



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5

Trabajo de diploma para optar por el título de

Ingeniero en Ciencias Informáticas

**BASE DE DATOS RELACIONAL DIFUSA
PARA UNA RED SOCIAL DE APRENDIZAJE**

Autor: Fredy Almenares Fleitas

Tutor: Lic. Michel Ramos Navarro

La Habana, junio de 2015

“Año 57 de la Revolución”

**DECLARACIÓN
DE
AUTORÍA**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser el único autor de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2015.

Firma del tutor

Lic. Michel Ramos Navarro

Firma del autor

Fredy Almenares Fleitas

DATOS DE CONTACTO

Tutor: Lic. Michel Ramos Navarro

Universidad de las Ciencias Informáticas

La Habana, Cuba

Email: ram@uci.cu

Autor: Fredy Almenares Fleitas

Universidad de las Ciencias Informáticas

La Habana, Cuba

Email: falmenares@estudiantes.uci.cu

DEDICATORIA

Dedicatoria

A mis abuelos: Candelario, que ha estado en mi pensamiento desde que nací y que es mi ejemplo de hombre de bien en esta vida; a Leris, que estaría muy orgulloso de ver lo que la Revolución ha hecho de mí; a Dora que siempre me quiso como a un hijo y su dulzura y dedicación no conocía límites y a Benita, que fue la persona que más he querido en esta vida y que daría cualquier cosa porque ella me viera realizar mi sueño.

A mis padres Sonia y Alfredo por ser siempre mi bastión, mi paño de lágrimas y mi mejor solución a cualquier problema.

A mi hermano por brindarme su ejemplo brillante, por demostrarme que los sueños hay que perseguirlos, por enseñarme el valor de mi país y que la humildad es la mejor virtud del ser humano. Espero que este trabajo lo haga una fracción de lo orgulloso que estoy de él y aunque esté a más de 90 millas, sus ideas siempre están a menos de un centímetro de mí.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos

Agradezco a mi tutor Michel por ayudarme cuando más lo necesitaba y “sacar la espada y defenderme” en “el batallón de fusilamiento”. A Omar y a su esposa por su esmero y dedicación incondicional y por su ayuda incalculable e incondicional. Al doctor Cuevas por brindarme tiempo para responder a mis preguntas. A mis socios de la uci por apoyarme en todo, especialmente a Pedro por ser mi mejor amigo y confidente de todos estos años, siempre será mi hermano en las buenas y en las malas. A Dyan por su honestidad y amistad calurosa que nunca olvidaré.

Resumen

El acelerado desarrollo de Internet y la constante evolución de las tecnologías informáticas, ha impuesto a los investigadores el reto de generar una manera más rápida y eficiente de manipular grandes volúmenes de datos. Unido a esto, el desarrollo de los procesos formativos con un uso intensivo de Internet pone hoy a disposición de la sociedad varias Redes Sociales de Aprendizaje, como un ambiente favorecedor del proceso docente-educativo con un carácter colaborativo. Con el objetivo de implementar una base de datos difusa para una Red Social de Aprendizaje, se investigan y sintetizan un conjunto de trabajos alrededor de la Lógica Difusa aplicada a las bases de datos y se realiza un análisis histórico-lógico acerca de la evolución de la forma de modelar la información. Se selecciona una metodología basada en un modelo difuso desarrollado en software libre llamado pg4db .La base de datos difusa creada da soporte a los módulos de Planificación y Representación y acceso a datos de una Red Social de Aprendizaje y permite la toma de decisiones basadas en información incompleta o imprecisa.

Palabras claves: base de datos difusa; red social de aprendizaje; lógica difusa; software libre; pg4db.

ABSTRACT**Abstract**

The accelerated development of the Internet and the growth of the informatic technologies has challenge the researchers to create a quicker and efficient way to manipulate a wide amount of data. Equally, the evolution of the academic process in the Internet provide many Social Learning Enviroments for improving the colaboration amog peers. With the goal of implementing a fuzzy database for a Social Learning Enviroment, many investigations around the fuzzy logic applied to databases were sumarized. It was performed a hiscorical-logical analisis about the evolution of the manipulation of the information. A methodology based on a fuzzy model and developed in an open source software named pg4db is proposed. The fuzzy database created covers the planification and representation modules of a Social Learning Enviroment and aloud the decision-making based on incomplete or vague information.

Key words: fuzzy database; social learning enviroment; fuzzy logic; open source; pg4db.

INDICE

Índice

Introducción1

Capítulo 1: Marco Teórico.....4

1.1. Introducción4

1.2. Red Social.....4

1.2.1. Red Social de Aprendizaje5

1.2.2. Entorno Social de Aprendizaje6

1.3. Base de Datos8

1.4. Definición de lógica difusa (*fuzzy logic*) (LD): 10

1.4.1. Etiqueta lingüística 13

1.4.2. Relación de similitud 13

1.5. Modelos Difusos 14

1.6. Herramientas disponibles 20

1.7. Metodología 26

1.8. Conclusiones del capítulo 29

2. Capítulo 2: Descripción de la base de datos difusa propuesta 31

2.1. Introducción 31

2.2. Fase de Diseño conceptual 31

2.2.1. Análisis de requisitos 31

2.2.2. Conceptualización 33

2.2.3. Modelado Lógico 34

2.3. Fase de Fuzzificación de datos 34

2.3.1. Dominios Difusos 35

2.3.2. Tablas con atributos difusos y tipos difusos (TWFA) 48

2.3.3.	Perspectivas de Comparación	49
2.3.4.	Conclusiones del capítulo	50
3.	Capítulo 3: Implementación y Validación	51
3.1.	Introducción	51
3.2.	Fases de la Implementación	51
3.2.1.	Dominios difusos	52
3.2.2.	Tipos difusos	53
3.2.3.	Crear TWFA	55
3.2.4.	Crear Perspectivas de comparación difusa	56
3.3.	Recuperación de datos	57
3.4.	Validación de la Solución	58
3.5.	Conclusiones del capítulo	64
	Conclusiones Generales	65
	Recomendaciones	66
	Bibliografía	67
	Anexos	70

INDICE

Introducción

El estudio de la gestión de los datos como forma de organización de la información ha sido un tema de interés para la comunidad científica desde la década de los 60's del pasado siglo (PIATTINI, 2011). A medida que la tecnología informática fue evolucionando, se necesitaba una manera más rápida y eficiente de manipular una mayor cantidad de datos. Las bases de datos fueron siendo necesarias en otras ramas de la ciencia, por ejemplo, se precisaba una vía organizada de unificar, identificar y relacionar la información alrededor de los vuelos que realizaba determinada aerolínea, o tener una forma lo más robusta posible para manipular electrónicamente las cuentas bancarias. Todo ello necesitaba un cambio en la manera en que se almacenaba y consultaba la información. Gracias a esta necesidad surgieron formalmente las Bases de Datos Relacionales (BDR), consideradas como un avance significativo en cuanto a la modelación y estructuración de los datos.

Una Red Social de Aprendizaje es un espacio donde las personas y las redes de individuos pueden intercambiar sus experiencias en el área educativa, crear contenido de forma colaborativa, compartir recursos, planificarse y mejorar su capacidad de aprendizaje. Las BDR resuelven de forma aceptable los problemas organizacionales y expresan con marcada precisión la interrelación de la información. Estas permiten el almacenamiento de números reales, caracteres, fechas y una gran diversidad de tipos de datos, que varían en mayor o menor medida en dependencia del Sistema Gestor o herramienta que se utilice. No obstante todos estos tipos de datos tienen en común que son exactos, precisos y absolutos (MARTINEZ, 2008).

Sin embargo, existen datos muy difíciles de cuantificar en una Red Social de Aprendizaje, por ejemplo los sentimientos de las personas, cuán profundo es la amistad y qué grado de entendimiento existe entre un par de individuos. De la misma manera que resulta complicado conocer a ciencia cierta cuánto ha aprendido un ser humano en un determinado espacio de tiempo o determinar en un área quién ha adquirido más conocimientos, pues tradicionalmente esto se hace cuantificando las publicaciones de dicha persona, pero no siempre quien más publica es quien más dominio tiene de una rama de la ciencia. También es muy difícil recuperar información acerca de comparaciones lingüísticas complejas tales como ¿quién tiene un grado de conocimiento aceptable? o ¿quiénes reciben aproximadamente menos ayuda que la mayoría? El significado lingüístico de las palabras: grande, pequeño, maduro o joven, - por mencionar algunos ejemplos, no se pueden almacenar en una BDR debido a que el sistema no considera el contexto y no puede capturar

adecuadamente el significado de los términos vagos para ofrecer al usuario respuestas confiables (JIMENEZ y ALVAREZ, 2012).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente **problema de investigación**: la captura y manipulación en lenguaje natural de la información imprecisa que se genera en una Red Social de Aprendizaje no puede ser gestionada correctamente en bases de datos relacionales tradicionales.

El problema descrito genera como **objeto de estudio** de la investigación: la aplicación de las bases de datos difusas en el desarrollo de soluciones informáticas enmarcando el **campo de acción** en las base de datos relacionales difusas usadas por una Red Social de Aprendizaje.

Se define como **objetivo general**: implementar una base de datos relacional difusa que contribuya a la toma de decisiones basadas en información incompleta o imprecisa y que permita procesar datos difusos de una Red Social de Aprendizaje.

Y para lograr el cumplimiento de este objetivo se han trazado las **tareas investigativas** siguientes:

- Estudio científico sobre las soluciones e investigaciones existentes relacionadas al presente tema de investigación.
- Selección de las herramientas, lenguajes y tecnologías a utilizar para la propuesta de incorporación de las bases de datos difusas en Entornos Sociales de Aprendizajes.
- Desarrollo de la base de datos difusa de una Red Social de Aprendizaje.
- Diseño de las pruebas de validación para determinar el correcto funcionamiento de la base de datos difusa creada.

Se considera que **la justificación del estudio** es la posibilidad que brinda la lógica difusa aplicada a las bases de datos relacionales de maximizar el entendimiento de los datos recuperados, para así tomar decisiones que estén más acordes a la realidad. También presenta una relevancia social implícita, ya que la investigación está dirigida a utilizar herramientas de licencia libre, aun cuando la mayoría de los modelos de referencia existentes son de licencia privativa.

Por todo lo anteriormente señalados se plantea la **hipótesis** siguiente: con el desarrollo de una base de datos difusa, se podrá gestionar correctamente la información imprecisa que se genera en una Red Social de Aprendizaje.

Métodos Científicos de la Investigación:

Los métodos científicos utilizados en la investigación son los teóricos y empíricos. Estos permiten organizar el trabajo y la investigación de forma que el resultado tenga validez científica.

Métodos Teóricos:

Análisis-Sintético: Utilizado por el autor para analizar teorías y documentos sobre el modelo de base de datos relacional que soporta una Red Social de Aprendizaje. Este método permitió facilitar el estudio y análisis sobre la arquitectura de una base de datos relacional difusa

Modelación: Método mediante el cual se creó abstracciones con vistas a explicar la realidad. Se utilizó fundamentalmente para la modelación lógica del flujo de la información de la base de datos.

Análisis Histórico-Lógico: Permitted el estudio de la trayectoria del modelo de base de datos relacional, cuándo fue desarrollado y por qué personalidades, así como su evolución en el tiempo. El autor realizó comparaciones entre los modelos difusos antiguos (desde 1962) y actuales (hasta 2009), lo que facilitó la obtención de elementos de interés para decidirse por uno u otro para el diseño de la base de datos relacional difusa.

Métodos Empíricos:

Consulta de Expertos: Se utilizó para obtener el criterio de especialistas en el tema y validar el inicio de la investigación realizada. Para ello se consultaron via email doctores en ciencias informáticas de varios países, entre los que se encuentran el profesor José Cadenas, de Venezuela y la profesora Angelica Urrutia, de Chile.

Observación: Se utilizó la observación para obtener a través del método, el comportamiento real del problema planteado, así como para la recopilación de información realizada con lo que ocurre durante todo el proceso de la toma de decisiones de una Red Social de Aprendizaje.

Capítulo 1: Marco Teórico

1.1. Introducción

Para un investigador científico es primordial establecer un marco teórico de conocimiento sobre el cual basar su investigación. Una buena selección del mismo aporta solidez al trabajo, así como validez dentro de la comunidad científica. Es por ello que es necesario realizar un estudio del arte acerca de cuál es el estado actual del tema a investigar. Por lo tanto, en este capítulo se resumirán todos los artículos, libros, tesis, etc... contemplados en la bibliografía que aportan información acerca del desarrollo histórico y actual de dos temas centrales de esta tesis: las Redes Sociales de Aprendizaje y las bases de datos difusas.

Sobre las bases de datos se investigó acerca de las diferencias entre estas y las bases de datos difusas, haciendo hincapié en las ventajas de la segunda sobre la primera en la manipulación de información relacionada con interacciones humanas. Además se expondrán diferentes herramientas, métodos, metodologías, definiciones, etc... relacionadas con la conceptualización y creación de bases de datos difusas.

También se investigará acerca de las Redes Sociales, específicamente las de aprendizaje y se mostrarán las características de las mismas con el objetivo de entender el negocio a modelar.

1.2. Red Social

El presente trabajo trata acerca de la creación de una base de datos difusa para una Red Social de Aprendizaje. Para ello es sumamente importante tanto conceptualizar qué es una Red Social de Aprendizaje, como investigar acerca de los componentes principales presentes en la misma.

Según (LUIZ, 2009) una Red Social (RS) comprende aquel aspecto de la relación y cooperación entre los integrantes de un conjunto por el que se conectan horizontalmente, bien sea de manera directa o a través de los miembros que les son próximos. Una de las primeras RRSS que tuvo gran impacto en el mundo fue creada en 1660 por Robert Boyle y Christopher Wren. Su objetivo era crear una sociedad dedicada a

estudiar los mecanismos de la Naturaleza. De aquella iniciativa surgió la Royal Society y, con ella, las primeras iniciativas para divulgar las ideas científicas (LOMAS, 2006).

Por otra parte en (WILSON, y otros, 2009) se definen las redes sociales electrónicas como un espacio donde los usuarios se unen, establecen vínculos sociales con sus amigos y aprovechan esos vínculos para organizar eventos, buscar personas específicas y compartir recursos y contenidos utilizando algún medio tecnológico.

En este trabajo se tomará como concepto de Red Social un software electrónico donde sus usuarios son capaces de establecer vínculos horizontales directa o indirectamente con el objetivo de relacionarse o cooperar, al mismo tiempo que se comparten recursos virtuales entre sí.

1.2.1. Red Social de Aprendizaje

Una Red Social de Aprendizaje (RSA) es básicamente una RS donde el objetivo principal de la misma es que sus usuarios “aprendan” con ella. Pero para realmente entender cómo logra el usuario aprender en una RS es necesario indagar un poco en su significado. Según el Diccionario de la Real Academia de Lengua Española aprender es acción y efecto de adquirir conocimiento. O sea, que una RSA debe ser capaz de que sus usuarios, mediante su interacción horizontal, compartan y adquieran conocimiento.

Según (LOPEZ, 2012) existen dos tipos de conocimiento: el conocimiento explícito, que es simple de obtener, expresar y estructurar y está incluido en medios escritos y audiovisuales, además puede ser obtenido de forma individual; y el conocimiento tácito, que se caracteriza por ser difícil de obtener, expresar y estructurar, se obtiene de manera inconsciente como resultado de la experiencia y la observación, y es muy difícil de obtener de forma individual.

El conocimiento explícito está ligado al aprendizaje formal, mientras que el tácito al informal. En (MARQUES, y otros, 2011) se plantea que el aprendizaje formal está sumamente ligado a la docencia, lo que conlleva a que un número importante de currículos y otros instrumentos pedagógicos se conciben bajo el precepto de que los estudiantes adquieran conocimiento explícito. El aprendizaje ocurre de forma vertical, o sea, desde el profesor hacia el estudiante. Se promueve la orientación del trabajo individual y la memorización. Las relaciones son formales, organizadas, predeterminadas, restringidas al aula y

centralizadas por el profesor. Por otro lado el aprendizaje informal permite la adquisición del conocimiento tácito (aunque también el conocimiento explícito) de manera más eficiente, ya que las fuentes de conocimientos son las personas en sí mismas. El aprendizaje es obtenido a través de la relación social (conversación, colaboración, compartición, etc.) con iguales o expertos y como resultado de la experiencia y la observación. La transmisión es horizontal, entre pares, y prevalece el trabajo y adquisición en colectivo. Este aprendizaje es precisamente el que se promueve con las RSA, que implica la adquisición de experiencia y conocimiento a través de la interacción horizontal de sus miembros.

En (Alonso, 2014) se describe una Red Social de Aprendizaje como un espacio donde las personas y las redes de individuos pueden intercambiar sus experiencias en el área educativa, crear contenido de forma colaborativa, compartir recursos, planificarse y mejorar su capacidad de aprendizaje mediante la interacción entre los diferentes actores que forman la RS.

Para entender el funcionamiento de una RSA es importante saber cuál es el principio de su funcionamiento y cuáles son las partes que la componen. Para que una RSA cumpla su función, los usuarios de la misma necesitan que esta le provea algunos mecanismos para que el aprendizaje social tenga lugar. En (REED, y otros, 2010) se presenta un estudio acerca de los factores que debe cumplir el aprendizaje para que sea catalogado de social. Dichos factores son: la ocurrencia de cambios en el entendimiento de los individuos involucrados, ya sean cambios de actitud, puntos de vista o creencias epistemológicas; traspasar la individualidad para verse situado en unidades sociales más amplias o en comunidades de prácticas dentro de la sociedad; y el aprendizaje de ocurrir gracias a la interacción social y los procesos entre individuos de una red social.

1.2.2. Entorno Social de Aprendizaje

Un tipo especial de RSA son los Entornos Sociales de Aprendizaje o *Social Learning Environment* (SLE). Una de las especificidades de un SLE es que el aprendizaje y colaboración que ocurre en ella puede ser medido en dependencia a cómo se manifiestan en la misma 5 parámetros para construir conocimiento (RIMOR, y otros, 2010). Dichos parámetros son:

- Externalización: cuando los usuarios contribuyen al intercambio (discusión) sin referirse a la contribución de otros usuarios.
- Iniciación: cuando un grupo de miembros sirven recíprocamente como fuente de conocimiento al hacer preguntas y obtener respuestas de sus pares de la red.
- Consenso rápido: ocurre cuando, con el objetivo de generar colaboración entre los miembros del grupo, los usuarios aceptan las opiniones de sus pares, no necesariamente porque están de acuerdo o son convencidos, sino porque es una forma rápida de avanzar con la discusión.
- Consenso integrado: los usuarios llegan a un consenso debido a la integración de varias opiniones expuestas.
- Consenso a través de conflicto: ocurre cuando, en caso de conflicto, los usuarios involucrados están abiertos a crítica, por lo que es más probable que encuentren mejores argumentos para explicar y justificar sus opiniones.

Los parámetros anteriormente presentados deben ser tomados en cuenta cuando se diseña un SLE. En la Figura 1 se mostrará una propuesta de un SLE diseñada en (Alonso, 2014) que está muy alineada con los intereses y necesidades de la Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba y que brinda una forma de medir los parámetros anteriormente expresados.

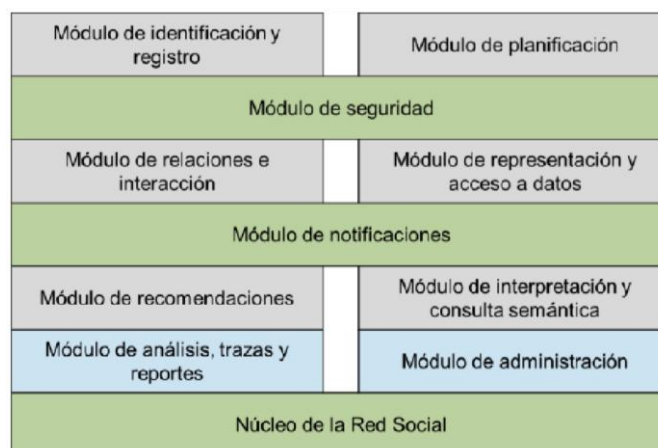


Figura 1. Estructura de un SLE.

Aunque se tomó la estructura anterior como basamento científico para realizar el trabajo propuesto por la presente tesis de pregrado, la base de datos difusa a realizar pretende ser lo suficientemente general para ser utilizada por cualquier otra SLE con una estructura similar a la anteriormente mostrada. Debido a la magnitud de la modelación difusa de todos los módulos del SLE, el trabajo presentado se centrará en los módulos de Planificación y Representación y acceso a datos.

El módulo de Planificación es el encargado de la organización automática y cooperativa de las actividades de aprendizaje. Esta se nutre de las trazas que deja el individuo y de las estrategias utilizadas para enfrentar los contenidos, estas últimas se recomiendan para facilitar el pensamiento creativo y crítico. Permite agrupar y organizar por jerarquía y prioridad los eventos (docentes, culturales, científicos, productivos y políticos), donde los usuarios incorporan saberes de varias fuentes.

En el módulo de Representación y acceso a datos se toman elementos del currículo del usuario y se construye el contenido a presentar de manera intencionada, donde se incluye la información curricular, así como aquella relacionada con la experiencia acumulada en actividades productivas, científicas y extracurriculares.

El recurso más importante que posee una RSA es la capacidad de almacenar y procesar los datos que se generan en su interior. Es lo que hace posible que el proceso de enseñanza y aprendizaje colaborativo suceda. El presente trabajo se centra en la creación de una base de datos difusa que permita almacenar y procesar datos de forma más flexible de lo que una base de datos relacional convencional lo hace. Es por ello que es imprescindible investigar acerca de la composición teórica de una base de datos relacional difusa, así como de los elementos de la lógica difusa que son necesarios para la modelación e implementación de la solución propuesta.

1.3. Base de Datos

Una base de datos es un conjunto de datos almacenados integrados y compartidos que puede considerarse como una combinación de varios archivos de datos independientes y al mismo tiempo partes individuales de la base de datos pueden compartirse entre varios usuarios distintos, en el sentido de que cada uno de ellos puede tener acceso a la misma parte de la base de datos y utilizarla con propósitos diferentes (GALINDO, 1999).

Según (RAMAKRISHNAN R, 2003) una base de datos es una colección de datos interrelacionados que contiene información de una o varias organizaciones relacionadas. La noción de integración tiene que ver con una colección de datos interrelacionados, y la de compartir porque contiene información de una o varias organizaciones.

Por su parte el estándar IEEE 610.5-1990 (IEEE, 1990) define una base de datos como una colección de datos interrelacionados almacenados juntos en uno o más archivos computarizados.

Por otro lado (KRONKE D., 2003) la conceptualizan como un conjunto auto descriptivo de registros integrados, ya que posee un diccionario de datos o lo que se denomina metadatos (descripción de la estructura y semántica de los datos).

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, en el presente trabajo se utilizará la aserción siguiente: una base de datos es un conjunto de datos individuales que a la misma vez comparten una cierta dependencia de acuerdo al entorno que estén describiendo y que además posee una representación de la estructura y semántica de la información que almacena.

Sin embargo existe información imperfecta que puede ser inconsistente, imprecisa, ambigua, incierta o vaga que no es capturada de forma adecuada por una base de datos tradicional.

Esta imprecisión está relacionada con el entorno que describe dicha información y con la naturaleza misma de los datos recogidos (ANUPRIYA, 2013). De acuerdo con (Ma, 2005) pueden darse 5 tipos de información imprecisa

1. Cuando un aspecto del entorno tiene más de un valor. Por ejemplo: una persona puede tener edades diferentes en dependencia al calendario que utilice.)
2. Cuando se desconoce el valor exacto de un atributo, pero sí se puede identificar un intervalo válido para él. Por ejemplo: cantidad de cabellos de una persona.
3. Ambigua cuando algunos aspectos de la información pueden ser interpretados de distintas formas. Por ejemplo: el diámetro de una junta industrial puede ser pequeño, sin embargo la palabra “pequeño”, como valor de atributo, puede ser vista desde diferentes ángulos.

4. Incierta cuando existe un grado de fiabilidad (certeza) para el valor del atributo. Ocurre debido a la falta de información.
5. Cuando el atributo es representado por variables lingüísticas. Por ejemplo: la edad de una persona puede ser “Joven”, “Maduro” o “Anciano”.

De forma general, la vaguedad de la información descrita anteriormente se puede traducir en modelos de bases de datos orientados a objetos.

Una base de datos difusa es una base de datos donde se aplican modelos y técnicas de Lógica Difusa para capturar y estructurar la información.

