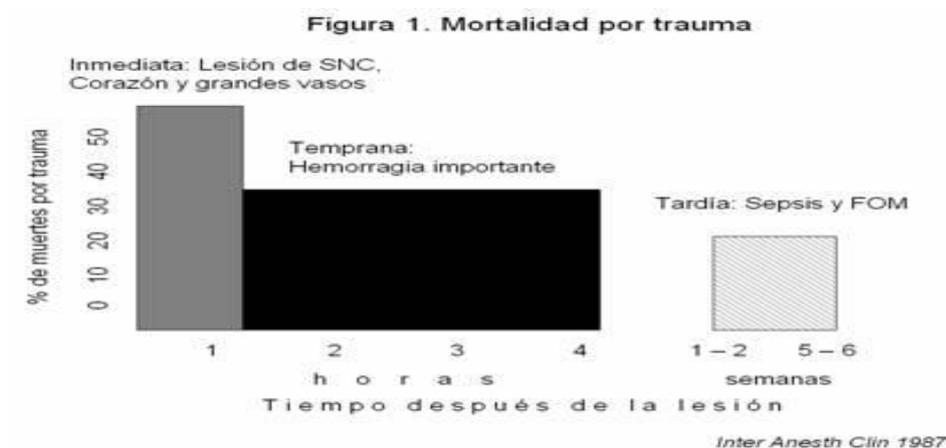


Fig. 1: Mortalidad por trauma

1.1.2 Tipos de traumas complejos para la identificación y recomendación de pacientes

Como se conoce la atención de pacientes con trauma complejo y gran deterioro fisiológico, es sin duda el núcleo de la práctica de la cirugía del trauma. Tradicionalmente, el abordaje quirúrgico del trauma complejo se sustentó en el control del sangrado, contención de la contaminación y reparación definitiva de órganos dañados. Después, en los años 80 se analizó que una gran proporción de la mortalidad en estos casos se debía a inestabilidad hemodinámica, complicaciones pulmonares, infecciones y a la triada mortal, conformada por hipotermia, acidosis y coagulopatía, durante la operación inicial. Reconocidos estos factores como causa significativa de muerte, se concluyó que la pronta detención del sangrado y la prevención de la pérdida de calor corporal eran puntos clave para evitarla (Cirocchi R, Abraha & Montedori, 2008).

Traumatizados y pacientes hipotérmicos

Abrigar al paciente para evitar pérdidas de calor, controlar y prevenir arritmias: Control de la vía aérea, control cervical y O₂ a 100 %, ventilación con bolsa, si es necesaria, continuar según la evaluación del lesionado hasta llegar al hospital y tratar la arritmia. Parada cardiorrespiratoria (RCP) más el recalentamiento del paciente. No cesar hasta lograr que el paciente tenga una temperatura de 30 a 32 grados C, sin respuesta. Considerar fallecida a la víctima cuando se encuentre caliente y siga en parada cardiorrespiratoria, a pesar de las maniobras.

Víctima atrapada y apoyo vital

Una víctima atrapada después de un accidente requiere todas las medidas de soporte vital avanzado desde el mismo sitio, para poder salvarle la vida y viabilizar su extracción en el menor tiempo posible; o sea, realizar el ABCD como ha sido descrito antes. Es imprescindible mantener la calma de los participantes y testigos, para lograr acciones precisas y secuenciales. El traumatizado atrapado puede morir por 3 causas fundamentales: asfixia, hemorragia y shock; pero también puede recuperarse.

Síndrome compartimental

Además de ser una víctima atrapada, está comprimida, y los detritos resultantes del accidente, pueden producir insuficiencia renal aguda en un paciente hipovolémico. El objetivo es producir una diuresis alcalina y evitar la obstrucción tubular renal.

Trauma de las extremidades y de la mano

Siempre se deben realizar los cuidados generales; además de inmovilizar, fijar y empaquetar. Presentación: amputación total o parcial, aplastamiento, trituración, desvascularización y fracturas cerradas o abiertas. Amputación total o parcial de la mano o los dedos o parcial de una extremidad.

1.1.3 Factores que se deben tener en cuenta en el diagnóstico de un paciente con trauma complejo

Se inicia la atención del accidentado observando si existe algún obstáculo que dificulte la respiración, como sangre en la boca, agua, barro u otro tipo de agente que bloquee la respiración y lo retiramos lo antes posible. En seguida debemos observar si el accidentado tiene la piel, dedos y labios de color normal (rosados), porque es señal que respira adecuadamente. En caso de observarse cianosis (color violáceo de la piel), insistimos en revisar nuevamente y en forma más meticulosa la vía aérea y seguimos de inmediato con la respiración boca a boca, sin importar si el herido se encuentra consciente o inconsciente.

Luego se revisa el estado de conciencia, si el paciente se encuentra inconsciente, debemos proceder a inmovilizar la columna cervical con lo que se disponga a la mano, por ejemplo, enrollar un periódico y afirmarlo a la parte posterior del cuello con un cinturón o corbata, con el fin de impedir cualquier movimiento del cuello y cabeza, porque de existir fractura de columna a ese nivel, es posible seccionar la medula espinal con un desplazamiento imprevisto de la cabeza y dejar una parálisis definitiva en las extremidades (cuadruplejía). Luego de esta primera acción, nos ocupamos de inmovilizar la columna vertebral en

general, lo cual hacemos con una tabla cuyo largo tome desde la cabeza hasta los muslos y que tenga un ancho apropiado para sostener adecuadamente al herido (Ed Masson, 2016).

Debe revisarse si hay alguna hemorragia, la que atacaremos comprimiendo el vaso sangrante con un pañuelo o trozo de género o por medio de un torniquete en las heridas de las extremidades.

Posteriormente observamos si hay fractura de extremidades, las que se procederán a inmovilizar con un palo, cartón, tabla o con un elemento apropiado que se encuentre a la mano. Enseguida debemos determinar el tipo de traslado que requiere el herido (ambulancia normal, ambulancia de rescate, helicóptero) y a qué centro será derivado.

La escala de severidad de lesiones que evalúa el pronóstico y el riesgo de muerte divide el cuerpo humano como la AIS, en seis partes y utiliza una escala de apreciación de la severidad de las lesiones anatómicas, Estos dos elementos permiten el cálculo del ISS. Se señala que su aplicabilidad a las heridas penetrantes es algo incierta, no tiene en cuenta la edad del lesionado, ya que describe sólo regiones anatómicas y no funcionales. Cuando existe más de una lesión en la misma localización corporal, sólo puntea a la lesión más grave. El ISS a pesar de sus limitaciones es considerado una herramienta útil para predecir pronóstico en injurias graves (Cabanillas & Cáceres, 2012).

Trauma Score y Trauma Score Revisado: el TSR en combinación con la edad del traumatizado y el ISS, creando el TRISS, concluyendo que la combinación del índice fisiológico (TS) más el anatómico (ISS) unido a la edad reduce el error de clasificación.

La traumatización incide en la totalidad de la persona. Todas las áreas de funcionamiento estarán en mayor o menor medida afectadas por la devastación del trauma. El organismo sufre repercusiones a corto, medio y largo plazo en su sistema neurobiológico: del cuerpo, entendido en el sentido más amplio como continente de una mente (memoria, conciencia, emociones, pensamiento, sensaciones somáticas), una mente en la que ese cuerpo se representa y se construye. Es importante señalar que vamos a abordar el daño psíquico de esta forma de traumatización continuada y recurrente. Judith Herman dice: "las personas que han estado sometidas a un trauma prolongado y repetido desarrollan una forma de desorden de estrés postraumático progresiva e insidiosa que invade y erosiona la

personalidad... No resulta sorprendente que la repetición del trauma amplifique todos los síntomas de hiperactivación del síndrome de estrés postraumático” (Herman, 2004).

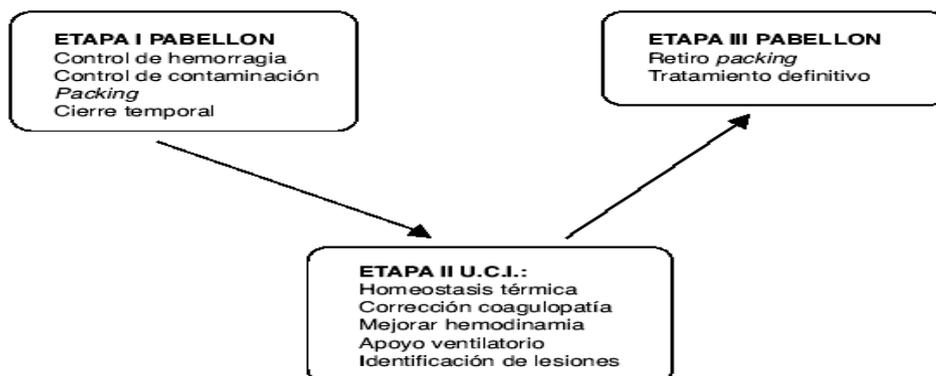


Fig. 2 Cirugía de control de Daño, Enfrentamiento actual del trauma

1.1.4 Complicaciones del trauma complejo que desencadenan “la triada mortal”.

A pesar del surgimiento de "Centros de traumas" y la aplicación de métodos estandarizados de reanimación e intervenciones quirúrgicas, la tasa de mortalidad de los pacientes con traumatismos devastadores del tronco y desangramientos se conserva muy alta. El desafío se encuentra en conservar la estabilidad fisiológica durante la lucha por el control quirúrgico de la hemorragia. Los mejores esfuerzos de reanimación y el acontecimiento, entre ellos acidosis metabólica, hipotermia y coagulopatía, sucesión que algunos han denominado "triada mortal"(Revell & Waele, 2012).

Acidosis: La acidosis metabólica en pacientes con trauma ocurre primariamente como resultado de la producción de ácido láctico, ácido fosfórico y aminoácidos inoxidados debido al metabolismo anaeróbico causado por la hipoperfusión. Entre los efectos deletéreos de la acidosis se encuentran: Depresión de la contractilidad miocárdica. Disminución de la respuesta ionotrópica a las catecolaminas. Arritmias ventriculares. Prolongación del tiempo de protrombina y del tiempo parcial de tromboplastina. Disminución de la actividad del factor V de la coagulación(Lapointe & Von Rueden, 2002).

Hipotermia: Se define como la Temperatura Central por debajo de 35°C, usualmente clasificada como: Ligera entre 32- 35°C, Moderada entre 32- 28°C, Severa por debajo de 28°C. Esta clasificación ha sido designada para la exposición accidental al frío; sin embargo, en el trauma, debido a que los resultados son pobres en pacientes con temperaturas de 32°C, para el paciente con trauma se ha definido como sigue: Ligera con temperaturas entre 36 y 34°C, Moderada entre 32 y 34°C y severa por debajo de 32°C. La hipotermia

desempeña un rol importante en el segundo golpe en los pacientes con trauma grave, elevando considerablemente la morbilidad y la mortalidad de los pacientes.

La hipotermia desempeña un rol importante en el segundo golpe en los pacientes con trauma grave, elevando considerablemente la morbilidad y la mortalidad de los pacientes, al enrolarse en el círculo vicioso con la acidosis, la coagulopatía que vimos anteriormente(Lapointe & Von Rueden, 2002).

Coagulopatía: La coagulopatía es definida como la imposibilidad de la sangre a una normal coagulación como resultado de una depleción, dilución o inactivación de los factores de la coagulación con valores de tiempo de protrombina mayores de 14.2 segundos o un tiempo parcial de tromboplastina superior 38.4 segundos, con una trombocitopenia menor de 150.000/ μ l. Linda define la coagulopatía grave como un tiempo de protrombina y parcial de tromboplastina más de dos veces al de los controles de laboratorio. Su incidencia en pacientes traumatizados es un importante predictor de mortalidad. El estado de hipercoagulabilidad postraumático es una respuesta fisiológica para el control de hemorragia que ocurre tempranamente, su evolución depende de la magnitud del daño, así pacientes severamente dañados con gran exposición de factor tisular serán más propensos a las coagulopatía de consumo. Son varios los mecanismos de origen de la coagulopatía en el trauma, entre los cuales la Hipotermia y la Acidosis desempeñan una función determinante como expusimos anteriormente. La coagulopatía por dilución de plaquetas y factores de la coagulación ocurre tempranamente como resultado de la fluido terapia, y puede ser demostrada tras la administración aun de pequeños volúmenes, por reducción de la consistencia del coágulo, así como el empeoramiento de la polimerización del fibrinógeno. El citrato de la sangre transfundida decrece los niveles de calcio; la rápida administración de proteínas plasmáticas puede también disminuir los niveles de calcio ionizado presumiblemente como consecuencia de la unión de éste a los sitios aniónicos de las proteínas plasmáticas dependiendo de la cantidad y de la frecuencia de su administración(Lapointe & Von Rueden, 2002).

Diversos trabajos han descrito la aparición de coagulopatía tras una lesión aguda encefálica, parece existir acuerdo sobre la correlación entre el aumento debido a degradación de la fibrina en el suero con la extensión del tejido encefálico destruido.

La implementación de un SE otorga beneficios en términos de sobrevida en estos pacientes, la práctica de la reoperación secuencial para realizar el procedimiento quirúrgico definitivo en el paciente críticamente lesionado, bajo indicadores objetivos de recuperación,

la práctica del cierre parietal definitivo en el momento oportuno y con la técnica quirúrgica adecuada y así obtener mejora en la efectividad, seguridad y calidad de la atención médica, contribuyendo de esta manera al bienestar de las personas y de las comunidades, que constituye el objetivo central y la razón de ser de los servicios de salud.

