

Modelo conceptual de datos difusos de triaje para emergencia hospitalaria representado con FuzzyEER

*Wuifredo Rangel*¹

*Alfredo Matteo*²

Resumen

El triaje de emergencia persigue desarrollar el proceso de valorización clínica preliminar para ordenar los pacientes según el nivel de urgencia o gravedad, antes de la atención médica, de forma que en una condición de saturación del servicio o disminución de recursos, los pacientes más graves sean tratados con prioridad. Un proceso de triaje presenta un alto grado de imprecisión o incertidumbre al momento de expresar el estado de salud de un paciente, en consecuencia puede haber dificultad y riesgo en la clasificación de las urgencias. En los servicios de emergencias de los hospitales públicos venezolanos, en especial el servicio de emergencia del Hospital Universitario de Caracas (HUC), se ha evidenciado un incremento en el número de casos que se atienden, siendo una constante la saturación del servicio, lo cual imposibilita que los pacientes con prioridad de atención, sean tratados más rápidamente de forma oportuna y eficaz. En este trabajo se propone un modelo conceptual de datos difuso de triaje para el sector salud venezolano basado en el proceso de triaje hospitalario de la Sociedad Venezolana de Medicina de Emergencia y Desastres (SV-MED), ya que un modelo de datos que contemple la representación de atributos difusos puede representar de mejor forma los requerimientos del sistema. El modelo propuesto utiliza la notación Entidad Relación con elementos difusos (FuzzyEER) para la representación de las entidades y atributos con imprecisión. Dicho modelo será la base de un sistema automatizado de triaje que hará uso del lenguaje de consultas difusas FSQL (Fuzzy SQL).

Palabras clave: modelado de triaje, modelo difuso de triaje, Modelo Entidad Relación Difuso, hospitales venezolanos

Recibido: 02-03-10 Aceptado: 02-06-10

¹ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Escuela de Computación, Av. Los Ilustres, Los Chaguaramos, Caracas, 1043, Venezuela. Correo electrónico: wilfredo.rangel@ciens.ucv.ve

² Profesor Escuela Computación Departamento de Sistemas Informáticos y Computación Facultad de Ciencias, Escuela de Computación Universidad Central de Venezuela. Correo electrónico: alfredo.matteo@ciens.ucv.ve

Fuzzy Conceptual Data Model of Triage for Emergency Hospital Represented with FuzzyEER

Abstract

The urgency triage aims to develop preliminary clinical recovery process sorting patients according to the level of urgency or severity, before medical care. In this way, in a situation of a saturation condition of service or resource depletion, more severe patients can be treated with priority. A triage process has a high degree of imprecision or uncertainty to express symptomatology or health state of a patient, therefore there may be difficulty and risk in the classification of emergencies. In the emergency rooms of the Venezuelan public hospitals, especially emergency room at the Hospital Universitario de Caracas (HUC), has shown an increase in the number of cases receiving attention, being a constant saturation of the emergency services, which makes it impossible for patients with priority attention to be treated more quickly in a timely and effective. This paper proposes a triage fuzzy conceptual data model for the Venezuelan health sector based on the hospital triage process of the Venezuelan Society of Urgency and Disaster Medicine, as a data model that includes the representation of fuzzy attributes can best represent the system requirements. This model will be the basis of a computerized triage system that will use the fuzzy query language FSQL (Fuzzy SQL).

Key words: Triage Modeling, Triage Fuzzy Modeling, Entity-Relationship Fuzzy Model, Venezuelan Hospitals

Introducción

En las salas de emergencias de los hospitales públicos venezolanos, en especial la sala de emergencia del Hospital Universitario de Caracas (HUC), se ha evidenciado un incremento en el número de casos que se atienden, siendo una constante la saturación de los servicios de emergencia, lo cual imposibilita que los pacientes con prioridad de atención, sean tratados más rápidamente de forma oportuna y eficaz (Rondón, 2006).

Un modelo de triaje cónsono en los servicios de emergencias hospitalarias es una necesi-

dad ineludible en un sistema de salud eficiente. El Modelo Andorrano de Triage (MAT) (Gómez, 2003), implantado en España, es un modelo que requiere la priorización del síntoma o signo guía que más riesgo de deterioro ocasione al paciente durante la espera. Éste posee una clasificación de motivos clínicos de consulta que se fundamentan en categorías sintomáticas y algoritmos clínicos (Gómez, 2003). La sociedad Venezolana de Medicina de Emergencia y Desastres (SVMED), ha propuesto un modelo de Triage Hospitalario (Rodríguez, 2007), el cual es una adaptación del MAT, en el que se definen cinco (5) niveles de clasificación

que van desde el nivel I, para las urgencias vitales o críticas, que deben ser tratadas de inmediato al nivel V, patologías no urgentes para las que el tiempo máximo de atención puede alargarse hasta las dos horas.

Sin embargo, tanto el MAT como el modelo de triaje hospitalario de la SVMED no consideran el tratamiento de escenarios donde la información vaga e imprecisa es parte del día a día y no puede ser ignorada porque es de gran utilidad para satisfacer ciertos planteamientos de los usuarios.