1.4. Definición de lógica difusa (*fuzzy logic*) (LD):

La lógica difusa o fuzzy logic es una forma de modelar la imprecisión o vaguedad de la información de un entorno. Originalmente el término fuzzy procede de *fuzz*, que sirve para denominar la pelusa que recubre el cuerpo de los polluelos al poco de salir del huevo. Este término en inglés significa confuso, borroso, no definido o desenfocado. La traducción de esta palabra al español es difuso o borroso, aunque fuzzy, en los ámbitos académico y tecnológico, está aceptado tal cual, de forma similar a como los es “bit”. *Fuzzy* significa ambiguo o vago, en el sentido del razonamiento humano, más que en la acepción de probabilidad de algo (OLIVA, 2003).

La LD fue creada por el Profesor Lotfi A. Zadeh y en un artículo titulado “Fuzzy Sets” (Conjuntos Difusos) del mismo autor fue aludida y explicada por primera vez. En dicho artículo el Dr. Zadeh describió unos conjuntos sin límites precisos los cuales, según él, juegan un importante papel en el reconocimiento de formas, interpretación de significados, y especialmente abstracción, la esencia del proceso de razonamiento del ser humano.

Esta lógica es multievaluada y sus características principales, presentadas por (ZADEH, 1965) son:

- En la lógica difusa, el razonamiento exacto es considerado como un caso particular del razonamiento aproximado.
- Cualquier sistema lógico puede ser trasladado a términos de lógica difusa.

- En lógica difusa, el conocimiento es interpretado como un conjunto de restricciones flexibles, es decir, difusas, sobre un conjunto de variables.
- La inferencia es considerada como un proceso de propagación de dichas restricciones.
- En lógica difusa, todo problema es un problema de grados.

Como herramienta de cálculo de criterios de verdad, la lógica difusa parte de una escala de valores desde el más falso al más verdadero, brindando un resultado cuantitativo, que garantiza la elección más cercana a la verdad de una alternativa, tomando como base los atributos que cumple, para el logro de un objetivo determinado.

La lógica difusa ha logrado que la tecnología sea más cercana al lenguaje común que hablamos los humanos (M.A., y otros, 1998). Se podría decir que la lógica difusa permite a los ordenadores trabajar no sólo con métodos cuantitativos sino también cualitativos, se trata pues de un intento de aplicar una forma más humana de pensar en la programación de computadoras. Dicha lógica maneja la incertidumbre mediante grados de certeza para responder a una cuestión práctica. Comercialmente, la lógica difusa ha sido usada con gran éxito para controlar máquinas y productos de consumo. La lógica difusa no es la respuesta para todos los problemas técnicos pero sí para aquellos donde se necesite extraer información cualitativa, así como inferir información donde existe imprecisión.

Singh y colaboradores (SINGH et al., 2013), inspirados por los procesos humanos y la intuición, plantean que la LD está basada en la noción de un relativo grado de membresía. Por otra parte en (MATA et al., 2009) se muestra un valor entre 0 y 1 para indicar el grado de pertenencia de cada elemento al conjunto difuso. Una aproximación diferente es la brindada por (FERNÁNDEZ et al., 2008) donde expresan que “La lógica borrosa emerge como una herramienta interesante para el control y representación de subsistemas y procesos industriales complejos, así como también para la electrónica de entretenimiento y hogar, sistemas de diagnóstico y otros sistemas expertos”.

La LD permite a los ordenadores trabajar tanto con métodos cuantitativos como cualitativos, donde se trata de incorporar la forma de pensar de los humanos a las computadoras (OLIVA, 2003). Según (GALINDO, 1999) “Las bases de datos difusas unieron la teoría de bases de datos, -principalmente del modelo relacional-, con la teoría de conjuntos difusos, para permitir dos objetivos esenciales: el almacenamiento de información difusa (además de información no difusa o crisp) y su manipulación de forma difusa o flexible.

Esta tecnología cambió la forma de ver y conceptualizar la manera en la que se guardaba la información. El Álgebra Relacional tradicional define a los conjuntos como la unificación estructurada de un grupo de elementos, de forma análoga la LD define lo que se conoce como Conjuntos Difusos. La teoría de conjuntos difusos, extiende la teoría clásica de conjuntos al permitir que el grado de pertenencia de un objeto a un conjunto sea representado como un número real entre 0 y 1. De forma más limitada, en el concepto clásico solo se tiene la posibilidad de pertenecer o no a un conjunto (PIATTINI, 2011).

La interpretación de conjunto difuso tiene como base la generalización del concepto de subconjunto ampliado y la descripción de nociones vagas e imprecisas (GALINDO, 1999). La pertenencia de un elemento dentro de un conjunto difuso pasa a ser un concepto difuso o borroso. Para algunos elementos puede no estar bien definida su pertenencia al conjunto, por lo que se emplea un grado para cuantificarla y es lo que habitualmente se conoce como grado de pertenencia.

Según (ANUPRIYA, 2013) un conjunto difuso se define formalmente como pares en la forma $A = \{\mu_A(x) \mid x \in \Omega, \mu_A(x) \in [0, 1] \in \mathbb{R}\}$, donde $\mu_A(x)$ es el grado de pertenencia del elemento x al conjunto difuso A , y Ω es el universo de todos los elementos. Por ejemplo, si se considerase el peso de una persona como una variable difusa, se pudieran definir tres subconjuntos difusos {delgado, promedio, sobrepeso}, cada uno con funciones de pertenencia:

$$\mu_{promedio}(x), \mu_{delgado}(x), \mu_{sobrepeso}(x)$$

Usando como fundamento científico a la LD, las bases de datos se han adaptado a este modelo y se ha podido establecer una analogía. Así, como las bases de datos relacionales (BDR) tradicionales tienen atributos y éstos a su vez tienen conjuntos, las bases de datos difusas (BDD) tienen atributos y conjuntos propios. De esta manera, un atributo tradicional está compuesto por datos de tipo entero que pertenecen al conjunto \mathbb{Z} , o un atributo nombre está compuesto por datos de tipo varchar que pertenecen al conjunto de las cadenas de caracteres.

Con la información anteriormente planteada el autor tomará como definición la siguiente: la lógica difusa está basada en la noción de grados de certidumbre relativos inspirados por el proceso de percepción y cognición humana.

La ambigüedad o imprecisión de la información presente en un entorno está presente en uno de los niveles siguientes:

1. Nivel de atributos: se permite la entrada de datos difusos en la base de datos, los atributos se definen con dominios difusos.
2. Nivel de relaciones de instancia: vaguedad en la pertenencia de un objeto a una determinada clase.
3. Nivel de relaciones de herencia: en este caso existe cierta vaguedad en la relación entre una clase y sus superclases.
4. Nivel de definición: se centra en la definición del tipo de la clase y de los mismos objetos, considerando la presencia de vaguedad en el mismo nivel de la estructura.
5. Nivel de conducta: presencia de vaguedad en la conducta de los objetos.

Gran parte de las investigaciones estudiadas, abordan los tres primeros niveles de vaguedad y solo algunos modelos tratan los niveles de definición y conducta. Estos trabajos están dirigidos a tres campos principales: la manipulación de sistemas de gestión de bases de datos, el modelado de software y la representación de conocimiento en inteligencia artificial. Sin embargo todos tienen en común la utilización de la lógica difusa para resolver problemas de imprecisión.

1.4.1. Etiqueta lingüística

Una etiqueta lingüística es una palabra que representa un conjunto difuso, que puede estar formalmente definido o no (BENALI, 2014). La concepción de las etiquetas tiene un carácter intuitivo y depende de la percepción de cada persona al momento de crearlas según el contexto y el momento particular en que se apliquen. Cuando se hace referencia al valor “alto” de una etiqueta, ésta no queda definida formalmente, pues no existe ningún referencial ordenado con quien compararla, al no tener el mismo significado si se tratase de personas que de rascacielos. Por otro lado la etiqueta “hombre alto” sí tiene una definición formal y por ende, un referencial ordenado, porque se puede decir que un hombre es alto si mide más de 6 pies de altura. Se pueden encontrar otros ejemplos en (MARTINEZ, 2008), (OLIVA, 2003) y en (URBINA y TITO, 2009).

1.4.2. Relación de similitud

Una relación de similitud permite comparar etiquetas lingüísticas definidas en dominios con referencial no ordenado. Esta relación indica que para cada dominio, es necesario definir una función de similitud que permita medir la similitud o parecido entre dos valores del dominio (JIMÉNEZ et al., 2005). En el ejemplo mencionado en el epígrafe anterior, entre las etiquetas “alta”, “mediana” y “baja” se puede definir una relación de similitud como lo muestra la Tabla 1, resolviendo de esta forma la falta de información.

Tabla 1. Ejemplo de una relación de similitud

	Alta	Mediana	Baja
Alta	1	0,6	0,1
Mediana	0,6	1	0,7
Baja	0,1	0,7	1

Los valores mostrados en la Tabla 1 representan el grado de similitud entre una etiqueta y otra, siempre dado dentro del intervalo $[0,1]$. Mientras más se acerque el valor a la unidad, mayor será el grado de similitud entre dos etiquetas, de lo contrario significa mayor diferencia entre ellas. Este método resulta muy práctico para modelar un atributo de la vida real que no tiene un conjunto con valores cuantificables pero sí relacionados entre sí. Un caso representativo son los conocimientos asociados a un determinado tema que pudieran etiquetarse como {ninguno, promedio, mucho}. Este mismo caso se puede utilizar para modelar muchas características que definen relaciones interpersonales o aspiraciones de los usuarios, datos casi imposibles de almacenar en una BDR.

1.5. Modelos Difusos

Un modelo difuso tiene como objetivo incorporar la teoría de conjuntos difusos y la lógica difusa al tratamiento de la vaguedad en los datos (ANUPRIYA, 2013). Son una aproximación de cómo se comporta la incertidumbre en algún entorno específico y las diferentes formas de capturar las mismas. En el presente trabajo se analizan los modelos difusos estrechamente relacionados con la fuzzificación de datos para una base de datos. A continuación se expondrán los principales sistemas abarcados en la literatura consultada:

Modelo GEFRED

El modelo GEFRED (por sus siglas del inglés Generalized Model for Fuzzy Relational Databases) expuesto en (MEDINA et al., 1994), define los tipos de atributos y los conjuntos que se aceptan en las BDRD, así como qué atributos admiten cuáles conjuntos. Otras bibliografías como (URRUTIA et al., 2010) implementan de forma diferente este concepto. Los tipos de atributos según GEFRED son:

- Atributo difuso de Tipo 1: Es utilizado para representar valores precisos. Está definido por valores numéricos o escalares simples y el grado de pertenencia es siempre 1, o sea $\mu_A(x)=1$.
- Atributo difuso de Tipo 2: Es utilizado para representar valores imprecisos sobre un referencial ordenado. Lo que significa que existe una métrica comparativa de valores del mundo real. Está definido por valores numéricos y escalares simples, en ambos casos con grado de pertenencia igual a 1. Además por etiquetas lingüísticas, valores parcialmente desconocidos dentro de un rango preciso y valores parcialmente desconocidos aproximados a un valor preciso; en esos tres casos con grado de pertenencia entre 0 y 1, o sea $\mu_A(x) \in [0,1]$. Por último puede definirse por valores desconocidos con grado de pertenencia 1, por valores inaplicables con grado de pertenencia 0 y por valores nulos con grado de pertenencia 1.

De la definición con valores numéricos y escalares simples, pudiera emplearse como ejemplo, la velocidad de un auto que se considera “alta” cuando su valor supera los 100 km/h, en este caso el conjunto de los kilómetros/hora es el referencial ordenado.

- Atributo difuso de Tipo 3: Es utilizado para representar valores imprecisos sobre un referencial no ordenado. El dominio difuso asociado a este tipo de atributo puede estar definido por valores excluyentes de números o escalares con grado de pertenencia igual a 1, es decir, con $\mu_A(x)=1$. También determinado por relaciones de similitud con grado de pertenencia entre 0 y 1, o sea $\mu_A(x) \in [0,1]$. Por último, definido por valores desconocidos con grado de pertenencia 1, valores inaplicables con grado de pertenencia 0 y por valores nulos con grado de pertenencia igual a 1.

Modelo UFO (Uncertain and Fuzziness in Object-orientation)

En (N.V., y otros, 1998) se describe un modelo para tratar la imprecisión y la incertidumbre en bases de datos orientadas a objetos. Es de las propuestas más completas para el modelado de bases de datos orientadas a objetos difusas.

El modelo UFO consigue que el manejo de la información difusa sea ajena al usuario, y para ello utiliza roles y distribuciones de posibilidad. El concepto de rol expresa las relaciones de imprecisión e incertidumbre que puedan existir entre objetos o entre objetos y clases de objetos, pudiendo además modelar la imprecisión que pueda existir en la aplicabilidad de una propiedad a un objeto.

A continuación se muestran sus principales características:

- Se puede modelar la incertidumbre en los valores de los atributos por medio de clases, sobre las que se pueden construir distribuciones de posibilidad. Los atributos pueden tener valores con un sentido disyuntivo o con un sentido conjuntivo.
- Se puede modelar la incertidumbre en el nivel de relaciones de instancia al poder especificar un grado de pertenencia de un objeto a su clase.
- Se puede modelar la incertidumbre en la herencia entre las clases. Dicha herencia puede ser parcial o condicionada. La parcial hereda el núcleo de las propiedades requeridas de la clase como propiedades requeridas de la subclase. Las demás propiedades se heredan de forma condicional.

En la herencia condicionada todas las propiedades se heredan de forma condicional.

- Se puede modelar la incertidumbre en las clases definidas, especificando propiedades requeridas y propiedades opcionales. Al crear un objeto se especifica qué propiedades opcionales se incluirán y se define un grado de aplicabilidad asociado a cada propiedad difusa, indicando el grado que esa propiedad es aplicable al objeto.
- Se puede modelar la incertidumbre en los métodos aplicados sobre los objetos.

Modelo Buckles-Petry

El modelo Buckles-Petry (BUCKLES, 1985) fue el primero en utilizar las relaciones de similitud en modelos relacionales. En dicho modelo, una relación difusa es definida como un subconjunto del siguiente producto cartesiano: $P(D_1) \times \dots \times P(D_m)$, donde $P(D_i)$ representa una parte del conjunto D_i , incluyendo todos los subconjuntos que pueden ser considerados dentro del dominio D_i (de cualquier número de elementos).

Tres tipos de datos son permitidos por el modelo: conjunto finito de escalares (labels), conjunto finito de números y conjunto de números. Los valores de similitudes son especificados por el usuario y normalizados en un rango $[0,1]$, donde 0 significa totalmente diferente y 1 totalmente similar.

Modelo Prade-Testemale

Prade y Testemale publicaron un modelo de Base de Datos Relacional Difusa que permite la integración de datos incompletos o borrosos, que entra en el campo de la teoría de las (PRADE, y otros, 1987). Las relaciones correspondientes a la base de conocimiento son almacenadas en forma de tablas. En dicho modelo, el valor de atributo de una tupla puede ser una distribución de posibilidad. La información de un atributo A perteneciente a un conjunto D puede ser representada con una distribución de posibilidad.

Modelo de Vila

En (M.A., y otros, 1995), (M.A., y otros, 1996) y (M.A., y otros, 1998) se propone un modelo semántico para representar la vaguedad en un sistema de bases de datos orientado a objetos. Usando el modelo semántico de datos propuesto se logra representar diferentes tipos de información imprecisa. Se trabaja con diferentes clases de datos imprecisos y se especifica la forma en que pueden describirse. La propuesta, representa la imprecisión de un dato y su incertidumbre en una única representación. Se realiza un estudio detallado de la imprecisión e incertidumbre que puede parecer en el nivel estructural de la base de datos, concentrándose en las relaciones objeto/clase. Un análisis muy detallado se realiza de las relaciones de especificación/generalización entre clase, definiendo formas para representar la vaguedad que pueda existir en estas relaciones y como incluye la naturaleza imprecisa de una clase en la naturaleza de sus atributos. De la misma forma se enfoca el problema de la relación entre clases difusas, especificando las diferentes posibilidades y dando propuestas para solucionarlo.

El Modelo N. Marín.

En (MARIN, 2001) se expone un modelo basado en (M.A., y otros, 1995) que presenta una herramienta para recoger la incertidumbre en los cinco niveles, lo que lo hace uno de los modelos más completos investigados en el presente trabajo. En sus inicios, el modelo se centra en los diferentes ángulos en los cuales puede ser recogida la vaguedad de un atributo y la forma de afrontar la falta de certeza sobre la veracidad de los mismos. La comparación entre objeto se realiza utilizando relaciones de semejanza entre los mismos. Dicho modelo admite objetos complejos y plantea una extensión difusa para capturar la incertidumbre en el nivel

de relaciones de instancia. Aporta la forma de representarla incertidumbre cuando afecta a la propia definición de la estructura de los objetos y de las clases, analizando el sentido que puede tener la falta de certeza cuando aparece en estos niveles.

Modelo de Cuevas

El doctor Luis Cuevas Rodríguez expone en (CUEVAS, 2009) un modelo que completa propuestas de modelos anteriores como el presentado en (MARIN, 2001). Dicho trabajo se centra en modelar la incertidumbre en el nivel de atributos y el nivel de definición, que según el Doctor Cuevas son los más importantes desde el punto de vista práctico.

En el nivel de atributo permite representar y manipular información con naturaleza imperfecta usando dominios difusos, utilizados principalmente para representar los atributos de una clase. Para cada tipo de dominio, incorpora diferentes operadores difusos. El uso de dominios difusos como representantes de la incertidumbre de los atributos, permite establecer objetos complejos y definir estados de igualdad entre los mismos.

Presenta operadores para comparar objetos y para ello utiliza diferentes criterios. Para ello define perspectivas de comparación para cada clase. Cada perspectiva se compone por un nombre, el peso y el operador difuso o perspectiva que se utilizará al comparar cada atributo del objeto. El enfoque recursivo que utilizan permite operar sobre objetos complejos.

Plantean tipos difusos para manejar la imprecisión a nivel de definición. Dichos tipos difusos se comportan como objetos pero con la particularidad que definen diferentes umbrales al crear una instancia.

Se proponen extensiones de la igualdad difusa para comparar instancias de tipos difusos utilizando una de las estrategias siguientes: optimista, pesimista y la tercera donde se ignoran los atributos no existentes. Finalmente el modelo incorpora el uso de atributos inferidos difusos, lo cual brinda la posibilidad de definir atributos cuyo valor se obtiene a partir de un sistema difuso formado por reglas difusas con antecedentes definidos utilizando los propios atributos del objeto. Los dominios admitidos por el modelo se muestran en la Figura 2.

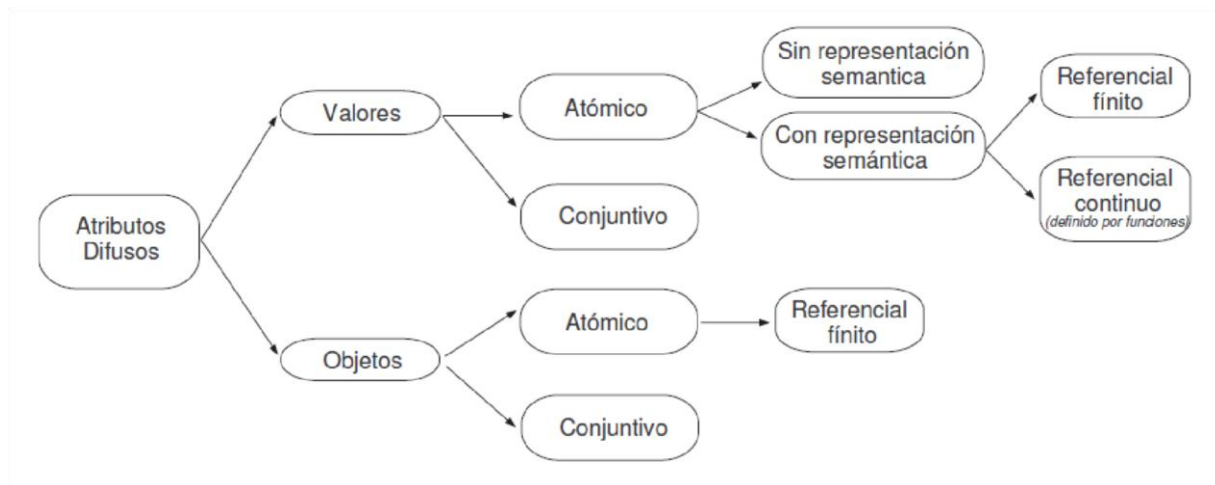


Figura 2. Atributos del Modelo de Cuevas

La Tabla 2, muestra una comparación entre los modelos mencionados. En la primera fila aparecen los criterios de comparación y en la primera columna el listado de los modelos analizados. Para ello se utilizarán los criterios siguientes: nombre del modelo y año, la cantidad de niveles difusos que comprende el mismo, la existencia de alguna implementación de dicho modelo en Software Privativo y en Software Libre y por último la principal contribución del trabajo en la esfera de las bases de datos difusas según el autor.

Tabla 2. Comparación de modelos difusos

Modelo	Niveles difusos	Software Privativo	Software Libre	Principal aporte
GEFRED (1994)	todos	si	si	Recopilación de los modelos existentes anteriormente
UFO (1993)	todos	si	no	Completitud del modelo
Buckles-Petry (1985)				Primero en utilizar relaciones de similitud

Prade-Testemale (1987)				Integra datos difusos con la teoría de las posibilidades
Vila (1995)	Atributos, instancia y herencia	si	no	Es un modelo semántico.
N. Marín (1995)	todos			Incorporación de tipos difusos
Cuevas (2009)	Atributos y definición	no	si	Sencillez, eficacia y eficiencia.

A partir de la tabla anterior se destaca el modelo Cuevas como el más útil para la realización de este trabajo, ya que integra un marco práctico de modelación teórica con implementación en software libre y facilidad en su uso. Además de los factores anteriores posee una documentación detallada acerca de su uso. Dicho modelo también contiene los principales aportes de otros modelos anteriores, necesarios en nuestra propuesta.

Aplicaciones prácticas

En el ámbito científico se han publicado distintas aplicaciones de los modelos de bases de datos difusas, algunas de las cuales han hecho extensiones a dichos modelos. A continuación se mencionan algunos de los trabajos más recientes recogidos en la literatura:

- En (CUEVAS, 2009) se plantea un modelo para la selección de estudiantes para participar en proyectos informáticos, en particular, el desarrollo de sistemas informáticos.
- En (URRUTIA et al., 2010) se presenta una extensión de una base de datos relacional difusa utilizando FIRST-2 (interfaz difusa para sistemas relacionales) como estructura lógica, utilizando el modelo GEFRED.
- En (CADENAS, y otros, 2012) se plantea la extensión SQLf al lenguaje SQL, permitiendo entre otras cosas la vaguedad en los operadores de comparación.

□

En (CADENAS, 2009) se presenta una extensión al SGBD PostgreSQL que permite mediante la extensión SQLf hacer consultas difusas a bases de datos relacionales. Entre sus principales aportes se encuentra que posibilita la creación y utilización de cuantificadores difusos (algunos, muchos, unos cuantos) en la creación de consultas difusas.

- En (GALINDO, y otros, 2007) se presenta un cliente web para la creación de BDRD usando el modelo GEFRED en una BD Oracle.
- En (SKRBIC, y otros, 2008) se extiende el JDBC (*Java Data Base Connection*) driver para que soporte el lenguaje PFSQL, que permite realizar consultas difusas a bases de datos relacionales.
- En (ANUPRIYA, 2014) se utiliza una interfaz Microsoft ASP.NET para hacer consultas difusas a una base de datos MySQL que tiene como objetivo almacenar y recuperar información relacionada con los pacientes de un hospital para diagnosticar enfermedades.

Luego de observar las aplicaciones anteriores se concluye que el uso de modelos difusos para resolver problemas reales ha adquirido diferentes dimensiones con el avance de la tecnología. Se observa una degeneración del empleo íntegro de un modelo difuso en pos de la creación de herramientas multiplataforma con objetivos más específicos. No obstante muchas de estas herramientas creadas tienen como basamento científico modelos difusos anteriores, aunque no lo implementan en su totalidad.

1.6. Herramientas disponibles

A continuación se relacionan algunas herramientas para implementar modelos difusos en gestores de bases de datos para aplicaciones en bases de datos difusas, así como sus ventajas y desventajas con respecto a la implementación en la presente tesis de pregrado.

FSQL para Oracle

Presenta una extensión de componentes difusos para administradores de base de datos relacionales, que es levantado mediante un procedimiento y permite almacenar etiquetas lingüísticas, valores de etiquetas

□

lingüísticas para datos ordenados y no ordenados y cuantificadores. Puede clasificar los datos en los tipos siguientes:

- Tipo 1: Atributos que son críps, sin imprecisión, pero que en su dominio se pueda definir alguna etiqueta lingüística para usar en la consulta.
Tipo 2: Atributos que admiten tanto dato con o sin imprecisión en la forma de distribución de posibilidad sobre el dominio subyacente ordenado. Además permite una representación de datos de tipo Unknown, Undefined y NULL.
- Tipo 3: atributos que definen alguna etiqueta que son escalares con una relación de similitud definida sobre ellas, de forma que esta relación indique en qué medidas se parecen entre si cada par de etiquetas, también permite representar datos de tipo Unknown, Undefined y NULL.