1.2 Sistemas Expertos.

La Inteligencia Artificial (IA) es un campo de estudios muy amplio, y en constante cambio. Sin embargo, su producto final es siempre *software*. Estos programas, producto del trabajo de la IA, son denominados Sistemas Inteligentes (SI).

La inteligencia artificial es una ciencia que va relacionada mucho con lo que es la robótica y los sistemas expertos, y trata sobre el estudio de la evolución sobre la inteligencia de aquellos agentes no-humanos, en otras palabras, es la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes que sean capaces de realizar actividades y tareas cada vez más complejas con mayor precisión. Un SI incorpora conocimiento sacado de la experiencia y experticia de los expertos humanos. Los campos de aplicación de tales SI son muy variados, pensemos por ejemplo en un sistema de diagnóstico médico, o en un sistema integrado de ayuda a la toma de decisiones empresariales. En cualquier caso, un SI partirá de unos datos y los convertirá en información (conocimiento), de modo que ayude a tomar una decisión. Para convertir los datos en información útil, empleará algoritmos de razonamiento, aprendizaje, evolución, etc. Además, el SI actuará siempre en tiempo real, lo que representa un aumento de la productividad. En el caso de la medicina las aplicaciones de la Inteligencia artificial son tan amplias que no podremos ni siquiera resumirlas todas, por lo que haremos mención de algunas de las que más extensamente se han usado y de algunas de las que más se están utilizando en la actualidad (Zepeda-Mendoza & Carrillo-Esper, 2014).

La Inteligencia Artificial nació bajo la expectativa de desarrollar sistemas inteligentes, capaces de ejecutar actividades consideradas propias e inherentes a los seres humanos. Agrupa a todas las ramas que se interesan por la emulación de la inteligencia del hombre y de los procesos que le acompañan y caracterizan: el sentido común, razonamiento, aprendizaje y el habla, entre otras.

En el estado actual de desarrollo de la IA existen técnicas para tratar de solucionar problemas complejos mediante el empleo de procesos de búsqueda, aprendizaje y formas de representación del conocimiento. En 1965 se empezaron a utilizar técnicas para la resolución de problemas que se caracterizaban por la búsqueda heurística y con ellas comenzó la investigación y desarrollo de los sistemas expertos; donde aparece DENDRAL, el primero de estos sistemas (desarrollado por Feigenbaum), capaz de calcular o descubrir hechos relativos a la estructura molecular a partir de unos datos químicos sin elaborar (García Valdivia, Bello Pérez, Gálvez Lío, Lezcano Brito, & Reynoso Lobato, 2000).

Los sistemas expertos según (Stevens, 1984) son máquinas que piensan y razonan como un experto lo haría en una cierta especialidad o campo [. . .] Un Sistema Experto de verdad, no sólo realiza las funciones tradicionales de manejar grandes cantidades de datos, sino que también manipula esos datos de forma tal que el resultado sea inteligible y tenga significado para responder a preguntas incluso no completamente especificadas.

Aunque la anterior es todavía una definición razonable de un sistema experto, han surgido desde entonces otras definiciones, debido al rápido desarrollo de la tecnología.

El sentido de estas definiciones puede resumirse como sigue :(Castillo, Gutiérrez, & Hadi, 1999).

“Un sistema experto puede definirse como un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada”
En esta investigación se asume la definición de (Galvis Panqueva, A, 1994):

“Un sistema experto es un sistema que además de demostrar gran capacidad de desempeño en términos de velocidad, precisión y exactitud, tiene como contenido un dominio de conocimientos que requiere de gran cantidad de experiencia humana, no solo principios y reglas de alto nivel, capaz de hallar o juzgar la solución a algo, explicando o justificando lo que halla o juzga, de modo que es capaz de convencer al usuario de que su razonamiento es correcto.”

La experiencia acumulada en la construcción de Sistemas Expertos y del "software" y "hardware" que facilitan su desarrollo hace posible que sean abordables.

El desarrollo de los SE en los últimos tiempos ha progresado de forma acelerada. Su influencia en la industria, los servicios, las comunicaciones, la carrera armamentista, la salud, y en la educación es sumamente elevada.

En la actualidad las computadoras muestran una nueva manera de captar el conocimiento humano, y la relación se da en el sentido de la interacción y de la diseminación del saber. Las transformaciones en la ciencia y en la tecnología, originan cambios en el desarrollo de varios campos de investigación en la salud.

Su uso ha contribuido al surgimiento de diferentes alternativas que poco a poco ha venido a formar propuestas innovadoras para introducir y emplear los recursos tecnológicos en el diagnóstico de varias enfermedades.

El mismo proporciona una manera fácil, económica y cómoda para conocer las opiniones, exigencias, expectativas, sugerencias, valoraciones, etc. de un facultativo, cuando utilizan cualquier tipo de software. Esto se puede lograr adicionándole una base de datos que almacene, estructure y hasta procese para su posterior utilización los datos de la actuación de los usuarios en el software y las opiniones que emitan si se les facilita una técnica para recopilar la información.

1.2.1 Metodología para el desarrollo de un Sistema de Expertos

Para desarrollar un sistema experto, debemos identificar y analizar el problema a partir de una serie de reglas y experiencias para después idear algún modo de adquirir y modelar el conocimiento y por último reducirlo a nivel simbólico y educar así a la máquina. A modo general le ofreceremos una idea sencilla de como esto se realiza.

En el 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 SE. Como ya se conoce esta área 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, 1994a).

- Metodología descrita por Marlene Carlos Soto.
- Metodología descrita por José Domingo Carrillo Verdun

Metodología de Mateo Lezcano Brito.

En el desarrollo de esta investigación se utilizó la metodología descrita por el Dr. Mateo Lezcano Brito en su libro de Prolog y los sistemas expertos 1995.

La metodología describe lo siguiente:

Método clásico para el diseño de un sistema experto:

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 SE es el estudio del dominio, con vista a determinar si es realmente propicia la construcción del SE 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 realizado este análisis, si se determina que es posible la construcción del sistema experto, se pasa a las siguientes fases:

Identificación del problema: En esta etapa se determina, básicamente, cuál es el problema que se quiere resolver y sus características, quienes van a participar en el levantamiento de la base de conocimiento y el papel de cada cual, en este proceso. Es más bien un periodo de familiarización, donde tiene lugar la relación inicial entre el experto y el ingeniero del conocimiento.

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 y se determina cuál se adapta mejor a las condiciones del problema (Lezcano Brito, Prolog y los sistemas expertos, 1995).

1.2.2 Tecnologías y herramientas para el desarrollo de los sistemas de expertos

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 se saben resolver (Lezcano Brito, Prolog y los sistemas expertos, 1995).

Por tal razón son muchas las compañías de software que han creado sus propias versiones. La diferencia entre una versión y otra es mínima ya que la sintaxis y la semántica, generalmente, es la misma, la variación que más resalta es el cambio de plataforma para el cual fueron desarrollados.

Entre sus beneficios se pueden destacar:

- ✓ Permite crear programas de 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. Para desarrollar SE del tipo "clasificación" y "selección", Lezcano Brito recomienda como lenguaje de programación lógica, Prolog. (Lezcano Brito, Prolog y los Sistemas Expertos, 1995)

Lenguaje de programación usado

Java

Java surgió en 1991 cuando un grupo de ingenieros de *Sun Microsystems* trataron de diseñar un nuevo lenguaje de programación destinada a electrodomésticos que llamaron Oak. La reducida potencia de cálculo y memoria de los electrodomésticos llevó a desarrollar un lenguaje sencillo capaz de generar código de tamaño muy reducido.

El lenguaje de Java se creó con cinco objetivos principales:

1. Debería usar el paradigma de la Programación Orientada a Objetos.
2. Debería permitir la ejecución de un mismo programa en múltiples sistemas operativos.
3. Debería incluir por defecto soporte para trabajo en red.
4. Debería diseñarse para ejecutar código en sistemas remotos de forma segura.
5. Debería ser fácil de usar y tomar lo mejor de otros lenguajes orientado a objetos como C++.

Como lenguaje de programación para computadoras, Java se introdujo a finales de 1995, fecha en la que se da a conocer al público, alcanzando notoriedad rápidamente, y Sun Microsystems logró su propósito de crear un lenguaje totalmente independiente de plataforma y a su vez potente y orientado a objetos. La clave fue la incorporación de un intérprete Java en la versión 2.0 del programa Netscape Navigator, produciendo una verdadera revolución en Internet. Java 1.1 apareció principio de 1997, mejorando sustancialmente esta primera versión de Java 1.2, más tarde rebautizado como Java 2, nació a finales de 1998. Esa filosofía y su facilidad para crear aplicaciones para redes TCP/IP ha hecho que sea uno de los lenguajes más utilizados en la actualidad (Sánchez, J. 2003).

Los lenguajes de programación orientados a objetos son los más usados y empleados en el desarrollo de software; por lo planteado por (L. García de Diego, M. Cuervo y J. A. Martínez, 2013), “para llevar a cabo el desarrollo se ha usado Java, eligiendo esta plataforma para que la aplicación fuese multiplataforma, permitiendo la funcionalidad de esta aplicación en cualquier sistema operativo: Windows, Linux, Apple, etc. La que otra ventaja presenta Java es que permite crear programas modulares y sus códigos pueden ser reutilizados para otros programas”. Es el lenguaje de programación orientado a objetos que sirvió para el desarrollo del sistema experto, desarrollado por Sun Microsystems toma mucha de su sintaxis de C, Cobol y Visual Basic, pero tiene un modelo de objetos más simple, además Java funciona bajo la licencia GNU GPL, de acuerdo con las especificaciones del Java Community Process, de tal forma que prácticamente todo el Java de Sun es ahora software libre. Aunque existen más herramientas para crear Sistemas Expertos como Matlab, Lisp, entre otras, java fue el lenguaje de programación elegido debido a la experiencia de algunos años estudiándolo y realizando algunas aplicaciones y

ser más factible para la identificación del trauma complejo y la recomendación oportuna del paciente.

Herramientas de desarrollo utilizadas en esta investigación:

SWI-Prolog.

En el diseño de nuestro SE fueron utilizados como herramienta el SWI-Prolog, a continuación, se perciben algunas de sus características para así tener una idea de la capacidad y la utilidad que se le puede dar a este tipo de sistemas.

- SWI-PROLOG: descripción general.
 - Ofrece un entorno de Software Libre de Prolog, bajo Licencia Pública GNU.
 - Posee versiones disponibles:
 - Fuentes versión estable y ejecutables para MS-Windows, Linux y MacOS X versión 5.10.x.
 - Las fuentes de desarrollo y liberación de los ejecutables de MS-Windows y MacOS X versión 5.11.x.
 - Algunas versiones viejas populares.
 - GIT acceder, navegar repositorio GIT.
 - Creador: Open Source.
 - Posee un conjunto de herramientas de gráficos XPCE.
 - Utiliza gran cantidad de bibliotecas, herramientas y, por supuesto, una documentación muy completa y extensiva.
 - Ofrece un servicio muy simple de implementar y a su vez muy potente y eficaz.
 - Es gratuito y puede correr plataformas Windows, Linux y Macintosh.

Su desarrollo se inició en 1987 y ha sido impulsada por las necesidades de aplicaciones en el mundo real. En estos días el SWI-Prolog se utiliza en la investigación y la educación, así como para aplicaciones comerciales.

NetBeans

NetBeans es un Desarrollo de Entorno Integrado (IDE) 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. Está escrito en Java, pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación.

La plataforma ofrece servicios comunes a las aplicaciones de escritorio, permitiéndole al desarrollador enfocarse en la lógica específica de su aplicación.

Ventajas

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

Desventajas

- Poca existencia de plugins para esta plataforma.
- hace falta documentación del RichClientPlataform (RCP).
- No posee un editor de código HTML.

1.3 Medios informáticos para el desarrollo de Sistemas Expertos.

La construcción de un sistema experto (SE) no es una tarea sencilla, debido a que involucra mucha participación de distintas personas, cada una de las cuales aportará algo para que el SE a desarrollar sea robusto, fácil de usar y mantener. Además se deben hacer varias elecciones en cuanto al desarrollo del SE una de ellas es elegir que medio utilizar para su estructuración (Marco Quijada, 2019).

Sistemas Basados en el Conocimiento

En la década del 70 del siglo pasado se reconoció que los métodos de solución de problemas generales no eran suficientes para resolver los problemas orientados a aplicaciones. Se determinó que era necesario conocimiento específico sobre el problema, limitado a los dominios de aplicación de interés, en lugar de conocimiento general aplicable a muchos dominios. Esto condujo al desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento(SBC) (Crespo Garcia, Raquel M, & García Rueda, 2012).

El conocimiento representado en los SBC es el de los expertos en el dominio. Una parte de un conocimiento experto consiste de relaciones de causa y efecto. Estas relaciones o reglas se originan a partir de la experiencia pasada y

representan conocimiento informal o atajos, que permiten a un experto encontrar rápidamente una solución a un problema sin tener que realizar un análisis detallado de una situación. El experto puede no recordar todos los detalles del análisis del problema original, pero puede reconocer el enfoque aplicado a un problema similar (Soler, 2015).