En este trabajo se presenta el desarrollo de un Modelo Conceptual de Datos Difuso de Triage para el servicio de Emergencia Hospitalaria que se beneficie de todas las ventajas de la lógica difusa, ya que este tipo de modelo conceptual ha sido extendido con la incorporación de características difusas, las cuales permiten modelar y representar con un alto nivel de abstracción, situaciones del mundo real con la presencia de imprecisión o vaguedad en las entidades, atributos y restricciones asociadas al modelo, de forma que todos los implicados puedan entenderlos y estar de acuerdo con ellos. Los modelos EER (Entidad Relación Extendidos) difusos permite acercar su representación al modo de trabajo de los seres humanos, pues las personas manejan con frecuencia conceptos difusos, como por ejemplo la *Escala de Dolor* {Ligero, Moderado, Intenso, Con_vegetatismo, Intenso_con_inicio_súbito}, que incluyen cierta imprecisión y que los sistemas de información tradicionales o basados en modelos exactos no son capaces de procesar. Una de las principales contribuciones e importancia de estos modelos radica en la posibilidad de ser implementados por

bases de datos difusas, en particular con bases de datos relacionales difusas (BDRD) (Ma, 2006), las cuales, han sido objeto de investigación con un doble objetivo, por una parte conseguir almacenar información imprecisa en una base de datos y por otra, permitir la realización de consultas flexibles o imprecisas independientemente de que los datos almacenados sean o no difusos (Galindo, 1999).

El modelo conceptual de datos difuso de triaje propuesto, será definido utilizando la notación FuzzyEER, la cual es una extensión difusa de la notación Entidad Relación (Urrutia, 2003). Este modelo será la arquitectura base para la implementación de un sistema automatizado de triaje para el HUC, el cual utilizará una BDRD denominada FSQ Server (Medina, 1994; Galindo, 1999).

El resto de este documento se organiza en cuatro (4) secciones. En la sección 2, se presenta el modelo conceptual de datos EER difuso FuzzyEER, utilizado para representar bases de datos con lógica difusa. En la sección 3, se describe el proceso de triaje de la SVMED. En la sección 4, se propone un modelo conceptual de datos difusos de triaje para emergencia hospitalaria, centrado en la descripción de los atributos difusos de algunas entidades. Por último, se presentan las conclusiones.

Modelo Conceptual de Datos Entidad Relación Difuso (FuzzyEER)

La teoría de conjuntos difusos se ha convertido en una herramienta eficaz para extender los modelos y metodologías usadas para la represen-

tación y manejo del conocimiento con la imprecisión e incertidumbre asociada tradicionalmente al lenguaje humano. En el modelaje de sistemas de información también se han incorporado a las herramientas existentes aspectos relacionados con lógica difusa. Es así como surgen algunas extensiones propuestas al modelo entidad relación EER que utilizan las ventajas de la lógica difusa. Entre los trabajos existentes destaca el de Zvieli y Chen (1986) en el cual proponen un modelo que soporta atributos difusos en las entidades y las interrelaciones; Chaudhry, Moyne y Rundensteiner (1994) proponen una metodología para diseñar bases de datos difusas basado en el modelo definido por Zvieli y Chen, prestando especial interés en convertir bases de datos clásicas en difusas. Kerre y Chen (2000) definen una extensión difusa para los conceptos más importantes de EER (superclase, subclase, generalización, especialización, categoría subclase compartida) sin incluir representaciones gráficas. Finalmente Ma, Zhang, Ma y Chen (2001) consideran el modelo de Zvieli y Chen como base e introducen el modelo que denominan Fuzzy Extended Entity-Relationship (FEER) para tratar con la imprecisión y con objetos complejos del mundo real a nivel conceptual, sin tratar el tema de las restricciones.

Urrutia (2003) considera que las propuestas anteriormente expuestas tratan la representación de los atributos difusos considerando generalmente etiquetas lingüísticas sobre dominios ordenados y poco a relaciones de similitud sobre dominios no ordenados. También resalta que en estos trabajos se carece de una semántica para los distintos grados difusos de atributos cuya imprecisión

se refleja en un grado entre el intervalo $[0,1]$, y no se hace referencia a la posibilidad de flexibilizar las restricciones, al utilizar las herramientas que ofrece la teoría de conjuntos difusos. Basado en esas ausencias, en Urrutia (2003) se realiza una propuesta de extensión difusa del modelo EER que denomina FuzzyEER, la cual contempla la representación de atributos, entidades e interrelaciones, restricciones, jerarquías de generalización o especializaciones difusas.

A continuación se describe la representación en la notación de FuzzyEER de los tipos de atributos difusos, restricciones para interrelaciones difusas y jerarquías de especialización, que considera dicha notación y que serán utilizados en el modelo conceptual de triaje propuesto.

Representación de atributos

En el modelo ER/EER los atributos toman valores en un dominio específico, de manera que, el conjunto difuso de posibles valores que puede tomar un atributo se denominará dominio difuso. Los atributos difusos fueron analizados por Urrutia (2003), y clasificados en cuatro tipos: Tipo 1, para datos precisos que admiten tratamiento difuso, Tipo 2, para datos imprecisos en dominio de referencial ordenado, Tipo 3, para datos imprecisos con dominio de referencial no ordenado asociados a una relación de similitud y Tipo 4, que son semejante al Tipo 3, pero no asocian una relación de similitud. Su correspondientes características se resumen en la **Tabla 1**.