Es una implementación del modelo GEFRED explicado anteriormente. Existe una versión desactualizada para el SGBD PostgreSQL y otra actualizada para Oracle.

Postgresqlf

Es una extensión (plugin) de PostgreSQL que fue creada en conjunto por grupos de desarrollo de la Universidad Simón Bolívar y la Universidad de Carabobo¹. Permite la implementación de bases de datos difusas en el SGBD PostgreSQL a través de la extensión del lenguaje SQL a SQLf, que permite hacer consultas difusas, así como crear bases de datos difusas. La sintaxis básica de dicho lenguaje es la siguiente:

```
SELECT <atributos> FROM (SELECT <atributos> FROM <tablas> WHERE <condición_difusa_interna>)
      WHERE <condición_difusa_externa>
```

El grado de satisfacción de cada tupla del resultado viene dado por:

¹ La Universidad Simón Bolívar y la Universidad de Carabobo son venezolanas.

□

$\text{Min}\{\mu(\langle \text{condición_difusa_interna} \rangle), \mu(\langle \text{condición_difusa_externa} \rangle)\}$, donde $\mu(A)$ representa el grado de certidumbre de A.

Algunas de sus funciones son:

- Definir **Predicados Difusos**. Son utilizados como etiquetas lingüísticas que se comparan con igualdad a una expresión como si se tratara de un valor (debe haber compatibilidad de tipos para usarlos). La sintaxis es: $\langle \text{expresión} \rangle = \langle \text{etiqueta} \rangle$, donde: $\langle \text{etiqueta} \rangle$ es el nombre del predicado difuso definido por el usuario.

Definir **Modificadores Difusos**. Son utilizados de manera prefija sobre las etiquetas lingüísticas que representa al predicado que modifica. La sintaxis es: $\langle \text{expresión} \rangle = \langle \text{modificador} \rangle \langle \text{etiqueta} \rangle$, donde: $\langle \text{etiqueta} \rangle$ es el nombre del predicado difuso definido por el usuario.

- Definir **Comparadores Difusos**. Pueden ser utilizados en cualquier comparación, siempre que haya compatibilidad de tipos. La sintaxis es: $\langle \text{expresión} \rangle \langle \text{comparador} \rangle \langle \text{expresión} \rangle$. Donde: $\langle \text{comparador} \rangle$ es el nombre o símbolo de un conector definido por el usuario.
- **Cuantificadores Difusos**. Son utilizados como etiquetas lingüísticas seguidos por una lista de predicados difusos. La sintaxis es $\langle \text{expresión} \rangle \langle \text{cuantificador_difuso} \rangle (\langle \text{lista_predicados_difusos} \rangle)$.
- Los operadores de conjunto **UNION**, **INTERSECT** y **EXCEPT** son extendidos mediante una semántica de teoría de conjuntos difusos. La operación union se define como: $(\langle \text{subconsulta difusa} \rangle \text{UNION} \langle \text{subconsulta difusa} \rangle)$. La sintaxis de la intersección corresponde a $(\langle \text{subconsulta} \rangle \text{INTERSECT} \langle \text{subconsulta} \rangle)$. El operador **EXCEPT** posee como sintaxis: $(\langle \text{subconsulta} \rangle \text{EXCEPT} \langle \text{subconsulta} \rangle)$.

Pg4DB

Es una plantilla para PostgreSQL desarrollada por el doctor Luis Cuevas de la Universidad de Holguín que permite crear y consultar bases de datos difusas. Expone un conjunto de funciones que automatizan la

□
función de implementación. Está basado en el modelo planteado en (CUEVAS, 2009). La Figura 3 muestra la estructura de pg4db.

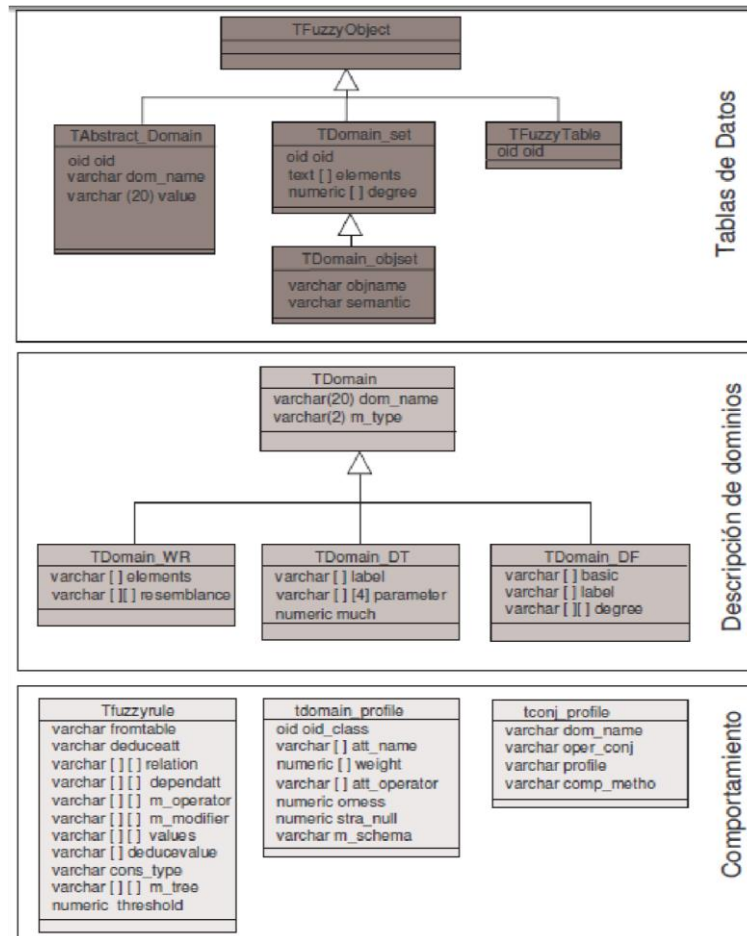


Figura 3. Estructura de pg4db

Descripciones de dicha plantilla expuestas en (CUEVAS, 2009) se citarán a continuación:

- Se pueden definir **atributos difusos inferidos**. Estos toman su valor a partir de la evaluación de reglas difusas previamente definidas que utilizan como variables independientes otros atributos definidos en la clase. El valor del atributo se actualiza al crear una instancia de la clase o se actualizan los atributos de un objeto existente.
- Se pueden crear **dominios difusos** con diferentes naturalezas que pueden ser usados para representar los atributos difusos de una clase.
- Las tablas pueden definirse como **Tipo Difuso**, que no es más que un subconjunto difuso que tiene como referencial el conjunto A de todos los atributos posibles en el modelo y que se aplica en el

intervalo $[0, 1]$. Esto se traduce en que es posible tener una definición de la clase por niveles y un mecanismo de instanciación de objetos que permita utilizar el nivel más adecuado y suficiente para representar la naturaleza de un objeto.

- Las tablas dentro de la base de datos que almacenan objetos con al menos una propiedad definida sobre un dominio difuso o tablas que almacenan objetos complejos se denominan tabla con atributos difusos (**TWFA**).
- Se pueden definir **Perspectivas de Comparación**. Las mismas permiten comparar los objetos difusos de forma personalizada. Entre sus características están: poseen un conjunto de pesos referidos a la importancia de cada atributo de la clase en el proceso de comparación; un conjunto de perspectivas u operadores difusos que indica que operador se utilizará para comparar cada par de atributo; la especificación de un umbral a utilizar al hacer la agregación y un valor que indica el tratamiento de los valores nulos en el proceso de comparación

MATLAB Fuzzy Logic Toolbox

El software MATLAB es un lenguaje técnico de alto nivel con un ambiente interactivo para el desarrollo de algoritmos, la visualización de los datos, el análisis de datos, y el cómputo numérico. Usando MATLAB, se pueden solucionar problemas que computan técnicos más rápidamente que con los lenguajes de programación tradicionales, tales como C, C++, y FORTRAN. Se puede utilizar MATLAB en una amplia gama de usos, incluyendo procesamiento de señal y de imagen, comunicaciones, diseño del control, modelación, el análisis financiero y biología de cómputo.

Matlab *Fuzzy Logic Toolbox* (MFLT) es una caja de herramienta adicional extendida del ambiente MATLAB para solucionar problemas referentes a la lógica difusa. Se centra específicamente en el procesamiento difuso de los datos y proporciona algunas características para documentar y compartir el trabajo.

Está condicionado para usar el modelo Mamdami-Sugeno y entre sus funciones básicas se encuentran:

- *Fuzzy Interface System*, que brinda una interfaz amigable con la cual editar las etiquetas lingüísticas de entrada y salida.

- *Rule Editor*, que permite crear reglas difusas.
- *Membership Function Editor*, que permite crear y asignar funciones de pertenencia a etiquetas lingüísticas.
- *Rule Viewer*, permite visualizar cada regla difusa por separado para así compararlas.

MFLT provee una forma de recoger y manipular reglas difusas y etiquetas lingüísticas usando el modelo Mamdani-Sugeno.

A continuación se compararán las diferentes herramientas expuestas anteriormente. Para ellos se utilizará la Tabla 3, donde la primera fila representa los criterios de comparación y la primera columna las herramientas analizadas. Dichos criterios son: nombre de la herramienta, si su implementación es en Software Libre, la frecuencia de mantenimiento, la complejidad de su uso, la cantidad de documentación existente y la última versión desplegada de la misma respecto al Sistema Gestor de Base de Datos que utiliza:

Tabla 3. Comparación de herramientas.

Herramienta	Software Libre	Mantenimiento	Complejidad	Documentación	Última versión desplegada
FSQL(Oracle)	No	Alto	Alta	Abundante	Actualizada
PostgreSqlf	Si	Medio	Alta	Media	No actualizada
Pg4db	Si	Medio	Baja	Media	Actualizada
MFLT	Si	Bajo	Alta	Media	No Actualizada

La Tabla 3 muestra que a nivel técnico la herramienta FSQL para Oracle es la más óptima para desarrollar la base de datos propuesta en el presente trabajo. Sin embargo al no tener disponible una implementación para software libre queda descartada como la solución óptima. Por otra parte Postgresqlf no tiene liberada ninguna versión para PostgreSQL 9.x, lo que imposibilita que se utilice las últimas ventajas de dicho gestor.

Se selecciona como óptima la herramienta pg4db al ser de las más actualizadas y poseer más documentación, además de ser una forma sencilla y potente para recoger la información difusa generada por una Red Social de Aprendizaje.

1.7. Metodología

La concepción de una Base de Datos Relacional es una tarea larga y costosa. Existe la necesidad de contar con procedimientos ordenados que faciliten el desarrollo de un producto software, ya que esto tiene una incidencia en cuanto a costos y plazos de entrega, además de la calidad y mantenimiento del producto.

En (IEEE, 2004) se plantea que el diseño de un software juega un papel crucial en su implementación, ya que permite a los ingenieros de software crear una maqueta de la solución a implementar. Al igual que un software tradicional, la implementación de bases de datos necesita de una buena conceptualización y diseño. Se reconoce también que para la creación de modelos de datos que reflejen entornos reales es determinante entender el problema antes de empezar a diseñar.

Muchas veces, el diseño de una base de datos se limita a aplicar la teoría de normalización, cuando en realidad debe abarcar muchas otras etapas, que van desde la concepción hasta la instrumentación. Para la correcta concepción de una base de datos se deben seguir un conjunto de pasos, usar uno o más modelos, herramientas, simbologías, etc..., conocido comúnmente como metodología.

En la determinación de las fases de la metodología se debe definir una jerarquía de niveles de abstracción que resulte apropiada, en el sentido de ser lo suficientemente amplia para que a cada nivel le correspondan decisiones de diseño bien definidas, pero, a la vez, no proponer demasiados niveles, ya que sería muy sensible a la interpretación del diseñador.

También es necesario definir una simbología o lenguaje de modelado que permita abstraer de forma explícita el diseño del entorno.

En el campo de las bases de datos no existe una metodología consagrada, sin embargo, ciertas etapas son distinguibles (PIATTINI, 1999):

1. Diseño Conceptual, cuyo objetivo es obtener una buena representación de los recursos de información de la empresa, con independencia de usuarios o aplicaciones en particular y fuera de consideraciones de eficiencia del computador.
2. Diseño Lógico, cuyo objetivo es transformar el esquema conceptual obtenido en la etapa anterior, adaptándolo al modelo de datos en el que se apoya el SGBD que se va a utilizar (modelo relacional).
3. Diseño Físico, cuyo objetivo es conseguir una instrumentación lo más eficiente posible del esquema lógico.

Estas son las fases generales para desarrollar cualquier base de datos convencional. Sin embargo, a la hora de desarrollar bases de datos relacionales difusas hay que tener en cuenta otros factores, por ejemplo, el nivel de certeza de los datos recogidos en el entorno o las funciones de pertenencia que describen las etiquetas lingüísticas presentes. Todo esto hace necesario extender el modelo clásico de creación de una base de datos. No existe mucha información en la literatura investigada acerca de metodologías para implementar bases de datos difusas, no obstante, en (CHAUDRY, y otros, 1994) se expone una metodología interesante para desarrollar BDRD. En la Tabla 4 se comparan la metodología clásica, la propuesta Chaudry y la propuesta por Cuevas.

Tabla 4. Comparación de metodologías.

Pasos	Metodología clásica	Chaudry	Cuevas
1	1. Diseño Conceptual: 1.1. Análisis de requisitos. 1.2. Conceptualización	1. Diseño Conceptual: 1.1. Análisis de requisitos. 1.2. Conceptualización 1.3. Identificar Relaciones, Tablas y Atributos.	1. Diseño Conceptual: 1.1. Análisis de requisitos. 1.2. Conceptualización 1.3. Modelado Lógico

	2. Diseño Lógico: Normalización.	2. Construir modelo extendido entidadrelación: 2.1. Añadir la letra "f" a las entidades y atributos difusos 2.2. Crear un DBFuzzifier para entidades cuyos atributos están fuzzificados a diferente nivel. 2.3. Añadir "fm _μ " a entidades que serán usadas en comparaciones difusas, siendo	2. Fuzzificación de los datos. 2.1. Identificar e Implementar Dominios Difusos. 2.2. Identificar e Implementar Tablas con atributos difusos. 2.2.1. Implementar sus Atributos Inferidos.
		3. μ el operador de de comparación deseado. Normalizar. Asegurar interpretación operadores difusos.	2.2.2. Implementar sus Perspectivas de Comparación. 2.3. Identificar e Implementar Tipos Difusos. 2.3.1. Implementar sus Atributos Inferidos. 2.3.2. Implementar sus Perspectivas de Comparación.
o	3. Diseño Físico: 3.1. Crear índices. 3.2. Crear Vistas	4. Diseño Físico: 4.1. Crear índices. 4.2. Crear Vistas	3. Recuperación de Datos: 3.1. Crear vistas y consultas difusas.

Comparando los resultados arrojados por la tabla anterior y teniendo en cuenta la necesidad de utilizar la herramienta pg4db, se decide adoptar la metodología de Cuevas, pero agrupando los pasos similares con el objetivo de organizar la implementación, quedando como se muestra a continuación:

1. Diseño conceptual:
 - 1.1. Análisis de requisitos.
 - 1.2. Conceptualización.
 - 1.3. Modelado lógico.
2. Fuzzificación de los datos.
 - 2.1. Identificar dominios difusos.
 - 2.2. Identificar tablas con atributos difusos y tipos difusos.
 - 2.3. Identificar perspectivas de comparación.
 - 2.4. Implementación.
3. Recuperación de datos:
 - 3.1. Crear vistas difusas.

La simbología a utilizar para modelado lógico y físico del presente trabajo es la UML, pues cubre todas necesidades de representación de la información que soporta el *framework* pg4db tales como estructura de clases y herencia, además de ser ampliamente aceptada por la comunidad científica.

Se decide utilizar el Sistema Gestor de Bases de Datos Objeto-Relacional PostgreSQL en su versión 9.3, pues es la más avanzada que existe distribuida en la fecha de creación de este trabajo.

1.8. Conclusiones del capítulo

El presente capítulo describe cómo las BDRD son consideradas un salto teórico en comparación con las tradicionales y cómo modelar de forma diferente y más acorde al lenguaje natural, las bases de datos para la representación de información imprecisa. También se explicaron los principios de la LD -que constituyen el núcleo del funcionamiento de las BDRD- y cómo inciden en el tratamiento de los datos de manera significativa.

Como síntesis se destaca:

- Las BDRD son flexibles, ideales para el modelado de las interacciones humanas y aplicables en diversas ramas de la ciencia.

- Las BDRD son la mejor vía para modelar datos que reflejan un comportamiento impreciso, o del cual se necesite tomar una decisión basada en una semántica humanamente comprensible, pero difícilmente interpretada por una computadora.
- La LD permite modelar conocimiento tanto preciso como impreciso, así como describir relaciones complejas entre los datos.
- Se propone utilizar la metodología Cuevas con los pasos agrupados para realizar la implementación de la base de datos a diseñar.
- Se propone utilizar el lenguaje de modelado UML como simbología de la misma y la herramienta pg4db para desarrollar la base de datos difusa.

2. Capítulo 2: Descripción de la base de datos difusa propuesta

2.1. Introducción

En el presente capítulo se describe la base de datos difusa a implementar guiando la investigación a través de las dos primeras fases que propone la metodología de Cuevas, para de esta forma realizar el análisis, diseño e implementación de la BDD de forma organizada y en el menor tiempo posible. Se analizará la estructura de los módulos de Planificación y de Representación y Acceso a Datos de una RSA con el objetivo de extraer las reglas básicas de su funcionamiento, para así modelar la imprecisión de los mismos.

2.2. Fase de Diseño conceptual

El objetivo de esta fase es obtener una buena representación de los recursos de información del negocio, con independencia de usuarios o aplicaciones en particular y fuera de consideraciones de eficiencia del computador. Para ello el primer paso es analizar los requisitos que debe poseer la base de datos resultante para así tener una idea clara de la estructura del negocio y de las características indispensables para su realización.

2.2.1. Análisis de requisitos

El análisis de requisitos debe responder a la pregunta: ¿qué representar? Para ello hay que estudiar las reglas de funcionamiento del negocio (una Red Social de Aprendizaje en este caso) a los diferentes niveles de la organización, para elaborar una descripción de la organización. Puede utilizarse el lenguaje natural. El presente trabajo abarca como alcance los módulos de Representación y Acceso a Datos y de Planificación de Calendario de una Red Social de Aprendizaje. A continuación se listarán los atributos que deben poseer el módulo de Representación y Acceso a Datos según la Investigación llevada a cabo en (Alonso, 2014), así como otros identificados mediante el método científico de Observación:

- Perfil del usuario, que incorpora su fecha de nacimiento, área de estudio o trabajo, departamento o grupo, municipio, provincia y otros que en el caso de la UCI son tomados de los servicios del ciudadano.
- Personalidad, donde cada usuario agrega un conjunto de etiquetas que representen sus principales virtudes como persona.
- Influencias o intereses, más relacionados con el campo académico, científico y laboral, pero abierto también a lo personal.
- Estados o emociones, que pretende conocer algunos de los pensamientos particulares, estados emocionales y otras ideas del individuo, que lo impulse a tener mejor desempeño en la Red Social.
- Experiencias o experticias, información que añade los conocimientos que reconocen tener los usuarios, tanto en lo tecnológico, científico y laboral, como en lo docente y lo político.
- Metas en el campo profesional o personal, así como las perspectivas que tiene cada individuo con el SLE.
- Plataformas y dispositivos, está relacionado con la clasificación de los dispositivos que usan los usuarios (tablas, celulares, laptop) y los sistemas operativos asociados a dichos dispositivos.
- Dominio de útiles y herramientas, enumera las aplicaciones, tecnologías, lenguajes y herramientas que dominan los individuos.
- Lista de prioridades, donde se incluyen las tareas o actividades que son prioritarias para los individuos, lista de deseos, exámenes pendientes y otras que generalmente pueden relacionarse con la planificación de cada uno.
- Lista de prohibiciones, similar al anterior, pero en este caso se almacenan las actividades que no se deben realizar o están prohibidas para la persona, como indicaciones médicas, dietas y otras.

Del módulo de planificación se extraen los requisitos siguientes:

- Se debe tener la capacidad de crear calendario e insertar tareas en el mismo.
- Los calendarios recogerán datos globales acerca de las actividades programadas en él

- Las actividades cuentan con un conjunto de parámetros que permiten especificar el tipo, importancia y prioridad de esa dicha actividad para el poseedor de la misma.

2.2.2. Conceptualización

A continuación se enunciará la conceptualización en lenguaje natural de los requisitos seleccionados por el autor, que comprende algunos de los expuestos anteriormente y otros necesarios para modelar la imprecisión dentro del negocio propuesto:

- Se identifican 3 tipos de usuario: usuarios comunes, estudiantes de primer año y estudiantes de cualquier otro año. La diferenciación entre usuarios y estudiantes yace en que los estudiantes almacenan más datos que los usuarios comunes. Los estudiantes de primer año almacenan datos referentes a las notas de ingreso, mientras que los de otros años almacenan datos referentes a la carrera.
- Para todo usuario se recogerán los datos siguientes: idiomas que domina, voluntariedad dentro de la red, efectividad a la hora de ayudar a sus pares, aspiraciones, los rasgos de personalidad que posee y el tipo de usuario que es (estudiante u otro).
- Para cualquier estudiante se debe identificar el año escolar al que pertenece, el índice académico general, el índice en asignaturas de ciencias exactas, el índice en asignaturas de ciencias aplicadas, el índice en asignaturas de corte ingenieril, el índice en asignaturas de humanidades y la experiencia práctica de las habilidades adquiridas en la universidad.

Se hizo un análisis del módulo de Planificación y se levantaron los requisitos siguientes:

- Un usuario puede tener solo un calendario y un calendario puede pertenecer a un solo usuario.
- Un calendario puede tener varias tareas planificadas.
- Todos los calendarios almacenarán un identificador único, el identificador de la persona a la que pertenece, el tiempo que dedica en actividades extensionistas, productivas, investigativas además de que planifica en general en el calendario.

- Por otra parte las tareas poseen un identificador único de la misma, un nombre, una descripción, un lugar, uno o varios tipos (docente, investigativa, productiva, extensionista), una prioridad y el nivel de cumplimiento de la misma una vez efectuada.

2.2.3. Modelado Lógico

Al proceso de construcción de un esquema de la información, basándose en un modelo de BD específico independiente del SGBD se le denomina diseño lógico. Es sumamente importante durante la etapa de mantenimiento del sistema, pues permite que los futuros cambios que se realicen sobre los programas de aplicación o sobre los datos, se representen correctamente en la base de datos. Tanto el intercambio de información, la Representación y Acceso a Datos como el calendario de una Red Social genera cierto grado de incertidumbre, por lo que resulta necesario que el modelo lógico de la BD que se desarrolla permita almacenar cada uno de los aspectos necesarios para poder realizar luego el análisis difuso correspondiente. En la Figura 4 se representa el modelo lógico de la base de datos.

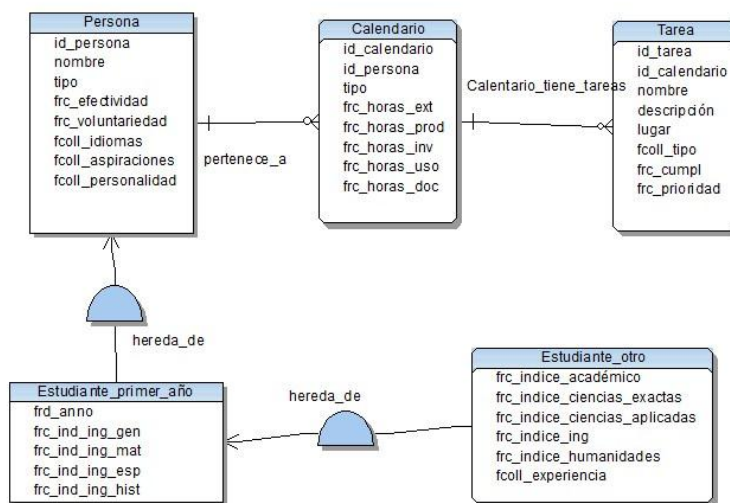


Figura 4. Modelo lógico de la base de datos

2.3. Fase de Fuzzificación de datos

En esta fase se analizan la información recogida y se maneja la imprecisión de la misma en los niveles de atributo y de instancia. En el nivel de atributo la imprecisión puede ser recogida de 4 formas diferentes: atributos difusos con referencial ordenado, que son los dominios que se definen sobre una lista discreta de elementos; los atributos difusos con referencial continuo, que su dominio se define sobre un conjunto continuo de números en un rango $[A,B]$; los atributos sobre los cuales se puede definir una relación de similitud y los atributos inferidos. Estos últimos pueden estar definidos sobre dominios continuos, ordenados o tener asociada una relación de similitud. En el nivel de instancia pueden ser definidas 3 tipos de tablas: las tablas clásicas, sin ninguna imprecisión apreciable, las tablas con atributos difusos y los tipos difusos, que son tablas en las cuales los atributos de una instancia definida de la misma varían de acuerdo al umbral difuso al que pertenece la misma.