Realmente, a los SBC lo caracterizan más rasgos que simplemente el hecho de duplicar el conocimiento de un experto humano para un dominio específico. (Soler, 2015) señala tres aspectos fundamentales relativos a los SBC que los distinguen de los programas basados en búsqueda general:

- La separación del conocimiento de cómo este es usado (distinción entre conocimiento y estrategia de control).
- El uso de conocimiento muy específico del dominio.
- Naturaleza heurística, en lugar de algorítmica, del conocimiento empleado.

Otros rasgos que lo distinguen de la programación convencional son que no requieren analizar completitud y pueden dar diversas soluciones.

La estructura de un sistema experto se encuentra compuesta por tres grandes módulos: la base de conocimiento y el motor de inferencia y la interfaz de usuario. La base de conocimiento es la porción del SBC en donde se encuentra contenido el conocimiento del experto del dominio. El motor de inferencia por su parte es la parte del sistema que realiza la función de razonamiento para resolver problemas a partir de la base de conocimiento. La interfaz de usuario permite la interacción entre el usuario y el sistema (Soler, 2015).

Formas de Representación del Conocimiento.

El diseño de un 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 (Mateo Lezcano Brito, 1995) Constan diferentes formas de representación de conocimiento (FRC), la IA busca representar generalizaciones, es decir, no representar cada situación individual,

sino agrupar las situaciones que comparten propiedades importantes. De tal forma que pueda(Luis Carlos Torres Soler, 2015).

- a) Ser entendido por las personas que lo provean.
- b) Ser modificado para corregir errores y reflejar cambios en el mundo.
- c) Usarse en muchas situaciones aun si ser totalmente exacto o completo.
- d) Caracterizarse las técnicas de la IA con independencia del problema a tratar.
- e) Usarse superando su propio volumen, y disminuir el rango de posibilidades que normalmente deben considerarse.

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

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.

Tipos de Sistemas Basados en Conocimiento.

Existen diferentes tipos de sistemas basados en el conocimiento (SBC), entre ellos se encuentran; (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 (Mateo 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 la soporten (García Valdivia, Bello Pérez, Gálvez Lío, Lezcano Brito, & Reynoso Lobato, 2000).

El sistema basado en reglas debe ser capaz de ofrecer explicaciones al usuario cuando este se la pida (Gálvez Lío, 1998).

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).

Sistemas Basados en Casos.

El razonamiento basado en casos (SBC) es una rama de la IA 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 ya sea 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.

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:

1. Recuperar (retrieve) los casos más parecidos (un nuevo problema se aparea con casos similares guardados en la base de casos).
2. Reutiliza (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.

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

Para facilitar la recuperación asignar índices. Los índices deben:

- ser predictivos
- contemplar el propósito para el cual el caso se va a utilizar
- ser suficientemente abstractos para ensanchar el uso de la base de casos
- ser suficientemente concretos para ser reconocidos en el futuro

Cuando se dispone de una base de casos voluminosa el CBR es más efectivo y seguro. En caso contrario es mejor utilizar un SBR (Jorge Laureano MoyaRodríguez, Ana María BecerraFerreiroII, César A. Chagoyé nMéndezI.Universidad Central Marta Abreu de Las Villas Facultad de Ingeniería Mecánica. Santa Clara. Cuba.Utilización de Sistemas Basados en Reglas y en Casos para diseñar transmisiones por tornillo sinfín, 2012).

Conclusiones parciales.

En este capítulo se estudiaron los fundamentos teóricos y metodológicos para desarrollar un sistema informático para la identificación del trauma complejo. Este estudio permitió concluir que los sistemas expertos, son sistemas inteligentes con aplicaciones en diversas áreas, entre ellas el diagnóstico, por lo que fueron seleccionados para resolver el problema planteado en esta investigación. Además, se estableció que las reglas de producción resultan una forma adecuada de representar el conocimiento del dominio del problema de investigación, por lo que fueron manejadas como la forma de representación del conocimiento del sistema experto.

El estudio realizado afirmó concluir además que SWI-Prolog es apropiado para el desarrollo de un sistema experto que representa el conocimiento a través de las reglas de producción, por lo que fue utilizado en el desarrollo de la solución propuesta en esta investigación junto al lenguaje Java, el cual es apropiado para el desarrollo de la interfaz gráfica del sistema experto.

También se determinó que la utilización de la metodología de Dr.C Mateo Lezcano Brito para el desarrollo de sistemas expertos.

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. Mateo Lezcano Brito en su libro Prolog y los sistemas expertos (SE), donde primeramente se identifican los elementos del dominio y los conceptos descriptivos de sus propiedades, se define 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.

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 (S. Mariño, 2014).

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

- MsC: Manuel Felipe Valdés Rodríguez.
Especialista de Segundo Grado en Cirugía General. Master en Urgencias.
- David Jiménez Fria como ingeniero del conocimiento.

De forma conjunta, se determinaron los elementos del dominio con sus elementos descriptivos, los que se relacionan seguidamente:

- ✓ Trauma Complejo
 - Escala de Coma de Glasgow (Glasgow Coma Scale (GCS)) es una escala de aplicación neurológica que permite medir el nivel de conciencia de una persona. Una exploración neurológica de un paciente con traumatismo craneoencefálico debe ser simple, objetiva y rápida.

- Signos vitales: Los signos vitales reflejan funciones esenciales del cuerpo, incluso el ritmo cardíaco, la frecuencia respiratoria, la temperatura y la presión arterial. Su proveedor de atención médica puede observar, medir y vigilar sus signos vitales para evaluar su nivel de funcionamiento físico.
- Criterios anatómicos: ciencia que estudia la estructura de los seres vivos, o sea la disposición de sus huesos y órganos y la relación que existe entre ellos. También se llama anatomía a la propia estructura de los seres vivos. Este término es muy utilizado en ciencias como
- Presión arterial sistólica: La tensión arterial sistólica, es la presión que la sangre ejerce sobre las paredes de los vasos cuando el corazón se contrae.
- Frecuencia respiratoria: es el número de respiraciones que realiza un ser vivo en un periodo específico.
- Puntuaje de trauma revisado: pretende cuantificar la severidad del trauma y lograr una buena predicción de los resultados, lo que permite evaluar la calidad de la atención.
- Lesión: a un golpe, herida, daño, perjuicio o detrimento.
- Tórax: parte superior del tronco del ser humano y de los animales vertebrados, situada entre el cuello y el abdomen, en la que se encuentran el corazón, los pulmones y otros órganos.
- Pelvis: región anatómica inferior del tronco.
- Fractura: rotura violenta de una cosa sólida, especialmente de un hueso del cuerpo.
- Quemadura: lesión en la piel o los tejidos más profundos ocasionada por el sol, líquidos calientes, fuego, electricidad o químicos.
- Pérdida total o parcial de la capacidad de movimiento de una o más partes del cuerpo que se debe, generalmente, a una lesión nerviosa en el cerebro o en la médula espinal.
- Ausencia de pulso: significa que se ha producido una parada. Debe tomarse el pulso, al menos, durante 5 segundos para asegurar su ausencia. Cuando el pulso es débil o rápido.

- Temperatura: se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica
- Pérdida sanguínea: Cuando la pérdida de sangre es rápida, la presión arterial disminuye y las personas pueden sentirse mareadas.
- Pérdida del volumen sanguíneo: cuando el volumen sanguíneo circulante baja a tal punto que el corazón se vuelve incapaz de bombear suficiente sangre al cuerpo.
- Hemorragia: liberación de sangre de un vaso sanguíneo roto, ya sea dentro o fuera del cuerpo.
- Volemias: término médico que se refiere al volumen total de sangre circulante de un individuo humano o de otra especie, que es de aproximadamente de 5-6 litros,
- Hematíes: son las células de la sangre que se encargan de transportar el oxígeno a los órganos y tejidos.
- Amputación: separación o corte de un miembro o una parte del cuerpo de un ser vivo, generalmente por medio de una operación quirúrgica.

El objetivo relevante de la investigación es: la identificación y tratamiento de traumas complejos.

Los recursos con que se cuenta para la obtención de información:

- Expertos en traumatología del Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus.
- Guías de Prácticas Clínicas(GPC)NICE
- Libro: Ramos Vértiz J R CEM. Epidemiología del Politraumatismo.Traumat Ortop 2010;1ra ed. Editorial Ergon.373-4.
- Libro: Soler Vaillant R, Monrreal Acosta P, Castañer Moreno J, Sosa Acosta A, Vidal Ramos J, González Pacheco A. Sistemas de atención al politraumatizado. La Habana. 2004; 13-34.

Como **entrevista** tenemos la realizada a la MsC: Manuel Felipe Valdés Rodríguez. Especialista de Segundo Grado en Cirugía General. Master en Urgencias.

El alcance que vaya a tener, en un inicio, el problema y las diferentes submetas trazadas:

Alcance:

- La identificación y tratamiento de pacientes con traumas complejos.

Submetas trazadas:

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

El SE fue realizado en SWI-Prolog ya que ofrece un entorno de software libre de Prolog bajo licencia pública GNU, para desarrollar la interface visual se utilizó Java ya que es un paradigma de programación orientado a objeto que se contribuye gratuitamente para la mayoría de los sistemas operativos y como plataforma se empleó el NetBeans ya que puede ser usado para desarrollar cualquier tipo de aplicación, en él se lleva a cabo la reutilización de módulos y produce instalación y actualización simple.

2.2 Establecer Conceptos.

Se definieron los conceptos para la representación del conocimiento. En esta etapa 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:

Se establecieron una serie de elementos esenciales, tales como:

- Los datos de salida constituyen la identificación o no de los traumas complejos.
- El conocimiento se organizó atendiendo 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.

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.

Clasificación del conocimiento.

La organización del conocimiento quedó dividida en seis módulos donde cada uno, dispone de un predicado principal que será el responsable de invocar al conocimiento almacenado en esa parte.

- Módulo 1:
 - **Nombre:** Criterios fisiológicos.
 - **Predicado principal:** diagnóstico.
 - **El proceso de razonamiento a través del predicado principal:**
 - diagnóstico: - diagnóstico1- 4
 - diagnóstico1: -escala de coma de Glasgow.
 - diagnóstico2: - presión arterial sistólica.
 - diagnóstico3: - frecuencia respiratoria.
 - diagnóstico4: - puntuaje de trauma revisado.
- Módulo 2:
 - **Nombre:** Criterios anatómicos.
 - **Predicado principal:** diagnóstico.
 - **El proceso de razonamiento a través del predicado principal:**
 - diagnóstico: - diagnóstico1 - 10
 - diagnóstico1: - lesiones penetrantes.
 - diagnóstico2: - tórax inestable.
 - diagnóstico3: - fracturas proximales de huesos largos.
 - diagnóstico4: - amputación proximal de extremidades.
 - diagnóstico5: - fractura pélvica.
 - diagnóstico6: - fractura de cráneo expuesta y deprimida.
 - diagnóstico7: - parálisis.
 - diagnóstico8: - quemaduras asociadas a traumatismos.
 - diagnóstico9: - heridas penetrantes.
 - diagnóstico10: - ausencia de pulsos.
- Módulo 3:
 - **Nombre:** Mecanismo lesional.
 - **Predicado principal:** diagnóstico.

- **El proceso de razonamiento a través del predicado principal:**
 - diagnóstico: -diagnóstico 1 - 16
 - diagnóstico1: - caída.
 - diagnóstico2: - atropello de auto.
 - diagnóstico3: - peatón expedito.
 - diagnóstico4: - colisión de coche.
 - diagnóstico5: - eyección del vehículo.
 - diagnóstico6: - acompañante muerto.
 - diagnóstico7: - tiempo de rescate.
 - diagnóstico8: - volcamiento.
 - diagnóstico9: - deformación.
 - diagnóstico10: - intrusión.
 - diagnóstico11: - dispositivo de seguridad.
 - diagnóstico12: - colisión con una moto.
 - diagnóstico13: - extracción.
 - diagnóstico14: - accidente de motocicleta.
 - diagnóstico15: - lanzamiento del peatón.
 - diagnóstico16: - vuelco o choque
- Módulo 4:
 - **Nombre:** Criterios de hemorragia.
 - **Predicado principal:** diagnóstico.
 - **El proceso de razonamiento a través del predicado principal:**
 - diagnóstico: -diagnóstico 1- 6.
 - diagnóstico1: - pérdida sanguínea.
 - diagnóstico2: - volumen sanguíneo.
 - diagnóstico3: - precisa transfusión.
 - diagnóstico4: - volemias.
 - diagnóstico5: - pérdida.
 - diagnóstico6: - hemorragia mayor.
- Módulo 5:
 - **Nombre:** Hipotermia.
 - **Predicado principal:** diagnóstico.
 - **El proceso de razonamiento a través del predicado principal:**

diagnóstico: - diagnóstico 1 -3.
diagnóstico1: - temperatura 34–36 ° C.
diagnóstico2: - temperatura 32–34 ° C.
diagnóstico3: - temperatura <32 ° C.

- Módulo 6:
 - **Nombre:** Manual de usuario.

Este módulo hace referencia sobre que trata el software, así como los objetivos que desempeña el mismo y como aprender a trabajar con el sistema en caso de alguna dificultad o duda.

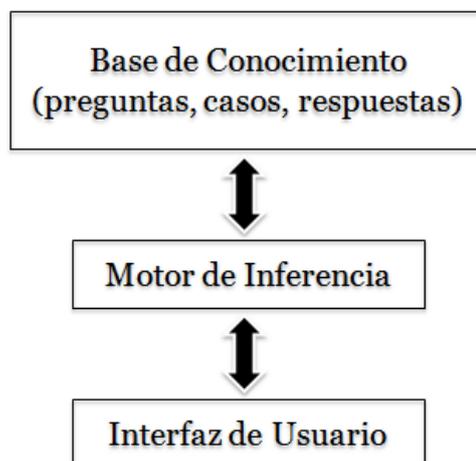
2.4 Implementación.