Tabla 1
Características de los atributos difusos

Atributos Difusos	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Tipos de datos que representa	Datos Precisos (crisp) Datos Imprecisos	Datos Imprecisos	Datos Imprecisos	Datos Imprecisos
Representación	Escalares simples Etiquetas Lingüísticas Valores aproximados	Distribución de Posibilidad trapezoidal Etiquetas Lingüísticas Valores Aproximados Intervalos de Posibilidad UNKNOWN UNDEFINED NULL	Escalares Simples Distribución de Posibilidad sobre escalares UNKNOWN UNDEFINED NULL	Escalares Simples Distribución de Posibilidad sobre escalares
Dominio Subyacente	Referencial Ordenado	Referencial Ordenado	Referencial no Ordenado	Referencial no Ordenado
Función aplicada	Función de Pertenencia $\mu_{A(u)}$	Función de Pertenencia $\mu_{A(u)}$	Función de Similitud $\mu_{A(u,v)}$	No aplica

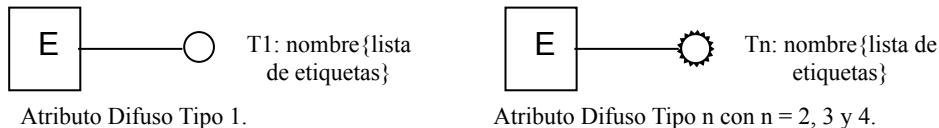
Fuente: Elaboración propia

La notación gráfica empleada para la representación de los atributos difusos en FuzzyERR es un círculo normal para Tipo 1 (T1) (atributos clásicos) y un círculo estrellado para Tipo 2 (T2), Tipo 3 (T3) y Tipo 4 (T4) (valores difusos), con una línea que lo une a la entidad. Además, al nombre del atributo se le debe anteponer el tipo de atributo que representa.

Opcionalmente se puede incorporar, junto al nombre del atributo, las etiquetas lingüísticas que están definidas para ese atributo. En la **Figura 1** se muestra un esquema para representar los atributos difusos.

Figura 1

Representación gráfica de los atributos difusos Tipo 1, 2 y 3



Fuente: (Galindo, Piattini, Urrutia, 2006)

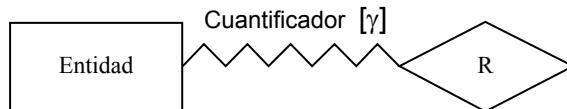
Representación de interrelaciones y su restricción de cardinalidad

La interrelación se representa mediante un rombo etiquetado con el nombre de la interrelación, unido mediante arcos a las entidades asociadas. Una de las características que se pueden encontrar en las interrelaciones (también llamadas relaciones o tipos de vínculo) en un modelo conceptual EER, son las *restricciones*, que limi-

tan las posibles combinaciones de entidades que pueden participar en cada elemento de la interrelación. Una de ellas hace uso de un cuantificador sobre la línea que une la Entidad con la Relación y que se representa con una línea zigzag indicando que ésta es una *restricción de participación difusa*, seguido, opcionalmente, de un umbral o grado de cumplimiento γ entre corchetes para dicho cuantificador, cuyo valor por defecto es 0.5. La **Figura 2** representa este tipo de concepto.

Figura 2

Representación gráfica de la restricción de participación difusa usando un cuantificador difuso

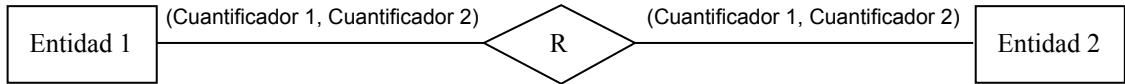


Fuente: (Galindo, Piattini, Urrutia, 2006)

Otro tipo de restricción es la *restricción de cardinalidad difusa* (mín, max), donde min y max indican respectivamente, el número mínimo y máximo de instancias de la entidad que participan en la interrelación. En modelado difuso,

tanto min como max, pueden tomar valores que sean cuantificadores difusos de manera similar a la explicada anteriormente y su representación o notación difusa es como se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3
Restricción de cardinalidad (min, max) y relación difusa



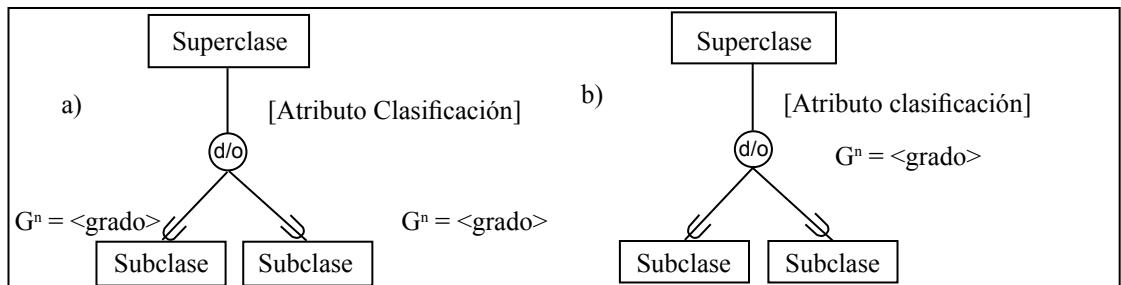
Fuente: (Galindo, Piattini, Urrutia, 2006)

Representación de Jerarquía de Especialización

En el modelo FuzzyEER se propone algunas restricciones difusas para la especialización. Una restricción existente entre una superclase y subclases sobre la especialización, se denomina *restricción de disyunción*, que especifica que las subclases de una especialización deben ser *disjuntas*. Esto significa que las instancias de la superclase pueden ser miembro de cuando más una de las subclases de la especialización. La representación

es una “d” dentro del círculo que significa disyunción o que las subclases son conjuntos disjuntos. Por otro lado, si las subclases no son disjuntas, sus conjuntos de entidades pueden *solaparse*; esto es, que una misma instancia de la superclase puede ser miembro de más de una subclase de la especialización. Esto se indica colocando una “o” en el círculo para identificar una *restricción solapada* (“overlapping”). Además, se define un grado difuso en las especializaciones difusas, como se muestra en la **Figura 4**.