2.3.1. Dominios Difusos

Los dominios difusos describen el comportamiento de los atributos difusos. Se definen formalmente como pares en la forma $A = \{\mu_A(x) \mid x \in \Omega, \mu_A(x) \in [0,1] \in \mathbb{R}\}$, donde $\mu_A(x)$ es el grado de pertenencia del elemento x al conjunto difuso A , y Ω es el universo de todos los elementos. Por ejemplo, si se considerase el peso de una persona como una variable difusa, se pudieran definir tres subconjuntos difusos $\{\text{delgado}, \text{promedio}, \text{sobrepeso}\}$, cada uno con funciones de pertenencia. Dicha función de pertenencia suele ser de forma trapezoidal.

Luego de analizar todos los atributos definidos en el modelo lógico, se identificaron los atributos que presentan cierta imprecisión y se crearon dominios difusos para cada uno. En las Tablas 5, 6, 7, 8 y 9 se presentan y describen los dominios de todos los atributos recogidos en el modelo lógico.

Para la entidad Calendario mostrada en la Tabla 5. Calendario, se definieron un total de 7 atributos, de los cuales 5 son difusos. Predomina el uso de dominios atómicos con representación semántica sobre referencial ordenado.

Tabla 5. Calendario

Nombre del Atributo	Dominio	Descripción
id_calendario	Integer	Identificador único del calendario
tipo	boolean	Tipo de calendario: el valor true representa que el calendario es de un estudiante, false en cualquier otro caso
frc_horas_prod	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter productivo
frc_horas_ext	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter extensionistas
frc_horas_inv	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter investigativas
frc_horas_uso	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades
frc_horas_doc	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter docente

Para la Tabla 6. Tarea, de 7 atributos creados, 3 son difusos. Los dominios difusos utilizados son: conjuntivo sobre referencial de valores y atómicos con referencial continuo

Tabla 6. Tarea

Nombre del Atributo	Dominio	Descripción
Id_calendario	integer	Identificador único del calendario
nombre	character varying	Nombre de la tarea
descripción	character varying	Especificación de la tarea
lugar	character varying	Lugar en donde se desarrolla la tarea
fcoll_tipo	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Refleja el o los tipos de las tareas programadas
frc_prioridad	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Constituye la urgencia de la tarea programada
frc_nivel_cumpl	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el estado en el cual finalizó la tarea

La tabla 7 reúne los datos de todos los usuarios de la red. Posee varios dominios difusos atómicos y conjuntivos que describen los atributos definidos en el modelado lógico.

Tabla 7. Persona

Nombre del Atributo	Dominio	Descripción
id_persona	Integer	Identificador único de la persona
Id_calendario	Integer	Llave foránea del calendario de la persona
nombre	Character varying	Nombre de la persona

tipo	Character varying	Tipo de Persona. Puede tomar 3 valores: 2 para estudiantes recién ingresados, 3 para cualquier otro estudiante y 1 para cualquier otro tipo de persona.
Fcoll_idiomas	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Son los idiomas que domina el usuario y que nivel tiene de experticia sobre cada uno
frc_voluntariedad	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica la disposición que tiene el usuario de ayudar a sus pares en la red
frc_efectividad	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica la cuán acertado es el usuario cuando ayuda a sus pares en la red
fcoll_aspiraciones	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Indica el o los campos al cual pertenecen las aspiraciones de conocimiento del usuario
Fcoll_personalidad	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Almacena los rasgos de la personalidad presentes en el usuario

La entidad Estudiantes_primer_año es una especificación de la entidad Persona. Contiene los datos de las tablas 7 y 8. Para no repetir atributos, solo los exclusivos de la entidad Estudiantes_primer_año fueron descritos. Posee un atributo cuyo dominio es atómico sobre referencial discreto y el resto tiene referencial continuo.

Tabla 8. Estudiante_primer_año

Nombre del Atributo	Dominio	Descripción
Frd_anno	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial discreto	Representa el año que cursa el estudiante dividido en los tres tipos siguientes: INICIALES, MEDIOS y FINALES
Frc_ind_ing_gen	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica el promedio de notas de ingreso del estudiante.
Frc_indice_mat	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica el resultado en la prueba de ingreso de matemática.
Frc_indice_esp	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica el resultado en la prueba de ingreso de español.
Frc_indice_hist	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica el resultado en la prueba de ingreso de historia.

La entidad Estudiantes_otro es una especificación de la entidad Estudiante_primer_año. Contiene los datos de las tablas 7, 8 y 9. Para no repetir atributos, solo los exclusivos de la entidad Estudiantes_otro fueron descritos. Posee un atributo cuyo dominio es conjuntivo y el resto es atómico con referencial continuo.

Tabla 9. Estudiante_otro

Nombre del Atributo	Dominio	Descripción
Frc_ind_acad	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice general que tiene acumulado el estudiante.

frc_ind_cienc_exac	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a las ciencias exactas.
frc_ind_cienc_ap	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a las ciencias aplicadas.
Frc_indice_ing	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a la ingeniería.
Frc_indice_hum	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a humanidades.
Fcoll_experiencia	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Es un conjunto de etiquetas con su valor de pertenencia que representan la experiencia práctica del estudiante en asignaturas o herramientas referentes a la carrera.

A continuación se relacionarán los dominios difusos con sus respectivas funciones de pertenencia. Se mostrará la función trapezoidal de pertenencia que describe a cada etiqueta de los dominios atómicos con referencial continuo y de los discretos. De los dominios difusos atómicos sin representación semántica se definirá la relación de semejanza que le pertenece. Los dominios de valores conjuntivos no necesitan especificación, pues no tienen una semántica asociada.

Atributo frc_horas_prod

Representa la cantidad de horas diarias que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter productivo. Se consideran actividades de carácter investigativas o productivas todas aquellas que están directamente relacionadas con las acciones extracurriculares realizadas para implementar algún proyecto personal o participar en proyectos productivos asociados a la Universidad. Se mide en un rango de [0-24] horas, siendo 0 cantidad nula y 24

máxima cantidad. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo* en el cual se tienen las etiquetas lingüísticas: NULO, BAJO, MEDIO, ALTO, MUY_ALTO y CASI_TOTAL. (ver Figura 5. Dominio Difuso frc_horas_prod)

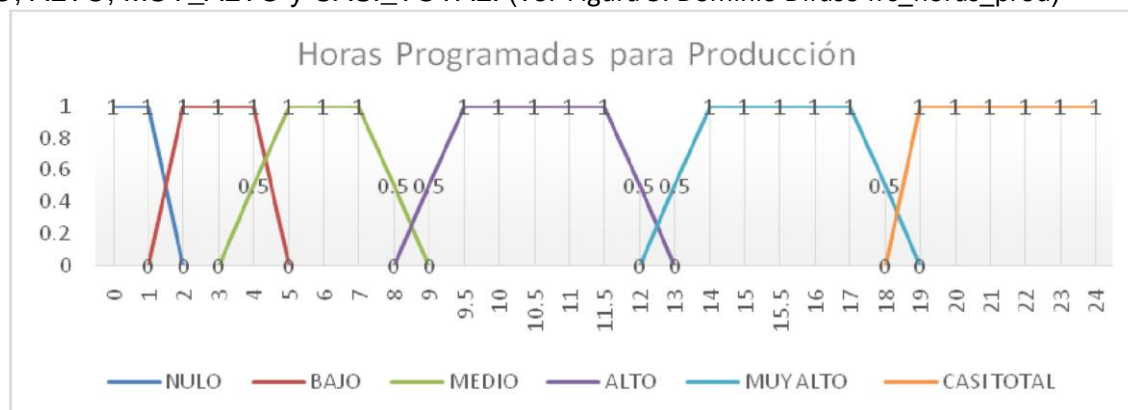


Figura 5. Dominio Difuso frc_horas_prod

Atributo frc_horas_doc

Representa la cantidad de horas diarias que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter docente. Se consideran actividades de carácter docente todas aquellas que están directamente relacionadas con las acciones realizadas fuera de horario de clase para consolidar o amplificar el conocimiento adquirido en el aula (estudiar). Una forma de identificar dichas tareas es cuando estas influyen positivamente en el desempeño académico del estudiante. Se mide en un rango de [0-24] horas, siendo 0 cantidad nula y 24 máxima cantidad. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo* en el cual se tienen las etiquetas lingüísticas: NULO, BAJO, MEDIO, ALTO, MUY_ALTO y CASI_TOTAL. Su dominio se representa igual que el de frc_horas_prod.

Atributo frc_horas_ext

Representa la cantidad de horas diarias que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter extensionistas. Ejemplo de las mismas son: Ocio, Entrenar Deportes, Correr, Limpiar Apartamento, etc... Se mide la cantidad de horas en un rango de [0-24] siendo 0 cantidad nula y 24 máxima cantidad. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo* en el cual se tienen las etiquetas

lingüísticas: *NULO*, *BAJO*, *MEDIO*, *ALTO*, *MUY_ALTO* y *CASI_TOTAL*. Su dominio se representa igual que el de *frc_horas_prod*.

Atributo *frc_horas_inv*

Representa la cantidad de horas diarias que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter investigativas. Se consideran actividades de carácter investigativas todas aquellas que están directamente relacionadas con las acciones extracurriculares dedicadas a la investigación. Se mide la cantidad de horas en un rango de [0-24] siendo 0 cantidad nula y 24 máxima cantidad. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo* en el cual se tienen las etiquetas lingüísticas: *NULO*, *BAJO*, *MEDIO*, *ALTO*, *MUY_ALTO* y *CASI_TOTAL*. Su dominio se representa igual que el de *frc_horas_prod*.

Atributo *f_horas_uso*

Representa la cantidad de horas diarias que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades. Se mide la cantidad de horas en un rango de [0-24] siendo 0 cantidad nula y 24 máxima cantidad. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo* en el cual se tienen las etiquetas lingüísticas: *NULO*, *BAJO*, *MEDIO*, *ALTO*, *MUY_ALTO* y *CASI_TOTAL*. Su dominio se representa igual que el de *frc_horas_prod*.

Atributo *frc_prioridad*

Constituye la urgencia de la tarea programada. El dominio es un rango [0,100], siendo 0 el mínimo valor posible y 100 el máximo. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo* en el cual se tienen las etiquetas lingüísticas: *BAJO*, *MEDIO*, *ALTO*. La Figura 6 muestra el dominio difuso del atributo prioridad.

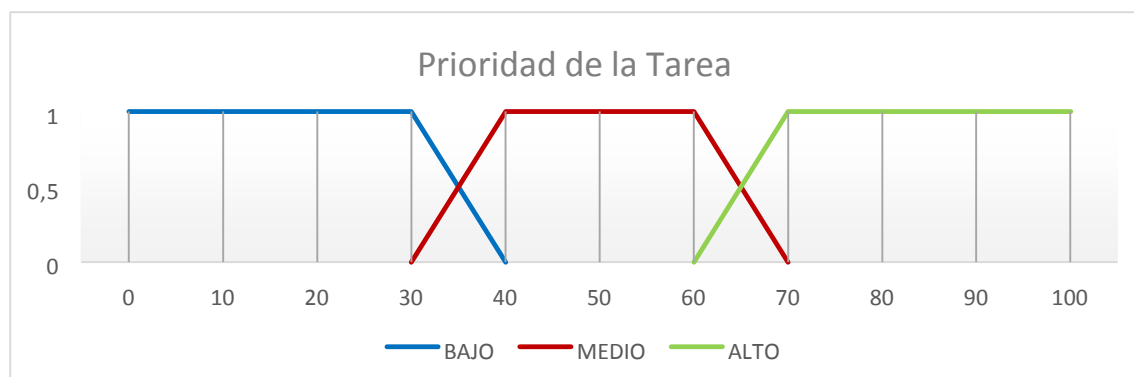


Figura 6. Dominio difuso d_prioridad.

Atributo f_nivel_cumplimiento

Representa el estado en el cual finalizó la tarea. El dominio es un rango $[0,100]$, siendo 0 el mínimo valor posible y 100 el máximo. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo* en el cual se tienen las etiquetas lingüísticas: POCO_EJECUTADA, MEDIO_EJECUTADA y EJECUTADA. La Figura 7 muestra el dominio difuso de dicho atributo.

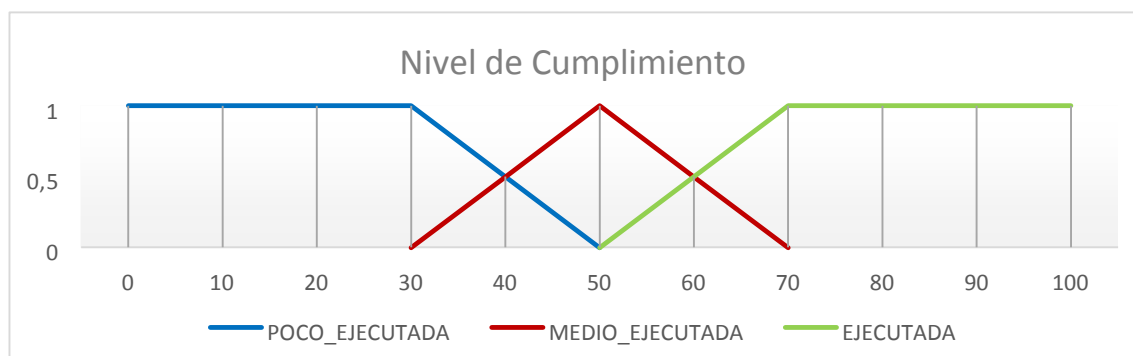


Figura 7. Atributo frc_nivel_cumpl

Atributo frc_voluntariedad

Indica la disposición que tiene el usuario de ayudar a sus pares en la red. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo* en el cual se tienen las etiquetas lingüísticas: POCO_DISPONIBLE, DISPONIBLE y MUY_DISPONIBLE en la rango $[0,100]$. La Figura 8 muestra el dominio difuso del atributo voluntariedad.

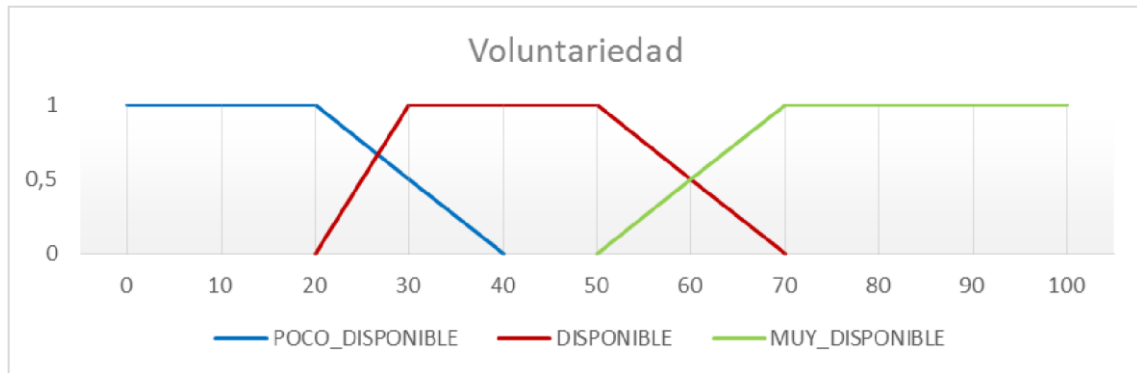


Figura 8. Dominio difuso del atributo frc_voluntariedad

Atributo frc_efectividad

Indica cuán acertado es el usuario cuando ayuda a sus pares en la red. Se utilizaron las etiquetas lingüísticas definidas sobre el dominio [0,100]: *POCO_EFECTIVO*, *EFECTIVO* y *MUY_EFECTIVO*.

La Figura 9 muestra el dominio difuso del atributo efectividad.

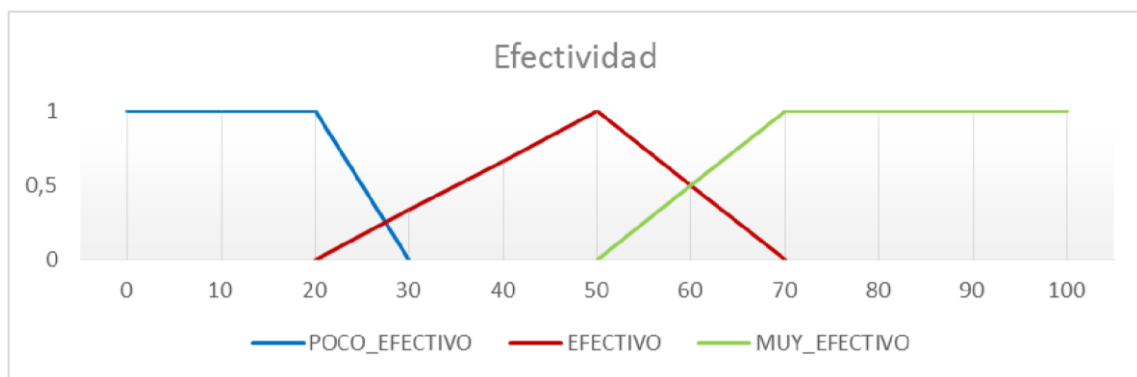


Figura 9. Dominio difuso d_efectividad

Atributo frd_año

Se refiere al año que cursa actualmente el estudiante. Es conveniente referirse al año que cursa un estudiante por medio de etiquetas lingüísticas definidas sobre el referencial de años, para lo cual se crearon las etiquetas siguientes: *INICIALES*, *MEDIOS* y *TERMINALES*, que representan, como su nombre lo indica, en que momento de la carrera se encuentra el estudiante. Para este atributo se

utiliza un dominio atómico con representación semántica sobre referencial discreto La Figura 10 muestra el dominio difuso del atributo año.

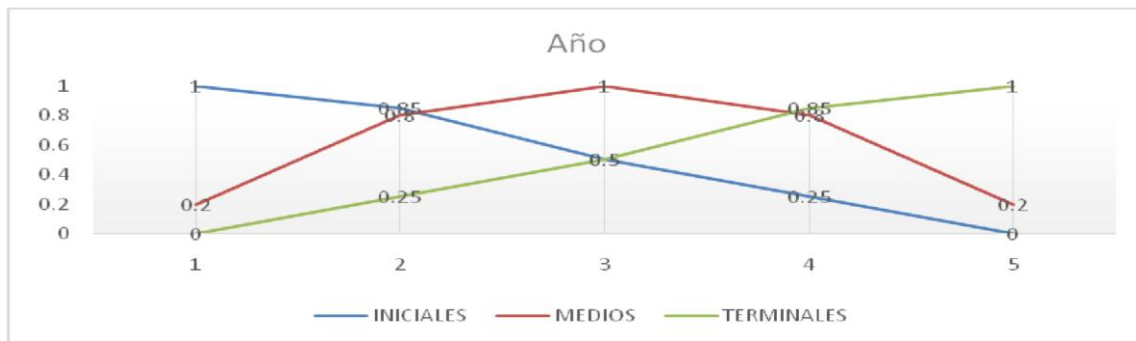


Figura 10. Dominio difuso d_ anno

Atributo frc_ind_ing_gen

Indica el promedio de notas de ingreso del estudiante. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo*. El valor de este atributo estará entre [60,100], es un valor preciso pero con el objetivo de realizar consultas difusas sobre este dato, se define sobre un dominio difuso. Para ello se utilizaron las etiquetas lingüísticas siguientes: BAJO, MEDIO y ALTO. La Figura 11 muestra el dominio difuso del atributo índice de ingreso general.

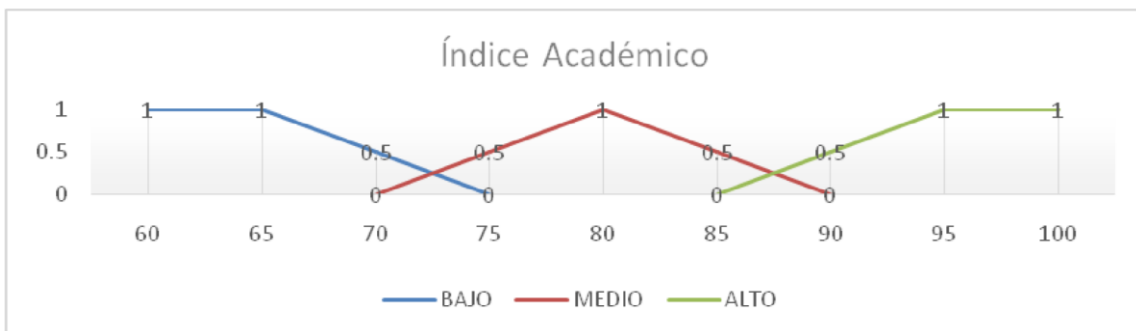


Figura 11. Dominio difuso frc_ind_ing_gen

Atributo frc_indice_mat

Indica la nota obtenida en la prueba de ingreso de matemática. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo*. El valor de este atributo estará entre [60,100], es un valor preciso pero con el objetivo de realizar consultas difusas sobre este dato, se define sobre un dominio difuso. Para ello se utilizaron las siguientes etiquetas lingüísticas:

BAJO, MEDIO y ALTO. Su dominio se define igual al de `frc_ind_ing_gen`, mostrado en la Figura 11.

Atributo `frc_indice_esp`

Indica la nota obtenida en la prueba de ingreso de español. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo*. El valor de este atributo estará entre [60,100], es un valor preciso pero con el objetivo de realizar consultas difusas sobre este dato, se define sobre un dominio difuso. Para ello se utilizaron las siguientes etiquetas lingüísticas: BAJO, MEDIO y ALTO. Su dominio se define igual al de `frc_ind_ing_gen`. Su dominio se define igual al de `frc_ind_ing_gen`, mostrado en la Figura 11.

Atributo `frc_indice_hist`

Indica la nota obtenida en la prueba de ingreso de historia. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo*. El valor de este atributo estará entre [60,100], es un valor preciso pero con el objetivo de realizar consultas difusas sobre este dato, se define sobre un dominio difuso. Para ello se utilizaron las siguientes etiquetas lingüísticas: BAJO, MEDIO y ALTO. Su dominio se define igual al de `frc_ind_ing_gen`. Su dominio se define igual al de `frc_ind_ing_gen`, mostrado en la Figura 11.

Atributo `frc_ind_acad`

Representa el índice general que tiene acumulado el estudiante. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo*. El índice es un promedio de las notas obtenidas por el estudiante en las asignaturas cursadas. El valor de este atributo estará entre [3,6], es un valor preciso pero con el objetivo de realizar consultas difusas sobre este dato, se define sobre un dominio difuso. Para ello se utilizaron las siguientes etiquetas lingüísticas: BAJO, MEDIO, ALTO. La Figura 12 muestra el dominio difuso del atributo índice académico.

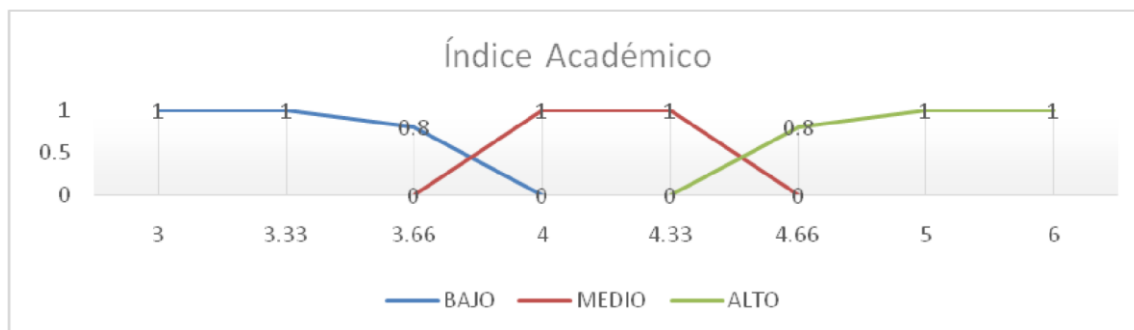


Figura 12. Dominio difuso frc_indice_acad

Atributo frc_ind_cienc_exac

Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a las ciencias exactas. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo*. Su dominio se define igual al de frc_indice_acad, mostrado en la Figura 12

Atributo frc_ind_cienc_ap

Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a las ciencias aplicadas. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo*. Su dominio se define igual al de frc_indice_acad, mostrado en la Figura 12

Atributo frc_indice_ing

Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas relacionadas con ingenierías. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo*. Su dominio se define igual al de frc_indice_acad, mostrado en la Figura 12.