En esta fase se combinó y organizó el conocimiento formalizado para hacerlo compatible con las características del flujo de información del problema. Se llevó a cabo la formalización de las reglas que abarcan todo el conocimiento, obteniéndose un primer prototipo, que muestra sobre un esquema elemental la forma en que opera el sistema. El objetivo fundamental de este primer prototipo es obtener una solución inmediata del problema.

La realización de pruebas al primer prototipo y el análisis de las críticas que se hicieron a su funcionamiento sirvieron como punto de partida para la formalización de una versión más avanzada de la base de conocimiento.

Diseño del sistema.

Cada módulo posee una base de conocimiento, la cual está dividida en tres partes, un bloque de preguntas, un bloque de reglas y un bloque de respuestas; un motor



de inferencia y una interfaz del usuario.; tal como se muestra en el ejemplo siguiente:

Figura 1: (Estructura de los módulos)

/*Bloque de preguntas*/

pregunta1('¿El paciente ha tenido una caída > 6m (niños > 3m)?').

pregunta1('¿El paciente ha tenido una caída > 6m (niños > 3m)?','si','pregunta2').

pregunta1('¿El paciente ha tenido una caída > 6m (niños > 3m)?','no','pregunta2').

pregunta2('¿El paciente ha sufrido un atropello de auto caminando o en bicicleta > 32km/h?').

pregunta2('¿El paciente ha sufrido un atropello de auto caminando o en bicicleta > 32km/h?','si','pregunta3').

pregunta2('¿El paciente ha sufrido un atropello de auto caminando o en bicicleta > 32km/h?','no','pregunta3').

pregunta3('¿El paciente es un peatón expedito o atropellado?').

pregunta3('¿El paciente es un peatón expedito o atropellado?','si','pregunta4').

pregunta3('¿El paciente es un peatón expedito o atropellado?','no','pregunta4').

pregunta4('¿El paciente ha sufrido una colisión de coche > 70km/h?').

pregunta4('¿El paciente ha sufrido una colisión de coche > 70km/h?','si','pregunta5').

pregunta4('¿El paciente ha sufrido una colisión de coche > 70km/h?','no','pregunta5').

pregunta5('¿El paciente sufrido una eyección del vehículo?').

pregunta5('¿El paciente sufrido una eyección del vehículo?','si','pregunta6').

pregunta5('¿El paciente sufrido una eyección del vehículo?','no','pregunta6').

pregunta6('¿El paciente tiene el acompañante muerto?').

pregunta6('¿El paciente tiene el acompañante muerto?','si','pregunta7').

pregunta6('¿El paciente tiene el acompañante muerto?','no','pregunta7').

pregunta7('¿El paciente tiene tiempo de rescate > 20 minutos?').
pregunta7('¿El paciente tiene tiempo de rescate > 20 minutos?','si','pregunta8').
pregunta7('¿El paciente tiene tiempo de rescate > 20 minutos?','no','pregunta8').

pregunta8('¿El paciente ha sufrido un volcamiento?').
pregunta8('¿El paciente ha sufrido un volcamiento?','si','pregunta9').
pregunta8('¿El paciente ha sufrido un volcamiento?','no','pregunta9').

pregunta9('¿El automóvil ha sufrido una deformación > 50cm?').
pregunta9('¿El automóvil ha sufrido una deformación > 50cm?','si','pregunta10').
pregunta9('¿El automóvil ha sufrido una deformación > 50cm?','no','pregunta10').

pregunta10('¿El automóvil presenta una intrusión > 30cm?').
pregunta10('¿El automóvil presenta una intrusión > 30cm?','si','pregunta11').
pregunta10('¿El automóvil presenta una intrusión > 30cm?','no','pregunta11').

pregunta11('¿Llevaba el paciente el dispositivo de seguridad?').
pregunta11('¿Llevaba el paciente el dispositivo de seguridad?','si','pregunta12').
pregunta11('¿Llevaba el paciente el dispositivo de seguridad?','no','pregunta12').

pregunta12('¿El paciente ha sufrido una colisión con una moto > 32km/h o separación del conductor?').
pregunta12('¿El paciente ha sufrido una colisión con una moto > 32km/h o separación del conductor?','si','pregunta13').
pregunta12('¿El paciente ha sufrido una colisión con una moto > 32km/h o separación del conductor?','no','pregunta13').

pregunta13('¿El tiempo de extracción > 20 minutos?').
pregunta13('¿El tiempo de extracción > 20 minutos?','si','pregunta14').
pregunta13('¿El tiempo de extracción > 20 minutos?','no','pregunta14').

pregunta14('¿Tuvo el paciente un accidente de motocicleta a más de 30 km/h o con separación del conductor y la motocicleta?').

pregunta14('¿Tuvo el paciente un accidente de motocicleta a más de 30 km/h o con separación del conductor y la motocicleta?', 'si', 'pregunta15').

pregunta14('¿Tuvo el paciente un accidente de motocicleta a más de 30 km/h o con separación del conductor y la motocicleta?', 'no', 'pregunta15').

pregunta15('¿Hubo lanzamiento del peatón o atropello a más de 8 km/h?').

pregunta15('¿Hubo lanzamiento del peatón o atropello a más de 8 km/h?', 'si', 'pregunta16').

pregunta15('¿Hubo lanzamiento del peatón o atropello a más de 8 km/h?', 'no', 'pregunta16').

pregunta16('¿El paciente ha sufrido vuelco o choque de automóvil a alta velocidad (velocidad > 65 km/h, deformidad del vehículo > 50 cm, invasión del compartimento del pasajero > 30 cm)?').

pregunta16('¿El paciente ha sufrido vuelco o choque de automóvil a alta velocidad (velocidad > 65 km/h, deformidad del vehículo > 50 cm, invasión del compartimento del pasajero > 30 cm)?', 'si', '-').

pregunta16('¿El paciente ha sufrido vuelco o choque de automóvil a alta velocidad (velocidad > 65 km/h, deformidad del vehículo > 50 cm, invasión del compartimento del pasajero > 30 cm)?', 'no', '-').

pregunta3('¿El paciente presenta frecuencia respiratoria (FR) < 10 o > 29 x' ?', 'no', 'pregunta4').

pregunta4('¿El paciente presenta un puntaje de trauma revisado (RTS) < 11?').

pregunta4('¿El paciente presenta un puntaje de trauma revisado (RTS) < 11?', 'si', '-').

pregunta4('¿El paciente presenta un puntaje de trauma revisado (RTS) < 11?', 'no', '-').

/*Bloque de casos*/

diagnostico1(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P) :- 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', N = 'true', O = 'true', P = 'true'.

diagnostico13(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P) :- A \= 'null',B \= 'null', C \= 'null', D \= 'null', E \= 'null', F \= 'null', G \= 'null', H \= 'null', I \= 'null', J\= 'null', K \= 'null', L = 'true',M \= 'null',N \= 'null', O \= 'null', P \= 'null'.

diagnostico14(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P) :- A \= 'null',B \= 'null', C \= 'null', D \= 'null', E \= 'null', F \= 'null', G \= 'null', H \= 'null', I \= 'null', J \= 'null', K \= 'null', L \= 'null',M = 'true',N \= 'null', O \= 'null', P \= 'null'.

diagnostico15(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P) :- A \= 'null',B \= 'null', C \= 'null', D \= 'null', E \= 'null', F \= 'null', G \= 'null', H \= 'null', I \= 'null', J \= 'null', K \= 'null', L \= 'null',M \= 'null',N = 'true', O \= 'null', P \= 'null'.

diagnostico16(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P) :- A \= 'null',B \= 'null', C \= 'null', D \= 'null', E \= 'null', F \= 'null', G \= 'null', H \= 'null', I \= 'null', J \= 'null', K \= 'null', L \= 'null',M \= 'null',N \= 'null', O = 'true', P \= 'null'.

diagnostico17(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P) :- A \= 'null',B \= 'null', C \= 'null', D \= 'null', E \= 'null', F \= 'null', G \= 'null', H \= 'null', I \= 'null', J \= 'null', K \= 'null', L \= 'null',M \= 'null',N \= 'null', O\= 'null', P = 'true'.

/*Bloque de respuestas*/

respuesta1('Analizando los resultados del diagnóstico llevado a cabo, no se ha podido llegar a una clasificación del mecanismo de acción o lesional, ya que existen datos redundantes.',",").

respuesta2('El paciente muestra un trauma complejo de mecanismo de acción o lesional.',",").

no_diagnóstico ('No se puede concluir ningún diagnóstico del paciente, porque no se cuenta con los argumentos necesarios para hacer una identificación del mecanismo de acción o lesional.',",").

Diálogos del sistema.

Cada módulo comienza con una pregunta del sistema para que el médico responda, en dependencia de la respuesta SEITTC sigue un camino u otro en el árbol de soluciones posibles. El diálogo continúa hasta que el sistema sea capaz de concluir una clasificación o indicando que no pudo clasificar.

Diálogo del módulo Mecanismo lesional:

P: ¿El paciente ha tenido una caída > 6m (niños > 3m)?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente ha sufrido un atropello de auto caminando o en bicicleta > 32km/h?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente es un peatón expedito o atropellado?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente ha sufrido una colisión de coche > 70km/h?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente sufrido una eyección del vehículo?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente tiene el acompañante muerto?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente tiene tiempo de rescate > 20 minutos?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente ha sufrido un volcamiento?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El automóvil ha sufrido una deformación > 50cm?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El automóvil presenta una intrusión > 30cm?

R: Respuesta del médico.

P: ¿Llevaba el paciente el dispositivo de seguridad?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente ha sufrido una colisión con una moto > 32km/h o separación del conductor?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El tiempo de extracción > 20 minutos?

R: Respuesta del médico.

P: ¿Tuvo el paciente un accidente de motocicleta a más de 30 km/h o con separación del conductor y la motocicleta?

R: Respuesta del médico.

P: ¿Hubo lanzamiento del peatón o atropello a más de 8 km/h?

R: Respuesta del médico.

P: ¿El paciente ha sufrido vuelco o choque de automóvil a alta velocidad (velocidad > 65 km/h, deformidad del vehículo > 50 cm, invasión del compartimento del pasajero > 30 cm)?

R: Respuesta del médico.

Diagrama de Caso de Uso del Sistema.

El modelo de casos de uso permitió al desarrollador del sistema y a los clientes que llegaran a un acuerdo sobre las condiciones y posibilidades que debe tener el sistema. Este diagrama se muestra en la figura a continuación:



Descripción de los Casos de Uso.

Caso de Uso: Consultar Criterios Fisiológicos.

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

Propósito: Solicitar ayuda al sistema para identificar a un paciente con trauma de criterios fisiológicos o signos vitales

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar el sistema para identificar a un paciente con trauma complejo. Primeramente, el médico no especialista deberá comenzar su consulta con el módulo de criterios fisiológicos, donde el sistema le realizará

preguntas al médico no especialista y tomando las respuestas en consideración, hace la posible identificación. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra una posible identificación o no del trauma complejo.

Pre-condiciones: El médico no especialista debe conocer los síntomas que muestra el paciente.

Pos-condiciones: Que el sistema haga una posible identificación.

Prototipo:

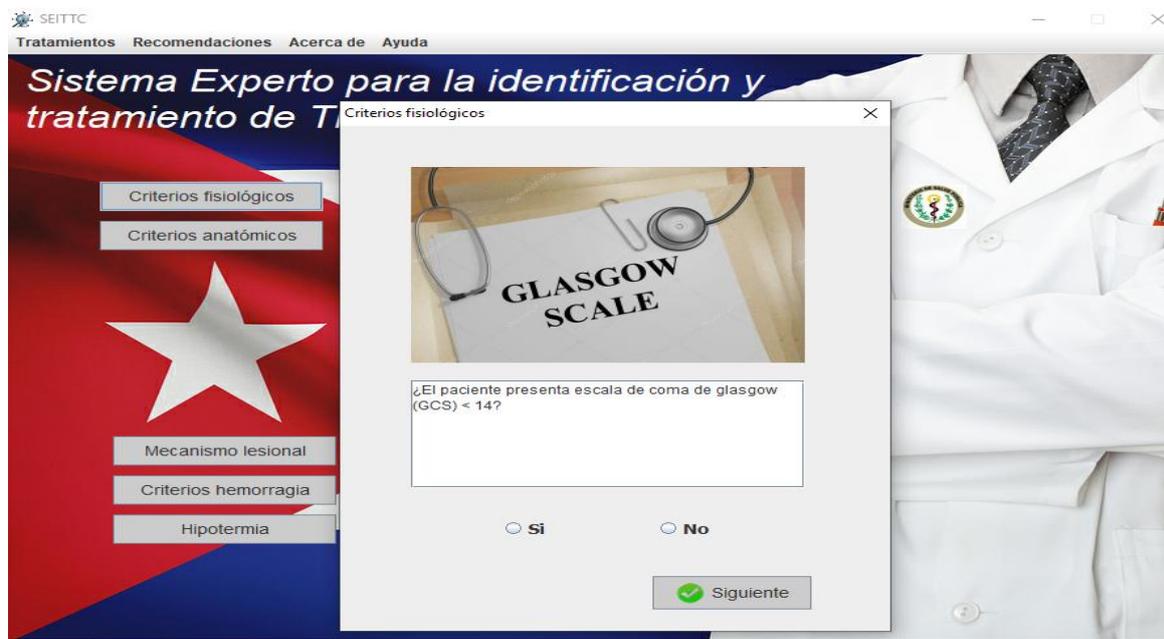


Tabla 1: Caso de Consultar Criterios fisiológicos.