Figura 4
Notación FuzzyEER
 a) Grado en cada subclase de la especialización y
 b) grado en la especialización



Fuente: (Galindo, Piattini, Urrutia, 2006)

Proceso de triaje de la Sociedad Venezolana de Medicina de Emergencia y Desastre

La práctica actual en el área de emergencia de los hospitales venezolanos no considera un proceso de valorización clínica preliminar que ordene los pacientes según el nivel de urgencia o gravedad (Rodríguez, 2007). Esta práctica no garantiza la seguridad de los pacientes que esperan para ser atendidos por el médico, generando deterioro o peligro para la salud o la vida del paciente, en función del tiempo transcurrido entre la aparición de su problema de salud y la instauración de un tratamiento efectivo. En tal sentido, la SVMED, tiene como objetivo diseñar un proceso de triaje que se convierta en un instrumento valioso de ayuda a la gestión de la asistencia del servicio de emergencia, colaborando en la eficiencia del servicio y aportando un orden justo en la asistencia, basado en la urgencia/gravedad de los pacientes. El proceso de triaje debe cumplir con los siguientes propósitos (Rodríguez, 2007):

- a) Identificar a los pacientes en situación de riesgo, mediante un sistema estandarizado de clasificación de cinco niveles, basados en el MAT (Gómez, 2003).
- b) Señalar la prioridad en función del nivel de clasificación, acorde con la condición clínica del paciente.
- c) Determinar el área más adecuada para tratar al paciente que se presenta en el servicio de emergencia.
- d) Informar sobre las necesidades de exploraciones diagnósticas preliminares.
- e) Indicar a los pacientes y sus familias sobre el tipo de servicio que necesita el paciente y el tiempo de espera probable.

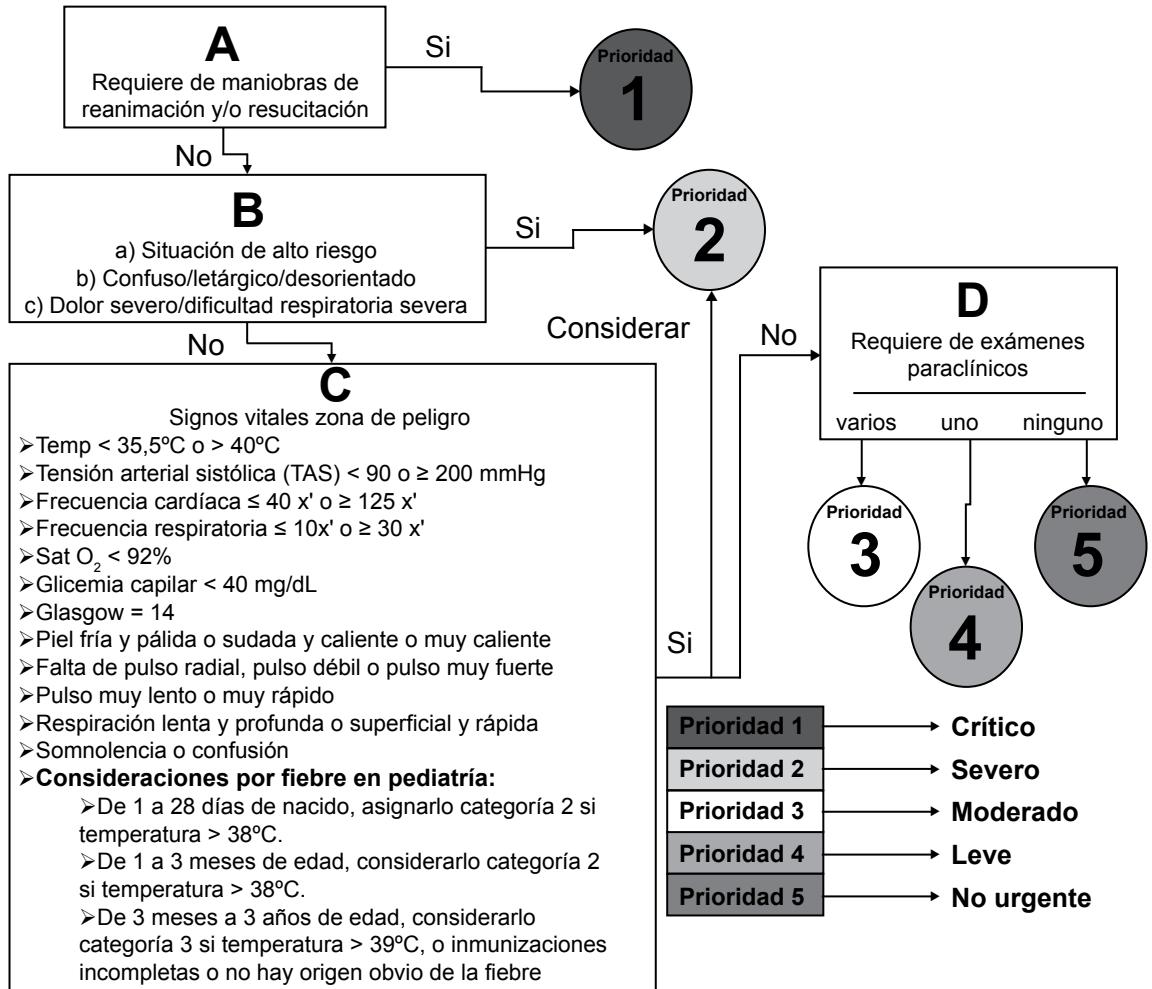
En la **Figura 5** se ilustra el proceso de triaje de emergencia hospitalario definido por SVMED, el cual se inicia con una evaluación rápida del paciente en el momento de su llegada al servicio de emergencia, mediante la aplicación del método básico denominado ABC de la reanimación, en el cual se obtiene la primera impresión del estado general de salud, tomando como referencia su síntoma guía y desarrollando un despistaje en base a la clasificación de los grupos A, B, C y D para determinar el nivel de prioridad de atención del paciente, el cual va desde la Prioridad 1 = Crítico, hasta la Prioridad 5 = No urgente.

En la siguiente sección se muestran los conceptos de entidades y relaciones subyacentes en el proceso de triaje de la SVMED. A partir de este modelo se realiza la extensión con la incorporación de lógica difusa para la identificación de los atributos, entidades y relaciones susceptibles a tratamientos difusos, así como también las jerarquías de especialización, utilizando para ello la notación de FuzzyEER.

Propuesta de un modelo conceptual difuso de triaje de emergencia hospitalaria

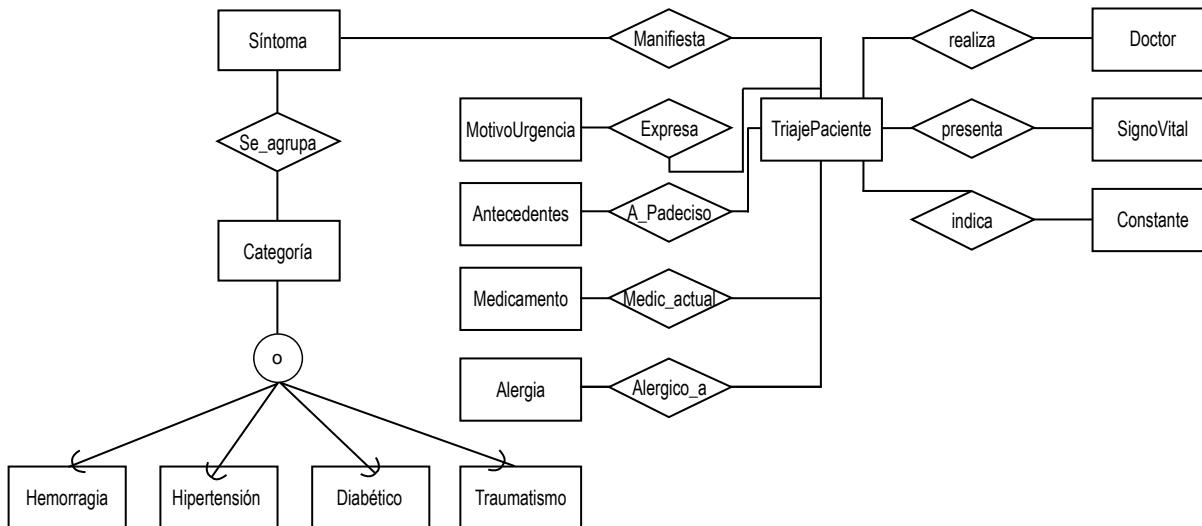
En este trabajo se hace uso de la herramienta FuzzyEER para desarrollar el modelado conceptual de datos difusos de triaje, en el cual se describen las entidades y sus atributos que permiten representar elementos que involucran términos difusos. El modelo que describe el dominio del proceso de triaje de la SVMED puede ser especificado mediante un diagrama EER, como se muestra en la **Figura 6**.

Figura 5:
Proceso de Triage Hospitalario de la SVMED



Fuente: <http://www.svmed.org.ve/svmed/images/svmed/triagehospitalario.ppt>

Figura 6
Modelo EER para triaje basado en el proceso de la SVMED



En este modelo, se distinguen entidades tales como: TRIAJEPACIENTE que requiere del servicio de emergencia hospitalaria, DOCTOR que realiza la actividad de triaje, MOTIVOURGENCIA, que conlleva al paciente al servicio de emergencia, SIGNOVITAL y CONSTANTE que observa el doctor en el paciente, SINTOMA que presenta el paciente al momento de la llegada al servicio y CATEGORIA sintomática que agrupa los principales motivos clínicos de consulta. Además, se pueden encontrar algunas subclases (o subtipos) de categorías sintomáticas, tales como: Hemorragia, Hipertensión, Diabético, Traumatismo, etc., que en algún momento pueden ser entidades disjuntas o

solapadas. Por ejemplo, un paciente puede presentar síntomas de Hemorragia y Traumatismo en una entrevista de triaje.

A partir de este modelo, se determinan las entidades que tiene atributos que son susceptibles a tratamiento difuso, como por ejemplo el atributo DOLOR de la entidad SINTOMA, que puede ser medido mediante etiquetas lingüísticas {Ligero, Moderado, Intenso, Con_vegetatismo, Intenso_con_inicio_súbito}.

A continuación se especifican algunos atributos y sus correspondientes dominios, tanto pre-

cisos como imprecisos, tomando como referencia las entidades SINTOMA, CONSTANTE y CATEGORIA. Se ha considerado la representación de las entidades por separado, para un mejor entendimiento de cada atributo y su dominio.

SINTOMA. En esta entidad se establecen los atributos {Código, FechaInicio, HoraInicio, Duracion, Descripción, Dolor, Localización}. Los atributos clásicos que se definen son: Código, Descripción, FechaInicio y Localización. Los atributos difusos y sus características se especifican a continuación:

T1: Duración: toma valores clásicos, pero permite consultas difusas y en algún instante se le puede asociar tratamiento difuso, notación y significado, como por ejemplo: “aproximadamente n”, o bien, etiquetas lingüísticas.

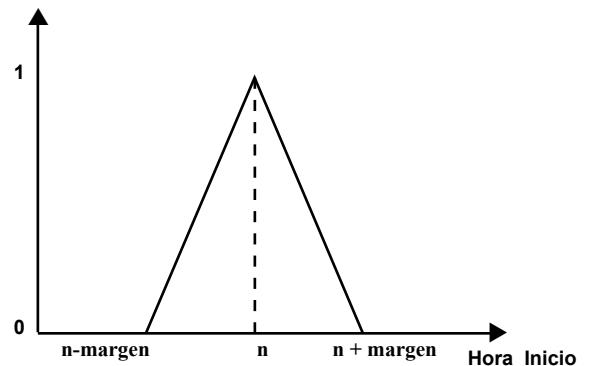
T2: HoraInicio: Por lo general es difícil obtener la hora de inicio de un síntoma, aunque sí se puede establecer una hora aproximada, o bien se puede considerar un tipo de tiempo con una clasificación de: “Hace poco”, “más o menos” y “hace mucho”; este tipo de atributo tomará valores en estas etiquetas, pero en algún momento se puede requerir definir valores como “aproximadamente 5 horas”. La **Figura 7** muestra la representación gráfica del conjunto difuso “aproximadamente n”, siendo “n” el valor establecido por un paciente y “margen” las aproximaciones de la ocurrencia del inicio del síntoma.

T3: Dolor: Haciendo referencia a la manifestación de dolor de un paciente, es posible definir las etiquetas: {Ligero, Moderado, Intenso, Con_vegetatismo, Intenso_con_inicio_súbito}, indicando la evaluación sobre el estado general de dolor del paciente. La **Tabla 2** muestra los grados de semejanza para este conjunto difuso.

La representación gráfica de la entidad SINTOMA y los atributos clásicos y difusos definidos se muestra en la **Figura 8**.

Figura 7

**Representación del atributo difuso T2:
Hora_inicio “aproximadamente n”**



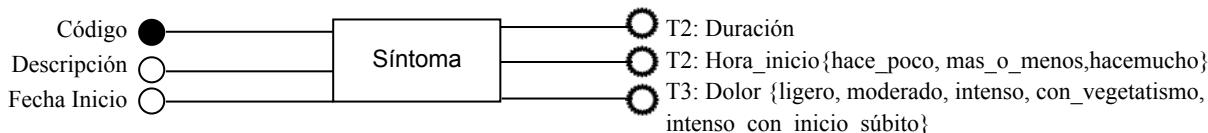
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2
Representación del atributo difuso T3: Dolor

	Ligero	Moderado	Intenso	Con vegetatismo	Intenso_con_inicio_súbito
Ligero	1	0.8	0.5	0.3	0.1
Moderado	0.8	1	0.8	0.5	0.3
Intenso	0.5	0.8	1	0.8	0.5
Con_vegetatismo	0.3	0.5	0.8	1	0.8
Intenso_inicio_súbito	0.1	0.3	0.5	0.8	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 8
Representación gráfica de la entidad SINTOMA con los tipos de atributos difusos T1, T2, T3 y clásicos



CONSTANTE. En esta entidad se establecen los atributos {Temp, TAS, FC, FR, SatO₂, GlicemiaCapilar, NIHSS}. Todos estos atributos son considerados como difusos y sus características se especifican a continuación:

T2: Temp: La temperatura es una medición de una constata vital que se considera de importancia de riesgo o deterioro de la salud entre los rangos: Temp < 35,5°C ó > 40°C. Este atributo se hace corresponder con el conjunto de etiquetas {Muy_baja, Baja, Normal, Febrícula, Fiebre, Fiebre_Alta, Fiebre_muy_alta}, en un dominio referencial ordenado y es definido como un atributo difuso Tipo 2.

T2: TAS: La tensión arterial sistólica se considera fuera del rango normal cuando TAS < 90 ó >= 200 mmHg. Este atributo se hace corresponder con el conjunto de etiquetas {Muy_baja, Baja, Normal, Alta, Muy_alta}, con un referencial ordenado y es definido como un atributo difuso Tipo 2.

T2: FC: La frecuencia cardíaca que corresponde al número de latidos del corazón por minutos y se considera fuera del rango normal cuando FC <= 40 x' ó >= 125 x'. Este atributo se hace corresponder con el conjunto de etiquetas {Muy_baja, Baja, Normal, Alta, Muy_alta}, similar al conjunto de TAS, con un referencial ordenado.

do y es definido también como un atributo difuso Tipo 2.

T2: FR: La frecuencia respiratoria se corresponde al número de respiraciones por minutos y se considera fuera del normal cuando $FR \leq 10 \text{ x'}$ ó $\geq 30 \text{ x'}$. Este atributo se hace corresponder con el conjunto de etiquetas {Muy_baja, Baja, Normal, Alta, Muy_alta}, similar al conjunto de TAS y Frecuencia Cardíaca, con un referencial ordenado y es definido también como un atributo difuso Tipo 2.

T1: SatO₂: la Saturación de oxígeno en triaje puede ser de ayuda para clasificar a los pacientes según gravedad en los motivos de consulta que presenten síntomas de dificultad respiratoria, estridor, sospecha de atragantamiento o apnea. Se considera fuera de lo normal cuando el valor es: $SatO_2 < 92\%$. Este atributo toma valores clásicos, pero permite consultas difusas y en algún instante se le puede asociar tratamiento difuso, notación y significado, como por ejemplo: “aproximadamente n”, o bien, etiquetas lingüísticas.

T2: GlicemiaCapilar: La Glicemia Capilar es la medida de concentración de glucosa en el plasma sanguíneo. En ayunas, los niveles normales de glucosa oscilan entre los 70 mg/dl y los 100 mg/

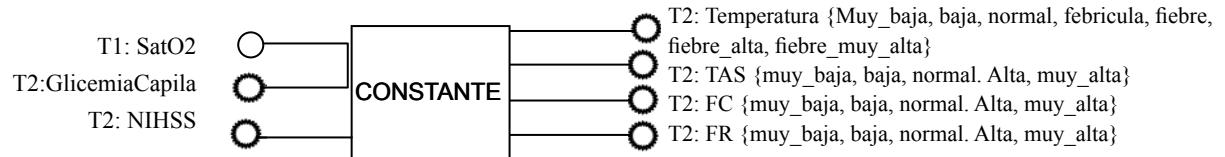
dL. Cuando la glicemia es inferior a este umbral se habla de "hipoglucemia"; cuando se encuentra entre los 100 y 125 mg/dL se habla de "glucosa alterada en ayuno", y cuando supera los 126 mg/dL se alcanza la condición de "hiperglucemia". Este atributo se hace corresponder con el conjunto de etiquetas {Hipoglucemia, Normal, Glucosa_alterada_en_ayuno, Hiperglucemia} con un referencial ordenado y es definido como un atributo difuso Tipo 2.

T2: NIHSS: El estado de Conciencia está basado en la escala de NIHSS ó Escala de coma no traumático, en donde: un valor de 3 indica que el paciente está en coma profundo, sin ningún tipo de respuesta, un valor 2 indica que el paciente solo responde al dolor (estupor) o al dolor y a ordenes simples (obnubilación), un valor 1 indica que el paciente responde a ordenes complejas y un valor 0 indica que el paciente está alerta. Este atributo se hace corresponder con el conjunto de etiquetas {Alerta, Somnolencia, Estupor, Coma Profundo}, con un referencial ordenado y es definido también como un atributo difuso Tipo 2.

La representación gráfica de la entidad CONSTANTE y los atributos clásicos y difusos definidos se muestra en la **Figura 9**.

Figura 9

Representación gráfica de la entidad CONSTANTE con los tipos de atributos difusos T1 y T2



CATEGORIA. Esta entidad puede ser definida como una superclase de una *especialización solapada* que define los tipos de categorías (HEMORRAGIA, HIPERTENSION, DIABETICO, TRAUMATISMO, etc.). Las subclases son solapadas, ya que, por ejemplo un síntoma de una CATEGORIA pueda ser HEMORRAGIA y TRAUMATISMO al mismo tiempo, todo esto está definido en el vínculo con un círculo con una “o” en su interior, pero estas subclases pueden tener una similitud definida por un tipo de atributo difuso T3:Tipo_categoria que además define la subentidad o subclase.

La notación empleada para el atributo difuso T3:Tipo_categoria que se muestra en la **Figura 10**, ha sido una línea quebrada en forma de ángulo entre la superentidad y el círculo de la especialización disjunta. Este atributo difuso permite establecer la semejanza entre las instancias pertenecientes a algunas de las subclases, por ejemplo, existe una semejanza entre una hipertensión y un diabético en un cierto grado de forma que un paciente que presente el síntoma de hipertensión, es un paciente potencial de la categoría diabético, por lo que deberían tomarse en cuenta a la hora de su clasificación.

En general, la relación de similitud será cero entre la mayoría de ellos, pero entre algunos será distinta de cero y puede ser de gran utilidad al usuario. La **Tabla 3**, muestra algunas subclases que pueden ser similares, identificadas por el atributo difuso T3:Tipo_categoria. Por ejemplo para el tipo de categoría HIPERTENSION se pue-

de establecer el conjunto de similitudes por {0.3/Hemorragia, 1/Hipertensión, 0.8/Diabético, 0.1/Traumatismo).

Figura 10
Representación gráfica de la especialización solapada de la entidad CATEGORIA

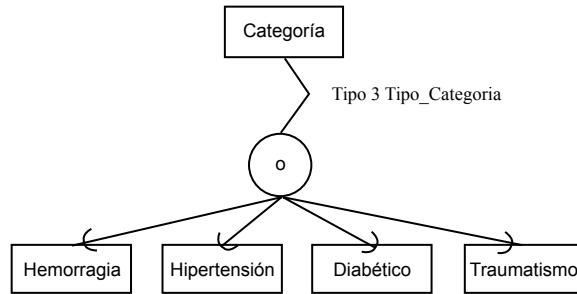


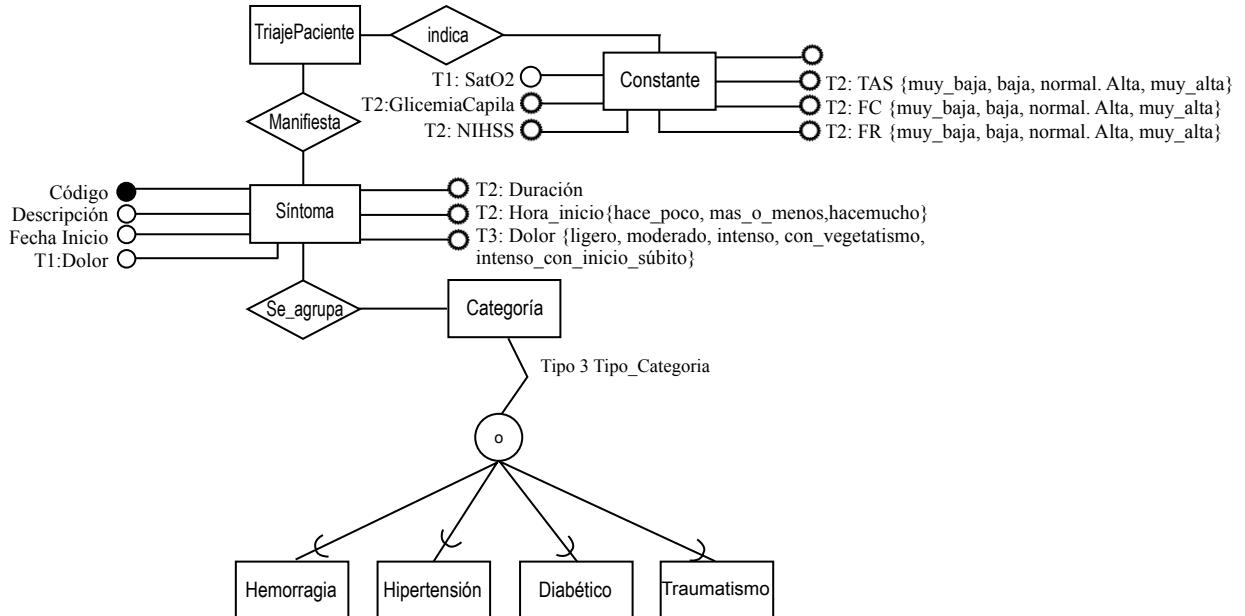
Tabla 3
Representación del atributo difuso T3: Tipo_categoria