Atributo frc_indice_hum

Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas relacionadas con humanidades. Este atributo se representa mediante un *dominio atómico con representación*

semántica sobre referencial continuo. Su dominio se define igual al de `frc_indice_acad`, mostrado en la Figura 12.

2.3.2. Tablas con atributos difusos y tipos difusos (TWFA)

A partir del modelo lógico creado, se identifican las tablas Calendario y Tarea como TWFA, pues son entidades que cumplen la condición de que al menos uno de sus atributos es difuso.

Los Tipos Difusos permiten la definición de la clase por niveles y un mecanismo de instanciación de objetos que permite utilizar el nivel más adecuado y suficiente para representar la naturaleza de un objeto.

El presente trabajo contiene una entidad que puede ser considerada como Tipo Difuso: Persona. La entidad Persona define 3 umbrales: `Estudiantes_Primer_anno` con umbral 0.8, que se refiere a estudiantes recién ingresados, `Estudiantes_otro` con umbral 0.6, que se refiere a estudiantes que no sean recién ingresados y `Persona` con umbral 1.0 que almacena los datos de cualquier usuario que no sea estudiante. En la Tabla 10. Tipos difusos, se muestran los tipos difusos que contiene el atributo de cada uno y al umbral que pertenece:

Tabla 10. Tipos difusos

Tipo Difuso	Atributo	Umbral
Persona	id_persona	1.0, 0.8, 0.6
	id_calendario	1.0, 0.8, 0.6
	nombre	1.0, 0.8, 0.6
	tipo	1.0, 0.8, 0.6
	frc_efectividad	1.0, 0.8, 0.6
	frc_voluntariedad	1.0, 0.8, 0.6
	fcoll_idiomas	1.0, 0.8, 0.6
	fcoll_aspiraciones	1.0, 0.8, 0.6
	fcoll_personalidad	1.0, 0.8, 0.6
	frd_anno	0.8 y 0.6
	frc_ind_ing_gen	0.8 y 0.6
	frc_indice_mat	0.8 y 0.6
	frc_indice_esp	0.8 y 0.6
	frc_indice_hist	0.8 y 0.6

frc_ind_acad	0.6
frc_ind_cienc_exac	0.6
frc_ind_cienc_ap	0.6
frc_indice_ing	0.6
frc_indice_hum	0.6
fcoll_experiencia	0.6

2.3.3. Perspectivas de Comparación

Una Perspectiva de Comparación define un patrón de comparación donde se especifican los operadores que se van a utilizar y el peso que tendrá cada atributo en la comparación de los objetos. Para dos tablas se definieron una perspectiva de comparación de acuerdo a los datos que describen.

Para la entidad Calendario se definió la perspectiva planificador_estudio, que le da más peso a las horas de estudio programadas y planificador_ext, que le da más peso al uso del calendario y a las horas extensionistas programadas (Ver Tabla 11. Perspectivas tabla Calendario).

Tabla 11. Perspectivas tabla Calendario

Atributo	Valor	planificador_docente		planificador_ext	
		Operador	Peso	Operador	Peso
frc_horas_ext	Alto	FEQ	0	FEQ	1
frc_horas_prod	Alto	FEQ	0.3	FEQ	0
frc_horas_inv	Alto	FEQ	0.4	FEQ	0
frc_horas_uso	Alto	FEQ	0.6	FEQ	0.7
frc_horas_doc	Alto	FGT	1	FGT	0

Para la entidad Persona se definió la perspectiva Disponible_Idoneo, que enmarca a las personas con alta disponibilidad a ayudar a sus pares y que a la vez son efectivos en esa labor y perfil_cientifico, que recupera las personas con inclinación por las ciencias (Tabla 12. Perspectivas tabla Persona).

Tabla 12. Perspectivas tabla Persona

Atributo	Valor	Disponible_idoneo		Perfil_cientifico	
		Operador	Peso	Operador	Peso
frc_efectividad	MUY_EFECTIVO	FEQ	1	FEQ	0
frc_voluntariedad	MUY_DISPONIBLE	FEQ	1	FEQ	0
frc_indice_mat	ALTO	FEQ	0	FEQ	1
frc_ind_cienc_exac	ALTO	FEQ	0	FEQ	1
frc_ind_cienc_ap	ALTO	FEQ	0	FEQ	1

Para cada perspectiva se define una tupla en la tabla a la que pertenece siendo cada valor de los atributos los datos del modelo usado para dicha perspectiva. En cada caso la tupla designada tiene identificador de 10000001, para diferenciarla del resto..

2.3.4. Conclusiones del capítulo

En este capítulo se realizó el análisis, diseño e implementación de la base de datos difusa que maneja la capa de datos difusa de una Red Social de Aprendizaje. Para ello se tuvo en cuenta cada uno de los pasos de la metodología de base de datos planteada, así como los elementos expuestos en el marco teórico del presente trabajo.

Se realizó el modelo lógico y físico de la base de datos, así como la descripción de cada una de las tablas, atributos y buenas prácticas. Por último se definieron cada uno de los pasos a seguir para implementar el diseño de la base de datos previamente ideada y una muestra de las consultas y vistas necesarias para extraer información provechosa de la misma.

3. Capítulo 3: Implementación y Validación

3.1. Introducción

En este capítulo se describe la implementación del modelo planteado en la fase de diseño, teniendo en cuenta las necesidades de la base de datos, así como utilizando de forma adecuada un conjunto de buenas prácticas de programación, obteniendo como resultado la base de datos difusa.

Para una correcta implementación del código de cualquier lenguaje programado, es necesario tener en cuenta algunas buenas prácticas que guíen y aclaren la codificación. Las buenas prácticas son un conjunto de conductas, concepciones previas, forma de codificar, que aunque no tiene relevancia directa con respecto al resultado del trabajo, sí facilita y esclarece el proceso de creación y mantenimiento de código, así como evitar la aparición de posibles bugs en el sistema. A continuación se enunciarán las buenas prácticas tomadas en cuenta en este trabajo:

1. Etiquetas Lingüísticas en mayúsculas: Se optó por capitalizar a todas las etiquetas lingüísticas con el objetivo de diferenciar ese tipo de valor de otros.
2. Dominios difusos: Los nombres que identifican a los dominios difusos comenzarán siempre con “d_”.
3. Guion bajo (_) por espacios: En nombre de atributos o funciones se decidió poner “_” en vez de espacio, pues es una forma sencilla de indicar que dos palabras están separadas.
4. Nombre de atributos difusos: Se acordó comenzar todos los atributos difusos con la letra f delante, con el objetivo de diferenciar esos atributos de otros.
5. Llaves primarias: Se optó por identificar las llaves primarias de las tablas principales añadiéndoles “id_” al principio del nombre.

3.2. Fases de la Implementación

Para implementar el modelo utilizando la herramienta pg4DB se siguen los pasos que aparecen en la Figura 13. Fases para implementar una base de datos difusa con pg4DB.

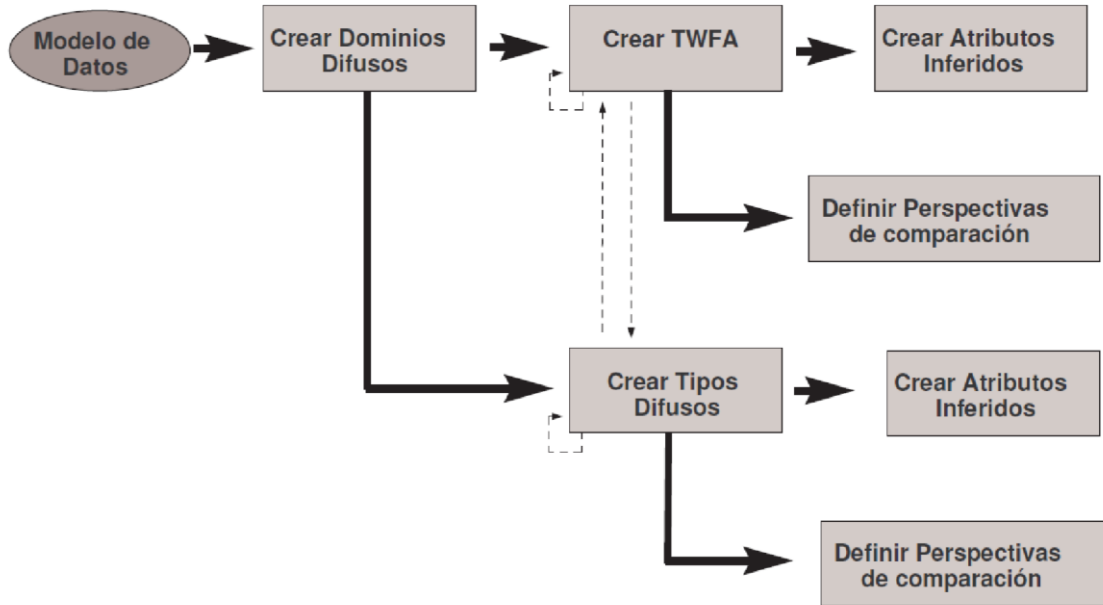


Figura 13. Fases para implementar una base de datos difusa con pg4DB

La metodología empieza creando los dominios difusos, para luego implementar las *TWFAs* (tablas con atributos difusos) del sistema o los tipos difusos. Si una *TWFA* tiene un atributo definido sobre un tipo difuso, debe crearse inicialmente el tipo difuso. Un tipo difuso puede tener también un atributo definido sobre una *TWFA*. También una *TWFA* puede tener un atributo definido sobre otra *TWFA* y de la misma forma sucede con los tipos difusos. Con las *TWFAs* y los tipos difusos creados se puede especificar atributos inferidos y perspectivas de comparación para cada uno de ellos. Finalizado esto el modelo está listo para introducir datos y realizar consultas sobre los mismos. A continuación se detallarán los pasos y se ejemplificará el código implementado en cada uno.

3.2.1. Dominios difusos

Un dominio difuso es el conjunto difuso de posibles valores que puede tomar una determinada característica, así como la función de pertenencia de cada valor a dicho conjunto. Formalmente se expresa de la forma siguiente:

$A = \{(x, \mu(x) \mid x \rightarrow U\}$, donde x es el elemento, $\mu(x)$ es la función de pertenencia cuyo valor entra en el rango $[0,1]$ y U el universo de posibles valores.

Por ejemplo, el dominio difuso Año que describe al atributo `f_anno` está compuesto por las etiquetas lingüísticas INICIALES, MEDIOS y TERMINALES sobre el dominio discreto formado por los valores en el rango $[1,5]$. Cada etiqueta lingüística tiene asociada una función de pertenencia que describe su comportamiento alrededor del dominio discreto antes mencionado.

A continuación se ejemplificará las sentencias sql utilizadas para implementar los dominios `frd_anno`, `frc_horas_ext` y `fcoll_idiomas`, que constituyen una muestra de cada uno de los diferentes tipos de dominios difusos:

Para dominios difusos atómicos con representación semántica sobre referencial discreto (`frd_anno`):

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DF_Extension('frd_anno');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDF('frd_anno','{1,2,3,4,5}','{INICIALES,MEDIOS,TERMINALES}','{{1,0.85,0.5,0.25,0},{0.2,0.85,1,0.85,0.2},{0,0.25,0.5,0.85,1}}');
```

Para dominios difusos atómicos con representación semántica sobre un referencial continuo (`frc_horas_ext`):

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_horas_ext');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_horas_ext','{NULO,BAJO,MEDIO,ALTO,MUY_ALTO,CASI_TOTAL}','{{0,0,1,2},{1,2,4,5},{3,5,7,9},{8,9.5,11.5,13},{12,14,17,19},{18,19,24,24}}');
```

Para dominios conjuntivos de valores (`fcoll_idiomas`):

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Conjuntive_Extension('fcoll_idiomas');
```

3.2.2. Tipos difusos

Los tipos difusos son un tipo especial de objeto u objeto complejo y pueden ser manipulados de forma individual o como valor de un atributo de un objeto, con lo cual se consideran los tipos difusos como un tipo especial de dominio difuso. Para crear tipos difusos se utiliza el proceso que se muestra en la Figura 14. Proceso para crear tipos difusos..

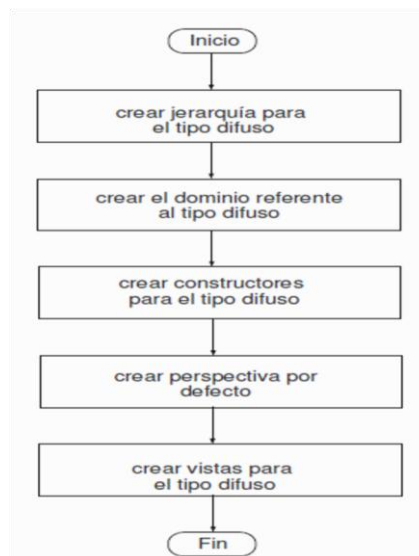


Figura 14. Proceso para crear tipos difusos.

Para implementar un tipo difuso basta con instanciar la función “create_fuzzy_type(X,Y)”. La especificación de dicha función aparece en la Tabla 13. Especificación del método create_fuzzy_type.

Tabla 13. Especificación del método create_fuzzy_type.

Función: Create_fuzzy_type	
<i>Create_fuzzy_type</i> (<type_name>, <attributes>);	
Entradas:	
<i>type_name</i>	Tipo: cadena de caracteres Definición: nombre valido para una tabla en PostgreSQL, el nombre tiene que ser distinto a cualquiera de las otras tablas definidas en el modelo.
<i>attributes</i>	Sintaxis: '{<attribute>, {, <attribute>}}' Tipo: cadenas de caracteres. Definición: Define los atributos para el tipo difuso. Cada elemento <i>attribute</i> debe estar formado por tres valores: el nivel al que pertenece el atributo, el nombre del atributo y el tipo del atributo junto con las restricciones para el mismo.

Para implementar tipos difusos se utiliza la sentencia sql siguiente:

```
SELECT fuzzy_schema.create_fuzzy_type ('persona',{
1.0 id_persona integer CONSTRAINT pk_persona PRIMARY KEY,
1.0 nombre varchar,
1.0 tipo varchar,
1.0 frc_efectividad dfrc_efectividad REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_efectividad,
1.0 frc_voluntariedad dfrc_voluntariedad REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_voluntariedad,
1.0 fcoll_idiomas dfcoll_idiomas REFERENCES fuzzy_schema.tfcoll_idiomas,
1.0 fcoll_aspiraciones dfcoll_aspiraciones REFERENCES fuzzy_schema.tfcoll_aspiraciones,
1.0 fcoll_personalidad dfcoll_personalidad REFERENCES fuzzy_schema.tfcoll_personalidad,
0.8 frd_anno dfrc_anno REFERENCES fuzzy_schema.tfrd_anno,
0.8 frc_ind_ing_gen dfrc_ind_ing_gen REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_ind_ing_gen,
0.8 frc_indice_mat dfrc_indice_mat REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_mat,
0.8 frc_indice_esp dfrc_indice_esp REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_esp,
0.8 frc_indice_hist dfrc_indice_hist REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_hist,
0.6 frc_ind_acad dfrc_ind_acad REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_ind_acad,
0.6 frc_ind_cienc_exac dfrc_ind_cienc_exac REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_ind_cienc_exac,
0.6 frc_ind_cienc_ap dfrc_ind_cienc_ap REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_ind_cienc_ap,
0.6 frc_indice_ing dfrc_indice_ing REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_ing,
0.6 frc_indice_hum dfrc_indice_hum REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_hum,
0.6 fcoll_experiencia dfcoll_experiencia REFERENCES fuzzy_schema.tfcoll_experiencia}');
```

3.2.3. Crear TWFA

Una TWFA (*Table With Fuzzy Attributes* o tablas con atributos difusos) son todas las tablas dentro de la base de datos que almacenan objetos con al menos una propiedad definida sobre un dominio difuso o tablas que almacenan objetos complejos.

El proceso de creación de una TWFA es similar al proceso de creación de una tabla común, la diferencia es que cuando se declaran los tipos de datos difusos que ella posee también se hace referencia al dominio difuso al que pertenece. Por ejemplo se utiliza la sentencia CREATE del lenguaje SQL de la forma siguiente:

```
CREATE TABLE tarea (  
id_tarea integer PRIMARY KEY, nombre varchar(50),  
descripcion varchar (50), lugar varchar (50), f_tipo d_tipo  
REFERENCES fuzzy_schema.ttipo, f_prioridad d_prioridad  
REFERENCES fuzzy_schema.tprioridad, f_nivel_cumplimiento  
d_nivel_cumplimiento REFERENCES  
fuzzy_schema.tnivel_cumplimiento,  
)INHERITS(fuzzy_schema.TFuzzyTable) WITH OIDS;
```

3.2.4. Crear Perspectivas de comparación difusa

Una Perspectiva de comparación difusa está compuesta por un identificador, un conjunto de pesos que se refieren a la importancia de cada atributo, un conjunto de operadores difusos para comparar cada atributo, un valor para el umbral al hacer la agregación y una entrada en la tabla a la que pertenece la perspectiva que indica los valores por defecto a comparar.

Dos de las entidades creadas implementan perspectivas de comparación, por lo que es necesario añadir a cada una dos entradas con valores definidos anteriormente. Para identificar estos valores del resto de los datos se utilizó el identificador 10000001 en cada caso. El código para insertar los datos de cada una de los valores por defecto es:

```
select      public.set_persona(      10000001,      "perspectiva_persona",      '1',
set_frc_efectividad('MUY_EFECTIVO'), set_frc_voluntariedad('MUY_DISPONIBLE'),
set_fcoll_idiomas('{}','{}'), set_fcoll_aspiraciones('{}','{}'), set_fcoll_personalidad('{}','{}'),
set_frd_anno('1'), set_frc_ind_ing_gen('ALTO'), set_frc_indice_mat('ALTO'),
set_frc_indice_esp('ALTO'), set_frc_indice_hist('ALTO'), set_frc_ind_acad('ALTO'),
set_frc_ind_cienc_exac('ALTO'), set_frc_ind_cienc_ap('ALTO'),
set_frc_indice_ing('ALTO'),set_frc_indice_hum('ALTO'), set_fcoll_experiencia('{}','{}'));

insert into calendario values(10000001,10000001, true, set_frc_horas_prod('ALTO'),
set_frc_horas_ext('ALTO'),      set_frc_horas_inv('ALTO'),      set_frc_horas_uso('ALTO'),
set_frc_horas_doc('ALTO'));
```

El resto del código utilizado para crear las perspectivas difusas se encuentra en el Anexo 6.

3.3. Recuperación de datos

La recuperación de datos es la fase donde se diseñan las vistas que permiten extraer información provechosa de la base de datos propuesta. Con dichas vistas se pueden apreciar los datos de una forma más natural y humana, lo que permite tomar decisiones que de otra forma tendría una alta complejidad en la capa de programación.

Para cada entidad se crearon algunas vistas que brindan datos útiles acerca del comportamiento de las entidades. Cada vista está diseñada para ver la información desde diferentes ángulos y extraer conocimiento más específico de cada una de las tablas.

Para la tabla tarea se crearon las vistas siguientes:

1. Mostrar todos los datos de las tareas de alta prioridad con un umbral mayor a 0.5 que fueron cumplidas completamente. Así se puede tener un estado general que cuales son las actividades que los usuarios consideran como más relevantes.
2. Obtener el o los tipos de tarea más comunes dentro de los datos mostrados.
3. Recuperar los datos de las personas cuyas tareas de alta prioridad contengan entre sus tipos la etiqueta DOCENTE. Esto muestra claramente los usuarios que le conceden alta importancia al estudio académico.

Para la tabla calendario se crearon las vistas siguientes:

1. Recuperar la información de las personas que invierten más tiempo en planificar actividades de carácter docente. Para ello se utilizará la perspectiva de comparación “planificador_docente”
2. Recuperar la información de las personas que más usan el calendario y además planifican muchas actividades extensionistas.

Para el tipo difuso persona se crearon las vistas siguientes:

1. Recuperar los datos de las personas con alta disponibilidad a ayudar a sus pares y que a la vez son efectivos en esa labor.
2. Recuperar los datos de las personas que tienen una inclinación por las ciencias.

El código para implementar cada una de las vistas difusas anteriormente descritas se encuentra en el Anexo 6.

Visualización de la implementación:

Los Anexos 7 y 8 muestran la interfaz que brinda el cliente Padmin para gestionar bases de datos. En ellas se aprecia la implementación de la base de datos difusa propuesta. Contiene dos tablas con atributos difusos (TWFA) calendario y tarea, además de las vistas del tipo difuso persona para cada uno de sus umbrales, así como demás funciones y dominios creados.

3.4. Validación de la Solución

A menudo las bases de datos relacionales almacenan datos muy importantes que pueden ser actualizados constantemente por muchas aplicaciones y personas en tiempo real. Además muchas de ellas tienen implementados diversos métodos que se ejecutan constantemente. Es por ello que antes de desplegar una base de datos, es necesario validar la utilidad y confiabilidad de la misma. Luego de un estudio de la documentación disponible se determina que una forma aceptada por la

comunidad científica para este tipo de desarrollo para asegurar la calidad de una base de datos desde el punto de vista técnico y teórico, los autores (BAZAN, 2009), (CUEVAS, 2009), (URBINA, y otros, 2009), (VARAS, y otros, 2002), (BENALI, 2014), (JIMÉNEZ, y otros, 2005), (WONG, 2008), (CADENAS, y otros, 2012), entre otros, coinciden que la realización de consultas a una base de datos difusa es una opción para validar el trabajo realizado, siempre y cuando las mismas sean diseñadas para comprobar diferentes situaciones en las que se involucren diversas tablas y atributos difusos de la base de datos.

Las bases de datos difusas, a diferencia de las tradicionales, están diseñadas específicamente para capturar la subjetividad subyacente en la información que brinda la situación modelada. Es por ello que técnicas, con las que se comprueba la correcta implementación de una base de datos tradicional, no tienen igual impacto o utilidad para comprobar bases de datos difusas. Por lo tanto para bases de datos difusas es aceptado someterlas a un set de consultas medibles y contrastables que abarquen el mayor conjunto de elementos presentes en la base de dato difusa en estudio.

Para evaluar el desempeño de una base de datos difusa se pueden seguir los pasos planteados en (WAMBLER, 2013), que proporciona una metodología para llevar a cabo las consultas de forma ordenada:

1. Preparar las pruebas de calidad:
 - a. Establecer la base de datos en un estado inicial deseado, o sea, añadir datos similares a los que almacenará en un futuro o utilizar datos reales.
 - b. Diseñar las pruebas de tal forma que comprueben el funcionamiento de las partes requeridas de la base de datos. En este paso también se precisará una aproximación de los resultados esperados de la prueba realizada.
2. Realizar las pruebas de calidad: Puede ser mediante la utilización de *scripts* diseñados anteriormente o bien invocando consultas.
3. Comparar resultados: Se comprueba la similitud entre los resultados obtenidos y los esperados y se realizan los ajustes necesarios para eliminar cualquier incongruencia en la prueba.

Los pasos enunciados anteriormente se ajustan perfectamente a la realización de pruebas de validez de una base de datos relacional difusa. El presente trabajo utilizará dichos pasos para validar la solución propuesta. Primero se insertaron datos heterogéneos, emulando la información que puede ser recogida en dicho entorno; luego se diseñaron consultas ideadas para probar la flexibilidad y confiabilidad de la base de datos, además se tuvo en cuenta un posible dominio de salida a comparar con la respuesta. Por último se ejecutó la consulta y se sacaron conclusiones de las mismas. La información con los datos insertados se encuentra en los Anexos 2, 3 y 4. El código fuente con todas las consultas difusas utilizadas para la creación e inserción de datos se encuentra en el Anexo 6. A continuación se mostrará el proceso de aplicación de las consultas difusas (validación):

Consulta 1:

Se desea saber cuáles son las personas cuyas aspiraciones son más afines a las de Papo. Para ello se utilizará la función difusa *avgc*, que indica la similitud global entre dos dominios conjuntivos. El resultado de dicha función es un número real definido en el rango $[0,1]$, donde si el valor es cercano a 1 indica que los conjuntos son similares, mientras que cuando se alejan de 1 simbolizan que son distintos. Las aspiraciones de Papo son: "(1/ELECTRONICA + 1/PROGRAMACION)". En la base de datos solo se observan 2 personas con aspiraciones parecidas: Leonardo y Juan José, con "(0.9/ELECTRONICA + 0.2/PROGRAMACION)" y "(0.8/PROGRAMACION + 0.7/ELECTRONICA + 0.9/ARTE)" respectivamente. Se puede apreciar también que aunque las aspiraciones de Papo son similares a las de Juan Jose, los grados de certeza de cada elemento varia de una persona a otra, algo similar sucede comparando las aspiraciones de Papo y Leonardo. Esto indica que el grado de similitud entre el usuario Papo y los usuarios Leonardo y Juan Jose no puede tener valor 1 de ninguna forma. Para ello se aplicó la consulta siguiente:

```
select p1.nombre_ea ,p2.nombre_ea, avgc(fcoll_aspiraciones(p1.oid),fcoll_aspiraciones(p2.oid)) from
persona p1, persona p2 where avgc(fcoll_aspiraciones(p1.oid),fcoll_aspiraciones(p2.oid)) > 0 and
p1.nombre_ea like 'Papo' and p2.nombre_ea not like 'Papo' and p2.nombre_ea not like
'perspectiva_persona' order by avgc(fcoll_aspiraciones(p1.oid),fcoll_aspiraciones(p2.oid)) desc
```

	nombre_ea character varying	nombre_ea character varying	avgc numeric
1	Papo	Juan Jose	0.85
2	Papo	Leonardo	0.60

Figura 15. Resultado de la consulta 1

La consulta anterior arroja como resultado lo mostrado en la Figura 15. Resultado de la consulta 1. Con esto se deduce que los resultados esperados coinciden con los obtenidos, dado que el promedio de inclusión de las aspiraciones del usuario Papo con las de Leonardo y Juan José son las más similares entre sí.

Consulta 2:

Recuperar la información de las personas con personalidad de líder que tengan experiencia en programación. Se observa que solo cumplen estos dos parámetros Yoan y Ernesto. Para ello se aplicó la siguiente consulta:

```
select      p1.nombre_ea,          p1.fcoll_personalidad_10,          p1.fcoll_experiencia_06,
feq(set_fcoll_personalidad('{LIDER}','{1}'),fcoll_personalidad(p1.oid))::float as indice_personalidad,
feq(set_fcoll_experiencia('{PROGRAMACION}','{1}'),fcoll_experiencia(p1.oid))::float as
indice_experiencia from persona p1 where p1.nombre_ea not like 'perspectiva_persona'
```

	nombre_ea character varying	fcoll_personalidad_10 character varying	fcoll_experiencia_06 character varying	indice_personalidad double precision	indice_experiencia double precision
1	Ernesto	(1/LIDER)	(1/PROGRAMACION + 1	1	1
2	Yoan	(1/LIDER)	(1/PROGRAMACION)	1	1

Figura 16. Resultado de la consulta 2

La consulta anterior devuelve como resultado lo mostrado en la Figura 16. Resultado de la consulta 2. Se puede deducir que según los datos obtenidos, solo Ernesto y Yoan obtienen el valor máximo del índice de experiencia y personalidad cuando son comparados con PROGRAMACION y LIDER respectivamente. Se concluye que la información obtenida coincide con la esperada.

Consulta 3:

Recuperar el nombre de las persona con bajo índice académico que tienen pocas horas docentes programadas. Los datos insertados muestran que solo Efrain cumple estos dos parámetros. Para ello se utilizó la siguiente consulta:

```
select p1.nombre_ea, c.id_calendario, feq(indice.oid,'BAJO') as indice_acad,
feq(doc.oid,'BAJO') as horas_doc_prog from persona p1,calendario c, fuzzy_schema.tfrc_ind_acad
indice, fuzzy_schema.tfrc_horas_doc doc where p1.nombre_ea not like 'perspectiva_persona' and
c.id_persona=p1.id_persona_io and indice.value=p1.frc_ind_acad_06 and doc.oid=c.frc_horas_doc
and feq(indice.oid,'BAJO') > 0 and feq(doc.oid,'BAJO') > 0
```

	Data Output	Explain	Messages	History
	nombre_ea character varying	id_calendario integer	indice_acad numeric	horas_doc_prog numeric
1	Efrain	8	1.00	1.00
2	Ernesto	5	0.25	1.00

Figura 17. Resultado de la consulta 3.

La consulta anterior arroja como resultado lo mostrado en la Figura 17. Resultado de la consulta 3.. Aunque a simple vista los datos insertados en la base de datos difusa muestran que solo Efrain cumple con los parámetros previstos, un análisis más detallado de los mismos revela que el usuario

Ernesto tiene pocas horas docentes programadas y su índice académico es medio. Se deduce que el resultado de la consulta es ligeramente diferente a lo previsto debido a la similitud entre las etiquetas lingüísticas BAJO (que es el valor a recuperar) y MEDIO (que es el valor que tiene el índice académico de Ernesto).

Consulta 4:

Recuperar el nombre de las personas cuyas tareas de tipo docente, con alta prioridad han sido ejecutadas. Una aproximación visual indica que Yoan y Efrain tienen planificadas al menos 1 tarea que cumple completamente con las restricciones planteadas. Para ello se usó la consulta siguiente:

```

select p.nombre_ea, t.id_tarea, t.nombre, feq(t.frc_prioridad,'ALTO') as indice_prioridad,
feq(t.frc_nivel_cumpl,'EJECUTADA') as indice_cumplimiento,
feq(set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'),t.fcoll_tipo) as indice_tipo from tarea t, persona p, calendario c
where t.id_calendario=c.id_calendario and c.id_persona=p.id_persona_io and
feq(t.frc_prioridad,'ALTO') > 0 and feq(t.frc_nivel_cumpl,'EJECUTADA') > 0 and
feq(set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'),t.fcoll_tipo) > 0

```

	nombre_ea character varying	id_tarea integer	nombre character varying	indice_prioridad numeric	indice_cumplimiento numeric	indice_tipo numeric
1	Efrain	16	Estudiar Prueba	1.00	1.00	1.00
2	Ernesto	10	Estudiar Laboratorio	0.20	1.00	1.00
3	Carlos	4	Estudiar Laboratorio	0.20	1.00	1.00
4	Yoan	11	Estudiar Espanol	1.00	1.00	1.00
5	Yoan	12	Estudiar Laboratorio	0.20	1.00	1.00

Figura 18. Resultado de la consulta 4

La Figura 18. Resultado de la consulta 4 Se comprueba que existe una tarea de Efrain y una de Yoan en las cuales sus índices son siempre 1, indicando que cumplen completamente con dicho parámetro. No obstante existen 3 tareas planificadas cuyos índices de prioridad cumplen parcialmente con las restricciones solicitadas. Esto se debe a la similitud semántica que existe entre las etiquetas lingüísticas ALTO y MEDIO definidas para el atributo frc_prioridad de la tabla tarea, que logra recuperar un nivel de detalle de información más precisa que la prevista mediante la aproximación visual.

Consulta 5:

Se desea saber los datos de las personas cuya personalidad es perseverante, tienen aproximadamente al menos 1 tarea programada ejecutada y alto índice académico. Se observa que Leonardo, Daniel, Jose, Douglas, Papo, Yuniór, Oriol y Juan Jose son tienen personalidad perseverante. Por otra parte solo Douglas y Daniel tienen al menos 1 tarea programada. De ellos solo

Douglas tiene alto índice académico. Para ello se creará una constante difusa de dominio conjuntivo sin representación semántica asociada para comparar con la personalidad de cada persona mediante el operador difuso feq. Dicho operador también se utilizará para determinar si el índice académico de la persona es alta. Es válido señalar que el operador feq devuelve como resultado un atributo de dominio numeric cuyo valor se encuentra en el rango [0,1] que indica similitud mientras más se acerque a 1 el valor y diferencia en el caso contrario. Se propone como ejemplo de solución la consulta siguiente:

```
select p.nombre_ea, feq(set_fcoll_personalidad('{PERSEVERANTE}','{1}'),fcoll_personalidad(p.oid))
as es_perseverante, feq('EJECUTADA', t.frc_nivel_cumpl) tiene_tarea,
feq('ALTO',frc_ind_acad(p.oid)) as indice_alto from persona p, calendario c, tarea t where
p.id_persona_io = c.id_persona and
feq(set_fcoll_personalidad('{PERSEVERANTE}','{1}'),fcoll_personalidad(p.oid)) >0 and
feq('EJECUTADA', t.frc_nivel_cumpl) >0 and frc_ind_acad(p.oid)>0 and c.id_calendario =
t.id_calendario and p.nombre_ea not like 'perspectiva_persona' order by
feq(set_fcoll_personalidad('{PERSEVERANTE}','{1}'),fcoll_personalidad(p.oid)) desc
```

	Data Output	Explain	Messages	History
	nombre_ea character varying	es_perseverante numeric	tiene_tarea numeric	indice_alto numeric
1	Douglas	1.00	1.00	1.00

Figura 19. Resultado de la consulta 5

En la Figura 19. Resultado de la consulta 5 se puede apreciar el resultado de la consulta 5. Se comprueba que solo Douglas cumple con las tres condiciones previstas.

Consulta 6:

Se desea saber de cada persona (en caso de existir), cual es la persona de la cual sus aspiraciones son más afines a las suyas. En una base de datos convencional, sin los metadatos propios de la lógica difusa, este tipo de consultas es muy difícil de implementar. Sin embargo el *framework* pg4db plantea varios operadores para realizar este tipo de consultas. Entre ellos se encuentra: FEQ, COG y AVGC. Sus diferencias principales recaen en el tratamiento que cada uno le da a la similitud que tienen sus operando entre sí. Se propone utilizar el operador AVGC, pues tienen en cuenta el promedio difuso

de cada de la similitud de sus operando. Anexo 5. Resultado de la consulta 6.a 6 muestra el resultado de dicha consulta y para ello se utilizó el código sql siguiente:

```
select p.nombre_ea as persona_1, p1.nombre_ea as persona_2, p.fcoll_aspiraciones_10 as
aspiraciones_persona_1, p1.fcoll_aspiraciones_10 as aspiraciones_persona_2,
avgc(fcoll_aspiraciones(p.oid) ,fcoll_aspiraciones(p1.oid)) as avgc from persona p, persona p1
where p.oid!=p1.oid and p.oid!=93514 and p1.oid!= 93514 and
avgc(fcoll_aspiraciones(p.oid),fcoll_aspiraciones(p1.oid))>0 group by p.nombre_ea, p1.nombre_ea,
avgc(fcoll_aspiraciones(p.oid),fcoll_aspiraciones(p1.oid)), p.fcoll_aspiraciones_10,
p1.fcoll_aspiraciones_10
```

3.5. Conclusiones del capítulo

En este capítulo se pudo apreciar el proceso de implementación y validación de la base de datos propuesta. También se crearon un conjunto de vistas que permiten observar desde diferentes ángulos los datos insertados en la base de datos. Por último, la validación mostrada consta de varias consultas difusas que permiten extraer información significativa de la base de datos. De dichas consultas difusas se compararon los resultados obtenidos de estas con los esperados, concluyendo con resultados mejor de lo esperado en algunos casos.

Conclusiones Generales

El objetivo general de este trabajo especial de grado planteaba la implementación de una base de datos relacional difusa que contribuyera a la toma de decisiones y que fuera capaz de captar los datos difusos generados en una Red Social de Aprendizaje. Es entonces, resultado de esta investigación la implementación de una base de datos relacional difusa con el *framework* pg4db que brinda una forma para poder almacenar datos difusos generados en una Red Social de Aprendizaje y además admite consultas difusas más cercanas al lenguaje humano, lo que facilita la toma de decisiones a un alto nivel.

Se logró una propuesta útil de los dominios difusos de algunos atributos, así como un modelo lógico para los módulos de Planificación y Representación y acceso a datos de una Red Social de Aprendizaje. Gracias a la lógica difusa y la implementación de etiquetas lingüísticas, relaciones de similitud, funciones de pertenencia, entre otros resultados, se cuenta con una base de datos que ofrecen una solución al tratamiento de los datos requeridos por el usuario de una red de aprendizaje.

Este trabajo propone ser una herramienta útil en el área de la modelación de datos difusos, al permitir el uso de consultas flexibles, que influye directamente en las capacidades que puede brindar un servidor de bases de datos para ofrecer respuestas y soluciones más adecuadas a las necesidades del usuario y del sistema.

Siguiendo la tendencia de utilización de software libre planteada por nuestra universidad, se decidió utilizar herramientas de licencia GNU/GPL para la implementación de la base de datos difusa propuesta. Es por ello que luego de un estudio del estado del arte se eligiera el marco de trabajo pg4db como motor difuso para implementar la solución, pues es una herramienta libre que se ajusta perfectamente al alcance de esta tesis.

Recomendaciones

Se recomienda extender la base de datos difusa implementada a los demás módulos de una Red Social de Aprendizaje. Para un resultado más exhaustivo y completo se pueden diseñar e implementar atributos inferidos para cada entidad que reflejen los datos que tienen dependencia de reglas difusas del entorno.

Bibliografía

- ALAKEEL, ALI. 2014.** Using Fuzzy Logic in Test Case Prioritization for Regression Testing Programs with Assertions. *HINDAWI*. 2014.
- Alonso, Lidiexy. 2014.** Entorno Social de Aprendizaje para la Universidad de las Ciencias Informáticas. 2014.
- ANUPRIYA. 2014.** Fuzzy Querying Based on Relational Database. ISSN: 2278-8727, 2014.
- . **2013.** Review of Fuzzy Logical Database Models. *Journal of Computer Engineering*. ISBN: 2278-8727, 2013, Vol. 8, 4.
- BAZAN, GUSTAVO. 2009.** PostgreSQLf: Implementación de Cuantificadores Difusos Sobre el SGBD PostgreSQL. 2009.
- BENALI, I. 2014.** Flexible SQLf query based on fuzzy linguistic summaries. 2014.
- BUCKLES, B. P., PETRY, F. E. 1985.** Uncertainty models in information and database systems. 1985.
- CADENAS, J. T. 2009.** POSTGRESQLf: Implementación de Extensiones Difusas de manera Fuertemente Acoplada sobre el RDBMS PostgreSQL. 2009.
- CADENAS, J. T. y AGUILERA, A. 2012.** Benchmarking de Consultas Difusas utilizando PostgreSQL. *II Simposio Científico y Tecnológico en Computación*. 2012.
- CHAUDRY, N. y MOYNE, J. 1994.** A Design Methodology for Databases with Uncertain Data. 1994.
- CUEVAS, LUIS. 2009.** MODELO DIFUSO DE BASES DE DATOS OBJETO-RELACIONAL: PROPUESTA DE IMPLEMENTACION EN SOFTWARE LIBRE. 2009.
- DI-MARTINO, F. y SESSA, S. 2013.** Fuzzy Reliability in Spatial Databases. *Hindawi*. ISSN 1687-9619., 2013.
- FERNÁNDEZ, C. y FERNÁNDEZ, I. 2008.** Valoración de inmuebles mediante técnicas de lógica difusa. 2008.
- FERNANDEZ, CARLOS. 2008.** VALORACIÓN DE INMUEBLES MEDIANTE TÉCNICAS DE LÓGICA DIFUSA. 2008.
- GALINDO, J. 1999.** Tratamiento de la imprecisión en bases de datos relacionales: extensión del modelo y adaptación de los SGBD actuales. *Universidad de Granada*. 1999.

GALINDO, J. y OLIVA, R. 2007. Acceso Web a Bases de Datos Difusas: Un Cliente Visual de Fuzzy SQL. *XII CONGRESO ESPAÑOL SOBRE TECNOLOGÍAS Y LÓGICA FUZZY*. 2007.

GAMEZ, J. A. y PUERTA, J. M. 1999. Aplicación de la Teoría de conjuntos difusos al diseño de los sistemas de bases de datos. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*. ISSN 0214-4824, 1999.

IEEE. 1990. *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. s.l. : ISBN 0-7381-0391-8, 1990.

—. **2004.** SWEBOOK. 2004.

- JIMENEZ, C. y ALVAREZ, H. 2012.** Minería de datos basada en lógica difusa para la interpretación de consultas vagas dependientes del contexto lingüístico. *Dyna*. 2012, 173.
- JIMÉNEZ, L. y URRUTIA, A. 2005.** Implementación de una Base de Datos Relacional Difusa Un Caso en la Industria del Cartón. 2005.
- KRONKE, D. 2003.** Procesamiento de Bases de Datos. Fundamentos, Diseño e Instrumentación. *Prentice Hall*. 8, 2003.
- LOMAS, ROBERT. 2006.** El colegio invisible: la Royal Society, la francmasonería, el nacimiento de la ciencia moderna y la era de la razón. 2006.
- LOPEZ, J. C. 2012.** Social Wire es un entorno de aprendizaje social. *ISSUU*. 2012.
- LUIZ, ADILSON. 2009.** ANÁLISIS DE REDES SOCIALES A PARTIR DE RECURSOS WEB Y DE BASES DE DATOS ESPECIALIZADAS EN LITERATURA CIENTÍFICA. 2009, 12.
- M.A., VILA y C., CUBERO J. 1996.** A conceptual approach to deal with imprecision and uncertainty in object based data models. *International Journal of Intelligent Systems*. 1996.
- . **1998.** A fuzzy object-oriented data model represented by means of a semantic data model. *DECSAI*. 1998.
- . **1995.** Dealing with uncertain and imprecise information in semantic database models. *Sixth IFSA Congress*. 1995.
- Ma, Z.M. 2005.** A conceptual design methodology for fuzzy relational databases . *Journal of Database Management*. 2005, Vol. 16, 2.
- MARIN, N. 2001.** Estudio de la Vaguedad en los Sistemas de Bases de Datos Orientados a Objetos: Tipos difusos y sus Aplicaciones. *Universidad*. 2001.
- MARQUES, P. y LÓPEZ ARDAO, J. C. 2011.** Hacia un nuevo modelo de plataforma educativa basado en redes sociales. *SCOPEO*. 2011.
- MARTINEZ, C. 2008.** Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales Difusas Multipropósito. Una Ontología para la Representación del Conocimiento Difuso. *Universidad de Granada*. 2008.
- MATA, T. y MURILLO, J., et al. 2009.** Bases de datos deductivas y bases de datos difusas. *Universidad Politecnica de Madrid*. 2009.
- MEDINA, J. M. y PONS, O., et al. 1994.** GEFRED. A Generalized Model of Fuzzy Relational Data Bases. 1994.

- N., GYSEGHM y R., CALUWE. 1993.** Ufo: Uncertainty and fuzziness in an object-oriented model. *IEEE*. 1993.
- N.V., GYSEGHM y R., CALUWE. 1996.** Fuzzy inheritance in the ufo database. *IEEE*. 1996.
- . **1998.** Imprecision and uncertainty in the ufo. *Journal of the American Society for Information Science*. 1998.
- OLIVA, R. 2003.** Visual fsql: gestión visual de bases de datos difusas en oracle a través de internet usando FSQL. Pregrado, 2003.
- PIATTINI, M. 2001.** El camino hacia la distribución; Integración e interoperabilidad En El futuro de las bases de datos. 2001.
- . **1999.** Fundamentos y Modelos de Bases de Datos. 2, 1999.
- PRADE, H. y H, H TESTAMALE. 1987.** Fuzzy relational databases: Representational issues and reduction using similarity measures. 1987.
- R., RAMAKRISHNAN y J., GEHRKE. 2003.** Database Management Systems. Third Edition. *McGraw-Hill Higher Education*. 3, 2003.
- RAFAEL, OLIVA. 2010.** Visual Fsql: Gestión Visual De Bases De Datos Difusas En Oracle A Través De Internet Usando Fsql. 2010.
- REED, MARK y EVELY, A. 2010.** What is Social Learning? *Ecology and Society*. 2010, Vol. 15, 4.
- RIMOR, RIKI, ROSEN, YIGAL y NASER, KEFAYA. 2010.** Complexity of Social Interactions in Collaborative Learning: The Case of Online Database Environment. *Journal of E-Learning and Learning Objects*. 2010, Vol. 6.
- SINGH, H. y GUPTA, M., et al. 2013.** Real-Life Applications of Fuzzy Logic. *Hindawi*. ISBN 1687-9619, 2013.
- SKRBIC, S. y TAKACI, A. 2008.** On Development of Fuzzy Relational Database Applications. *IPMU*. 2008.
- URBINA, D. y TITO, V. et al. 2009.** Tratamiento de Arquitecturas de Base de Datos Difusas con FSQL. 2009.
- URRUTIA, A. y GALINDO, J., et al. 2010.** Implementación de una base de datos difusa con FIRST-2 y postgresql. *XV Congreso Español Sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy*. 2010.
- . **2003.** Restricciones de Participación y Tipo de Correspondencia Difusa en un Modelo Conceptual. ISSN 07174195., 2003.
- VARAS, M. y URRUTIA, A. et al. 2002.** Bases de Datos Difusas Modeladas con UML. *VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. 2002.
- WAMBLER, S. 2013.** Database Testing: How to Regression Test a Relational Database. *Agile Data*. 2013.

WILSON, C y BOE, B. 2009. User Interactions in Social Networks and their Implications. *ACM*. 2009.

WONG, CHRISTIAN. 2008. Fuzzy Queries. Un framework para realizar consultas difusas en Postgres desde aplicaciones Java. 2008.

ZADEH., L.A. 1965. Fuzzy Sets. 1965.

Índice de Anexos

Anexo 1. Descripción de los atributos de la base de datos.

Anexo 2. Datos insertados en la tabla calendario
.....

Anexo 3. Datos insertados en la tabla tarea
.....

Anexo 4. Datos insertados en el tipo difuso persona
.....

Anexo 5. Resultado de la consulta 6.
.....

Anexo 6. Código fuente de la base de datos difusa.
.....

Anexo 7. Interfaz Padmin: tablas y vistas
.....

Anexo 8. Interfaz Padmin: Dominios difusos.
.....

Anexo 1. Descripción de los atributos de la base de datos.

Nombre de la Tabla	Nombre del Atributo	Dominio	Descripción
Calendario	id_calendario	Integer	Identificador único del calendario
	tipo	boolean	Tipo de calendario: el valor true representa que el calendario es de un estudiante, false en cualquier otro caso
	frc_horas_prod	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter productivo
	frc_horas_ext	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter extensionistas
	frc_horas_inv	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter investigativas
	frc_horas_uso	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades

	frc_horas_doc	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa la cantidad de horas semanales que como promedio dedica el poseedor del calendario a planificar actividades de carácter docente
	id_tarea	integer	Identificador único de la tarea
Tarea	Id_calendario	integer	Identificador único del calendario
	nombre	character varying	Nombre de la tarea
	descripción	character varying	Especificación de la tarea
	lugar	character varying	Lugar en donde se desarrolla la tarea
	fcoll_tipo	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de objetos sin representación semántica asociada	Refleja el o los tipos de las tareas programadas
	frc_prioridad	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Constituye la urgencia de la tarea programada
	frc_nivel_cumpl	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el estado en el cual finalizó la tarea
Persona	id_persona	Integer	Identificador único de la persona

Id_calendario	Integer	Llave foránea del calendario de la persona
nombre	Character varying	Nombre de la persona
tipo	Character varying	Tipo de Persona. Puede tomar 3 valores: 2 para estudiantes recién ingresados, 3 para cualquier otro estudiante y 1 para cualquier otro tipo de persona.
Fcoll_idiomas	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Son los idiomas que domina el usuario y que nivel tiene de experticia sobre cada uno
frc_voluntariedad	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica la disposición que tiene el usuario de ayudar a sus pares en la red
frc_efectividad	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica la cuán acertado es el usuario cuando ayuda a sus pares en la red
fcoll_aspiraciones	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Indica el o los campos al cual pertenecen las aspiraciones de conocimiento del usuario

	Fcoll_personalidad	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Almacena los rasgos de la personalidad presentes en el usuario
Estudiante_primera_año	Frd_anno	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el año que cursa el estudiante dividido en los tres tipos siguientes: INICIALES, MEDIOS y FINALES
	Frc_ind_ing_g en	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica el promedio de notas de ingreso del estudiante.
	Frc_indice_mat	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica el resultado en la prueba de ingreso de matemática.
	Frc_indice_es p	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica el resultado en la prueba de ingreso de español.
	Frc_indice_hist	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Indica el resultado en la prueba de ingreso de historia.
Estudiante_otro	Frc_ind_acad	Difuso: dominio atómico con representación	Representa el índice general que tiene acumulado el estudiante.

		semántica sobre referencial continuo	
frc_ind_cienc_exac	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a las ciencias exactas.	
frc_ind_cienc_ap	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a las ciencias aplicadas.	
Frc_indice_ing	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a la ingeniería.	
Frc_indice_hum	Difuso: dominio atómico con representación semántica sobre referencial continuo	Representa el índice promedio que tiene acumulado el estudiante en las asignaturas pertenecientes a humanidades.	
Fcoll_experiencia	Difuso: dominio conjuntivo sobre un referencial de valores sin representación semántica asociada	Es un conjunto de etiquetas con su valor de pertenencia que representan la experiencia práctica del estudiante en asignaturas o herramientas referentes a la carrera.	

Anexo 2. Datos insertados en la tabla calendario

Id_calendario	Frc_horas_prod	Frc_horas_ext	Frc_horas_inv	Frc_horas_uso	Frc_horas_doc
1	"ALTO"	"ALTO"	"BAJO"	"BAJO"	"MEDIO"

2	"BAJO"	"ALTO"	"ALTO"	"MEDIO"	"MEDIO"
3	"BAJO"	"ALTO"	"BAJO"	"MEDIO"	"BAJO"
4	"BAJO"	"ALTO"	"BAJO"	"MEDIO"	"BAJO"
5	"BAJO"	"BAJO"	"BAJO"	"BAJO"	"BAJO"
6	"MEDIO"	"BAJO"	"BAJO"	"MEDIO"	"MEDIO"
7	"BAJO"	"ALTO"	"MEDIO"	"MEDIO"	"MEDIO"
8	"BAJO"	"BAJO"	"BAJO"	"BAJO"	"BAJO"
9	"ALTO"	"ALTO"	"ALTO"	"ALTO"	"ALTO"

Anexo 3. Datos insertados en la tabla tarea

id_tarea	nombre	Fcoll_tipo	Frc_prioridad	Frc_nivel_cumpl
1	"Correr"	"{EXTENSION,DEPORTE}"	"ALTO"	"EJECUTADA"
2	"Estudiar_Matematica"	"{DOCENTE}"	"BAJO"	"EJECUTADA"
3	"Estudiar_Espanol"	"{DOCENTE}"	"BAJO"	"POCO_EJECUTADA"
4	"Estudiar_Laboratorio"	"{DOCENTE}"	"MEDIO"	"EJECUTADA"
5	"Nadar"	"{EXTENSION,DEPORTE}"	"BAJO"	"POCO_EJECUTADA"
6	"Maraton"	"{EXTENSION}"	"MEDIO"	"EJECUTADA"
7	"Reunion_feu"	"{FEU}"	"ALTO"	"EJECUTADA"
8	"Estudiar_INGLES"	"{DOCENTE,INGLES}"	"MEDIO"	"POCO_EJECUTADA"
9	"Produccion"	"{PRODUCCION}"	"ALTO"	"EJECUTADA"
10	"Estudiar_Laboratorio"	"{DOCENTE}"	"MEDIO"	"EJECUTADA"
11	"Estudiar_Espanol"	"{DOCENTE}"	"ALTO"	"EJECUTADA"
12	"Estudiar_Laboratorio"	"{DOCENTE}"	"MEDIO"	"EJECUTADA"
13	"Caminar"	"{ESTENSION}"	"BAJO"	"EJECUTADA"
14	"Comer"	"{ESTENSION}"	"ALTO"	"EJECUTADA"

15	"Ejercicios"	"{ESTENSION}"	"ALTO"	"EJECUTADA"
16	"Estudiar_Prueba"	"{DOCENTE}"	"ALTO"	"EJECUTADA"
17	"Estudiar_Redés"	"{DOCENTE}"	"MEDIO"	"POCO_EJECUTADA"
18	"Ir a casa de Rigo"	"{EXTENSION}"	"BAJO"	"POCO_EJECUTADA"

8 2 1 3 5	4	Rene	2	POC O_E FEC TIVO	POC O_DI SPO NIBL E	(1/ ES PA NO L)	(1/LE NGU A)	(1/LID ER)	1	90	80	10 0	90						
8 2 1 7 6	13	Leon ardo	1	40	50	(1/ ES PA NO L)	(0.9/E LECT RONI CA + 0.2/P ROG RAM ACIO N)	(1/CR EATI VO + 1/PE RSEV ERAN TE))											
8 2 1 6 0	9	Doug las	3	MUY _EF ECTI VO	MUY _DIS PONI BLE	(1/ ES PA NO L)	(1/MA TEMA TICA)	(0.8/C REAT IVO + 1/PE RSEV ERAN TE))	5	100	10 0	10 0	10 0	AL TO	ALT O	ALT O	AL TO	AL TO	()
8 2 1 4 8	6	Yoan	3	POC O_E FEC TIVO	MUY _DIS PONI BLE	(1/ ES PA NO L)	(1/PR OGR AMA CION)	(1/LID ER)	5	92	90	92	94	AL TO	ALT O	ALT O	M ED IO	ME DI O	(1/PR OGR AMA CION)

Anexo 5. Resultado de la consulta 6.

person_a_1	person_a_2	aspiraciones_persona_1	aspiraciones_persona_2	av_gc
Alejandro	Freduar	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Carlos	Alejandro	(1/PROGRAMACION)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Carlos	Ernesto	(1/PROGRAMACION)	(1/PROGRAMACION)	1.00
Carlos	Freduar	(1/PROGRAMACION)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Carlos	Juan Jose	(1/PROGRAMACION)	(0.8/PROGRAMACION + 0.7/ELECTRONICA + 0.9/ARTE)	0.90
Carlos	Leonardo	(1/PROGRAMACION)	(0.9/ELECTRONICA + 0.2/PROGRAMACION)	1.00
Carlos	Papo	(1/PROGRAMACION)	(1/ELECTRONICA + 1/PROGRAMACION)	1.00
Carlos	Yoan	(1/PROGRAMACION)	(1/PROGRAMACION)	1.00
Daniel	Alejandro	(1/MATEMATICA)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Daniel	Douglas	(1/MATEMATICA)	(1/MATEMATICA)	1.00
Daniel	Freduar	(1/MATEMATICA)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Douglas	Alejandro	(1/MATEMATICA)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Douglas	Daniel	(1/MATEMATICA)	(1/MATEMATICA)	1.00
Douglas	Freduar	(1/MATEMATICA)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Ernesto	Alejandro	(1/PROGRAMACION)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Ernesto	Carlos	(1/PROGRAMACION)	(1/PROGRAMACION)	1.00
Ernesto	Freduar	(1/PROGRAMACION)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Ernesto	Juan Jose	(1/PROGRAMACION)	(0.8/PROGRAMACION + 0.7/ELECTRONICA + 0.9/ARTE)	0.90

Ernesto	Leonardo	(1/PROGRAMACION)	(0.9/ELECTRONICA + 0.2/PROGRAMACION)	1.00
Ernesto	Papo	(1/PROGRAMACION)	(1/ELECTRONICA + 1/PROGRAMACION)	1.00
Ernesto	Yoan	(1/PROGRAMACION)	(1/PROGRAMACION)	1.00
Freduar	Alejandro	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Leonardo	Juan Jose	(0.9/ELECTRONICA + 0.2/PROGRAMACION)	(0.8/PROGRAMACION + 0.7/ELECTRONICA + 0.9/ARTE)	0.51
Leonardo	Papo	(0.9/ELECTRONICA + 0.2/PROGRAMACION)	(1/ELECTRONICA + 1/PROGRAMACION)	0.60
Papo	Juan Jose	(1/ELECTRONICA + 1/PROGRAMACION)	(0.8/PROGRAMACION + 0.7/ELECTRONICA + 0.9/ARTE)	0.85
Papo	Leonardo	(1/ELECTRONICA + 1/PROGRAMACION)	(0.9/ELECTRONICA + 0.2/PROGRAMACION)	0.60
Yoan	Alejandro	(1/PROGRAMACION)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Yoan	Carlos	(1/PROGRAMACION)	(1/PROGRAMACION)	1.00
Yoan	Ernesto	(1/PROGRAMACION)	(1/PROGRAMACION)	1.00
Yoan	Freduar	(1/PROGRAMACION)	(1/MATEMATICA + 0.5/HISTORIA + 0.8/PROGRAMACION)	1.00
Yoan	Juan Jose	(1/PROGRAMACION)	(0.8/PROGRAMACION + 0.7/ELECTRONICA + 0.9/ARTE)	0.90
Yoan	Leonardo	(1/PROGRAMACION)	(0.9/ELECTRONICA + 0.2/PROGRAMACION)	1.00
Yoan	Papo	(1/PROGRAMACION)	(1/ELECTRONICA + 1/PROGRAMACION)	1.00

Anexo 6. Código fuente de la base de datos difusa.

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_horas_ext');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_horas_ext',{'NULO,BAJO,MEDIO,ALTO,MUY_ALTO,CASI_TOTAL'},{{0,0,1,2},{1,2,4,5},{3,5,7,9},{8,9.5,11.5,13}, {12,14,17,19},{18,19,24,24}});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_horas_doc');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_horas_doc',{NULO,BAJO,MEDIO,ALTO,MUY_ALTO,CASI_TOTAL},{0,0,1,2},{1,2,4,5},{3,5,7,9},{8,9.5,11.5,13}, {12,14,17,19},{18,19,24,24}});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_horas_prod');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_horas_prod',{NULO,BAJO,MEDIO,ALTO,MUY_ALTO,CASI_TOTAL},{0,0,1,2},{1,2,4,5},{3,5,7,9},{8,9.5,11.5,13}, {12,14,17,19},{18,19,24,24}});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_horas_inv');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_horas_inv',{NULO,BAJO,MEDIO,ALTO,MUY_ALTO,CASI_TOTAL},{0,0,1,2},{1,2,4,5},{3,5,7,9},{8,9.5,11.5,13}, {12,14,17,19},{18,19,24,24}});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_horas_uso');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_horas_uso',{NULO,BAJO,MEDIO,ALTO,MUY_ALTO,CASI_TOTAL},{0,0,1,2},{1,2,4,5},{3,5,7,9},{8,9.5,11.5,13}, {12,14,17,19},{18,19,24,24}});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_prioridad');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_prioridad',{BAJO,MEDIO,ALTO},{0,0,10,40},{30,50,50,70},{60,90,100,100});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_nivel_cumpl');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_nivel_cumpl',{POCO_EJECUTADA,MEDIO_EJECUTADA,EJECUTADA},{0,0,20,40},{30,50,50,70},{60,80,100,100});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_voluntariedad');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_voluntariedad',{POCO_DISPONIBLE,MEDIO_DISPONIBLE,MUY_DISPONIBLE},{0,0,20,30},{10,40,50,70},{60,80,100,100});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_efectividad');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_efectividad',{POCO_EFECTIVO,MEDIO_EFECTIVO,MUY_EFECTIVO},{0,0,20,30},{10,40,50,70},{60,80,100,100});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DF_Extension('frd_anno');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDF('frd_anno',{1,2,3,4,5},{INICIALES,MEDIOS,TERMINALES},{1,0.85,0.5,0.25,0},{0.2,0.85,1,0.85,0.2},{0,0.25,0.5,0.85,1});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_ind_ing_gen');
```

```
SELECT
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_ind_ing_gen','{BAJO,MEDIO,ALTO}','{{60,60,65,75},{70,80,80,90},{85,95,100,100}}');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_indice_mat');
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_indice_mat','{BAJO,MEDIO,ALTO}','{{60,60,65,75},{70,80,80,90},{85,95,100,100}}');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_indice_esp');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_indice_esp','{BAJO,MEDIO,ALTO}','{{60,60,65,75},{70,80,80,90},{85,95,100,100}}');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_indice_hist');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_indice_hist','{BAJO,MEDIO,ALTO}','{{60,60,65,75},{70,80,80,90},{85,95,100,100}}');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_ind_acad');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_ind_acad','{BAJO,MEDIO,ALTO}','{{60,60,65,75},{70,80,80,90},{85,95,100,100}}');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_ind_cienc_exac');
```

```
SELECT
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_ind_cienc_exac','{BAJO,MEDIO,ALTO}','{{60,60,65,75},{70,80,80,90},{85,95,100,100}}');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_ind_cienc_ap');
```

```
SELECT  
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_ind_cienc_ap',{BAJO,MEDIO,ALTO},{60,60,65,75},  
{70,80,80,90},{85,95,100,100});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_indice_ing');  
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_indice_ing',{BAJO,MEDIO,ALTO},{60,60,65,75},{70,  
80,80,90},{85,95,100,100});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_indice_hum');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_indice_hum',{BAJO,MEDIO,ALTO},{60,60,65,75},{  
70,80,80,90},{85,95,100,100});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Domain_DT_Extension('frc_annos_exp');
```

```
SELECT
```

```
fuzzy_schema.Create_Definition_Set4DomainDT('frc_annos_exp',{MUY_POCOS,POCOS,MEDIO,MUCHOS,  
MUCHISIMOS},{0,0,3,7},{3,7,10,13},{10,13,15,17},{15,17,35,40},{35,45,60,60});
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Conjuntive_Extension('fcoll_tipo');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Conjuntive_Extension('fcoll_idiomas');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Conjuntive_Extension('fcoll_aspiraciones');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Conjuntive_Extension('fcoll_personalidad');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Conjuntive_Extension('fcoll_experiencia');
```

```
SELECT fuzzy_schema.Create_Conjuntive_Extension('fcoll_asig_imparte');
```



```
SELECT  
SELECT fuzzy_schema.Create_Conjuntive_Extension('fcoll_asig_exp');
```

```
CREATE TABLE calendario( id_calendario integer CONSTRAINT idcalendario PRIMARY KEY , id_persona  
integer, tipo boolean, frc_horas_prod dfrc_horas_prod REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_horas_prod,  
frc_horas_ext dfrc_horas_ext REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_horas_ext, frc_horas_inv dfrc_horas_inv  
REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_horas_inv, frc_horas_uso dfrc_horas_uso REFERENCES  
fuzzy_schema.tfrc_horas_uso, frc_horas_doc dfrc_horas_doc REFERENCES  
fuzzy_schema.tfrc_horas_doc)INHERITS(fuzzy_schema.TFuzzyTable) WITH OIDS;
```

```
CREATE TABLE tarea( id_tarea integer CONSTRAINT idtarea PRIMARY KEY , id_calendario integer,
nombre character varying, descripcion character varying, lugar character varying, fcoll_tipo dfcoll_tipo
REFERENCES      fuzzy_schema.tfcoll_tipo,      frc_prioridad      dfrc_prioridad      REFERENCES
fuzzy_schema.tfrc_prioridad, frc_nivel_cumpl dfrc_nivel_cumpl REFERENCES
fuzzy_schema.tfrc_nivel_cumpl)INHERITS(fuzzy_schema.TFuzzyTable) WITH OIDS;
```

```
SELECT fuzzy_schema.create_fuzzy_type ('persona',{1.0 id_persona integer CONSTRAINT pk_persona
PRIMARY KEY,
```

```
1.0 nombre varchar,
```

```
1.0 tipo varchar,
```

```
1.0 frc_efectividad dfrc_efectividad REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_efectividad,
```

```
1.0 frc_voluntariedad dfrc_voluntariedad REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_voluntariedad,
```

```
1.0 fcoll_idiomas dfcoll_idiomas REFERENCES fuzzy_schema.tfcoll_idiomas,
```

```
1.0 fcoll_aspiraciones dfcoll_aspiraciones REFERENCES fuzzy_schema.tfcoll_aspiraciones,
```

```
1.0 fcoll_personalidad dfcoll_personalidad REFERENCES fuzzy_schema.tfcoll_personalidad,
```

```
0.8 frd_anno dfrc_anno REFERENCES fuzzy_schema.tfrd_anno,
```

```
0.8 frc_ind_ing_gen dfrc_ind_ing_gen REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_ind_ing_gen,
```

```
0.8 frc_indice_mat dfrc_indice_mat REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_mat,
```

```
0.8 frc_indice_esp dfrc_indice_esp REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_esp,  
0.8 frc_indice_hist dfrc_indice_hist REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_hist,
```

```
0.6 frc_ind_acad dfrc_ind_acad REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_ind_acad,
```

```
0.6 frc_ind_cienc_exac dfrc_ind_cienc_exac REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_ind_cienc_exac,
```

```
0.6 frc_ind_cienc_ap dfrc_ind_cienc_ap REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_ind_cienc_ap,
```

```
0.6 frc_indice_ing dfrc_indice_ing REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_ing,
```

```
0.6 frc_indice_hum dfrc_indice_hum REFERENCES fuzzy_schema.tfrc_indice_hum,
```

```
0.6 fcoll_experiencia dfcoll_experiencia REFERENCES fuzzy_schema.tfcoll_experiencia});
```

```
--perspectivas de comparación: CALENDARIO
```

```
SELECT fuzzy_schema.comparison_profile('calendario','planificador_docente',
```

```
'{id_calendario,id_persona,tipo,frc_horas_prod
```

```
frc_horas_ext,frc_horas_inv,frc_horas_uso, frc_horas_doc}',
```

```
'{0,0,0,0.5,0,0.5,0.2,1}',
```

```
'{FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ}',0.2);
```

```
SELECT fuzzy_schema.comparison_profile('calendario','planificador_ext',
```

```
'{id_calendario,id_persona,tipo,frc_horas_prod
frc_horas_ext,frc_horas_inv,frc_horas_uso, frc_horas_doc}',
'{0,0,0,0,1,0,0.7,0}',

'{FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ}',0.2);

insert into calendario values(
                                10000001,10000001,
                                true,
                                set_frc_horas_prod('ALTO'),
                                set_frc_horas_ext('ALTO'),
                                set_frc_horas_inv('ALTO'),                set_frc_horas_uso('ALTO'),
                                set_frc_horas_doc('ALTO'));

--perspectiva persona

SELECT fuzzy_schema.comparison_profile('persona','disponible_idoneo',
'{id_persona,nombre,tipo,frc_efectividad,frc_voluntariedad,fcoll_idiomas,
fcoll_aspiraciones,fcoll_personalidad,frd_anno,frc_ind_ing_gen,frc_indice_mat,
frc_indice_esp,frc_indice_hist,frc_ind_acad,frc_ind_cienc_exac,frc_ind_cienc_ap,
frc_indice_ing,frc_indice_hum,fcoll_experiencia}', '{0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}');
```

```
{FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ}',0.4);
```

```
SELECT fuzzy_schema.comparison_profile('persona','perfil_cientifico',
```

```
{id_persona,nombre,tipo,frc_efectividad,frc_voluntariedad,fcoll_idiomas,
```

```
fcoll_aspiraciones,fcoll_personalidad,frd_anno,frc_ind_ing_gen,frc_indice_mat,
```

```
frc_indice_esp,frc_indice_hist,frc_ind_acad,frc_ind_cienc_exac,frc_ind_cienc_ap,
```

```
frc_indice_ing,frc_indice_hum,fcoll_experiencia}', '{0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,1,1,0,0,0}',
```

```
{FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ,FEQ}',0.8);
```

```
select public.set_persona(
```

```
10000001,
```

```
"perspectiva_persona",
```

```
'1',
```

```
set_frc_efectividad('MUY_EFECTIVO'), set_frc_voluntariedad('MUY_DISPONIBLE'),
```

```
set_fcoll_idiomas('{}','{}),
```

```
set_fcoll_aspiraciones('{}','{}),
```

```
set_fcoll_personalidad('{}','{}),
```

```
set_frd_anno('1'), set_frc_ind_ing_gen('ALTO'),
```

```
set_frc_indice_mat('ALTO'),
```

```
set_frc_indice_esp('ALTO'),
set_frc_indice_hist('ALTO'),
set_frc_ind_acad('ALTO'),
set_frc_ind_cienc_exac('ALTO'),
set_frc_ind_cienc_ap('ALTO'),
set_frc_indice_ing('ALTO'),
set_frc_indice_hum('ALTO'),
set_fcoll_experiencia('{}','{}')

);

--datos persona select
public.set_persona(

1,

"Alejandro",

'1',

set_frc_efectividad('MUY_EFECTIVO'), set_frc_voluntariedad('MUY_DISPONIBLE'),

set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),
```

```
set_fcoll_aspiraciones('{MATEMATICA,HISTORIA,PROGRAMACION}','{1,0.5,0.8}'),
```

```
set_fcoll_personalidad('{COMUNICATIVO,CREATIVO}','{1,0.8}')
```

```
);
```

```
select public.set_persona(2,"Carlos",'1', set_frc_efectividad('POCO_EFECTIVO'),
```

```
set_frc_voluntariedad('POCO_DISPONIBLE'),
```

```
set_fcoll_idiomas('{ESPANOL,INGLES}','{1,0.2}'),
```

```
set_fcoll_aspiraciones('{PROGRAMACION}','{1}'),
```

```
set_fcoll_personalidad('{LIDER,COMUNICATIVO,CREATIVO}','{0.7,1,0.8}')
```

```
);
```

```
select public.set_persona(3,"Daniel",'2',
```

```
set_frc_efectividad('MUY_EFECTIVO'),
```

```
set_frc_voluntariedad('MUY_DISPONIBLE'),
```

```
set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),
```

```
set_fcoll_aspiraciones('{MATEMATICA}','{1}'),
```

```
set_fcoll_personalidad('{CREATIVO,PERSEVERANTE}','{1,1}'),
```

```
set_frd_anno('1'), set_frc_ind_ing_gen('98'),
```

```
set_frc_indice_mat('100'), set_frc_indice_esp('98'),
```

```
set_frc_indice_hist('96')
```

```
);
```

```
select public.set_persona(4, "Rene", '2', set_frc_efectividad('POCO_EFECTIVO'),
```

```
set_frc_voluntariedad('POCO_DISPONIBLE'),
```

```
set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}', '{1}'), set_fcoll_aspiraciones('{LENGUA}', '{1}'),
```

```
set_fcoll_personalidad('{LIDER}', '{1}'), set_frd_anno('1'),
```

```
set_frc_ind_ing_gen('90'), set_frc_indice_mat('80'), set_frc_indice_esp('100'),
```

```
set_frc_indice_hist('90')
```

```
);
```

```
select public.set_persona(5, "Ernesto", '3',
```

```
set_frc_efectividad('POCO_EFECTIVO'),
```

```
set_frc_voluntariedad('POCO_DISPONIBLE'),
```

```
set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}', '{1}'),
```

```
set_fcoll_aspiraciones('{PROGRAMACION}', '{1}'),
```

```
set_fcoll_personalidad('{LIDER}', '{1}'),
```

```
set_frd_anno('3'), set_frc_ind_ing_gen('95'),
```



```
set_frc_indice_mat('100'),

set_frc_indice_esp('90'), set_frc_indice_hist('95'),

set_frc_ind_acad('MEDIO'),

set_frc_ind_cienc_exac('MEDIO'),

set_frc_ind_cienc_ap('BAJO'),

set_frc_indice_ing('MEDIO'),

set_frc_indice_hum('ALTO'),

set_fcoll_experiencia('{PROGRAMACION,

SQL}','{1,1}')

);

select public.set_persona(6, ""Yoan"", '3', set_frc_efectividad('POCO_EFECTIVO'),

set_frc_voluntariedad('MUY_DISPONIBLE'),

set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}','{1}'),

set_fcoll_aspiraciones('{PROGRAMACION}','{1}'),

set_fcoll_personalidad('{LIDER}','{1}'),

set_frd_anno('5'),
```

```
set_frc_ind_ing_gen('92'),

set_frc_indice_mat('90'),

set_frc_indice_esp('92'), set_frc_indice_hist('94'),

set_frc_ind_acad('ALTO'),

set_frc_ind_cienc_exac('ALTO'),

set_frc_ind_cienc_ap('ALTO'),

set_frc_indice_ing('MEDIO'),

set_frc_indice_hum('MEDIO'),

set_fcoll_experiencia('{PROGRAMACION}','{1}')

);

select public.set_persona(

7,

"Freduar",

'1',

set_frc_efectividad('99'), set_frc_voluntariedad('99'),

set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}','{1}'),

set_fcoll_aspiraciones('{MATEMATICA,HISTORIA,PROGRAMACION}','{1,0.5,0.8}'),

set_fcoll_personalidad('{COMUNICATIVO,CREATIVO}','{1,0.8}')
```

);

select public.set_persona(8, "Efrain", '3',

set_frc_efectividad('POCO_EFECTIVO'),

set_frc_voluntariedad('POCO_DISPONIBLE'),

set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),

set_fcoll_aspiraciones('{}','{}'),

set_fcoll_personalidad('{}','{}'),

set_frd_anno('5'), set_frc_ind_ing_gen('85'),

set_frc_indice_mat('85'),

set_frc_indice_esp('85'),

set_frc_indice_hist('85'),

set_frc_ind_acad('BAJO'),

set_frc_ind_cienc_exac('BAJO'),

set_frc_ind_cienc_ap('BAJO'),

set_frc_indice_ing('BAJO'), set_frc_indice_hum('BAJO'),

set_fcoll_experiencia('{}','{}')

);

```
select public.set_persona(9, "Douglas", '3',
set_frc_efectividad('MUY_EFECTIVO'),
set_frc_voluntariedad('MUY_DISPONIBLE'),
set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}','{1}'),
set_fcoll_aspiraciones('{MATEMATICA}','{1}'),
set_fcoll_personalidad('{CREATIVO, PERSEVERANTE}','{0.8,1}'),
set_frd_anno('5'), set_frc_ind_ing_gen('100'),
set_frc_indice_mat('100'), set_frc_indice_esp('100'),
set_frc_indice_hist('100'), set_frc_ind_acad('ALTO'),
set_frc_ind_cienc_exac('ALTO'), set_frc_ind_cienc_ap('ALTO'),
set_frc_indice_ing('ALTO'), set_frc_indice_hum('ALTO'),
set_fcoll_experiencia('{}','{}')
);
```

```
select public.set_persona(10, "Papo", '1',
set_frc_efectividad('MUY_EFECTIVO'),
set_frc_voluntariedad('MUY_DISPONIBLE'),
set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}','{1}'), set_fcoll_aspiraciones('{ELECTRONICA,
PROGRAMACION}','{1,1}'),
set_fcoll_personalidad('{CREATIVO,PERSEVERANTE}','{0.8,1}')
```