Caso de Uso: Consultar Criterios Anatómicos.

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

Propósito: Solicitar ayuda al sistema para identificar a un paciente con trauma de criterios anatómicos.

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar el sistema para identificar a un paciente con trauma complejo. Primeramente, el médico no especialista deberá comenzar su consulta con el módulo de criterios anatómicos, donde el sistema le realizará preguntas al médico no especialista y tomando las respuestas en consideración, hace la posible identificación. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra una posible identificación o no del trauma complejo.

Pre-condiciones: El médico no especialista debe conocer los síntomas que muestra el paciente.

Pos-condiciones: Que el sistema haga una posible identificación.

Prototipo:

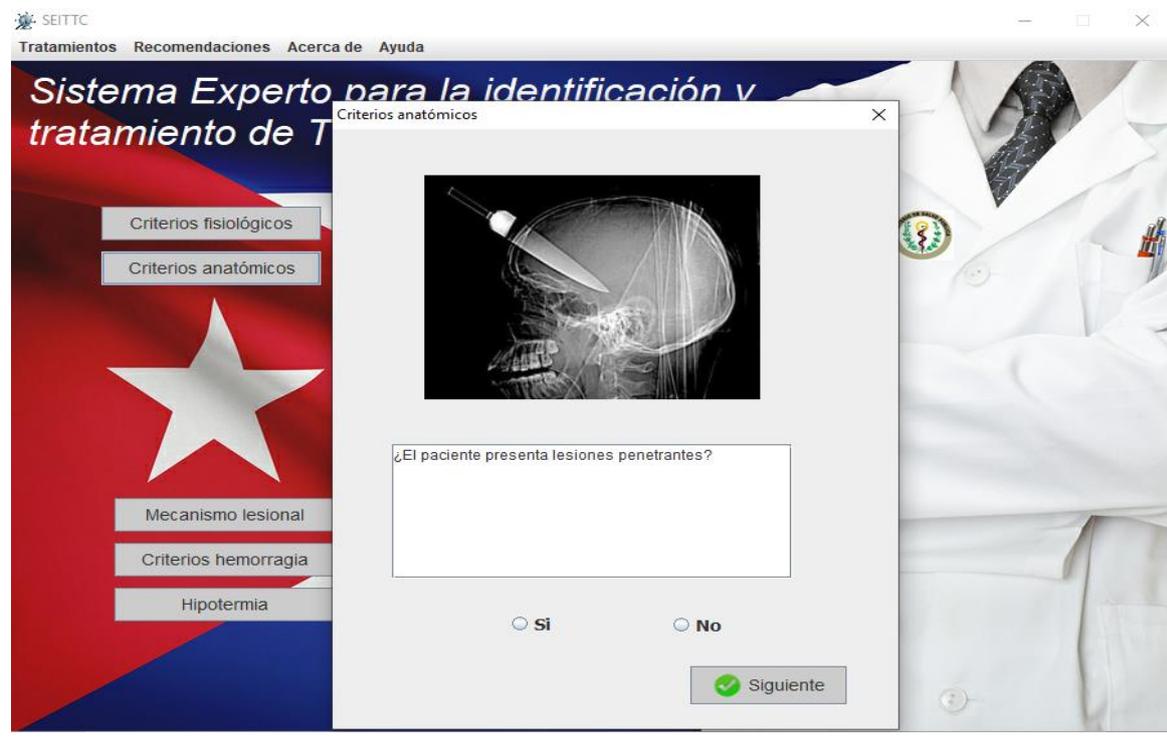


Tabla 2: Caso de Consultar Criterios anatómicos.

Caso de Uso: Consultar Mecanismo lesional.

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

Propósito: Solicitar ayuda al sistema para identificar a un paciente con trauma de mecanismo lesional.

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar el sistema para identificar a un paciente con trauma complejo. Primeramente, el médico no especialista deberá comenzar su consulta con el módulo de mecanismo lesional, donde el sistema le realizará preguntas al médico no especialista y tomando las respuestas en consideración, hace la posible identificación. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra una posible identificación o no del trauma complejo.

Pre-condiciones: El médico no especialista debe conocer los síntomas que muestra el paciente.

Pos-condiciones: Que el sistema haga una posible identificación.

Prototipo:



Tabla 3: Caso de Consultar Mecanismo lesional.

Caso de Uso: Acerca de...

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

Propósito: Solicitar ayuda al sistema para conocer de manera más explícita lo que es el trauma complejo.

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar el sistema para conocer que es el trauma complejo, algunas de sus características, consecuencias que trae consigo al hombre y tratamientos existentes. El sistema muestra los datos referentes a los que el médico hizo indicación y el caso de uso finaliza cuando el médico logra percibir las generalidades existentes acerca del trauma complejo.

Pre-condiciones: El médico debe conocer que es el trauma complejo.

Pos-condiciones: Que el sistema muestre los datos referentes a los que el médico hizo indicación.

Prototipo:

¿Qué es el trauma complejo?

¿Qué es el trauma complejo?



*Paciente que haya recibido o autoinfligido un trauma, cuya severidad puede poner en peligro su vida, aun con traumatismos de una sola región del cuerpo, o con múltiples lesiones traumáticas, periféricas, viscerales o mixtas que entrañen una repercusión circulatoria, que tienen una gravedad progresiva y compromete seriamente las funciones vitales, con una respuesta fisiológica estandarizada (signos de hipoperfusión, trastornos de conciencia, hipoxia, coagulopatía, acidosis, hipotermia). Grado de Recomendación: D



Atras

Tabla 4: Caso de Consultar Mecanismo lesional.

2.5 Conclusiones parciales.

Durante el desarrollo del presente capítulo se confirmó que el uso del método clásico, la metodología descrita por Dr.C 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 para la creación de la base de conocimientos. La misma junto al lenguaje unificado de modelado, permitió llevar a cabo el diseño del sistema experto. La combinación de las tecnologías seleccionadas demostró que juntas pueden ser utilizadas para la creación de un sistema experto que permita la identificación del trauma complejo

Capítulo 3: Descripción y validación de SEITTC.

En este capítulo se describe la implementación la interfaz gráfica del sistema y además se explican los requerimientos de hardware y software para lograr un rendimiento óptimo del SE, así como los resultados que se obtuvieron al aplicar las pruebas de caja negra a SEITTC y 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.

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.

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. La clase `Queryx` de la biblioteca facilita el uso de SWI-Prolog con Java, la cual implementa las llamadas a la biblioteca, así como el acceso a otros tipos de datos necesarios.

Para desarrollar la interfaz visual se utilizó NetBeans 8.2 por ser un entorno de desarrollo rápido de aplicaciones. En SWI-Prolog se genera un fichero `.pl`, pero este no se utiliza para consultar la base de conocimiento, para esta acción se necesita que el fichero tenga la extensión `.pro`, que se obtiene con solo cambiarle la extensión al fichero `.pl`.

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, cuyo propósito es facilitar su uso y comprensión manteniendo pautas estéticas y agradables. El logo de la institución para la cual se realizó el sistema estará ubicado en la parte superior derecha de la pantalla principal. El diseño de la interfaz es muy simple para el usuario y con buena resolución.

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

Para el desarrollo de la interfaz gráfica se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- La resolución óptima para la cual está diseñada la aplicación es de 905 x 650px. 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.

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 de escritorio, 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 SEIT-Traumias Complejos.

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 12 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.

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 siguiendo las pautas trazadas para el diseño del SE. A todos los JTextArea se les habilitó la opción lineWrap para darle la longitud deseada a las oraciones, buscando elegancia y organización.

El uso de íconos, 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 implementa la interfaz 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, pues resulta muy cómoda y eficiente esta alternativa.

La clase JButton tiene la funcionalidad de crear un botón visible dentro de una aplicación de interfaz gráfica de usuario en Java. El JButton permite a los programadores definir 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.

El evento actionPerformed es el más utilizado en el SE. Para manipular este evento en los botones de la aplicación se implementa un oyente (*listener*) para responder a la acción del usuario de presionar el botón, realizando la acción que debería ocurrir. Cuando ocurre el evento actionPerformed la aplicación llama al método void actionPerformed (ActionEvent) que es el que realiza la acción justo después de que el usuario presione el botón.

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

Software necesario:

- SWI Prolog 7.2.3
- NetBeans IDE 8.2
- JDK 8

- 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
3. Incorporar al proyecto la biblioteca jpl.jar ubicada en: C:\Program Files\pl\lib\jpl.jar
4. Agregar a la variable de entorno "path" la ruta del directorio bin del SWI situado en: C:\Program Files\pl\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\jdk1.8.0_102\bin; *
- b. C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_102\lib\tools.jar; *
- c. C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_102\jre\lib\rt.jar; *
- d. C:\Program Files\pl\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 TuneUpUtilities.
3. Reiniciar la máquina.

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

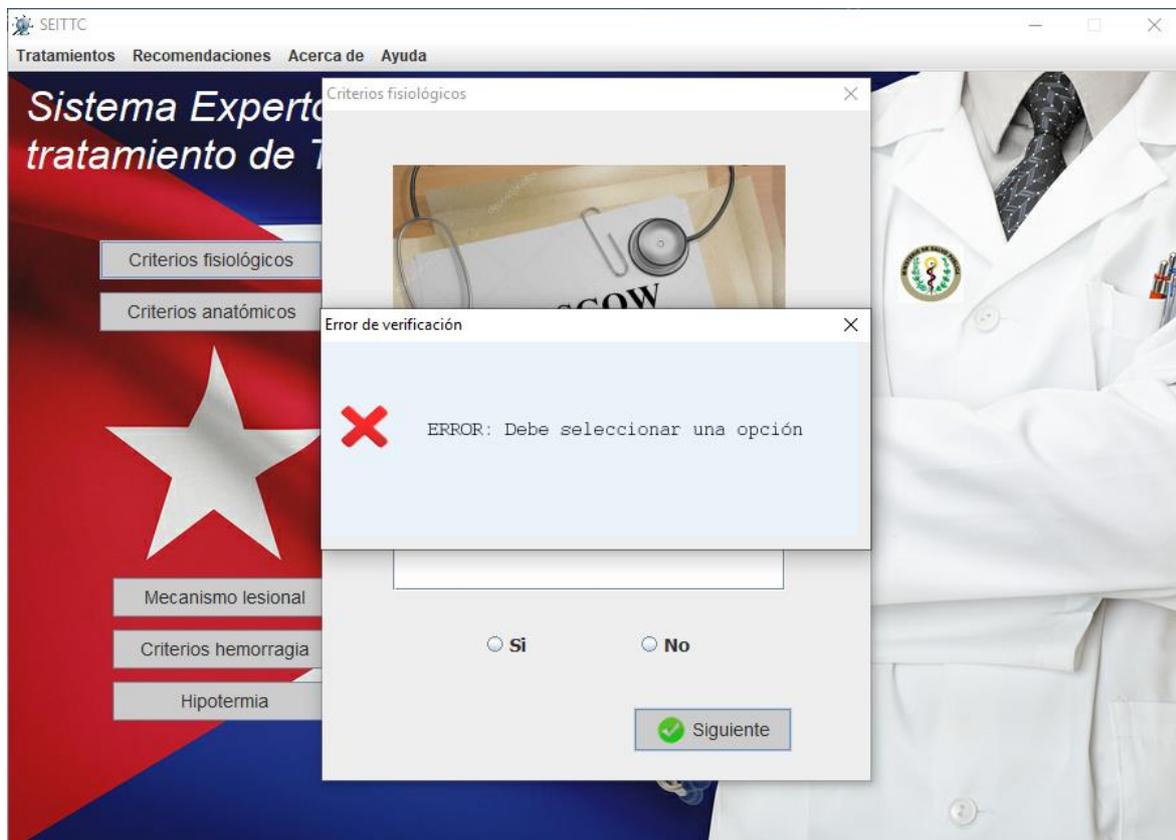
Tratamiento de excepciones

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, muy utilizados en SEIT-Traumas Complejos. Por ejemplo, para el trabajo con los botones de opción siempre aparece uno seleccionado por defecto, obligando al usuario a cambiar la opción o mantenerla, pero de ninguna manera dejar de seleccionar, los JButtonGroup fueron de gran utilidad. De esta forma el usuario selecciona entre opciones predefinidas, pero no puede dejarse en blanco, es decir, se tienen que introducir respuestas para continuar la interacción con la aplicación.

En cada uno de estos casos se le muestra un mensaje lo más claramente posible al usuario, informándole acerca de lo que acaba de ocurrir, o sea por qué surgió el error.