	Hemorragia	Hipertensión	Diabético	Traumatismo
Hemorragia	1	0.3	0.5	0.8
Hipertensión	0.3	1	0.8	0.1
Diabético	0.5	0.8	1	0.3
Traumatismo	0.8	0.1	0.3	1

En la **Figura 11** se ilustra la representación gráfica de las entidades y atributos analizados en este trabajo.

Figura 11

Modelo EER difuso de las entidades analizadas en el proceso de triaje de la SVMED



Conclusiones

El principal aporte de este trabajo constituye la definición de un modelo conceptual de datos difuso de triaje para el servicio de emergencia hospitalaria, tomando como referencia el proceso planteado por la SVMED y la herramienta de modelado FuzzyEER, la cual permite la representación gráfica de elementos difusos sobre un modelo EER. En el modelo propuesto se desarrolló un estudio de las entidades susceptibles a tratamien-

to difuso, en las cuales se realizó la representación tanto gráfica como descriptiva de las entidades y de los distintos tipos de atributos difusos para el manejo de la imprecisión, permitiendo incorporar una mayor semántica en el tratamiento del contexto. Atributos difusos como *dolor* en la entidad SINTOMA, *Temp* y *TAS* en la entidad CONSTANTE, involucran términos lingüísticos vagos que expresan la preferencia del paciente. Gracias a la contribución de la lógica difusa en el modelaje conceptual de datos, se dispone en la actualidad

de herramientas de modelaje visual, concebidas para representar estos escenarios susceptibles a vaguedad o ambigüedad, en donde los atributos solo pueden tomar valores pertenecientes a los dominios difusos definidos, lo cual permite reducir potencialmente el nivel de subjetividad en los elementos involucrados. Todo esto permite generar una definición de un modelo conceptual EER difuso con mayor robustez y flexibilidad, ya que un modelo de datos que contemple la representación de atributos difusos puede representar de mejor forma los requerimientos de sistemas como es el caso del triaje de emergencia hospitalaria.

El modelo de triaje propuesto será validado a través de una implementación de un sistema de información en la sala de emergencia del HUC, bajo el Servidor de Bases de Datos Difusas FSQL (FSQL Server), con la utilización de un lenguaje de tratamiento de información difusa llamado FSQL (Fuzzy SQL).

Bibliografía

- Chaudhry, N., Moyne, J. y Rundensteiner, E. (1994). A desing methodology for databases with uncertain data: In *Proceeding of the Seventh International Working Working Conference on Scientific and Statical Database Management*, Charlottesville, V A (pp. 32-41).
- Galindo, J. (1999). *Tratamiento de la imprecisión en Bases de Datos Relacionales: Extensión del modelo y adaptación de los SGBD Actuales*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada (España).
- Galindo J., Urrutia A. y Piattini M. (2006). *Fuzzy Databases: Modeling, Desing and Implementation*. Idea Group Publishing Hershey, USA.
- Gómez, J. (2003). Clasificación de pacientes en los servicios de urgencias y emergencias: hacia un modelo de triaje estructurado de urgencias y emergencias. *Emergencias*, 15, (3),165-74.
- Kerre, E. y Chen, G. (2000). Fuzzy data modeling at a conceptual level: Extending ER/EER concepts. In O. Pons, M. A. Vila, & J. Kacprzyk (Eds.), *Knowledge management in fuzzy database* (pp. 3-11). PhysicaVerlag.
- Ma, Z. (2006). *Fuzzy Database Modeling of Imprecise and Uncertain Engineering Information*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Ma, Z., Zhang, W., Ma, W. y Chen, Q. (2001). Conceptual desing of fuzzy object-oriented databases using extended entity-relationship model. *International Journal of Intelligent Systems*, 16, (6), 697-711.
- Medina, J. (1994). *Bases de Datos Relacionales Difusas: Modelo Teórico y Aspecto de su Implementación*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, España.
- Rodríguez, V. (2007). *Diseño de un sistema de Triage Hospitalario*. Recuperado el 07 de Octubre del 2007 del sitio web de la Sociedad Venezolana de Emergencia y Desastre: <http://www.svmed.org.ve/svmed/images/svmed/triagehospitalario.ppt>
- Rondón, M. (2006). *Libro de Casos de Triage de Emergencia del Hospital Universitario de Caracas*.
- Urrutia, A. (2003). *Definición de un Modelo Conceptual para Bases de Datos Difusas*. Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España.
- Zvieli, A. y Chen, P. (1986). ER modeling and fuzzy database. In *Proceedings of the Second International Conference on Data Engineering*, 320-327.