);

```
select public.set_persona(11,"Oriol",'1',
set_frc_efectividad('100'), set_frc_voluntariedad('97'),
set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}','{1}'),
set_fcoll_aspiraciones('{PINTURA}','{1}'),
set_fcoll_personalidad('{PERSEVERANTE}','{1}')
```

);

```
select public.set_persona(12,"Juan Jose",'1',
set_frc_efectividad('88'), set_frc_voluntariedad('77'),
set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}','{1}'),
set_fcoll_aspiraciones('{PROGRAMACION,ELECT
RONICA,ARTE}','{0.8,0.7,0.9}'),
set_fcoll_personalidad('{ORGANIZADO,PERSEVE
RANTE}','{1,1}')
```

);

```
select public.set_persona(13,"Leonardo",'1', set_frc_efectividad('40'),
set_frc_voluntariedad('50'), set_fcoll_idiomas('{ESPAÑOL}','{1}'),
```

```
set_fcoll_aspiraciones('{ELECTRONICA, PROGRAMACION}','{0.9,0.2}'),
```

```
set_fcoll_personalidad('{CREATIVO,PERSEVERANTE}','{1,1}')
```

```
);
```

```
select public.set_persona(14, "Yunior", '2',
```

```
set_frc_efectividad('10'), set_frc_voluntariedad('10'),
```

```
set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),
```

```
set_fcoll_aspiraciones('{}','{}'),
```

```
set_fcoll_personalidad('{CREATIVO,PERSEVERANTE}','{0.2,1}'),
```

```
set_frd_anno('1'), set_frc_ind_ing_gen('3.5'),
```

```
set_frc_indice_mat('3.5'),
```

```
set_frc_indice_esp('3.5'),
```

```
set_frc_indice_hist('3.5')
```

```
);
```

```
select public.set_persona(15, "Damian", '1',
```

```
set_frc_efectividad('90'), set_frc_voluntariedad('66'),
```

```
set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),
```

```
set_fcoll_aspiraciones('{ALGEBRA}','{1}'),
```

```
set_fcoll_personalidad('{TIMIDO}','{0.8}')
```

```
);
```

```
select public.set_persona(16,"Jose Alberto",'3',  
  
set_frc_efectividad('80'),  
  
set_frc_voluntariedad('70'),  
  
set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),  
  
set_fcoll_aspiraciones('{INGENIERIA}','{1}'),  
  
set_fcoll_personalidad('{COMUNICATIVO}','{0.2}'),  
  
set_frd_anno('5'), set_frc_ind_ing_gen('100'),  
  
set_frc_indice_mat('100'),  
  
set_frc_indice_esp('100'),  
  
set_frc_indice_hist('100'), set_frc_ind_acad('4.5'),  
  
set_frc_ind_cienc_exac('4.3'),  
  
set_frc_ind_cienc_ap('4.0'),  
  
set_frc_indice_ing('4.5'), set_frc_indice_hum('4.8'),  
  
set_fcoll_experiencia('{}','{}')
```

```
);
```

```
select public.set_persona(17,"Guillermo",'2',  
  
set_frc_efectividad('30'),
```

```
set_frc_voluntariedad('12'),

set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),

set_fcoll_aspiraciones('{CIENCIAS}','{1}'),

set_fcoll_personalidad('{LIDER}','{0.8}'),

set_frd_anno('1'), set_frc_ind_ing_gen('94'),

set_frc_indice_mat('93'),

set_frc_indice_esp('94'),

set_frc_indice_hist('95')

);

select public.set_persona(18, "Taylor", '1',

set_frc_efectividad('80'), set_frc_voluntariedad('70'),

set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),

set_fcoll_aspiraciones('{INGLES}','{1}'),

set_fcoll_personalidad('{COMUNICATIVO}','{0.7}')

);

select public.set_persona(19, "Miguel", '2',

set_frc_efectividad('100'),
```



```
set_frc_voluntariedad('31'),

set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),

set_fcoll_aspiraciones('{FISICA}','{1}'),

set_fcoll_personalidad('{LIDER}','{0.8}'),

set_frd_anno('1'), set_frc_ind_ing_gen('90'),

set_frc_indice_mat('90'),

set_frc_indice_esp('80'),

set_frc_indice_hist('100')

);

select public.set_persona(20, "Jose", '1', set_frc_efectividad('95'),

set_frc_voluntariedad('80'), set_fcoll_idiomas('{ESPANOL}','{1}'),

set_fcoll_aspiraciones('{NETBEANS}','{1}'),

set_fcoll_personalidad('{ORGANIZADO,PERSEVERANTE}','{0.8,1}')

);

--datos calendario insert into

calendario values(
```

```
1,1,
```

```
true,
```

```
set_frc_horas_prod('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_ext('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_inv('BAJO'),
```

```
set_frc_horas_uso('BAJO'),
```

```
set_frc_horas_doc('MEDIO'));
```

```
insert into calendario values(  
  

```

```
2,2,
```

```
true,
```

```
set_frc_horas_prod('BAJO'),
```

```
set_frc_horas_ext('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_inv('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_uso('MEDIO'),
```

```
set_frc_horas_doc('MEDIO'));
```

```
insert into calendario values(  
  

```

3,3,

true,

set_frc_horas_prod('BAJO'),

set_frc_horas_ext('ALTO'),

set_frc_horas_inv('BAJO'),

set_frc_horas_uso('MEDIO'),

set_frc_horas_doc('BAJO')); insert into calendario values(

4,4,

true,

set_frc_horas_prod('BAJO'),

set_frc_horas_ext('ALTO'),

set_frc_horas_inv('BAJO'),

set_frc_horas_uso('MEDIO'),

set_frc_horas_doc('BAJO'));

insert into calendario values(

5,5,

true,

```
set_frc_horas_prod('BAJO'),

set_frc_horas_ext('BAJO'),

set_frc_horas_inv('BAJO'), set_frc_horas_uso('BAJO'),

set_frc_horas_doc('BAJO'));

insert into calendario values(

6,6,

true,

set_frc_horas_prod('MEDIO'),

set_frc_horas_ext('BAJO'),

set_frc_horas_inv('BAJO'), set_frc_horas_uso('MEDIO'),

set_frc_horas_doc('MEDIO'));

insert into calendario values(

7,7,

true,

set_frc_horas_prod('BAJO'),

set_frc_horas_ext('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_inv('MEDIO'),
```

```
set_frc_horas_uso('MEDIO'),
```

```
set_frc_horas_doc('MEDIO'));
```

```
insert into calendario values(
```

```
8,8,  
true,
```

```
set_frc_horas_prod('BAJO'),
```

```
set_frc_horas_ext('BAJO'),
```

```
set_frc_horas_inv('BAJO'),
```

```
set_frc_horas_uso('BAJO'),
```

```
set_frc_horas_doc('BAJO'));
```

```
insert into calendario values(
```

```
9,9,
```

```
true,
```

```
set_frc_horas_prod('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_ext('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_inv('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_uso('ALTO'),
```

```
set_frc_horas_doc('ALTO');
```

```
--datos tarea insert into tarea values(1,1, 'Correr','Ir a  
correr','pista',
```

```
set_fcoll_tipo('{EXTENSION,DEPORTE}','{1,1}'),
```

```
set_frc_prioridad('ALTO'),
```

```
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into tarea
```

```
values(2,1, 'Estudiar_Matematica','Mat','casa',
```

```
set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'),
```

```
set_frc_prioridad('BAJO'),
```

```
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into tarea
```

```
values(3,2, 'Estudiar_Espanol','espanol','casa',
```

```
set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'),
```

```
set_frc_prioridad('BAJO'),
```

```
set_frc_nivel_cumpl('POCO_EJECUTADA'));
```

```
insert into tarea values(4,2, 'Estudiar_Laboratorio','IA','Docente5',
```

```
set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'), set_frc_prioridad('MEDIO'),
```

```
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into tarea values(5,3,
```

'Nadar','Ir a nadar','piscina',

set_fcoll_tipo('{EXTENSION,DEPORTE}','{1,1}'),

set_frc_prioridad('BAJO'),

set_frc_nivel_cumpl('POCO_EJECUTADA'));

insert into tarea values(6,3, 'Maraton','Deporte','estadio', set_fcoll_tipo('{EXTENSION}','{1}'),

set_frc_prioridad('MEDIO'), set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into tarea

values(7,4, 'Reunion_feu','extencionista','apto_jose', set_fcoll_tipo('{FEU}','{1}'),

set_frc_prioridad('ALTO'), set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into tarea values(8,4,

'Estudiar_INGLES','ingles','Docente2', set_fcoll_tipo('{DOCENTE,INGLES}','{1,1}'),

set_frc_prioridad('MEDIO'), set_frc_nivel_cumpl('POCO_EJECUTADA'));

insert into tarea values(9,5, 'Produccion','docente3','docente3',

set_fcoll_tipo('{PRODUCCION}','{1}'), set_frc_prioridad('ALTO'),

set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into tarea values(10,5,

'Estudiar_Laboratorio','IA','Docente5',

set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'), set_frc_prioridad('MEDIO'),

set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA'));

```
insert into tarea values(11,6, 'Estudiar_Espanol','espanol','casa',
set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'), set_frc_prioridad('ALTO'),
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into tarea values(12,6,
'Estudiar_Laboratorio','IA','Docente5',
set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'), set_frc_prioridad('MEDIO'),
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA'));

insert into tarea values(13,7, 'Caminar',' ',' ',
set_fcoll_tipo('{EXTENSION}','{1}'),
set_frc_prioridad('BAJO'),
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into
tarea values(14,7, 'Comer',' ','comedor',
set_fcoll_tipo('{EXTENSION}','{1}'),
set_frc_prioridad('ALTO'),
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into
tarea values(15,8, 'Ejercicios',' ','gimnasio',
set_fcoll_tipo('{EXTENSION}','{1}'),
set_frc_prioridad('ALTO'),
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA'));
```



```
insert into tarea values(16,8, 'Estudiar_Prueba','Matematica','Docente5',
set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'), set_frc_prioridad('ALTO'),
set_frc_nivel_cumpl('EJECUTADA')); insert into tarea values(17,9,
'Estudiar_Redex','redes','casa', set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'),
set_frc_prioridad('MEDIO'),
set_frc_nivel_cumpl('POCO_EJECUTADA'));
```

```
insert into tarea values(18,9, 'Ir a casa de Rigo','','apto 87654',
set_fcoll_tipo('{EXTENSION}','{1}'), set_frc_prioridad('BAJO'),
set_frc_nivel_cumpl('POCO_EJECUTADA'));
```

```
-- vistas
```

```
--global tarea
CREATE OR REPLACE VIEW tarea_view AS
```

```
SELECT persona.nombre_ea, tarea.id_tarea, tarea.nombre AS nombre_tarea, tfcoll_tipo.elements AS tipo,
tfrfc_prioridad.value AS prioridad, tfrfc_nivel_cumpl.value AS nivel_cumplimiento
```

```
FROM    persona,    tarea, calendario,    fuzzy_schema.tfcoll_tipo,
fuzzy_schema.tfrc_prioridad, fuzzy_schema.tfrc_nivel_cumpl
```

```
WHERE   tarea.id_calendario =    calendario.id_calendario    AND    calendario.id_calendario
= persona.id_persona_io    AND    tfcoll_tipo.oid =    tarea.fcoll_tipo::oid    AND    tfrc_prioridad.oid
= tarea.frc_prioridad::oid AND tfrc_nivel_cumpl.oid = tarea.frc_nivel_cumpl::oid;
```

```
ALTER TABLE tarea_view
```

```
OWNER TO postgres;
```

```
--global calendario
```

```
CREATE OR REPLACE VIEW calendario_view AS
```

```
SELECT    persona.nombre_ea, calendario.id_calendario,    tfrc_horas_prod.value    AS
horas_prod, tfrc_horas_ext.value AS horas_ext, tfrc_horas_inv.value AS horas_inv, tfrc_horas_uso.value
AS horas_uso, tfrc_horas_doc.value AS horas_doc
```

```
FROM    persona,    calendario,    fuzzy_schema.tfrc_horas_prod,
fuzzy_schema.tfrc_horas_ext,    fuzzy_schema.tfrc_horas_inv,    fuzzy_schema.tfrc_horas_uso,
fuzzy_schema.tfrc_horas_doc
```

```
WHERE calendario.id_persona = persona.id_persona_io AND calendario.id_calendario <> 10000001
AND tfrc_horas_prod.oid =    calendario.frc_horas_prod::oid    AND    tfrc_horas_ext.oid =
calendario.frc_horas_ext::oid    AND    tfrc_horas_inv.oid =    calendario.frc_horas_inv::oid
AND tfrc_horas_inv.oid = calendario.frc_horas_inv::oid AND tfrc_horas_uso.oid =
calendario.frc_horas_uso::oid AND tfrc_horas_doc.oid = calendario.frc_horas_doc::oid;
```

```
ALTER TABLE calendario_view
```

```
OWNER TO postgres;
```

```
--tarea la 1
```

```
CREATE OR REPLACE VIEW vista_tarea_1 AS
```

```
SELECT t.id_tarea, t.id_calendario, t.nombre, t.descripcion, t.lugar, t.fcoll_tipo, t.frc_prioridad,  
t.frc_nivel_cumpl, feq('ALTO'::character varying, t.frc_prioridad::oid) AS prioridad,  
feq('EJECUTADA'::character varying, t.frc_nivel_cumpl::oid) AS cumplimiento
```

```
FROM tarea t
```

```
WHERE feq('ALTO'::character varying, t.frc_prioridad::oid) > 0.5 AND feq('EJECUTADA'::character  
varying, t.frc_nivel_cumpl::oid) > 0.5;
```

```
ALTER TABLE vista_tarea_1
```

```
OWNER TO postgres;
```

```
--tarea la 2
```

```
CREATE OR REPLACE VIEW vista_tarea_2 AS
```

```
SELECT foo.tarea1, avg(foo.feq) AS avg
```

```
FROM ( SELECT t.id_tarea AS tarea1, t1.id_tarea AS tarea2, feq(t.fcoll_tipo::oid, t1.fcoll_tipo::oid) AS feq
```

```
FROM tarea t, tarea t1
```

```
GROUP BY t.id_tarea, t1.id_tarea) foo
```

```
GROUP BY foo.tarea1
```

```
ORDER BY avg(foo.feq) DESC;
```

```
ALTER TABLE vista_tarea_2
```

```
OWNER TO postgres;  
--tarea la 3
```

```
SELECT          persona.nombre_ea,  
  
calendario.id_calendario,  
  
id_tarea      from tarea t2      join calendario using(id_calendario), persona  
  
where feq(set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'),t2.fcoll_tipo) >0 and  
  
feq('ALTO',t2.frc_prioridad)>0.5and persona.id_persona_io = calendario.id_persona --  
  
calendario     la 1
```

```
CREATE OR REPLACE VIEW vista_calendario_1 AS
```

```
SELECT persona.nombre_ea, c1.id_calendario, c1.oid AS oid_calendario, c2.oid AS oid_perspectiva,  
feq(c1.oid, c2.oid, 'planificador_docente'::character varying) AS feq
```

```
FROM persona, calendario c1, calendario c2
```

```
WHERE persona.id_persona_io = c1.id_calendario AND c2.id_calendario = 10000001 AND  
c1.id_calendario <> 10000001
```

```
ORDER BY feq(c1.oid, c2.oid, 'planificador_docente'::character varying) DESC;
```

```
ALTER TABLE vista_calendario_1
```

```
OWNER TO postgres;
```

--calendario la 2

```
CREATE OR REPLACE VIEW vista_calendario_2 AS
SELECT persona.nombre_ea, c1.id_calendario, c1.oid AS oid_persona, c2.oid AS oid_perspectiva,
feq(c1.oid, c2.oid, 'planificador_ext'::character varying) AS feq
```

```
FROM persona, calendario c1, calendario c2
```

```
WHERE persona.id_persona_io = c1.id_calendario AND c2.id_calendario = 10000001 AND
c1.id_calendario <> 10000001
```

```
ORDER BY feq(c1.oid, c2.oid, 'planificador_ext'::character varying) DESC;
```

```
ALTER TABLE vista_calendario_2
```

```
OWNER TO postgres;
```

--persona la 1

```
CREATE OR REPLACE VIEW vista_persona_1 AS
```

```
SELECT p1.nombre_ea, feq(p1.oid, p2.oid, 'disponible_idoneo'::character varying) AS feq
```

```
FROM persona p1, persona p2
```

```
WHERE p1.id_persona_io <> 10000001 AND p2.id_persona_io = 10000001
```

```
ORDER BY feq(p1.oid, p2.oid, 'disponible_idoneo'::character varying) DESC;
```

```
ALTER TABLE vista_persona_1
```

```
OWNER TO postgres;
```

```
--persona la 2
```

```
CREATE OR REPLACE VIEW vista_persona_2 AS
```

```
SELECT p1.nombre_ea, feq(p1.oid, p2.oid, 'perfil_cientifico'::character varying) AS feq
```

```
FROM persona p1, persona p2
```

```
WHERE p1.id_persona_io <> 10000001 AND p2.id_persona_io = 10000001
```

```
ORDER BY feq(p1.oid, p2.oid, 'perfil_cientifico'::character varying) DESC;
```

```
ALTER TABLE vista_persona_2
```

```
OWNER TO postgres;
```

```
--consulta 1 select p1.nombre_ea ,p2.nombre_ea,
```

```
avgc(fcoll_aspiraciones(p1.oid),fcoll_aspiraciones(p2.oid)) from persona p1, persona p2
```

```
where avgc(fcoll_aspiraciones(p1.oid),fcoll_aspiraciones(p2.oid)) > 0 and p1.nombre_ea like 'Papo' and  
p2.nombre_ea not like 'Papo' and p2.nombre_ea not like 'perspectiva_persona' order by  
avgc(fcoll_aspiraciones(p1.oid),fcoll_aspiraciones(p2.oid)) desc
```

```
--consulta 2
```

```
select p1.nombre_ea, p1.fcoll_personalidad_10, p1.fcoll_experiencia_06,
```

```
feq(set_fcoll_personalidad('{LIDER}','{1}'),fcoll_personalidad(p1.oid))::float as
```

```
indice_personalidad, feq(set_fcoll_experiencia('{PROGRAMACION}','{1}'),fcoll_experiencia(p1.oid))::float
```

```
as indice_experiencia from persona p1 where p1.nombre_ea not like 'perspectiva_persona'
```

```
and feq(set_fcoll_personalidad('{LIDER}','{1}'),fcoll_personalidad(p1.oid)) > 0 and  
feq(set_fcoll_experiencia('{PROGRAMACION}','{1}'),fcoll_experiencia(p1.oid)) > 0
```

```
--consulta la 3 select
```

```
p1.nombre_ea,
```

```
    c.id_calendario,
```

```
feq(indice.oid,'BAJO') as indice_acad,
```

```
feq(doc.oid,'BAJO') as horas_doc_prog
```

```
from
```

```
    persona p1,calendario c,
```

```
fuzzy_schema.tfrc_ind_acad indice,
```

```
fuzzy_schema.tfrc_horas_doc doc
```

```
where p1.nombre_ea not like 'perspectiva_persona'    and
```

```
c.id_persona=p1.id_persona_io    and
```

```
indice.value=p1.frc_ind_acad_06    and
```

```
doc.oid=c.frc_horas_doc    and feq(indice.oid,'BAJO') > 0
```

```
and feq(doc.oid,'BAJO') > 0
```

```
-- consulta 4 select p.nombre_ea, t.id_tarea, t.nombre,  
  
feq(t.frc_prioridad,'ALTO') as indice_prioridad,  
  
feq(t.frc_nivel_cumpl,'EJECUTADA') as indice_cumplimiento,  
  
feq(set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'),t.fcoll_tipo) as indice_tipo  
  
from tarea t, persona p, calendario c  
  
where t.id_calendario=c.id_calendario and c.id_persona=p.id_persona_io  
  
and feq(t.frc_prioridad,'ALTO') > 0 and  
  
feq(t.frc_nivel_cumpl,'EJECUTADA') > 0 and  
  
feq(set_fcoll_tipo('{DOCENTE}','{1}'),t.fcoll_tipo) > 0
```

```
--consulta 5
```

```
select p.nombre_ea, feq(set_fcoll_personalidad('{PERSEVERANTE}','{1}'),fcoll_personalidad(p.oid)) as  
es_perseverante, feq('EJECUTADA', t.frc_nivel_cumpl) tiene_tarea, feq('ALTO',frc_ind_acad(p.oid)) as  
indice_alto from persona p, calendario c, tarea t where p.id_persona_io = c.id_persona and  
feq(set_fcoll_personalidad('{PERSEVERANTE}','{1}'),fcoll_personalidad(p.oid)) >0 and feq('EJECUTADA',  
t.frc_nivel_cumpl) >0 and frc_ind_acad(p.oid)>0 and c.id_calendario = t.id_calendario and p.nombre_ea  
not like 'perspectiva_persona' order by  
feq(set_fcoll_personalidad('{PERSEVERANTE}','{1}'),fcoll_personalidad(p.oid)) desc
```


--consulta 6

```
select p.nombre_ea as persona_1, p1.nombre_ea as persona_2, p.fcoll_aspiraciones_10 as
aspiraciones_persona_1, p1.fcoll_aspiraciones_10 as aspiraciones_persona_2,
avgc(fcoll_aspiraciones(p.oid), fcoll_aspiraciones(p1.oid)) as avgc from persona p, persona p1 where
p.oid!=p1.oid and p.oid!= 93514 and p1.oid!= 93514 and
avgc(fcoll_aspiraciones(p.oid), fcoll_aspiraciones(p1.oid))>0 group by p.nombre_ea, p1.nombre_ea,
avgc(fcoll_aspiraciones(p.oid), fcoll_aspiraciones(p1.oid)), p.fcoll_aspiraciones_10,
p1.fcoll_aspiraciones_10
```

Anexo 7. Interfaz Pgadmin: tablas y vistas

The screenshot displays the pgAdmin III interface. The Object browser on the left shows a tree view of the database structure. The 'public' schema is expanded, showing 'Tables (2)' and 'Views (13)'. The 'Views (13)' folder is expanded, listing various views. The Properties window on the right shows the 'View' and 'Owner' columns for the selected views. The SQL pane at the bottom is empty.

View	Owner
calendario_view	postgres
persona	postgres
tarea_view	postgres
v_ftpersona06	postgres
v_ftpersona08	postgres
v_ftpersona10	postgres
vista_calendario_1	postgres
vista_calendario_2	postgres
vista_persona_1	postgres
vista_persona_2	postgres
vista_tarea_1	postgres
vista_tarea_2	postgres
vista_tarea_3	postgres

Retrieving details on table tarea... Done. 0,11 secs

Anexo 8. Interfaz Pgadmin: Dominios difusos.

The screenshot displays the pgAdmin III interface. The Object browser on the left shows a tree structure with the following items:

- Extensions (1)
- Schemas (2)
 - fuzzy_schema
 - public
 - Collations (0)
 - Domains (29)
 - dfcoll_asig_exp
 - dfcoll_asig_imparte
 - dfcoll_aspiraciones
 - dfcoll_experiencia
 - dfcoll_habilidades
 - dfcoll_idiomas
 - dfcoll_personalidad
 - dfcoll_tipo
 - dfrc_annos_exp
 - dfrc_efectividad
 - dfrc_horas_doc
 - dfrc_horas_ext
 - dfrc_horas_inv
 - dfrc_horas_prod
 - dfrc_horas_uso
 - dfrc_ind_acad
 - dfrc_ind_cienc_ap
 - dfrc_ind_cienc_exac
 - dfrc_ind_ing_gen
 - dfrc_indice_esp
 - dfrc_indice_hist
 - dfrc_indice_hum
 - dfrc_indice_ing
 - dfrc_indice_mat
 - dfrc_nivel_cumpl
 - dfrc_prioridad
 - dfrc_voluntariedad
 - dfrc_anno
 - dpersona
 - FTS Configurations (0)
 - FTS Dictionaries (0)
 - FTS Parsers (0)
 - FTS Templates (0)

The Properties window on the right shows the following table:

View	Owner
calendario_view	postgres
persona	postgres
tarea_view	postgres
v_ftpersona06	postgres
v_ftpersona08	postgres
v_ftpersona10	postgres
vista_calendario_1	postgres
vista_calendario_2	postgres
vista_persona_1	postgres
vista_persona_2	postgres
vista_tarea_1	postgres
vista_tarea_2	postgres
vista_tarea_3	postgres

The SQL pane at the bottom is empty. The status bar at the bottom left shows "Retrieving details on table tarea... Done." and the bottom right shows "0,11 secs".