3.2 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 512 MB de memoria RAM.
- La instalación básica necesita de 21 MB de espacio disponible en disco más 150 MB para la instalación del JAVA®-RunTimeEnvironment (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, 8 o 10 (x86, x64).
- Sistema Operativo Windows XP, 2003, Vista (x86, x64), Windows 7, 8 o 10 (x86, x64) o 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 8 update 102.
- SWI-Prolog, versión 7.2.3

3.2.1 Facilidades que brinda al usuario.

El software SEITTC 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

SEIT- Traumas Complejos posee una ventana principal la cual se muestra al iniciar la aplicación, esta ventana persigue el objetivo de hacer la interacción más personalizada. La segunda Fig., muestra una barra menú donde se encuentran agrupadas las opciones que se le brinda al usuario y seguido a ello las diferentes opciones de consulta que manifiesta el sistema según el paciente.



Figura 2: Pantalla principal del software.

3.2.2 Menús.

Varias de las tareas que ofrece SEIT-Traumas Complejos se inician a través de las opciones de la barra de menú. En la ventana se muestran las siguientes opciones de la barra de menú.

- Menú “Acerca de”

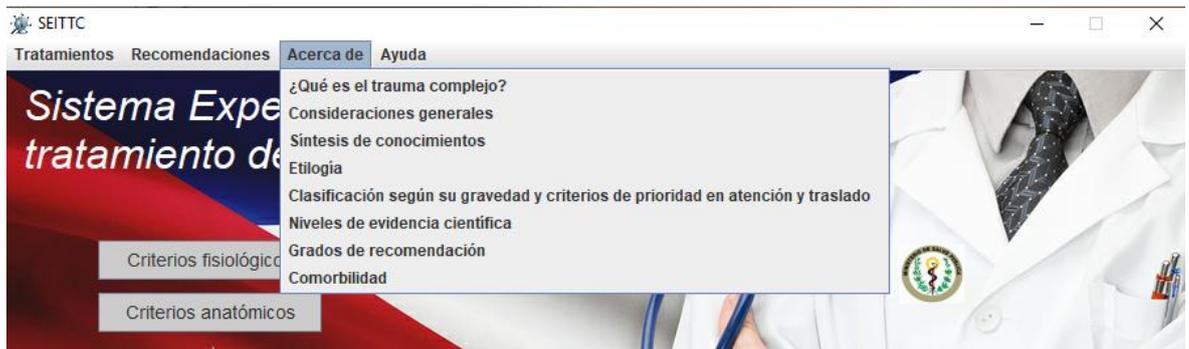


Figura 3: Menú Acerca de.

- “¿Qué es el trauma complejo?”: abre una ventana donde le permite al no especialista ver información referente acerca de dicha enfermedad.
 - “Consideraciones generales”: abre una ventana donde le permite al no especialista conocer nuevos conceptos que han surgido y como aplicarlos.
 - “Síntesis de conocimientos”: abre una ventana donde le ofrece alno especialista información referente sobre la epidemiología clínica y las preguntas clínicas que se realizan.
 - “Etiología”: abre una ventana donde le proyecta a la no especialista información referente sobre lo que es un mecanismo de lesión y la clasificación del trauma según su categoría.
 - “Clasificación según su gravedad y criterios de prioridad en atención y traslado”: abre una ventana donde le permite al no especialista conocer los tipos de clasificación que existen y los criterios de prioridad en atención y traslado.
 - “Niveles de evidencia científica”: abre una ventana donde le ofrece al médico no especialista información referente a los niveles de recomendación para así conocer el grado de recomendación del texto citado.
- Menú “Recomendaciones”



Figura 4: Menú Recomendaciones.

- “Predicción clínica”: abre una ventana donde le brinda al no especialista toda la información referente acerca de este tipo de recomendación.
- “Relación al tratamiento”: abre una ventana donde le brinda al no especialista toda la información referente acerca de este tipo de recomendación.

➤ Menú “Ayuda”



Figura 5: Menú Ayuda.

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

3.3 Pruebas.

La última fase de la metodología de Mateo Lezcano Brito contempla la realización de pruebas al sistema. Durante el desarrollo de SEIT-Traumas Complejos 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 sistema informático y se integran dentro de las diferentes fases de desarrollo de software. Así se ejecuta un programa y mediante técnicas experimentales se trata de descubrir que errores tiene. El proceso de prueba es clave a la hora de detectar errores o fallas durante el proceso de desarrollo del software.

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. Existen diversos tipos de pruebas entre las que se cuentan:

- Pruebas unitarias
- Pruebas funcionales
- Pruebas de integración
- Pruebas de carga
- Pruebas de caja blanca (sistemas)
- Pruebas de caja negra (sistemas)
- Pruebas de aceptación
- Pruebas concurrentes
- Pruebas de regresión
- Pruebas modulares

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» (Jústiz-Núñez, Gómez-Suárez, & Delgado-Dapena, 2014).

Para probar el funcionamiento del SE 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 (Jústiz-Núñez, Gómez-Suárez, & Delgado-Dapena, 2014):

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 SEIT-Traumias Complejos

La planificación de pruebas para validar el SE propuesto se expone en la Tabla 3.

1.

Tipo de Prueba	Procedimiento de prueba	Caso de uso asociados	Objetivo
Prueba de Caja Negra	Validar Criterios fisiológicos	Identificación según Criterios fisiológicos.	Delimitar errores de interfaz.

Prueba de Caja Negra	Validar Criterios anatómicos.	Identificación según Criterios anatómicos.	Delimitar errores de interfaz.
Prueba de Caja Negra	Validar Mecanismo lesional.	Identificación Mecanismos lesional.	Delimitar errores de interfaz.
Prueba de Caja Negra	Validar Criterios hemorragia.	Clasificación según Criterios hemorragia.	Delimitar errores de interfaz.
Prueba de Caja Negra	Validar Hipotermia.	Clasificación según Hipotermia.	Delimitar errores de interfaz.

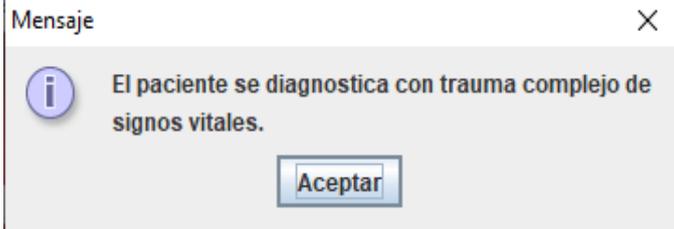
Tabla 2. Planificación de Pruebas para SEICCP-no Melanoma.

Procedimiento de Pruebas

- 1- Validar Criterios fisiológicos (Caso de uso asociado: Identificación según Criterios fisiológicos).
 - 1) Seleccione en la ventana principal la opción “Criterios fisiológicos”.
 - 2) En la ventana “Criterios fisiológicos” introduzca las respuestas a las preguntas del sistema:
 - a) Introduzca datos incompletos o erróneos.
 - b) Introduzca los datos correctamente.
- 2- Validar Criterios anatómicos (Caso de uso asociado: Identificación según Criterios anatómicos).
 - 1) Seleccione en la ventana principal la opción “Criterios anatómicos”.
 - 2) En la ventana “Criterios anatómicos” introduzca las respuestas a las preguntas del sistema:
 - a) Introduzca datos incompletos o erróneos.
 - b) Introduzca los datos correctamente.
- 3- Validar Mecanismo lesional (Caso de uso asociado: Identificación Mecanismo lesional).
 - 1) Seleccione en la ventana principal la opción “Mecanismo lesional”.
 - 2) En la ventana “Mecanismo lesional” introduzca las respuestas a las preguntas del sistema:
 - a) Introduzca datos incompletos o erróneos.

- b) Introduzca los datos correctamente.
- 4- Validar Criterios hemorragia (Caso de uso asociado: Clasificación Criterios hemorragia).
 - 1) Seleccione en la ventana principal la opción “Criterios hemorragia”.
 - 2) En la ventana “Criterios hemorragia” introduzca las respuestas a las preguntas del sistema:
 - a) Introduzca datos incompletos o erróneos.
 - b) Introduzca los datos correctamente.
- 5- Validar Hipotermia (Caso de uso asociado: Clasificación según Hipotermia).
 - 1) Seleccione en la ventana principal la opción “Hipotermia”.
 - 2) En la ventana “Hipotermia” introduzca las respuestas a las preguntas del sistema:
 - a) Introduzca datos incompletos o erróneos.
 - b) Introduzca los datos correctamente.

Casos de Prueba

Caso de uso	Identificación según Criterios fisiológicos
Caso de prueba	Validar Criterios fisiológicos
Entrada	En la ventana “Criterios fisiológicos” se introducen las respuestas a las preguntas que hace el sistema referente a los agentes que presenta el paciente.
Resultado esperado	<p>a) El sistema muestra el siguiente mensaje.</p>  <p>b) El sistema muestra uno de los siguientes mensajes.</p> 

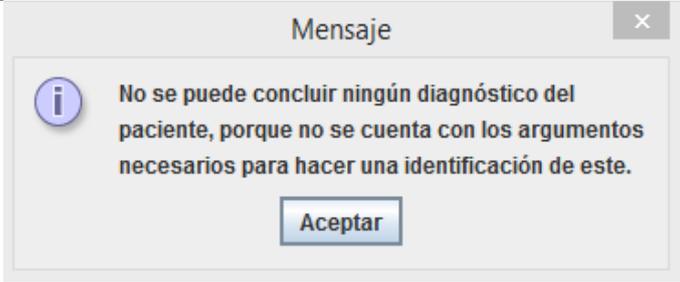
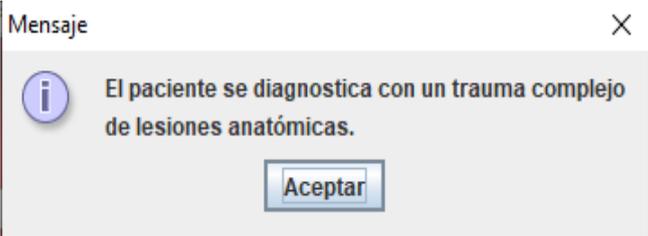
	
Resultado de la prueba	Al introducir los datos de entrada y ejecutar el método, el resultado de la prueba fue el esperado lo que indica que el caso de uso se ejecutó correctamente.

Tabla 3. Caso de prueba Validar consultar Criterios fisiológicos.

Caso de uso	Identificación según Criterios anatómicos
Caso de prueba	Validar consulta Criterios anatómicos
Entrada	En la ventana “Criterios anatómicos” se introducen las respuestas a las preguntas que hace el sistema referente a los agentes que presenta el paciente.
Resultado esperado	<p>a) El sistema muestra el siguiente mensaje.</p>  <p>b) El sistema muestra uno de los siguientes mensajes.</p> 

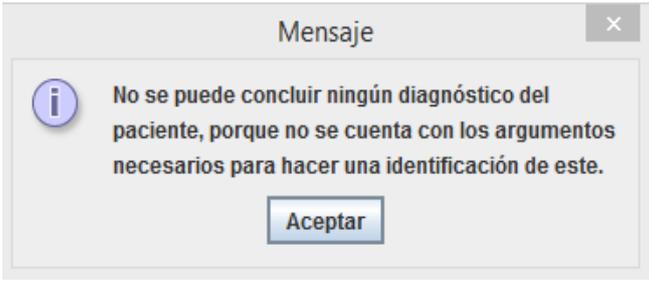
	
Resultado de la prueba	Al introducir los datos de entrada y ejecutar el método, el resultado de la prueba fue el esperado lo que indica que el caso de uso se ejecutó correctamente.

Tabla 4. Caso de prueba Validar consultar Criterios anatómicos.

Caso de uso	Identificación Mecanismo lesional
Caso de prueba	Validar consulta Mecanismo lesional
Entrada	En la ventana “Mecanismo lesional” se introducen las respuestas a las preguntas que hace el sistema referente a los agentes que presenta el paciente.
Resultado esperado	<p>a) El sistema muestra el siguiente mensaje.</p>  <p>b) El sistema muestra uno de los siguientes mensajes.</p>

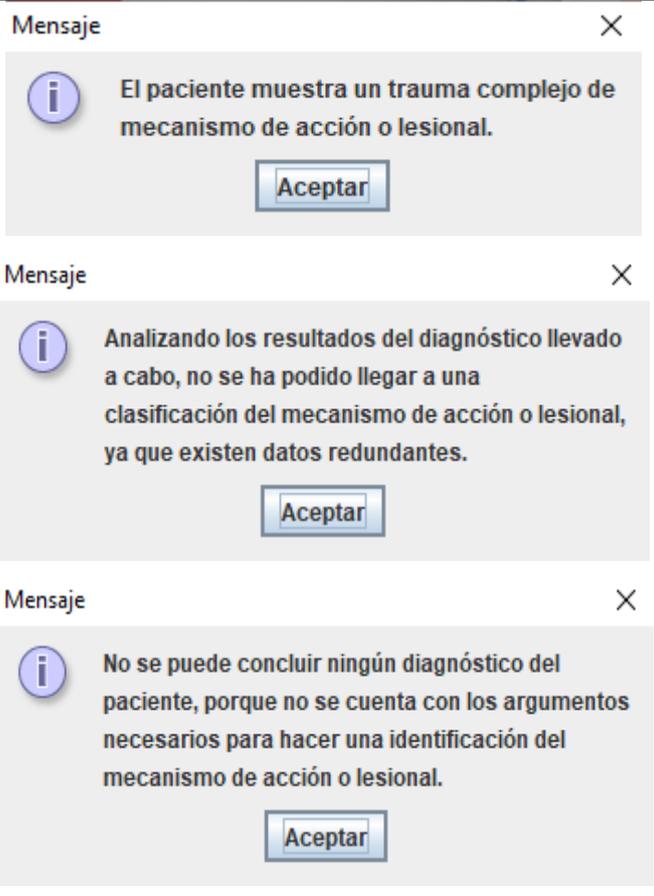
	
Resultado de la prueba	Al introducir los datos de entrada y ejecutar el método, el resultado de la prueba fue el esperado lo que indica que el caso de uso se ejecutó correctamente.

Tabla 5. Caso de prueba Validar consultar Mecanismo lesional.

Caso de uso	Clasificación según Criterios hemorragia
Caso de prueba	Validar consultar Criterios hemorragia
Entrada	En la ventana “Criterios hemorragia” se introducen las respuestas a las preguntas que hace el sistema referente a los agentes que presenta el paciente.

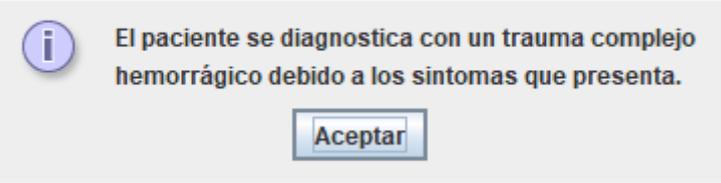
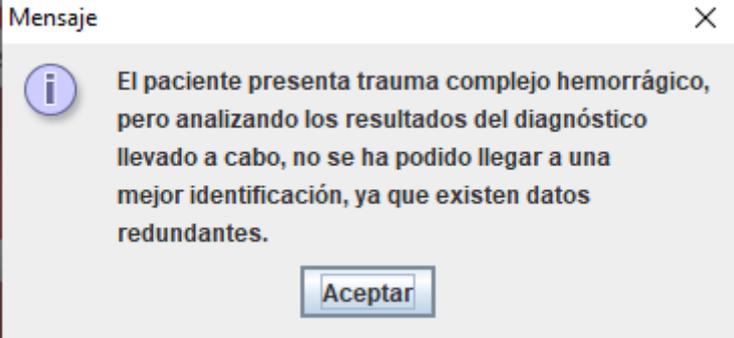
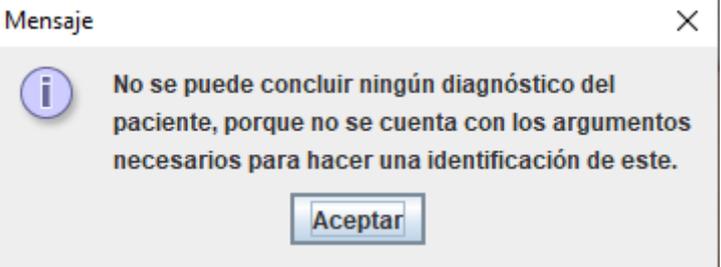
<p>Resultado esperado</p>	<p>a) El sistema muestra el siguiente mensaje.</p>  <p>b) El sistema muestra uno de los siguientes mensajes.</p> <p>Mensaje ×</p>  <p>Mensaje ×</p>  <p>Mensaje ×</p> 
<p>Resultado de la prueba</p>	<p>Al introducir los datos de entrada y ejecutar el método, el resultado de la prueba fue el esperado lo que indica que el caso de uso se ejecutó correctamente.</p>

Tabla 6. Caso de prueba Validar consultar Criterios hemorragia.

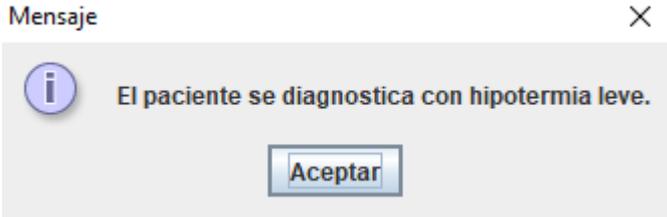
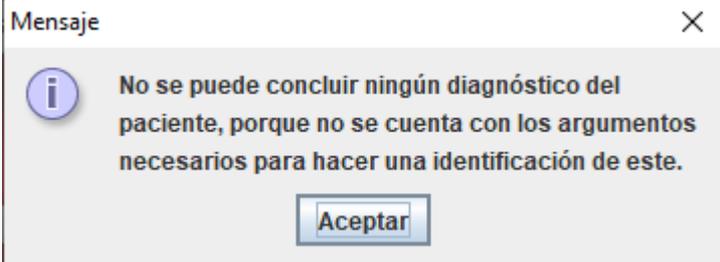
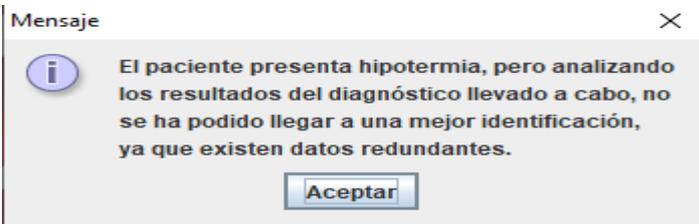
Caso de uso	Clasificación según Hipotermia
Caso de prueba	Validar consultar Hipotermia
Entrada	En la ventana “Hipotermia” se introducen las respuestas a las preguntas que hace el sistema referente a los agentes que presenta el paciente.
Resultado esperado	<p>a) El sistema muestra el siguiente mensaje.</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 7. Caso de prueba Validar consultar Hipotermia.

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 funcionalidades 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. También muestra una breve descripción de como instalarlo, así como los requisitos de software y hardware para su funcionamiento.

Conclusiones Parciales

En el presente capítulo se describieron detalles de la implementación del SE. Igualmente se mostraron los requerimientos de hardware y software para lograr un provecho óptimo del SE, así como las facilidades desde el punto de vista que propone el mismo.

La aplicación de las pruebas de caja negra perfeccionó la validación del sistema experto planteado permitiendo detectar errores en su interfaz lo cual probó el correcto funcionamiento del mismo y su calidad.

Conclusiones

Durante la investigación se realizó una caracterización del proceso de identificación y tratamiento del Trauma Complejo y de las tecnologías y herramientas informáticas disponibles para ello. Esto permitió llegar a la conclusión de que un sistema experto era pertinente debido a las características del problema.

Se diseñó e implementó un sistema experto denominado SEIT-Traumas Complejos, que permite realizar la identificación y mencionar tratamiento de Traumas Complejos, para esto se siguió la metodología de Mateo Lezcano Brito. De esta forma se logró un sistema inteligente en el que se utilizaron las reglas de producción para la representación del conocimiento de los expertos, logrando una base de conocimiento amplia y apropiada para la solución del problema.

La implementación de la interfaz de usuario y su comunicación con la base de conocimiento permitió obtener un SE para contribuir en el proceso de identificación y tratamiento de Traumas Complejos en el Hospital Provincial Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus. Asimismo, la realización de las pruebas de caja negra permitió validar el correcto funcionamiento del SE propuesto.

Recomendaciones

- Incluir en SEIT-Traumas Complejos la capacidad de ofrecerle al paciente el tratamiento adecuado teniendo en cuenta el tipo de trauma.
- Profundizar en la búsqueda de información sobre la enfermedad, que aún se está investigando, e incluirlas al sistema experto.

Bibliografía

Alberdi, F., García, I., Atutxa, L., & Zabarte, M. (2014). Epidemiología del trauma grave.

Aplicación en salud de Sistemas Expertos. (2012, noviembre 23). Recuperado el 22 de mayo de 2019, de Aplicación en salud de Sistemas Expertos ~ Inteligencia Artificial website: <http://stellaeve21.blogspot.com/2012/11/aplicacion-en-salud.html>

Ball, C. G. (2015). Damage control surgery. *Current Opinion in Critical Care*, 21(6), 538. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000252>

CÁ Emrich Yopez. (2015a). Escala de CRAMS como predictor de abdomen agudo quirúrgico en traumatismo abdominal cerrado. *Servicio autónomo Hospital Central de Maracay, Marzo-Agosto*.

Cabanillas, Y. S.-C., & Caceres, V. A. S. (2012). Pronóstico de sobrevida en pacientes politraumatizados ingresados a emergencia de un hospital público utilizando tres scores internacionales. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 5(1), 16–20.

Carrillo-Esper, R., & Peña-Pérez, C. A. (2015). *Definiciones y abordaje de la hemorragia crítica*. 6.

Cirocchi, R., Montedori, A., Farinella, E., Bonacini, I., Tagliabue, L., & Abraha, I. (2013). Damage control surgery for abdominal trauma. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD007438. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007438.pub3>

Crespo Garcia, J. V., Raquel M, R., & García Rueda, J. J. (2012). *Inteligencia en redes de comunicación 3. Sistemas Basados en Conocimiento*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.

- De Waele, J. J., & Vermassen, F. E. G. (2002). Coagulopathy, hypothermia and acidosis in trauma patients: the rationale for damage control surgery. *Acta Chirurgica Belgica*, 102(5), 313–316.
- Durkin, J. (1994a). *Expert systems design and development*. London: Prentice-Hall.
- Francisco Leal, Óscar García, & Pedroza Cabrera. (2011). *Sistemas Basado en Conocimiento: una alternativa poco explorada en psicología*. 9–15.
- Giraldo, F. L., Martínez, M. S., Narváez G, C., Pérez, Á. Y., Pérez, D. C., Torres, N. M., ... Jurado, J. C. (2014). *Epidemiología del Politraumatismo en Pacientes adultos en el Servicio de Urgencias del Hospital San Marcos de Chinchiná. Años 2004-2006*. Recuperado de <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/1532>
- Gómez Hernández, M. M., Morales Wong, M. M., González Ortega, J. M., & López Cuevas, Z. C. (2006). Cirugía de control de daños. *Revista Cubana de Cirugía*, 45(1), 0–0.
- González, U. P. (s/f). Revista 16 de abril. Revista estudiantil de las Ciencias Médicas de Cuba. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de <http://www.16deabril.sld.cu/rev/241/politraumatizado.html>
- González-Robledo, J., Martín-González, F., Moreno-García, M., Sánchez-Barba, M., & Sánchez-Hernández, F. (2015). Factores pronósticos relacionados con la mortalidad del paciente con trauma grave: desde la atención prehospitalaria hasta la Unidad de Cuidados Intensivos. *Medicina Intensiva*, 39(7), 412–421. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2014.06.004>
- Institute of Medicine (US) Committee to Advise the Public Health Service on Clinical Practice Guidelines. (1990). *Clinical Practice Guidelines: Directions for a*

New Program (M. J. Field & K. N. Lohr, Eds.). Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK235751/>

Inteligencia artificial (Spanish Edition) de John Haugeland: Siglo XXI Editores Mexico 9789682314117 Encuadernación de tapa blanda, 1ª Edición - SAMSA. (s/f). Recuperado el 3 de junio de 2019, de <https://www.iberlibro.com/primer-edicion/Inteligencia-artificial-Spanish-Edition-John-Haugeland/21029986103/bd>

J R CEM Ramos Vértiz. (2010a). *Epidemiología del Politraumatismo. Traumatismo ortopédico* (1ra ed.). Editorial Ergon.

Jansen, J. O., Thomas, R., Loudon, M. A., & Brooks, A. (2009). Damage control resuscitation for patients with major trauma. *BMJ*, 338, b1778. <https://doi.org/10.1136/bmj.b1778>

JL Kolodner. (2019, mayo 22). An introduction to case-based reasoning | SpringerLink. Recuperado el 22 de mayo de 2019, de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00155578>

La nueva ciencia de la mente : historia de la revolución cognitiva / Howard Gardner ; supervisión de la versión castellana de Aníbal Duarte; traducción de Leandro Wolfson. (s/f). Recuperado el 3 de junio de 2019, de [https://biblio.uade.edu.ar/client/es_ES/biblioteca/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD](https://biblio.uade.edu.ar/client/es_ES/biblioteca/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD)

Lapointe, L. A., & Von Rueden, K. T. (2002b). Coagulopathies in trauma patients. *AACN Clinical Issues*, 13(2), 192–203.

Lezcano, M. (1998). *Algunas Experiencias en la Utilización de Sistemas de EAC para la Enseñanza de la Inteligencia Artificial y.*

- Luis Carlos Torres Soler. (2015). *Representación del Conocimiento*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Maani, C. V., DeSocio, P. A., & Holcomb, J. B. (2009). Coagulopathy in trauma patients: what are the main influence factors? *Current Opinion in Anaesthesiology*, 22(2), 255–260.
<https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32832922be>
- Marco Quijada. (2019, mayo 22). Herramientas para el desarrollo de Sistemas Expertos: guía evaluativa - Monografias.com. Recuperado el 22 de mayo de 2019, de <https://www.monografias.com/trabajos88/herramientas-desarrollo-sistemas-expertos/herramientas-desarrollo-sistemas-expertos.shtml>
- Mariño, S. (2014). *Los Sistemas Expertos para apoyar la gestión inteligente del conocimiento*. Universidad Nacional del Nordeste.
- Mateo G Lezcano Brito, V. G. Valdés Pardo. (1998). *Algunas Experiencias en la utilización de sistemas de EAC para la enseñanza de la Inteligencia Artificial*. Santa Clara: Universidad Central de las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Mateo Lezcano Brito. (1995). *Prolog y los Sistemas Expertos*.
- MD, P. R., MD, T. C. C., MD, G. M. V., MD, G. S., Rosen, P., Chan, T., ... KT, C. (2001). *Atlas of Emergency Procedures*. St. Louis, Mo.; London: Mosby.
- Morales Navarro, D., & Vila Morales, D. (2015). Atención inicial al politraumatizado maxilofacial: evaluación, conducta terapéutica y prevención. *Revista Cubana de Estomatología*, 52(3), 92–104.
- Navarro Puerto, M. A., Ruiz Romero, F., Reyes Domínguez, A., Gutiérrez Ibarlucea, I., Hermosilla Gago, T., Alonso Ortiz del Río, C., ... Asúa Batarrita, J. (2005a). ¿Las guías que nos guían son fiables? Evaluación de las guías de práctica

clínica españolas. *Revista Clínica Española*, 205(11), 533–540.
[https://doi.org/10.1016/S0014-2565\(05\)72633-3](https://doi.org/10.1016/S0014-2565(05)72633-3)

Núñez, D. J., Gómez-Suárez, D., & Delgado-Dapena, M. D. (2014). PROCESO DE PRUEBAS PARA PRODUCTOS DE SOFTWARE EN UN LABORATORIO DE CALIDAD / TESTING PROCESS FOR SOFTWARE PRODUCTS AT A QUALITY LABORATORY. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 131–145.

Pape, H. C., Remmers, D., Rice, J., Ebisch, M., Krettek, C., & Tscherne, H. (2000b). Appraisal of early evaluation of blunt chest trauma: development of a standardized scoring system for initial clinical decision making. *The Journal of Trauma*, 49(3), 496–504.

Román, ; Crespo Garcia, Raquel M; García Rueda, José Jesus, Julio Villena, & Crespo Garcia. (2012). *Inteligencia en redes de comunicación 3. Sistemas Basados en Conocimiento*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.

Santos Fonseca, R. S., Casado Méndez, P. R., Méndez López, H. A., & Fonseca Sosa, F. K. (2018). Traumatismo hepático. Estudio de 5 años en el Hospital Provincial Celia Sánchez. *Gaceta Médica Espirituana*, 20(1), 18–27.

Soler, L. C. (2015). *Representación del Conocimiento*. Universidad Nacional de Colombia.

Soler Vaillant, R., & Alfonso León, E. (2011). *Análisis estadístico, gravedad y morbimortalidad en Traumatismos torácicos*. La Habana.

Stevens, L. (1985). *Artificial intelligence, the search for the perfect machine*. Hasbrouck Heights, N.J: Hayden Book Co.

Zepeda-Mendoza, A. D., & Carrillo-Esper, R. (2014a). Manejo de hemorragia crítica en cirugía de trauma. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 37(S2), 393–399.

Anexos

Anexo 1

Caso de Uso: Consultar Criterios hemorragia.

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

Propósito: Solicitar ayuda al sistema para identificar a un paciente con trauma de criterios de hemorragia.

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar el sistema para identificar a un paciente con trauma complejo. Primeramente, el médico no especialista deberá comenzar su consulta con el módulo de criterios de hemorragia, donde el sistema le realizará preguntas al médico no especialista y tomando las respuestas en consideración, hace la posible identificación. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra una posible identificación o no del trauma complejo.

Pre-condiciones: El médico no especialista debe conocer los síntomas que muestra el paciente.

Pos-condiciones: Que el sistema haga una posible identificación.

Prototipo:



Caso de Uso: Consultar Hipotermia.

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

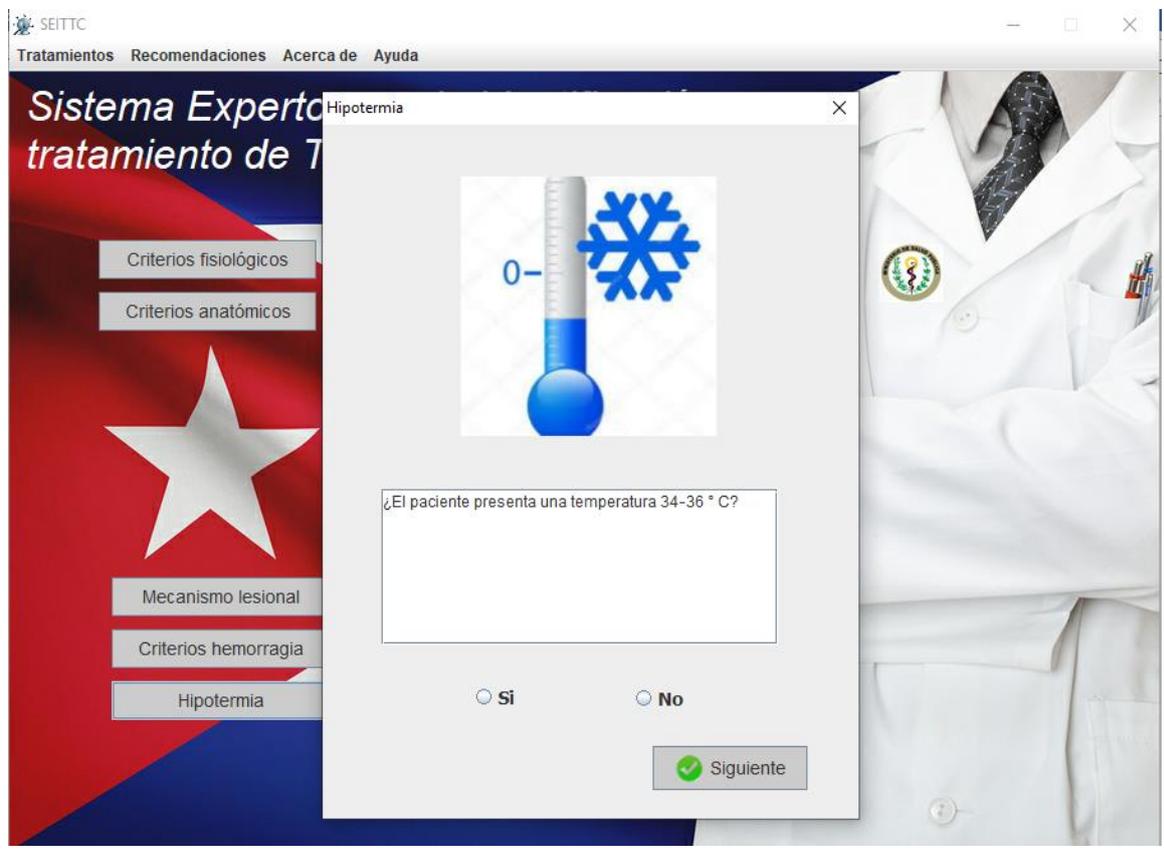
Propósito: Solicitar ayuda al sistema para identificar a un paciente con trauma de hipotermia.

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar el sistema para identificar a un paciente con trauma complejo. Primeramente, el médico no especialista deberá comenzar su consulta con el módulo de hipotermia, donde el sistema le realizará preguntas al médico no especialista y tomando las respuestas en consideración, hace la posible identificación. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra una posible identificación o no del trauma complejo.

Pre-condiciones: El médico no especialista debe conocer los síntomas que muestra el paciente.

Pos-condiciones: Que el sistema haga una posible identificación.

Prototipo:



Caso de Uso: Tratamientos.

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

Propósito: Solicitar ayuda al sistema para consultar los tratamientos para un paciente con trauma complejo

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar el sistema para consultar el tratamiento para un paciente con trauma complejo. Primeramente, el médico no especialista deberá comenzar su consulta con el módulo de tratamientos, donde el sistema le realizará una descripción detallada del tratamiento. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra mostrar un tratamiento adecuado.

Pre-condiciones: El médico debe conocer los síntomas del paciente.

Pos-condiciones: Que el sistema logre mostrar un tratamiento adecuado.

Prototipo:

Tratamiento de coagulopatía de consumo



Tratamiento de coagulopatía de consumo



-Uso de agentes hemostáticos, como ácido tranexámico intravenoso tan pronto como sea posible en pacientes con traumatismo complejo y hemorragia activa. Revierta rápidamente la anticoagulación en pacientes con trauma complejo con hemorragia.

*El fibrinógeno es un precursor crítico para la formación de coágulos. En pacientes traumatizados, el fibrinógeno se pierde en la sangre derramada y se puede consumir rápidamente mediante la activación de hemostáticos in vivo. mecanismos La fibrinólisis excesiva e inadecuada también puede llevar a un mayor consumo de fibrinógeno como parte de la coagulopatía del trauma.⁹⁰ Este proceso puede bloquearse con antifibrinolíticos agentes tales como TXA o ácido aminocaproico (Amicar), aunque un enlace mecanístico entre la antifibrinólisis y mejores resultados. No se ha establecido ^{91,92}. Uso de estos medicamentos en traumas los pacientes actualmente se consideran fuera de etiqueta.

Recomendación

*La evidencia para el uso de TXA en el hospital demuestra un beneficio de la mortalidad en una población mixta de sangrado cuestionable pacientes de trauma en un ECA internacional, 23 en el análisis de subgrupos de un grupo estudiado prospectivamente de civiles con lesiones graves pacientes en shock, 60 y en revisión retrospectiva de víctimas de combate con lesiones graves.^{24,61} Cuando se combinan estos resultados, no hay un claro beneficio universal de mortalidad para TXA; sin embargo, el perfil de seguridad de este medicamento parece ser favorable cuando se usa temprano después de la lesión (es decir, dentro de las 3 horas).



Caso de Uso: Recomendaciones.

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

Propósito: Solicitar ayuda al sistema para consultar recomendaciones para un paciente con trauma complejo

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar el sistema para consultar una recomendación para un paciente con trauma complejo. Primeramente, el médico no especialista deberá comenzar su consulta con el módulo de recomendación, donde el sistema le realizará una descripción de las recomendaciones. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra mostrar una recomendación adecuada.

Pre-condiciones: El médico debe conocer la situación del paciente.

Pos-condiciones: Que el sistema muestre una recomendación.

Prototipo:

Recomendación de predicción clínica

Recomendación de predicción clínica




- El INJURY SEVERITY SCORE (ISS): procede directamente del AIS y parece ser el índice más fiable y más reproducible de entre los propuestos hasta la fecha. Divide el cuerpo humano en seis partes y una escala de apreciación de la severidad de las lesiones anatómicas. Estos dos elementos permiten el cálculo del ISS.
- El ORGAN INJURY SCALING (OIS) se constituyó como una escala progresiva de la lesión anatómica dentro de un sistema orgánico o de una estructura corporal, graduada que recibe puntuaciones desde el I hasta el VI. Los grados I a V representan lesiones, cada vez más complejas, clasificadas desde el punto de vista clínico, y el VI se considera lesión irreparable incompatible con la supervivencia. Dicha escala tiene como objetivo ofrecer un lenguaje común para facilitar la investigación clínica y la mejoría sostenida de la calidad de la asistencia relacionada con el diagnóstico y tratamiento del trauma.
- El TRAUMA & INJURY SEVERITY SCORE (TRISS) fue desarrollado utilizando las ventajas de los sistemas anatómicos y los fisiológicos. Combina cuatro elementos, el Revised Trauma Score (RTS), el Injury Severity Score (ISS), la edad del paciente y si la lesión es penetrante o no, para obtener una medida de probabilidad de supervivencia (PS). El grado de alteración fisiológica y la extensión de la lesión anatómica son medidas de la amenaza para la vida. La mortalidad se verá también afectada por la edad del paciente y también por el método de producción de la lesión. Un traumatismo no penetrante provoca unas características de la lesión y unas anomalías fisiológicas distintas de las que provoca un objeto penetrante. Grado de Recomendación: A
- El ÍNDICE DE SHOCK (IS), definido como la frecuencia cardiaca dividida por la presión arterial sistólica, y el índice de shock modificado (ISM), definido como la frecuencia cardiaca dividida por la presión arterial media, son dos índices que por su simplicidad y fácil aplicabilidad permiten predecir la presencia de una hemorragia masiva (HM) tras sufrir un trauma complejo, un IS elevado se asocia con una elevada mortalidad y con la gravedad de la lesión.
Predicción de hemorragia masiva. Índice de shock e índice de shock modificado
- TRAUMA ASSOCIATED SEVERE HAEMORRHAGE (TASH) utiliza siete variables: Tensión Arterial Sistólica (TAS), sexo, hemoglobina, ultrasonido FAST, frecuencia cardiaca (FC), Exceso de Base (EB) y fractura de pelvis o fémur. Su rango de puntuación es de 0 --- 29. Un puntaje TASH ≥ 18 puntos indica una probabilidad de HM > 50%, la puntuación máxima de ≥ 27 puntos se asocia a un riesgo de HM del 100%.
- EMERGENCY TRANSFUSIÓN SCORE (ETS) para su determinación utiliza 6 variables: edad, fractura de pelvis inestable, TAS, FAST, mecanismo lesional (accidente de tráfico, precipitación > 3 metros), admisión desde la escena del accidente. Su rango de puntuación es de 0 --- 9,5. Una puntuación de 1 tiene una probabilidad de HM del 0,7%, de 3 del 5% y 9,5 del 97%. Grado de Recomendación: A.

Ver foto Atras

Anexo 5

Caso de Uso: Ayuda.

Actores: Médico no experto en Traumatología (inicia).

Propósito: Solicitar la ayuda del sistema para saber cómo trabajar con el software.

Resumen: El caso de uso se inicia cuando un médico no experto en Traumatología, desea consultar la ayuda para obtener información acerca de las opciones a las que tiene acceso. El caso de uso finaliza cuando el sistema logra mostrar la ayuda que solicita el usuario.

Pre-condiciones: El médico debe conocer los síntomas del paciente.

Pos-condiciones: Que el sistema haga una posible identificación.

Prototipo:

