



UNSTA

Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino

Metodología de Evaluación de Carreras Universitarias

Proyecto Final carrera Ingeniería Informática

Autores

Castelbianchi, Alejandro

Sánchez Sammán, Ricardo

Tutores

Rovarini, Pablo

Fraga, Álvaro

2013

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible por la ayuda y participación de muchas personas a las que queremos agradecer.

Al Dr. Pablo Rovarini por dirigir este trabajo y el grupo de investigación que sin su liderazgo todo hubiera sido mucho más difícil.

A Álvaro Fraga por la inestimable colaboración en la realización de este trabajo.

A todo el grupo de investigación por las largas horas de charla y café compartidas.

A los profesores de la carrera por brindarnos sus conocimientos.

A todos nuestros compañeros por tantas vivencias compartidas, los días de estudio y de asado.

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino.

Y un agradecimiento muy grande para nuestras familias, padres, hermanos y novias por tanto apoyo y por acompañarnos en todo momento.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	2
Índice.....	4
Introducción	8
Marco Teórico General	10
La Ingeniería Informática.....	11
La evolución de la informática como ingeniería.....	11
Fundamentos físicos de la informática	14
Tecnología de los sistemas físicos en informática	14
Base de datos.....	18
Tipos de base de datos.....	18
Bases de datos estáticas	18
Bases de datos dinámicas	19
Bases de datos bibliográficas.....	19
Bases de datos de texto completo.....	19
Bases de datos o "bibliotecas" de información química o biológica.....	19
Bases de datos clínicas.	20
Modelos de bases de datos.....	20
Bases de datos jerárquicas	20
Base de datos de red	21
Bases de datos transaccionales.....	21
Bases de datos relacionales.....	21
Bases de datos multidimensionales	22
Bases de datos orientadas a objetos.....	23
Bases de datos documentales	23
Bases de datos deductivas.....	24
Lenguaje	24
Ventajas.....	24
Desventajas	24
Fases.....	25
Inteligencia Artificial.	27

INTELIGENCIAS MÚLTIPLES.....	31
FUTURO DE LA IA.....	33
Sistemas Expertos SSEE.....	33
HISTORIA DE LOS (SE).....	34
DEFINICIONES DE LOS (SE).....	35
APLICACIONES.....	36
ÁREAS DE APLICACIÓN.....	36
VENTAJAS.....	37
LIMITACIONES.....	37
ARQUITECTURA BÁSICA DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	38
Lógica difusa.....	40
Algunas aplicaciones de la lógica difusa.....	41
Teoría de conjuntos difusos.....	41
Conjuntos Clásicos.....	42
Conjuntos Difusos.....	42
Marco Teórico Particular.....	44
Mapas Cognitivos.....	45
Qué son los mapas cognitivos.....	45
mapas mentales.....	46
La percepción como retaguardia del comportamiento.....	47
Desentrañando el contenido geográfico de los mapas cognitivos.....	49
La exploración de los mapas cognitivos.....	52
La Universidad como servicio a la sociedad.....	54
Relevancia y funciones de la Universidad.....	54
Relevancia y funciones de la Universidad.....	55
Planteo de la problemática.....	56
Objetivo Propuesto.....	57
Planteo del Mapa Cognitivo.....	57
Requerimientos Industriales.....	60
Cuantificación de los Requerimientos Industriales.....	67
Metodología propuesta.....	70
Evaluación de la carrera de Ingeniería Informática de la UNSTA con la metodología propuesta....	77
Conclusiones.....	90
proyecciones.....	93

Índice de Tablas	95
Índice de Ilustraciones	97
Índice de ecuaciones.....	99
Bibliografía	101
Anexo	103
Programas de materias evaluadas.....	103

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo fue diseñar una metodología para evaluar carreras universitarias respecto a las necesidades de profesionales de la sociedad, ya que manteniendo los planes de estudios actualizados y acordes a las necesidades reales, toda la sociedad se beneficia pudiendo ser más competitiva.

En este trabajo, se realizó la evaluación de una carrera, específicamente de Ingeniería Informática de la Universidad del Norte Santo Tomas de Aquino. La metodología propuesta fue desarrollada y se explica en forma genérica por lo que puede ser aplicada a diferentes carreras.

La metodología tiene como base fundamental los mapas cognitivos y la lógica difusa. Como diseño global en la propuesta de este trabajo, se parte del mapa cognitivo en el cual se expresan todos los conceptos necesarios para la evaluación de una carrera universitaria, y la interrelación entre ellos. A partir de éste, realizando un trabajo de campo, se recabó la información necesaria en las industrias de la región obteniendo un conjunto de necesidades sobre la formación que deberían tener los profesionales del área de Implementaciones Tecnológicas (IT).

Luego de evaluar los contenidos individuales de cada materia de la carrera, mediante un software desarrollado por el equipo de investigación, se evaluó el grado de concordancia entre necesidades y plan de estudio. El núcleo de este software es un controlador difuso que mediante la valoración de los requerimientos industriales y el grado de cobertura de los mismos por las materias de la carrera, da como resultado una valoración numérica y lingüística identificando cuales necesidades están cubiertas correctamente y en cuales existe un llamado de atención, ya sea por tener una cobertura pobre o por tener redundancia en la cobertura. También esta metodología permite dar una calificación global a la carrera basada en el grado de cobertura general de las necesidades. Con esta calificación se podría realizar comparaciones entre carreras similares de diferentes universidades.

MARCO TEÒRICO GENERAL

LA INGENIERÍA INFORMÁTICA

La Ingeniería Informática es una de las ramas más recientemente desarrolladas de la Ingeniería.

El propósito de cualquier ingeniería es la aplicación de las Ciencias a la resolución de problemas reales. El conocimiento y los métodos científicos son más una herramienta para la Ingeniería que un fin en sí mismos. En sus primeros balbuceos allá por los años treinta y cuarenta del siglo XX la Informática surgió como respuesta a necesidades de otras ramas de la Ciencia y la Ingeniería, de modo que ha ido moviéndose en un terreno próximo a ellas, intentando al mismo tiempo afianzar su propia naturaleza. Por esta razón es habitual encontrar varios puntos de enfoque para definir la misma dependiendo de su proximidad a una u otra. Desde un punto de vista más próximo al perfil científico, la Informática tiene una lectura clara. Desde un punto de vista de Ingeniería aplicada, presenta otro necesariamente distinto. Este texto pretende orientarse hacia esta última visión: la de la Ingeniería Informática. Los lectores partidarios del enfoque purista, quizá lo encuentren superfluo e innecesario. Su intención es fundamentalmente ilustrativa y va dirigida hacia los estudiantes y profesionales que quieran completar su conocimiento de los principios de base que inspiran la tecnología subyacente en los sistemas informáticos.

LA EVOLUCIÓN DE LA INFORMÁTICA COMO INGENIERÍA

El papel del ingeniero ha ido variando desde el de creador y desarrollador de tecnología, hacia el de experto en su aplicabilidad y en la creación y provisión de nuevos servicios. De la producción se ha pasado a la gestión de la aplicación orientada al servicio, y a la gestión del servicio en sí. La manufacturación cada vez se halla más restringida a ámbitos empresariales reducidos con gran potencia productiva y de suministro, mientras que el ámbito de aplicación y servicio es cada día más expansivo, precisando de profesionales con gran conocimiento de producto a nivel de cliente y servidor, sin que se demande su

intervención a niveles inferiores. Por ello, se pide que el profesional no distraiga sus esfuerzos hacia un conocimiento intenso y profundo de los niveles subyacentes a la tecnología en uso, concentrándose en los niveles de implantación, aplicabilidad y uso. Podemos o no estar de acuerdo con estas condiciones, pero son las circunstancias en que se mueve la demanda empresarial y social respecto a la Ingeniería en los tiempos que corren.

Esto es especialmente manifiesto en lo que respecta a la Ingeniería Informática. Se demanda gran agilidad frente a las nuevas aplicaciones y servicios, pero no un conocimiento profundo sobre ellas. Más extensión y agilidad, menos profundidad. Este cambio de rol en la forma en que la propia sociedad entiende el papel de esta Ingeniería se hace manifiesto por vía de diferentes agentes sociales. De un lado el entorno productivo que demanda un perfil profesional nuevo, de otro los estamentos gubernamentales responsables de acreditar la formación del profesional, y finalmente de la propia comunidad científica y tecnológica responsable de su formación. El entorno empresarial pide profesionales bien preparados, con conocimientos actualizados y ciclos formativos cortos [1], sobre todo para dar respuesta a las cambiantes demandas del mercado.

Los estamentos gubernamentales europeos ya se han pronunciado, sobre todo en el sentido de hacer compatible la educación superior con la movilidad en el espacio económico europeo. El ámbito empresarial está de acuerdo en la necesidad de modelar los estudios de grado de forma concisa, yendo a lo esencial, reduciendo lo accesorio, y definiendo un ámbito de conocimientos que para los estudios de Ingeniería Informática contemple unas proporciones orientativas de alrededor de un 30% de base científica, 30% de base tecnológica, 25% de aplicaciones y metodología

para la solución de problemas, y 15% de habilidades en gestión empresarial y de trabajo en grupo. Ello debería complementarse con un periodo obligatorio de prácticas en empresa. El ámbito de la enseñanza superior tiene también su propia visión del problema. Dos son las tendencias extremas que enmarcan la aparición de múltiples soluciones intermedias: aquella que acude al clásico «en tiempos de tribulación no hacer mudanza», y aquella que pretende hacer ley de lo efímero. Las dos esgrimen argumentos de peso en su favor. En sentido clásico la educación por el fundamento amuebla muy bien la cabeza de profesionales que verán grandes cambios en su vida activa, dándoles una buena base para adaptarse a la

continua mudanza en que vivirán mediante una puesta al día constante (continuing education). Como contrapartida, demanda mayor esfuerzo al profesional en formación y a la sociedad que financia la misma, tanto en recursos como en tiempo. La educación modal a la carta, en que el profesional demanda pocos conocimientos fundamentales, y recibe una puesta al día en la tecnología del momento se halla en el otro extremo. En su favor, la economía de esfuerzos y recursos, y la facilidad con la que el profesional se integra en el mundo laboral. En su contra, la carencia de un sustrato que permita un reciclado constante. En el punto de equilibrio, propuestas que tengan en cuenta qué cambios en la visión tecnológica de la Informática pueden estar esperando en un horizonte temporal no muy lejano. Quizá esta labor de prospectiva sea muy difícil, si no imposible. Hace quince años la expansión de Internet estaba ya al acecho, pero pocos la habían intuido. Menos arriesgado es intentar determinar qué hay de permanente en el núcleo de conocimientos que debería quedar al margen de cuantos procesos de actualización estén por venir. Qué debería permanecer. Como fruto de la reflexión realizada por los estamentos docentes universitarios, se generó un documento guía de la titulación de grado en Ingeniería Informática, que está sirviendo de pauta en la configuración de los nuevos planes de estudios. En cualquier caso, estas propuestas contemplan sólo el primer escalón en el proceso formativo del profesional: el grado. Definen preferentemente un tipo de ingeniero que llamaríamos vehicular: su misión es transferir y aplicar tecnología. El segundo de los retos, es el definido por los estudios de postgrado, donde se contempla el escenario del ingeniero especialista, o el ingeniero como científico. Este tipo de perfil demandaría una formación más de base, que quizá sea difícil de adquirir durante el grado. Ambos procesos formativos aparecerían así más conectados de lo que la tendencia actual permite intuir. Desafortunadamente, no existen aún experiencias en la implantación de unos u otros tipos de estudios, por lo que poco más se puede hacer que aventurar o establecer conjeturas.

FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INFORMÁTICA

Bajo este epígrafe cabría incluir aquellos apartados de la Física como ciencia aplicada que juegan un determinado tipo de papel en la configuración de los sistemas informáticos. Esta concepción puede ser muy variable, tanto en sus contenidos como en su orientación. En este sentido pueden plantearse programas de temario clásico sin grandes variaciones, que incluyan la Dinámica, la Cinemática, la Termodinámica, la Electricidad, el Magnetismo y la Óptica. Evidentemente, en un sentido estricto, difícil es no justificar la utilidad de alguno de estos temas en la construcción de sistemas informáticos. Sin embargo estos temarios no suelen contemplar una orientación por objetivos, resultan muy sobrecargados a tenor de las disponibilidades temporales de los programas, y dejan una cierta sensación de desconocer el fin al que van orientados. En el otro extremo, si se orientan los programas según objetivos, el efecto que se consigue es doble: por un lado se optimiza la carga docente, y por otro lado se transversaliza la misma (es decir, se enriquece con aportaciones de otras materias relacionadas, como la Electrónica Digital, o los Sistemas Lógicos), para conseguir una orientación hacia la finalidad perseguida. Esta última es la línea que se ha querido seguir en el presente texto, que pretende enfocar los conocimientos introducidos en el mismo de cara a cumplir un objetivo claro: fundamentar los conocimientos necesarios para la construcción de los sistemas integrados, plataforma de los soportes físicos de los sistemas informáticos. Dicho punto de vista se basa en razones de utilidad, eficacia y economía de recursos, por un lado, y en fomentar la transversalidad del conocimiento por otro.

TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS FÍSICOS EN INFORMÁTICA

La evolución histórica de la Ingeniería Informática ha influido poderosamente en la visión de los fundamentos físicos de la misma, que han ido reorientando paulatinamente su perfil desde el punto de vista temático. La Ingeniería pretende dar un soporte explicativo, constructivo y aplicativo a la Informática. Las diferentes ramas de la Ingeniería presentan

un claro perfil común: entender claramente el problema a resolver, conocer las herramientas adecuadas para su resolución,

Demostrar maestría y puesta al día en el uso de las mismas, especificar claramente los objetivos de la solución a aplicar, saber planificar las soluciones, gestionar, seguir y desarrollar el proyecto acorde al plan de trabajo y coste, evaluar, rediseñar y mantener. La eficiencia y la eficacia, junto con la sencillez, compactación y economía de las soluciones son al mismo tiempo las líneas guía y los marchamos que definen la calidad de cualquier solución aportada. El perfil de ingeniería que la Informática demanda aparece en varios niveles. Es detectable en la especificación, implementación y mantenimiento de servicios y aplicaciones informáticas complejas. Está presente en las metodologías de desarrollo de programas. Aparece en la concepción arquitectónica y estructural de los sistemas informáticos. Ahora bien, el perfil de Ingeniería se ciñe más a los métodos que a los fundamentos. Los fundamentos poseen un perfil basado en las ciencias subyacentes, y por tanto su orientación es más generalista. Desde un punto de vista fundamental, los problemas a resolver quedan relegados en un apartado distinto. Esta circunstancia se refleja claramente en el título de la presente obra: la Física como ciencia soporte (fundamentos físicos) y la Ingeniería como método (fundamentos tecnológicos). Desde un punto de vista físico, la Tecnología de los Sistemas Informáticos se basa en el conocimiento de los fenómenos electromagnéticos que permiten el funcionamiento de los circuitos de procesado y de los sistemas de almacenamiento de la información. Desde un punto de vista tecnológico, el enfoque se orienta hacia los materiales soporte, los métodos constructivos, el análisis del todo a la parte (top-down), la síntesis de la parte al todo (bottom-up), la validación, el análisis de prestaciones, y la aplicabilidad de los sistemas.

Esta metodología se refleja en la visión clásica de D. Gajski [4], según su conocido diagrama en Y que se reproduce en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Así los sistemas digitales son tratados desde dos puntos de vista distintos:

Estructural o lógico. En el mismo se estudian las estructuras digitales desde el punto de vista sistémico: cada estructura es un elemento en una jerarquía, que se interconecta con

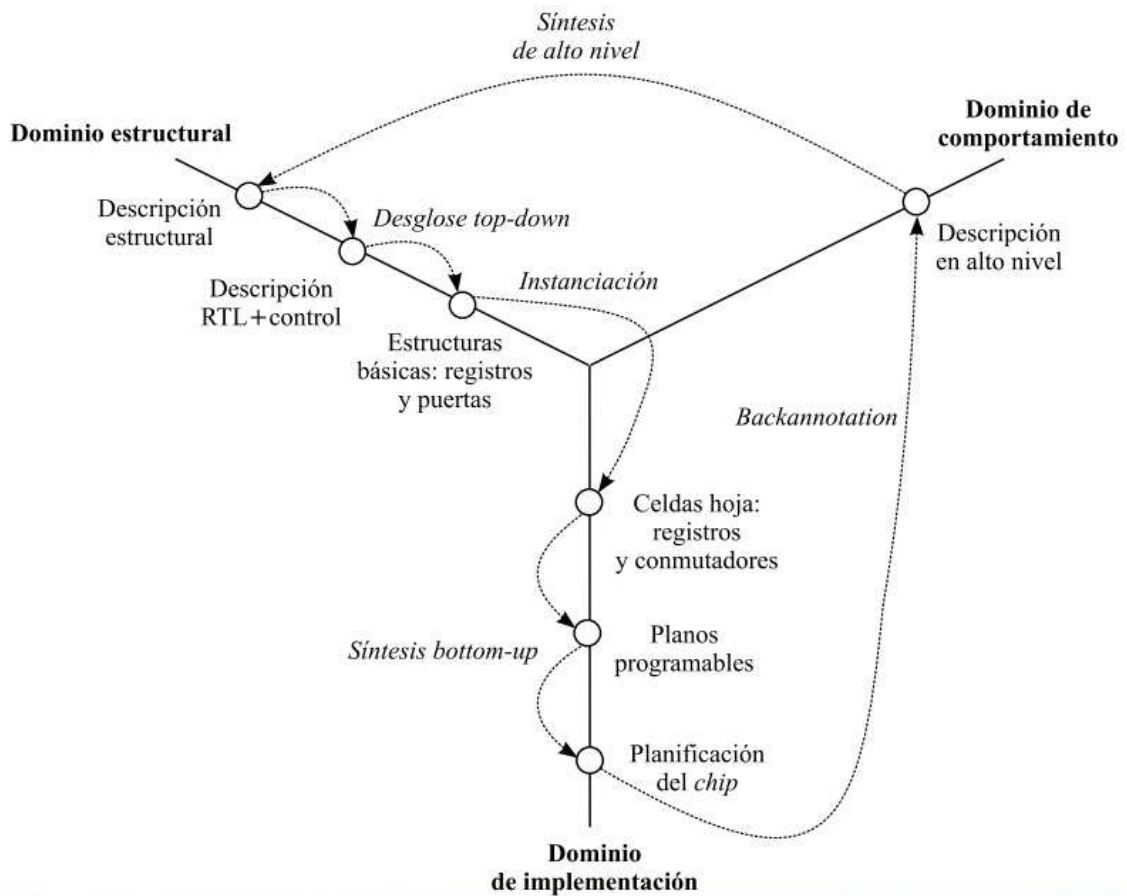


ILUSTRACIÓN 1 - DIAGRAMA EN Y GAJSKI

otros similares según una interfaz externa, dando lugar a la descripción de una superestructura que será a su vez elemento en el siguiente nivel (ascendente) de la jerarquía. El estudio puede ser tipo analítico (top-down) o de síntesis (bottom-up) según se recorran los niveles de la jerarquía en orden descendente o ascendente. Se utiliza simulación lógica multivaluada como herramienta de validación empleando descripciones en lenguajes tipo Verilog, VHDL, Hardware C, etc.

Implementación o eléctrico. En el mismo las estructuras digitales tienen una descripción geométrica o de layout que permite controlar su comportamiento como dispositivos mediante la regulación de las relaciones de aspecto y las capacidades de los transistores MOS.

Las estructuras geométricas pueden convertirse en descripciones de circuito (net-list) y simularse eléctricamente, dando lugar a una descripción del comportamiento del sistema en grano fino.

Ambas tendencias marcan una diferencia en la forma de abordar los fundamentos tecnológicos de la Informática, bajo la descripción habitual de «Fundamentos del Material Informático», o la «Tecnología de Computadores». Una de las tendencias consiste en centrarse en los sistemas digitales desde el paradigma estructural o lógico, haciendo énfasis en el análisis y la síntesis de los mismos, utilizando exclusivamente simulación lógica. Otra de las tendencias, que es la que se sigue en el presente texto, es la de complementar el estudio de dichos sistemas también desde el punto de vista eléctrico. Manejando parámetros geométricos elementales, se puede regular de manera precisa el comportamiento eléctrico de subsistemas sencillos, que abren la posibilidad al estudio de mejora de prestaciones (disipación de potencia, velocidad de conmutación, etc.). Este complemento no precisa de un gran esfuerzo, y permite que el alumno enriquezca su visión sobre los sistemas digitales desde un punto de vista específicamente propio de la Ingeniería. El descenso controlado y dosificado al nivel de conocimientos más profundos, o fundamentales, le aporta una visión enriquecedora que le permite comprender fácilmente por qué hay que establecer tiempos de guarda en la lectura y escritura de una memoria, la necesidad de los amplificadores de línea, el fenómeno de compartimiento de carga, la necesidad de utilizar lógica multivaluada en los simuladores lógicos, qué diferencia hay entre un valor lógico fuerte o uno débil, las restricciones de los sistemas conmutados por puertas de transmisión, la dependencia entre velocidad y potencia disipadas, y una serie de conceptos de índole similar que pasarían inexplicados u oscurecidos de otra forma. Al mismo tiempo le aporta una visión de alcance sobre la evolución tecnológica en los próximos años.

(Pearson, 2004)

BASE DE DATOS

Una base de datos o banco de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido, una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. Actualmente, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), y por ende se ha desarrollado y se ofrece un amplio rango de soluciones al problema del almacenamiento de datos. Existen programas denominados sistemas gestores de bases de datos, abreviado SGBD, que permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada. Las propiedades de estos SGBD, así como su utilización y administración, se estudian dentro del ámbito de la informática.

Las aplicaciones más usuales son para la gestión de empresas e instituciones públicas. También son ampliamente utilizadas en entornos científicos con el objeto de almacenar la información experimental.

TIPOS DE BASE DE DATOS

Las bases de datos pueden clasificarse de varias maneras, de acuerdo al contexto que se esté manejando, la utilidad de las mismas o las necesidades que satisfagan Según la variabilidad de los datos almacenados.

BASES DE DATOS ESTÁTICAS

Son bases de datos de sólo lectura, utilizadas primordialmente para almacenar datos históricos que posteriormente se pueden utilizar para estudiar el comportamiento de un conjunto de datos a través del tiempo, realizar proyecciones, tomar decisiones y realizar análisis de datos parainteligencia empresarial.

BASES DE DATOS DINÁMICAS

Éstas son bases de datos donde la información almacenada se modifica con el tiempo, permitiendo operaciones como actualización, borrado y adición de datos, además de las operaciones fundamentales de consulta. Un ejemplo de esto puede ser la base de datos utilizada en un sistema de información de un supermercado, una farmacia, un videoclub o una empresa.

Según el contenido

BASES DE DATOS BIBLIOGRÁFICAS

Sólo contienen un subrogante (representante) de la fuente primaria, que permite localizarla. Un registro típico de una base de datos bibliográfica contiene información sobre el autor, fecha de publicación, editorial, título, edición, de una determinada publicación, etc. Puede contener un resumen o extracto de la publicación original, pero nunca el texto completo, porque si no, estaríamos en presencia de una base de datos a texto completo (o de fuentes primarias —ver más abajo). Como su nombre lo indica, el contenido son cifras o números. Por ejemplo, una colección de resultados de análisis de laboratorio, entre otras.

BASES DE DATOS DE TEXTO COMPLETO

Almacenan las fuentes primarias, como por ejemplo, todo el contenido de todas las ediciones de una colección de revistas científicas.

Directorios

Un ejemplo son las guías telefónicas en formato electrónico.

BASES DE DATOS O "BIBLIOTECAS" DE INFORMACIÓN QUÍMICA O BIOLÓGICA

Son bases de datos que almacenan diferentes tipos de información proveniente de la química, las ciencias de la vida o médicas. Se pueden considerar en varios subtipos:

Las que almacenan secuencias de nucleótidos o proteínas.

Las bases de datos de rutas metabólicas.

Bases de datos de estructura, comprende los registros de datos experimentales sobre estructuras 3D de biomoléculas-

BASES DE DATOS CLÍNICAS.

Bases de datos bibliográficas (biológicas, químicas, médicas y de otros campos): PubChem, Medline, EBSCOhost.

MODELOS DE BASES DE DATOS

Además de la clasificación por la función de las bases de datos, éstas también se pueden clasificar de acuerdo a su modelo de administración de datos.

Un modelo de datos es básicamente una "descripción" de algo conocido como contenedor de datos (algo en donde se guarda la información), así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores. Los modelos de datos no son cosas físicas: son abstracciones que permiten la implementación de un sistema eficiente de base de datos; por lo general se refieren a algoritmos, y conceptos matemáticos.

Algunos modelos con frecuencia utilizados en las bases de datos:

BASES DE DATOS JERÁRQUICAS

En este modelo los datos se organizan en una forma similar a un árbol (visto al revés), en donde un nodo padre de información puede tener varios hijos. El nodo que no tiene padres es llamado raíz, y a los nodos que no tienen hijos se los conoce como hojas. Las bases de datos jerárquicas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones que manejan un gran volumen de información y datos muy compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento.

Una de las principales limitaciones de este modelo es su incapacidad de representar eficientemente la redundancia de datos.

BASE DE DATOS DE RED

Éste es un modelo ligeramente distinto del jerárquico; su diferencia fundamental es la modificación del concepto de nodo: se permite que un mismo nodo tenga varios padres (posibilidad no permitida en el modelo jerárquico).

Fue una gran mejora con respecto al modelo jerárquico, ya que ofrecía una solución eficiente al problema de redundancia de datos; pero, aun así, la dificultad que significa administrar la información en una base de datos de red ha significado que sea un modelo utilizado en su mayoría por programadores más que por usuarios finales.

BASES DE DATOS TRANSACCIONALES

Son bases de datos cuyo único fin es el envío y recepción de datos a grandes velocidades, estas bases son muy poco comunes y están dirigidas por lo general al entorno de análisis de calidad, datos de producción e industrial, es importante entender que su fin único es recolectar y recuperar los datos a la mayor velocidad posible, por lo tanto la redundancia y duplicación de información no es un problema como con las demás bases de datos, por lo general para poderlas aprovechar al máximo permiten algún tipo de conectividad a bases de datos relacionales.

Un ejemplo habitual de transacción es el traspaso de una cantidad de dinero entre cuentas bancarias. Normalmente se realiza mediante dos operaciones distintas, una en la que se decrementa el saldo de la cuenta origen y otra en la que incrementamos el saldo de la cuenta destino. Para garantizar la atomicidad del sistema (es decir, para que no aparezca o desaparezca dinero), las dos operaciones deben ser atómicas, es decir, el sistema debe garantizar que, bajo cualquier circunstancia (incluso una caída del sistema), el resultado final es que, o bien se han realizado las dos operaciones, o bien no se ha realizado ninguna.

BASES DE DATOS RELACIONALES

Éste es el modelo utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Tras ser postulados sus fundamentos en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo

paradigma en los modelos de base de datos. Su idea fundamental es el uso de "relaciones". Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados "tuplas". Pese a que ésta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil de imaginar. Esto es pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por registros (las filas de una tabla), que representarían las tuplas, y campos (las columnas de una tabla). En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia (a diferencia de otros modelos como el jerárquico y el de red). Esto tiene la considerable ventaja de que es más fácil de entender y de utilizar para un usuario esporádico de la base de datos. La información puede ser recuperada o almacenada mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información. El lenguaje más habitual para construir las consultas a bases de datos relacionales es SQL, Structured Query Language o Lenguaje Estructurado de Consultas, un estándar implementado por los principales motores o sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

Durante su diseño, una base de datos relacional pasa por un proceso al que se le conoce como normalización de una base de datos.

Durante los años 80 la aparición de dBASE produjo una revolución en los lenguajes de programación y sistemas de administración de datos. Aunque nunca debe olvidarse que dBase no utilizaba SQL como lenguaje base para su gestión.

BASES DE DATOS MULTIDIMENSIONALES

Son bases de datos ideadas para desarrollar aplicaciones muy concretas, como creación de Cubos OLAP. Básicamente no se diferencian demasiado de las bases de datos relacionales (una tabla en una base de datos relacional podría serlo también en una base de datos multidimensional), la diferencia está más bien a nivel conceptual; en las bases de datos multidimensionales los campos o atributos de una tabla pueden ser de dos tipos, o bien representan dimensiones de la tabla, o bien representan métricas que se desean estudiar.

BASES DE DATOS ORIENTADAS A OBJETOS

Este modelo, bastante reciente, y propio de los modelos informáticos orientados a objetos, trata de almacenar en la base de datos los objetos completos (estado y comportamiento). Una base de datos orientada a objetos es una base de datos que incorpora todos los conceptos importantes del paradigma de objetos:

Encapsulación - Propiedad que permite ocultar la información al resto de los objetos, impidiendo así accesos incorrectos o conflictos.

Herencia - Propiedad a través de la cual los objetos heredan comportamiento dentro de una jerarquía de clases.

Polimorfismo - Propiedad de una operación mediante la cual puede ser aplicada a distintos tipos de objetos.

En bases de datos orientadas a objetos, los usuarios pueden definir operaciones sobre los datos como parte de la definición de la base de datos. Una operación (llamada función) se especifica en dos partes. La interfaz (o signatura) de una operación incluye el nombre de la operación y los tipos de datos de sus argumentos (o parámetros). La implementación (o método) de la operación se especifica separadamente y puede modificarse sin afectar la interfaz. Los programas de aplicación de los usuarios pueden operar sobre los datos invocando a dichas operaciones a través de sus nombres y argumentos, sea cual sea la forma en la que se han implementado. Esto podría denominarse independencia entre programas y operaciones.

SQL:2003, es el estándar de SQL92 ampliado, soporta los conceptos orientados a objetos y mantiene la compatibilidad con SQL92.

BASES DE DATOS DOCUMENTALES

Permiten la indexación a texto completo, y en líneas generales realizar búsquedas más potentes. Taurus es un sistema de índices optimizado para este tipo de bases de datos.

BASES DE DATOS DEDUCTIVAS

Un sistema de base de datos deductiva, es un sistema de base de datos pero con la diferencia de que permite hacer deducciones a través de inferencias. Se basa principalmente en reglas y hechos que son almacenados en la base de datos. Las bases de datos deductivas son también llamadas bases de datos lógicas, a raíz de que se basa en lógica matemática. Este tipo de base de datos surge debido a las limitaciones de la Base de Datos Relacional de responder a consultas recursivas y de deducir relaciones indirectas de los datos almacenados en la base de datos.

LENGUAJE

Utiliza un subconjunto del lenguaje Prolog llamado Datalog el cual es declarativo y permite al ordenador hacer deducciones para contestar a consultas basándose en los hechos y reglas almacenados.

VENTAJAS

- Uso de reglas lógicas para expresar las consultas.
- Permite responder consultas recursivas.
- Cuenta con negaciones estratificadas
- Capacidad de obtener nueva información a través de la ya almacenada en la base de datos mediante inferencia.
- Uso de algoritmos de optimización de consultas.
- Soporta objetos y conjuntos complejos.

DESVENTAJAS

- Crear procedimientos eficaces de deducción para evitar caer en bucles infinitos.
- Encontrar criterios que decidan la utilización de una ley como regla de deducción.
- Replantear las convenciones habituales de la base de datos.

FASES

Fase de Interrogación: se encarga de buscar en la base de datos informaciones deducibles implícitas. Las reglas de esta fase se denominan reglas de derivación.

Fase de Modificación: se encarga de añadir a la base de datos nuevas informaciones deducibles. Las reglas de esta fase se denominan reglas de generación.

Interpretación

Encontramos dos teorías de interpretación de las bases de datos deductiva consideramos las reglas y los hechos como axiomas. Los hechos son axiomas base que se consideran como verdaderos y no contienen variables. Las reglas son axiomas deductivos ya que se utilizan para deducir nuevos hechos.

Teoría de Modelos: una interpretación es llamada modelo cuando para un conjunto específico de reglas, éstas se cumplen siempre para esa interpretación. Consiste en asignar a un predicado todas las combinaciones de valores y argumentos de un dominio de valores constantes dado. A continuación se debe verificar si ese predicado es verdadero o falso.

Mecanismos

Existen dos mecanismos de inferencia:

Ascendente: donde se parte de los hechos y se obtiene nuevos aplicando reglas de inferencia.

Descendente: donde se parte del predicado (objetivo de la consulta realizada) e intenta encontrar similitudes entre las variables que nos lleven a hechos correctos almacenados en la base de datos.

Sistema de Gestión de bases de datos distribuida (SGBD)

La base de datos y el software SGBD pueden estar distribuidos en múltiples sitios conectados por una red. Hay de dos tipos:

1. Distribuidos homogéneos: utilizan el mismo SGBD en múltiples sitios.
2. Distribuidos heterogéneos: Da lugar a los SGBD federados o sistemas multibase de datos en los que los SGBD participantes tienen cierto grado de autonomía local y tienen acceso a varias bases de datos autónomas preexistentes almacenados en los SGBD, muchos de estos emplean una arquitectura cliente-servidor.

(Wikipedia_Base_de_Datos)

INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

El término "inteligencia artificial" fue acuñado formalmente en 1956 durante la conferencia de Dartmouth, más para entonces ya se había estado trabajando en ello durante cinco años en los cuales se había propuesto muchas definiciones distintas que en ningún caso habían logrado ser aceptadas totalmente por la comunidad investigadora. La IA es una de las disciplinas más nuevas que junto con la genética moderna es el campo en que la mayoría de los científicos " más les gustaría trabajar".

Una de las grandes razones por la cuales se realiza el estudio de la IA es el poder aprender más acerca de nosotros mismos y a diferencia de la psicología y de la filosofía que también centran su estudio de la inteligencia, IA y sus esfuerzos por comprender este fenómeno están encaminados tanto a la construcción de entidades de inteligentes como su comprensión.

El estudio de la inteligencia es una de las disciplinas más antiguas, por más de 2000 años los filósofos no han escatimado esfuerzos por comprender como se ve, recuerda y razona junto con la forma en que estas actividades deberían realizarse. Según John Mc Carthy la inteligencia es la "capacidad que tiene el ser humano de adaptarse eficazmente al cambio de circunstancias mediante el uso de información sobre esos cambios", pero esta definición resulta muy amplia ya que de acuerdo con esta.

El sistema inmunológico del cuerpo humano resultaría inteligente ya que también mediante el uso de información este logra adaptarse al cambio. Otra interesante manera de ilustrar la inteligencia sería recurrir a la teoría societal de la mente de Marvin Minsky donde cada mente humana es el resultado del accionar de un comité de mentes de menor poder que conversan entre sí y combinan sus respectivas habilidades con el fin de resolver problemas. La llegada de las computadoras a principios de los 50, permitió el abordaje sin especulación de estas facultades mentales mediante una auténtica disciplina teórica experimental. Es a partir de esto que se encontró que la IA constituye algo mucho más complejo de lo que se pudo llegar a imaginar en principio ya que las ideas modernas que constituyen esta disciplina se caracterizan por su gran riqueza, sutileza e interés; en la actualidad la IA abarca una enorme cantidad de sub-campos que van desde áreas de propósito general hasta

tareas específicas.

Una de las definiciones que se han dado para describir la IA la sitúa dentro de una disciplina que tiene que ver con las ciencias de la computación que corresponden al esfuerzo por parte de gran cantidad de científicos que durante los últimos treinta años han realizado con el fin de dotar a las computadoras de inteligencia, a partir de esta definición encontramos que una de las técnicas de IA es aquella que se utiliza con el fin de lograr que un determinado programa se comporte de forma inteligente sin pretender tener en cuenta la " forma de razonamiento "empleada para lograr ese comportamiento.

Luego, aquí surge un dilema, ya que según esto cualquier problema resoluble por un computador, sin complicaciones y también como un ser humano podría encuadrarse en el campo de la inteligencia artificial acudiendo solamente a la aplicación de reglas consecutivas al pie de la letra o lo que encontramos con el nombre de Algoritmos dentro del lenguaje de IA; este termino fue acuñado en honor al matemático árabe AL-KWARIZMI que copiló una serie de estos para ser aplicados a diferentes problemas algebraicos.

Cuando se aplican algoritmos a la solución de los problemas aunque no se está actuando inteligentemente si esta siendo eficaz pero los problemas realmente complicados a los que se enfrenta el ser humano son aquellos en los cuales no existe algoritmo conocido así que surgen de reglas que tratan de orientarnos hacia las soluciones llamadas Heurísticas en las cuales nunca nada nos garantiza que la aplicación de una de estas reglas nos acerque a la solución como ocurre con los anteriores.

A partir de estos datos; Farid Fleifel Tapia describe a la IA como: "la rama de la ciencia de la computación que estudia la resolución de problemas no algorítmicos mediante el uso de cualquier técnica de computación disponible, sin tener en cuenta la forma de razonamiento subyacente a los métodos que se apliquen para lograr esa resolución. Para completar esa definición, algunas definiciones no tan formales emitidas por diferentes investigadores de la IA que consideran otros puntos de vista son:

La IA es el arte de crear maquinas con capacidad de realizar funciones que realizadas por personas requieren de inteligencia. (Kurzweil, 1990)

La IA es el estudio de cómo lograr que las computadoras realicen tareas que, por el

momento, los humanos hacen mejor. (Rich, Knight, 1991).

La IA es la rama de la ciencia de la computación que se ocupa de la automatización de la conducta inteligente. (Lugar y Stubblefield, 1993).

La IA es el campo de estudio que se enfoca a la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales. (Schalkoff, 1990).

En la IA se puede observar dos enfoques diferentes:

La IA concebida como el intento por desarrollar una tecnología capaz de proveer al ordenador capacidades de razonamiento similares a los de la inteligencia humana.

La IA en su concepción como investigación relativa a los mecanismos de la inteligencia humana que se emplean en la simulación de validación de teorías.

El primer enfoque se centra en la utilidad y no en el método como veíamos anteriormente con los algoritmos, los temas claves de este enfoque son la representación y gestión de conocimiento, sus autores más representativos son McCarthy y Minsky.

En el segundo enfoque encontramos que este se orienta a la creación de un sistema artificial capaz de realizar procesos cognitivos humanos haciendo importante ya no la utilidad como el método, los aspectos fundamentales de este enfoque se refieren al aprendizaje y adaptabilidad y sus autores son Newell y Simon de la Carnegie Mellon University.

La IA al tratar de construir máquinas que se comporten aparentemente como seres humanos han dado lugar al surgimiento de dos bloques enfrentados: el enfoque simbólico o top-down, conocido como la IA clásica y el enfoque sub-simbólico llamado a veces conexionista.

Los simbólicos simulan directamente las características inteligentes que se pretenden conseguir o imitar y lo mejor que también se tiene a la mano es el hombre; para los constructores de los sistemas expertos resulta fundamental la representación del conocimiento humano donde gracias a estos avances se han encontrado dos tipos de conocimiento: conocimiento acerca del problema particular y "conocimiento acerca de cómo obtener más conocimiento a partir del que ya tenemos". El ejemplo más representativo de esta corriente es el proyecto de Cyc de Douglas B. Lenat sobre un sistema que posee en su memoria millones de hechos interconectados.

Dentro de la otra corriente: la sub-simbólica; sus esfuerzos se orientan a la simulación de

los elementos de más bajo nivel dentro de los procesos inteligentes con la Esperanza de que estos al combinarse permitan que espontáneamente surja el comportamiento inteligente. Los ejemplos más claros que trabajan con este tipo de orientación son las redes neuronales y los algoritmos genéticos donde estos sistemas trabajan bajo la autonomía, el aprendizaje y la adaptación, conceptos fuertemente relacionados.

Uno de los grandes seguidores de la IA; Marvin Minsky, ha dado una clasificación para los lenguajes de programación que se utilizan en esta disciplina:

“Haga ahora”: Donde el programador surte de instrucciones a la máquina para realizar una tarea determinada donde todo queda especificado excepto quizás el número de repeticiones.

“Haga siempre que”: Aquí se permite escribir un programa que le sirva a la computadora para resolver aquellos problemas que el programador no sabe resolver pero conoce que tipo de soluciones se pueden intentar.

"De constreñimiento": se escriben programas que definen estructuras y estados que se condicionan y limitan recíprocamente.

Pero Minsky, admite que aún será necesario desarrollar dos tipos de lenguajes más para obtener una IA comparable a la inteligencia humana; y estos podrían ser.

"Haga algo que tenga sentido": Donde se permite al programa aprender del pasado y en una nueva situación aplicar sus enseñanzas.

"Mejórense a sí mismo": Allí se podrá permitir escribir programas que tengan en adelante la capacidad de escribir programas mejores que ellos mismos.

Otro punto desde luego tiene que ver con el tema que aquí estamos tratando es por supuesto el concepto de lo que es creatividad, que a simple vista es algo que no podemos explicar porque es resultado de un don especial pero que los estudios sobre IA han comenzado hacer posible dar explicación satisfactoria: nos dicen que en la medida que se logre escribir programas que exhiban propiedad, en esa misma medida se empezara a explicar la creatividad.

Otra propiedad que se espera ver asociada a la IA es la autoconciencia; que de acuerdo con los resultados de las investigaciones psicológicas hablan por una parte de que como es bien sabido, el pensamiento humano realiza gran cantidad de funciones que no se pueden

calificar de conscientes y que por lo tanto la autoconciencia contribuye en cierto sentido a impedir el proceso mental eficiente; pero por otro lado es de gran importancia poder tener conocimiento sobre nuestras propias capacidades y limitaciones siendo esto de gran ayuda para el funcionamiento de la inteligencia tanto de la maquina como del ser humano. Pero sería imposible tratar de contemplar el tema de la IA sin recurrir a la cuestión de la complejidad; donde el comportamiento inteligente es el resultado de la interacción de muchos elementos y que con seguridad es una de las más valiosas contribuciones al tratar de simular en la maquina los fenómenos intelectuales humanos.

La IA se ha desarrollado como disciplina a partir de la concepción de la inteligencia que se realizo al interior de la psicología y a partir de la cual se elaboraron diferentes categorías.

La inteligencia: Diferentes teorías y definiciones.

En 1904 el ministerio de instrucción pública de Francia pidió al psicólogo francés Alfred Binet y a un grupo de colegas suyos que desarrollan un modo de determinar cuáles alumnos de la escuela primaria corrían el riesgo de fracasar para que estos alumnos reciban una atención compensatoria. De sus esfuerzos nacieron las primeras pruebas de inteligencia. Importadas a los EEUU varios años después las pruebas se difundieron ampliamente así como la idea de que existiera algo llamado " inteligencia" que podía medirse de manera objetiva y reducirse a un numero o puntaje llamado " coeficiente intelectual" desde entonces sé a definido la inteligencia en términos de "habilidad para resolver problemas".

INTELIGENCIAS MULTIPLES

Un psicólogo de Harvard llamado Howard Garden, señalo que nuestra cultura había definido la inteligencia de manera muy estrecha y propuso en su libro " estructura de la mente", la existencia de por lo menos siete inteligencias básicas:

Inteligencia lingüística: capacidad de usar las palabras de modo efectivo (ya sea hablando, escribiendo, etc). Incluye la habilidad de manipular la sintaxis o escritura del lenguaje, la fonética o los sonidos del lenguaje, la semántica o significado de lenguaje o división, pragmática o los usos prácticos.

Inteligencia lógico matemática: capacidad de usar los números de manera efectiva y de

razonar adecuadamente (pensamiento vertical).

Inteligencia espacial: la habilidad para percibir la manera exacta del mundo visual-espacial y de ejecutar transformaciones sobre esas percepciones (decorador, artistas, etc).

Inteligencia corporal – kinética: la capacidad para usar el cuerpo para expresar ideas y sentimientos y facilidad en el uso de las propias manos para producir o transformar cosas.

Inteligencia musical: capacidad de percibir, discriminar, transformar y expresar las formas musicales.

Inteligencia interpersonal: la capacidad de percibir y establecer distinciones entre los estados de ánimo, las intenciones, motivaciones, sentimientos, de otras personas.

Inteligencia intrapersonal: el conocimiento de sí mismo y la habilidad para adaptar las propias maneras de actuar a partir de ese conocimiento.

Más allá de la descripción de las inteligencias y de sus fundamentos teóricos hay ciertos aspectos que conviene destacar:

Cada persona posee varios tipos de inteligencias.

La mayoría de las personas pueden desarrollar cada inteligencia hasta un nivel adecuado de competencia.

Las inteligencias por lo general trabajan juntas de manera compleja, ósea, siempre interactúan entre sí para realizar la mayoría de las tareas se precisan todas las inteligencias aunque en niveles diferentes hay muchas maneras de ser inteligentes en cada categoría.

Inteligencia emocional: existe una dimensión de la inteligencia personal que esta ampliamente mencionada aunque poco explorada en las elaboraciones de Gardner: el papel de las emociones.

Daniel Goleman; toma este desafío y comienza a trabajar sobre el desarrollo de Gardner llevando a un plano más pragmático y centrado en las emociones como foco de la inteligencia.

FUTURO DE LA IA.

El empleo de la IA esta orientado a aquellas profesiones que, ya sea por lo incomodo, peligroso o complicado de su trabajo necesitan apoyo de un experto en la materia. Las ventajas que trae el disponer de un asistente artificial no son mas que las de solucionar los errores y defectos propios del ser humano; es decir, el desarrollo de sistemas expertos que hoy en día se están utilizando con éxito en los campos de la medicina, geología y aeronáutica aunque todavía están poco avanzados en relación con el ideal del producto IA completo.

(Universidad_Antonio_Nariño)

SISTEMAS EXPERTOS SSEE

Se considera a alguien un experto en un problema cuando este individuo tiene conocimiento especializado sobre dicho problema. En el área de los (SE) a este tipo de conocimiento se le llama conocimiento sobre el dominio. La palabra dominio se usa para enfatizar que el conocimiento pertenece a un problema específico.

Antes de la aparición del ordenador, el hombre ya se preguntaba si se le arrebataría el privilegio de razonar y pensar. En la actualidad existe un campo dentro de la inteligencia artificial al que se le atribuye esa facultad: el de los sistemas expertos (SE). Estos sistemas también son conocidos como Sistemas Basados en Conocimiento, los cuales permiten la creación de máquinas que razonan como el hombre, restringiéndose a un espacio de conocimientos limitado. En teoría pueden razonar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano (médico, analista, empresario, etc.) para resolver un problema concreto. Este tipo de modelos de conocimiento por ordenador ofrece un extenso campo de

posibilidades en resolución de problemas y en aprendizaje. Su uso se extenderá ampliamente en el futuro, debido a su importante impacto sobre los negocios y la industria.

HISTORIA DE LOS (SE)

Sus inicios datan a mediados de los años sesenta. Durante esta década los investigadores Alan Newell y Herbert Simon desarrollaron un programallamado GPS (General Problem Solver; solucionador general de problemas). Podía trabajar con criptoaritmética, con las torres de Hanoi y con otros problemas similares. Lo que no podía hacer el GPS era resolver problemas del mundo real, tales como un diagnóstico médico.

Algunos investigadores decidieron entonces cambiar por completo el enfoque del problema restringiendo su ambición a un dominio específico e intentando simular el razonamiento de un experto humano. En vez de dedicarse a computarizar la inteligencia general, se centraron en dominios de conocimiento muy concretos. De esta manera nacieron los SE. A partir de 1965, un equipo dirigido por Edward Feigenbaum, comenzó a desarrollar SE utilizando bases de conocimiento definidas minuciosamente. Dos años más tarde se construye DENDRAL, el cual es considerado como el primer SE. La ficción de dicho SE era identificar estructuras químicas moleculares a partir de su análisis espectrografico.

En la década de los setenta se desarrolló MYCIN para consulta y diagnóstico de infecciones de la sangre. Este sistema introdujo nuevas características: utilización de conocimiento impreciso para razonar y posibilidad de explicar el proceso de razonamiento. Lo más importante es que funcionaba de manera correcta, dando conclusiones análogas a las que un ser humano daría tras largos años de experiencia. En MYCIN aparecen claramente diferenciados motor de inferencia y base de conocimientos. Al separar esas dos partes, se puede considerar el motor de inferencias aisladamente. Esto da como resultado un sistema vacío o shell (concha). Así surgió EMYCIN (MYCIN Esencial) con el que se construyó SACON, utilizado para estructuras de ingeniería, PUFF para estudiar la función pulmonar y GUIDON para elegir tratamientos terapéuticos.

En esa época se desarrollaron también: HERSAY, que intentaba identificar la palabra hablada, y PROSPECTOR, utilizado para hallar yacimientos deminerales. De este último derivó el shell KAS (Knowledge Adquisition System).

En la década de los ochenta se ponen de moda los SE, numerosas empresas de alta tecnología investigan en este área de la inteligencia artificial, desarrollando SE para su comercialización. Se llega a la conclusión de que el éxito de un SE depende casi exclusivamente de la calidad de su base de conocimiento. El inconveniente es que codificar la pericia de un experto humano puede resultar difícil, largo y laborioso. Un ejemplo de SE moderno es CASHVALUE, que evalúa proyectos de inversión y VATIA, que asesora acerca del impuesto sobre el valor añadido o IVA.

DEFINICIONES DE LOS (SE)

Es un software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema. Pueden almacenar conocimientos de expertos para un campo determinado y solucionar un problema mediante deducción lógica de conclusiones.

Son SE aquellos programas que se realizan haciendo explícito el conocimiento en ellos, que tienen información específica de un dominio concreto y que realizan una tarea relativa a este dominio.

Programas que manipulan conocimiento codificado para resolver problemas en un dominio especializado en un dominio que generalmente requiere de experiencia humana.

Programas que contienen tanto conocimiento declarativo (hechos a cerca de objetos, eventos y/o situaciones) como conocimiento de control (información a cerca de los cursos de una acción), para emular el proceso de razonamiento de los expertos humanos en un dominio en particular y/o área de experiencia.

Software que incorpora conocimiento de experto sobre un dominio de aplicación dado, de manera que es capaz de resolver problemas de relativa dificultad y apoyar la toma de decisiones inteligentes en base a un proceso de razonamiento simbólico.

APLICACIONES

Sus principales aplicaciones se dan en las gestiones empresariales debido a que:

a) Casi todas las empresas disponen de un ordenador que realiza las funciones básicas de tratamiento de la información: contabilidad general, decisiones financieras, gestión de la tesorería, planificación, etc.

b) Este trabajo implica manejar grandes volúmenes de información y realizar operaciones numéricas para después tomar decisiones. Esto crea un terreno ideal para la implantación de los SE.

Además los SE también se aplican en la contabilidad en apartados como: Auditoría (es el campo en el que más aplicaciones de SE se está realizando) Fiscalidad, planificación, análisis financiero y la contabilidad financiera.

ÁREAS DE APLICACIÓN

Los SE se aplican a una gran diversidad de campos y/o áreas. A continuación se listan algunas de las principales:

Militar	Informática	Telecomunicaciones
Química	Derecho	Aeronáutica
Geología	Arqueología	Agricultura
Electrónica	Transporte	Educación
Medicina	Industria	Finanzas y Gestión

TABLA 1-ÁREAS DE APLICACION

VENTAJAS

Estos programas proporcionan la capacidad de trabajar con grandes cantidades de información, que son uno de los grandes problemas que enfrenta el analista humano que puede afectar negativamente a la toma de decisiones pues el analista humano puede depurar datos que no considere relevantes, mientras un SE debido a su gran velocidad de proceso analiza toda la información incluyendo las no útiles para de esta manera aportar una decisión más sólida.

LIMITACIONES

Es evidente que para actualizar se necesita de reprogramación de estos (tal vez este sea una de sus limitaciones más acentuadas) otra de sus limitaciones puede ser el elevado costo en dinero y tiempo, además que estos programas son poco flexibles a cambios y de difícil acceso a información no estructurada.

Debido a la escasez de expertos humanos en determinadas áreas, los SE pueden almacenar su conocimiento para cuando sea necesario poder aplicarlo. Así mismo los SE pueden ser utilizados por personas no especializadas para resolver problemas. Además si una persona utiliza con frecuencia un SE aprenderá de él.

Por otra parte la inteligencia artificial no ha podido desarrollar sistemas que sean capaces de resolver problemas de manera general, de aplicar el sentido común para resolver situaciones complejas ni de controlar situaciones ambiguas.

El futuro de los SE da vueltas por la cabeza de cada persona, siempre que el campo elegido tenga la necesidad y/o presencia de un experto para la obtención de cualquier tipo de beneficio.

ARQUITECTURA BÁSICA DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Base de conocimientos. Es la parte del sistema experto que contiene el conocimiento sobre el dominio. Hay que obtener el conocimiento del experto y codificarlo en la base de conocimientos. Una forma clásica de representar el conocimiento en un sistema experto son las reglas. Una regla es una estructura condicional que relaciona lógicamente la información contenida en la parte del antecedente con otra información contenida en la parte del consecuente.

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

Motor de inferencia. El sistema experto modela el proceso de razonamiento humano con un módulo conocido como el motor de inferencia. Dicho motor de inferencia trabaja con la información contenida en la base de conocimientos y la base de hechos para deducir nuevos hechos. Contrasta los hechos particulares de la base de hechos con el conocimiento contenido en la base de conocimientos para obtener conclusiones acerca del problema.

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

Interfaz de usuario. La interacción entre un sistema experto y un usuario se realiza en lenguaje natural. También es altamente interactiva y sigue el patrón de la conversación entre seres humanos. Para conducir este proceso de manera aceptable para el usuario es especialmente importante el diseño del interfaz de usuario. Un requerimiento básico del interfaz es la habilidad de hacer preguntas. Para obtener información fiable del usuario hay

que poner especial cuidado en el diseño de las cuestiones. Esto puede requerir diseñar el interfaz usando menús o gráficos.

(Jesus_Montes_Castro)

LÓGICA DIFUSA

Recientemente, la cantidad y variedad de aplicaciones de la lógica difusa han crecido considerablemente. La lógica difusa es una lógica alternativa a la lógica clásica que pretende introducir un grado de vaguedad en las cosas que evalúa. En el mundo en que vivimos existe mucho conocimiento ambiguo e impreciso por naturaleza. El razonamiento humano con frecuencia actúa con este tipo de información. La lógica difusa fue diseñada precisamente para imitar el comportamiento del ser humano.

La lógica difusa se inició en 1965 por Lotfi A. Zadeh, profesor de la Universidad de California en Berkeley. Surgió como una herramienta importante para el control de sistemas y procesos industriales complejos, así como también para la electrónica de entretenimiento y hogar, sistemas de diagnóstico y otros sistemas expertos.

La lógica difusa en comparación con la lógica convencional permite trabajar con información que no es exacta para poder definir evaluaciones convencionales, contrario con la lógica tradicional que permite trabajar con información definida y precisa.

¿En qué situaciones es útil aplicar la lógica difusa?

La lógica difusa se puede aplicar en procesos demasiado complejos, cuando no existe un modelo de solución simple o un modelo matemático preciso. Es útil también cuando se necesite usar el conocimiento de un experto que utiliza conceptos ambiguos o imprecisos. De la misma manera se puede aplicar cuando ciertas partes de un sistema a controlar son desconocidas y no pueden medirse de forma confiable y cuando el ajuste de una variable puede producir el desajuste de otras. No es recomendable utilizar la lógica difusa cuando algún modelo matemático ya soluciona eficientemente el problema, cuando los problemas son lineales o cuando no tienen solución.

ALGUNAS APLICACIONES DE LA LÓGICA DIFUSA

Actualmente la lógica difusa tiene un sin número de aplicaciones que afectan nuestra vida cotidiana de alguna u otra manera, pero en ocasiones no nos percatamos. La lógica difusa se ha desarrollado en diferentes áreas y a continuación se mencionan algunas:

- Control de sistemas: Control de tráfico, control de vehículos, control de compuertas en plantas hidroeléctricas, centrales térmicas, control en máquinas lavadoras, control de metros (mejora de su conducción, precisión en las paradas y ahorro de energía), ascensores, etc.
- Predicción de terremotos, optimización de horarios.
- Reconocimiento de patrones y Visión por ordenador: Seguimiento de objetos con cámara, reconocimiento de escritura manuscrita, reconocimiento de objetos, compensación de vibraciones en la cámara, sistemas de enfoque automático.
- Sistemas de información o conocimiento: Bases de datos, sistemas expertos.

TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS

La lógica difusa permite tratar con información que no es exacta o con un alto grado de imprecisión a diferencia de la lógica convencional la cual trabaja con información precisa. El problema principal surge de la poca capacidad de expresión de la lógica clásica.

CONJUNTOS CLÁSICOS

Los conjuntos clásicos surgen por la necesidad del ser humano de clasificar objetos y conceptos. Estos conjuntos pueden definirse como un conjunto bien definido de elementos o mediante una función de pertenencia μ que toma valores de 0 ó 1 de un universo en discurso para todos los elementos que pueden o no pertenecer al conjunto.

Un conjunto clásico se puede definir con la función de pertenencia mostrada en la ecuación:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \notin A \\ 1 & \text{si } x \in A \end{cases}$$

ECUACIÓN 1- CONJUNTO CLASICO

CONJUNTOS DIFUSOS

La necesidad de trabajar con conjuntos difusos surge del hecho que existen conceptos que no tienen límites claros. Un conjunto difuso se encuentra asociado por un valor lingüístico que está definido por una palabra, etiqueta lingüística o adjetivo. En los conjuntos difusos la función de pertenencia puede tomar valores del intervalo entre 0 y 1, y la transición del valor entre cero y uno es gradual y no cambia de manera instantánea como pasa con los conjuntos clásicos. Un conjunto difuso en un universo en discurso puede definirse como lo muestra la ecuación:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\}$$

ECUACIÓN 2-CONJUNTO DIFUSO

Donde $\mu_A(x)$ es la función de pertenencia de la variable x , y U es el universo en discurso. Cuando más cerca esté la pertenencia del conjunto A al valor de 1, mayor será la pertenencia de la variable x al conjunto A , esto se puede ver en la figura :

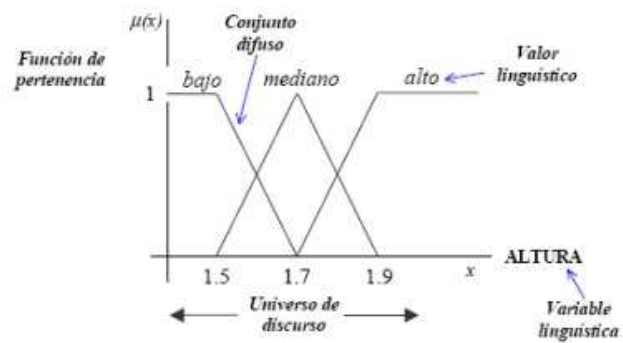


ILUSTRACIÓN 2-CONJUNTO DIFUSO

MARCO TEÓRICO PARTICULAR

MAPAS COGNITIVOS

QUÉ SON Y CÓMO EXPLORARLOS.

Este pretende ser un trabajo de doble propósito: de esclarecimiento conceptual primero y de allanamiento de métodos después para realizar una exploración. Primero vamos a exponer el abundante, a veces excesivo, uso de la denominación "mapas cognitivos" y trataremos de delimitar una noción precisa. Limpiaremos de hojarasca el ámbito del concepto para quedarnos con la estructura desnuda y recia. Después introduciremos al lector en una búsqueda de datos adecuados para que él por sí mismo lleve a cabo la exploración empírica oportuna y pueda felizmente arribar a un mapa cognitivo de su propio entorno urbano.

QUÉ SON LOS MAPAS COGNITIVOS

El actual despliegue de investigación en torno a los mapas cognitivos, como veremos, está en manos de gente muy diversa, entre los que no abundan los geógrafos. Abunda más gente de áreas tales como Inteligencia Artificial o Psicología Cognitiva y de vez en cuando asoman los geógrafos. Ante tantas coincidencias de interés resulta obvio preguntarse qué pueden tener en común todos ellos. Quizás, aproximando una respuesta, podemos vislumbrar una preocupación por acercarse a situaciones reales del vivir cotidiano, rompiendo las estrecheces del laboratorio ficticio. Un lugar común de interés podría ser efectivamente el de entender cómo nuestra mente nos guía en esa parcela del vivir cotidiano que resultan ser los desplazamientos urbanos. Huyendo de las afirmaciones gratuitas le vamos a mostrar al lector evidencias de lo que afirmamos. Por ejemplo, en 1996 se publica el siguiente título *The Construction of Cognitive Maps* (Juval Portugali, ed., Kluwer, Dordrecht, Netherlands, 1996). El compilador es un profesor de Geografía en la Universidad de Tel Aviv quien ha reunido el trabajo de 24 colaboradores; de ellos ocho geógrafos, es decir, la tercera parte. Una preocupación recorre el espinazo de toda la obra, a

saber, cómo manejamos la información espacial en la resolución de los desplazamientos. A manera de digresión apuntemos una cuestión que brota ante tal acontecimiento editorial. Se nos ocurre que un libro como éste es muy difícil que se produzca en nuestro ámbito hispanohablante. De hecho hace ya bastantes años que, en lo que respecta a estos temas, vivimos los hispanohablantes de prestado. Pero lo que parece más llamativo es que el distanciamiento se profundiza con los años de manera acelerada. En los años 70 y 80 era hasta cierto punto asequible la iniciativa de los temas perceptuales para los geógrafos españoles. En el día de hoy se ha abierto una brecha de incomunicación de tal magnitud que me temo hayamos perdido usos conceptuales y vocabularios comunes con la proa de los investigadores.

MAPAS MENTALES

En 1966 Peter Gould, geógrafo en la Universidad del Estado de Pennsylvania, sorprendió al mundo entero con su hallazgo de los mapas mentales (On Mental Maps; Michigan InterUniversity Community of Mathematical Geographers, 1966) Se extendió el hallazgo por los ámbitos anglosajones de la geografía como lo atestigua la inmediata publicación en Penguin de Mental Maps (P. Gould & R. White, 1974). Esta publicación, para la que Peter Gould se asocia con un joven geógrafo de origen canadiense y que realiza su tesis doctoral en Bristol, difunde datos obtenidos en el Reino Unido. Veamos cómo se extiende el mismo procedimiento de representación utilizado sobre el mapa de Estados Unidos al mapa del Reino Unido. Se trata de una técnica de isoclinas, la misma que estamos acostumbrados a ver en un mapa de temperaturas o de presiones atmosféricas. Sobre el dibujo que representa el espacio norteamericano o británico se superponen unas isoclinas que en este caso no conllevan valores de temperatura o presión atmosférica sino valores de preferencia puestos de manifiesto por algún grupo de ciudadanos.

La onda expansiva de estas novedades no tarda en llegar a nuestras fronteras. Pronto asimilamos la técnica y en consecuencia aparecen en nuestro suelo estudios sobre

preferencias geográficas y representaciones del mismo tenor que los referidos (J. Estébanez, Problemas de interpretación y valoración de los mapas mentales; Anales de Geografía de la Universidad Complutense, 1981, 15-40). En realidad, como veremos después, este primer lanzamiento de los mapas mentales constituye un mal antecedente que ha entorpecido la posterior evolución de la geografía perceptual y cognitiva. Las investigaciones actuales, que buscan perfilar el mapa cognitivo del espacio urbano en que nos movemos, no son tan sencillas como pudieran sugerir los mapas de isolneas preferenciales; más bien al contrario, vienen acompañadas de un utillaje extremadamente elaborado. Al geógrafo español le cuesta asimilar una tarea que rebasa sus habituales rutinas de trabajo. Nos hacemos por tanto a la idea de que vamos a emprender un camino erizado de dificultades. La primera dificultad es terminológica; se hace necesario depurar los usos terminológicos que han proliferado con un exceso de libertad y ambigüedad.

LA PERCEPCIÓN COMO RETAGUARDIA DEL COMPORTAMIENTO

Cuando irrumpe sobre la geografía el gran movimiento de Percepción y Comportamiento Ambiental, de profunda raíz norteamericana, se va a producir un deslizamiento de la noción de mapas mentales a la noción de mapas cognitivos. A partir del lanzamiento de un pequeño cuaderno de investigaciones en la Universidad de Chicago encabezadas por David Lowenthal (Environmental Perception and Behavior; University of Chicago, Dept of Geography, Research Paper nº 10, 1967) la corriente tomará un incremento muy apreciable a lo largo de toda la década del 70. Se produce un alud de trabajos bajo la invocación de mapas cognitivos según cabe rastrear de las reseñas anuales que la revista Professional Geographer efectúa acerca de tesis y disertaciones celebradas en Universidades norteamericanas. También es digno de señalarse que el mapa cognitivo comienza a ser un tópico irrenunciable en los manuales y textos escolares introductorios y de ningún modo es desdeñable que la British Open University lo incluya dentro de su curriculum.

Por supuesto el mapa cognitivo ha tenido un mal antecedente en los mapas mentales, tal como señalábamos más arriba. El mapa cognitivo alude a un mapa dentro de la mente, cosa que no lo hacía el mapa mental. El mapa mental utilizaba el material consuetudinario de mapas de un país con la inclusión de regiones o provincias. Estas, las distintas regiones, se constituían en objeto de preferencia y recibían en consecuencia un mayor o menor espaldarazo de parte del público encuestado. El espaldarazo otorgado se traducía finalmente a isoclinas. El mapa de isoclinas dista mucho de ser un mapa dentro de la mente. Es decir, el mapa cognitivo alude a una interioridad mental y quiere reflejarlo de una manera fidedigna. Veamos este planteamiento trasladado a una situación real. Pensemos por un momento en ese hombre común que diariamente se desplaza en un ámbito urbano. Todos los días realiza desplazamientos de ida y vuelta habituales, repetitivos; de vez en cuando también acomete algún que otro desplazamiento menos habitual. Nos interesan sobre todo los desplazamientos peatonales por su espontaneidad de iniciativas en adoptar recorridos. Observémosle al individuo cuando acude peatonalmente a una cita. Nos llama la atención su seguridad. Es un individuo que se conoce la ciudad; por lo menos conoce bien ese ámbito que le es familiar. Dentro de ese ámbito podría incluso acudir a múltiples citas realizando recorridos muy distintos. Preguntémosnos ahora ¿es que tiene un plano urbano grabado en su mente? Nos sorprenderá el hecho de que nunca haya manejado un plano de la ciudad dentro de ese ámbito de familiaridad. Es más, si le mostramos un plano es posible que tenga dificultades en manejarlo correctamente. ¿Qué es lo que guarda en su mente que le conduce tan certeramente a cualquier punto de cita? Pues bien, eso que desconocemos por el momento qué forma y estructura adopta en la memoria, es lo que llamamos un mapa cognitivo. La situación descrita no puede ser más común; refleja un hecho cotidiano que le acontece al habitante urbano en cualquier ciudad del mundo.

El nuevo impulso que recibe la geografía se traduce en tomar nota pormenorizada y registrar los comportamientos en el espacio urbano. Por supuesto no se trata de detenerse en una mera descripción de los comportamientos. Estos mantienen un doble juego: por un lado obedecen a una plataforma perceptual que los inspira y por otro contribuyen en un proceso de retroalimentación a robustecer el esquema perceptual. Es lo que se constata en la publicación que compilaron Kevin Cox y Reg Golledge (*Behavioral Problems in Geography Revisited*; Methuen, New York, 1981). El mérito principal de este volumen, que

recoge la riada de iniciativas en la década del 70, reside en su carácter de anuncio y anticipación. A través de sus páginas se atisba sin duda algo que va a ser un fenómeno inundatorio en nuestros días, a saber, la explosión de las ciencias cognitivas. Hoy los mapas cognitivos plantean cómo se engendra en la interioridad mental la representación del mundo exterior. Acudiendo al hombre común de la calle, tal como lo hemos descrito en párrafos anteriores, nos preguntamos cómo surge y qué estructura adopta su representación cognitiva del ámbito urbano cotidiano.

En los días que corren, como puede evidenciarse por la publicación de J. Portugali (Kluwer, 1996), la problemática de los mapas cognitivos sigue viva. Hemos afirmado en párrafos anteriores que los estudiosos dedicados a los mapas cognitivos son de múltiples procedencias; hemos aludido expresamente al campo de la Inteligencia Artificial y de la Psicología Cognitiva además de la Geografía. Esto nos conduce irremediamente a ver en el paisaje del concepto una infinita policromía de disciplinas. Hoy son además de los geógrafos, los planificadores y arquitectos urbanistas, los sociólogos urbanos, los antropólogos, los hombres de marketing, los neurólogos, los científicos cognitivos, los psicólogos ambientales quienes se interesan por los mapas cognitivos y nos dejan en innumerables escritos sus matices y su enfoque sobre el concepto.

DESENTRAÑANDO EL CONTENIDO GEOGRÁFICO DE LOS MAPAS COGNITIVOS

En estas páginas dirigidas a geógrafos vamos a atenernos a un criterio de observación, tal como se practica en los trabajos de campo. Desvelaremos por tanto en el concepto de mapa cognitivo una hipótesis que brota ante la observación: si observamos que el hombre común de la ciudad se desplaza con seguridad desde un punto considerado como origen a un punto establecido como destino y si esta observación se repite en múltiples desplazamientos, ello nos da pie a adoptar la hipótesis de que posee un conocimiento espacial interiorizado. En otras palabras decimos que el mapa cognitivo es o consiste en un dispositivo mental que nos orienta a diario en nuestra navegación urbana. Aclaremos el uso de algunos términos

en esta definición. Decimos "dispositivo mental" indicando con ello un cúmulo de información espacial acerca del medio que nos permite resolver problemas espaciales cotidianos. ¿Cuáles son esos problemas? Ni más ni menos los que se nos plantean cada vez que se nos fija una cita o decidimos acudir al dentista, al médico etc.; ello implica que hemos de realizar un desplazamiento, es decir, debemos movernos en una u otra dirección para llegar al punto deseado. La palabra clave es aquí "orientación". A partir de un punto cualquiera en que nos encontramos adoptamos una orientación determinada. Usamos también el término "navegación" para indicar que nuestros movimientos en el espacio urbano han de tomar un determinado rumbo, porque nos movemos con la idea de llegar a un determinado lugar. Al adoptar esta definición ahuyentamos ambigüedades tales como las que se producen ante el uso indiscriminado de "mapa cognitivo", "mapa mental", "esquema mental", "imagen mental", etc.

El uso del vocablo "mapa", cuando hablamos de mapas cognitivos, es quizá fuente de equívocos. En la definición que más arriba hemos adoptado hablábamos de un "dispositivo mental" entendido a la manera de un cúmulo de información. Existen distintas significaciones que podemos dar al vocablo "mapa" y que resumimos a continuación. Nos dejamos guiar en este sendero de precisiones por una publicación reciente del *Journal of Environmental Psychology* (Robert M. Kitchin, *Cognitive Maps: What Are They and Why Study Them?*; *Journal of Environmental Psychology*, 1994, 14, pags. 1-19). Del conjunto de interpretaciones adoptadas en esta publicación nos permitimos presentar una síntesis en las dos categorías siguientes:

Se alude explícitamente a un mapa cartográfico Se alude a una construcción hipotética

La primera interpretación fue sugerida por el trabajo de neurólogos tales como J. O'Keefe y J. Nadel (*The Hippocampus as a Cognitive Map*; Oxford, Clarendon Press, 1978). En las pags. 62-101 puede encontrar el lector una abundante argumentación a favor de esta vía interpretativa. Una región de nuestro cerebro, conocida como hipocampo, se constituye en sede de nuestras percepciones espaciales. Los psicólogos que han trabajado en la percepción espacial lo han hecho tradicionalmente en diseños de laboratorio. De esta manera introducían objetos en el campo visual, sometían estos objetos a rotaciones diversas, etc para estudiar las correspondencias de la imagen visual con el objeto. Los

autores aquí citados asumían que, al igual que ocurre con objetos aislados, también el entorno espacial en que nos movemos queda reflejado en sus tres dimensiones en una imagen visual. En todas estas operaciones mentales el hipocampo es responsable de las imágenes espaciales.

La segunda vía interpretativa recoge las restantes versiones las cuales en definitiva asumen un papel analógico o metafórico del mapa cognitivo; cabe incluso aquí la versión según la cual el término "mapa" es utilizado para apoyar una construcción hipotética que nace para explicar algunos hechos de observación, como vamos a ver. El tema que nos ocupa, el de la captación perceptual de un entorno ambiental, trasciende a la percepción de objetos aislados. Es así como nace un nuevo concepto de percepción espacial al considerar que ese entorno se capta en visiones sucesivas, las cuales se van empalmando en la medida en que nos desplazamos a través del susodicho entorno. Es decir no existe una captación global del entorno como sucede con objetos aislados. En otras palabras, cuanto percibimos a través de un desplazamiento no se resuelve en una visión panorámica del conjunto de percepciones sino en una operación integradora de las percepciones a través del tiempo. ¿Qué significa "integradora"? Si nos trasladamos nuevamente al peatón urbano, el recorrido que éste efectúa para alcanzar una meta o punto de llegada no sería posible si no asumiésemos la posesión de una información concerniente al entorno en que se desplaza. Ahora bien, esa información no se posee a la manera de un plano como quien domina todo el escenario de los recorridos a vista de pájaro. En el desplazamiento se manejan unos hitos orientativos (los landmarks de los que hablaba Lynch). Estos puntos se van empalmando mediante recorridos configurando una sucesión y todos ellos reunidos dan como producto el desplazamiento. En eso consiste la "integración" de los hitos orientativos, a saber, en ser sucesivamente conectados mediante recorridos. De ahí que tenga importancia distinguir entre percibir objetos aislados o percibir un entorno urbano; es más, la misma distinción puede trazarse entre percibir un entorno que se domina en un golpe de vista (una habitación) o percibir el entorno urbano que constituye el escenario de un desplazamiento. Esta distinción conduce a muchos investigadores a hablar de espacios en micro o macro escala. El uso del término escala no alude al uso habitual en la cartografía; en este caso más bien se refiere al mecanismo de percibir puesto en juego. El mecanismo consiste en

manejar un golpe de vista (espacio en micro escala) o por el contrario en manejar visiones que se van empalmando en una sucesión temporal (espacio en macro escala).

Queda por tanto descartada la interpretación literal de la voz "mapa" cuando hablamos de mapa cognitivo. El mapa cognitivo es o consiste en información espacial, pero de ningún modo se trata de una información desplegada sobre un plano. Es información que guía al peatón urbano pero no es una información gráficamente dibujada. Es información que sirve a su poseedor para la resolución de múltiples problemas espaciales; por consiguiente es una información que posibilita la adopción de múltiples orientaciones en un entorno urbano. Esa información, que tiene su asiento en la mente, genera y establece relaciones en el espacio en que nos movemos y por ello recibe la denominación de "mapa cognitivo". Como lectura ilustrativa recomendamos B. Kuipers, The "Map in the Head" Metaphor (Environment and Behavior; 1982, 14, pags. 202-220).

LA EXPLORACIÓN DE LOS MAPAS COGNITIVOS.

Fundamentos para iniciar una búsqueda de datos

El mapa cognitivo se nos plantea a partir de aquí a la manera de una búsqueda geográfica. Nos lanzamos al trabajo de campo, es decir, a la búsqueda de datos. Después vendrá la representación. Por lo que se ha dicho en las páginas precedentes, una cosa ha debido de quedar clara: el territorio que investigamos pertenece al reino mental del habitante urbano. El entorno urbano adquiere esa rara doblez, según la cual mantiene su presencia arquitectónica y a la vez se instala en la interioridad mental. Más que de un territorio propiamente dicho lo que buscamos es cómo se configura la información sobre el territorio. Esa información no está a la vista y se esconde entre los innumerables pliegues de unos archivos mentales. La gran pregunta que se nos viene encima, cuando intentamos romper la caparazón de los mapas cognitivos, es precisamente ¿cómo vamos a acceder a un archivo mental?

Sobre la importancia del mapa cognitivo no vamos a extendernos. El geógrafo siempre ha vivido de las observaciones que encontraba a su paso por la tierra. Tenía un sometimiento absoluto a lo que pudieran ver sus ojos y en la representación buscaba un dibujo visual que reprodujera los objetos vistos; así es como nacían los mapas y los planos como una reproducción que en su máxima expresión se acercara a la fotografía. Ahora le venimos a decir a ese mismo geógrafo que nos explique la conducta espacial de la gente. Y si nos situamos en el medio urbano, que es el regazo territorial de las mayorías, le pedimos que nos explique cómo es la visión mental que tiene la gente para andar y desenvolverse con seguridad en el medio urbano. Esa visión mental poco tiene que ver con la fotografía; ni siquiera nos sirve como explicación el plano urbano porque sospechamos, más aún, sabemos con certeza que el plano urbano no es la guía mental que utiliza el habitante común de la ciudad.

(Aguirre_Constancio_de_Castro)

RELEVANCIA Y FUNCIONES DE LA UNIVERSIDAD

La Universidad desempeña un papel esencial para el logro de diferentes objetivos sociales que van más allá de la estricta formación de los alumnos. De hecho, a diferencia de otras etapas de la enseñanza, el protagonismo de la Universidad se extiende a cuatro esferas distintas, aunque estrechamente vinculadas:

- Formación de los estudiantes: los estudios de grado, postgrado y doctorado culminan, al menos en el que podemos denominar marco educativo reglado, la educación que reciben los estudiantes que los cursen. Constituyen, por tanto, la última etapa formativa que los alumnos universitarios completarán antes de entrar en el mercado laboral. La calidad de esta formación y su adecuación a las necesidades del mercado laboral serán clave para la empleabilidad de esa mano de obra, así como para la continuidad de la formación en procesos de aprendizaje permanente (*lifelong learning*).

- Generación de conocimiento: los centros universitarios son, por definición y tradición, uno de los pilares fundamentales de la investigación en cualquier sociedad. La medida en que las Universidades se muestren capaces de generar conocimiento será uno de los determinantes del modo en que la economía y el conjunto de la sociedad respondan a las exigencias de la actual era del conocimiento.
- Transmisión y aplicación del conocimiento: el conocimiento generado por la Universidad, fundamentalmente a través de sus actividades de investigación, no puede ni debe quedar encerrado en los límites de la propia Universidad. Al contrario, debe hacerse público, pues si no se aplica, no cumple su función esencial para el conjunto de la economía y la sociedad.
- Divulgación de cultura, ciencia y tecnología hacia la sociedad: el mundo universitario, en tanto que protagonista cultural, científico y tecnológico, no puede convertirse en una torre de marfil aislada de la sociedad en que se inserta, sino que

debe ser un referente social en el acceso al conocimiento. Es más, la Universidad ha de ser un elemento dinamizador, no sólo en los planos cultural y científico, sino también en el social.

RELEVANCIA Y FUNCIONES DE LA UNIVERSIDAD

Parece, por tanto, que la Universidad desempeña en la sociedad y en la economía actuales un papel incluso más importante que el tradicional. La capacidad competitiva a medio plazo de cualquier país desarrollado, así como sus niveles de cohesión social, dependen hoy esencialmente de sus posibilidades de generar y aplicar conocimiento. Esto es lo que opina, por ejemplo, la Comisión Europea, según la cual “*la economía y la sociedad del conocimiento nacen de la combinación de cuatro elementos interdependientes: la producción del conocimiento, esencialmente por medio de la investigación científica, su transmisión mediante la educación y la formación, su difusión a través de las tecnologías de la información y la comunicación, y su explotación a través de la innovación tecnológica*” (Comisión Europea 2003, p.5).

De acuerdo también con la Comisión, “la Unión Europea necesita un entorno universitario saneado y floreciente. Europa necesita excelencia en sus Universidades para optimizar los procesos que sustentan la sociedad del conocimiento” (Comisión Europea 2003, p.2). Una afirmación aplicable directamente al caso español –no sólo porque la UE sea nuestro marco natural-, en forma de llamamiento a la aplicación de medidas impulsoras de la calidad de nuestras Universidades.

(Circulo_De_Empresarios_De_Madrid, 2007)

PLANTEO DE LA PROBLEMÁTICA

OBJETIVO PROPUESTO

La Universidad es uno de los componentes de la sociedad, encargada de la formación académica de personas, las cuales, con su desempeño profesional, satisfacen las necesidades de conocimiento de las industrias. Dada esta intrínseca relación, nos propusimos el objetivo de buscar un método para evaluar las carreras universitarias con respecto a las necesidades de profesionales en la sociedad. De esta manera se podría mantener los planes de estudio actualizados, es decir, con enseñanzas acordes a los tiempos actuales, identificando donde hay falencias de conocimientos y cuales están quedando fuera de uso. Para la realización de este estudio, simplificamos el modelo para un caso en particular, centrado en la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad del Norte Santo Tomas de Aquino.

PLANTEO DEL MAPA COGNITIVO

Como primer paso de la investigación, analizamos diferentes técnicas para plantear el problema, encontrando en los mapas cognitivos la más adecuada para dicha tarea. Estos están compuestos por conceptos y las relaciones entre estos conceptos. Primeramente, para el caso particular, definimos tres conceptos:

- **Universidad (U):** Se refiere a todo aquello vinculado a la enseñanza académica, como carreras universitarias, post-gados, diplomaturas, cursos, etc. Tanto del ámbito público como privada.
- **Profesionales (P):** Se refiere a los conocimientos adquiridos por las personas que terminan de cursar algún grado académico.
- **Industria (I):** Se refiere a todo lugar o ámbito en el cual el profesional desempeña su tarea. De este conceptos surgen las necesidades de la sociedad hacia la Universidad respecto a la formación de profesionales.

Estos conceptos están relacionados íntimamente de tal forma que la industria vuelca sus requerimientos hacia la Universidad, esta forma profesionales académicamente, los cuales, a su vez hacen sus aportes profesionales a las industrias y a la Universidad misma.

El mapa cognitivo general quedaría constituido como se indica en la ilustración 3:

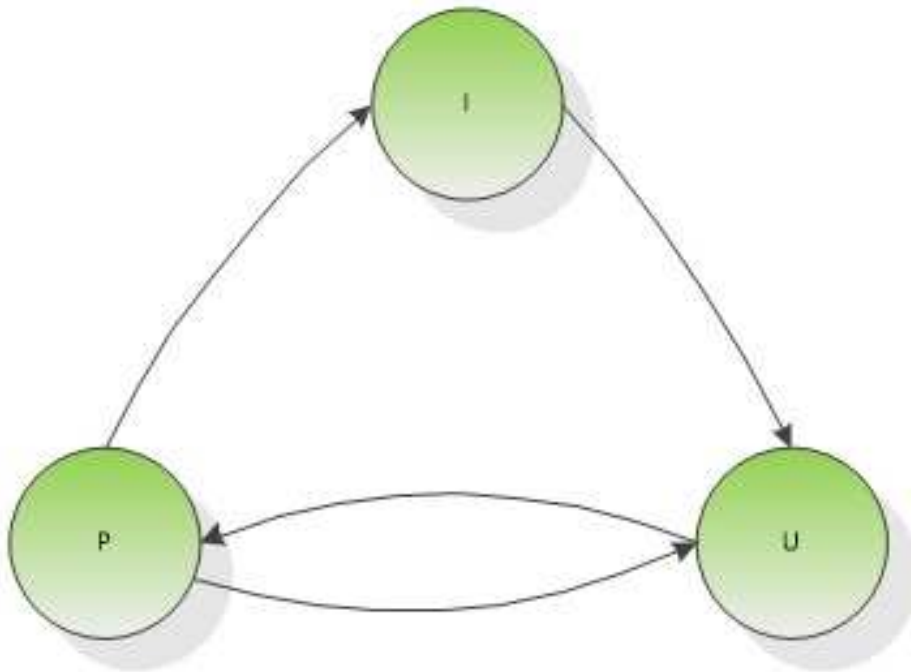


ILUSTRACIÓN 3- MAPA COGNITIVO GENERAL

A su vez, estos conceptos tienen relación con sub-conceptos que se describen a continuación:

- Universidad está compuesta por los subconceptos de las distintas carreras de grado, post-grado, pre-grado, etc. (C_i). En el problema particular aquí planteado, esto se particulariza para la carrera de Ingeniería Informática de la UNSTA.
- Profesionales los subconceptos que la componen son las distintas áreas en las que una persona se forma académicamente, es decir, por los conocimientos individualizados adquiridos durante el cursado de su carrera. Esto se expresa en las materias cursadas

y aprobadas (M_i). En particular, de las materias de la carrera de Ingeniería Informática.

- Industria está compuesto de las diferentes aéreas industriales presentes en la sociedad (A_i). En nuestro caso de estudio está centrado en las industrias del NOA. Estas aéreas a su vez presentan sus requerimientos de conocimientos profesionales (R_i), en nuestro caso, analizamos los requerimientos de profesionales del área de IT.

En la ilustración 4 se muestra el mapa cognitivo total

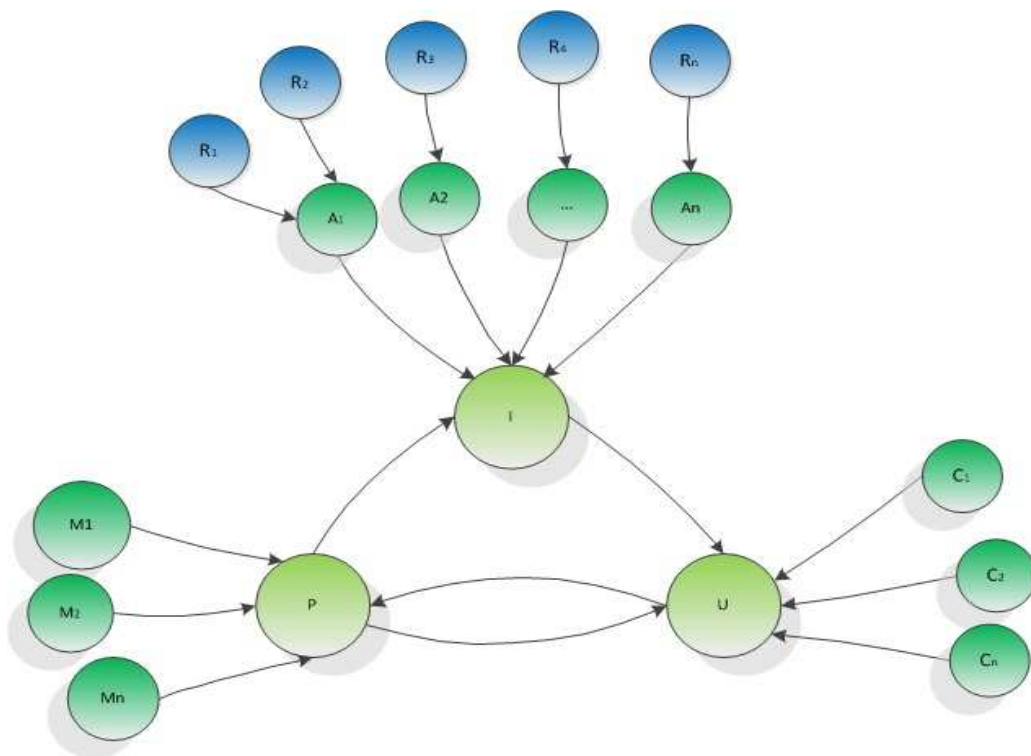


ILUSTRACIÓN 4 - MAPA COGNITIVO TOTAL

REQUERIMIENTOS INDUSTRIALES

Una vez identificados todos los conceptos generales y particulares, seleccionamos para trabajar solo aquellos que interesan al estudio particularizado. En el caso de **Universidad**, nos concentramos solo en la carrera de Ingeniería Informática de la UNSTA, es decir que es la carrera a ser evaluada. Por lo tanto, para **Profesionales** tomamos las materias del Plan Académico del año 2008 de dicha carrera. Para **Industria**, identificamos cuatro áreas en la cual se emplean Ingenieros Informáticos. A su vez, cada una de estas cuatro áreas presentan una serie de requisitos profesionales, donde alguno de ellos son comunes a diferentes áreas y en diferente grado de necesidad. Estas áreas son:

- **Industria Pesada:** compuesta por la agroindustrias, minería, metalmecánica, automotriz, citrícola, etc. En el NOA, esta área industrial tiene una incidencia en el empleo general de 38% (INDEC 2011).
- **Telecomunicaciones:** compuesta por empresas de telefonía, fija y móvil, ISP, radioenlaces, colocación de antenas de comunicación, etc. La incidencia en el empleo en el NOA es de 17% (INDEC 2011).
- **Desarrollo de Software:** compuesta por pequeñas, medianas y grandes empresas que desarrollan software para el mercado internacional, nacional y local. Esta área tiene una incidencia en el empleo del NOA de 10% (INDEC 2011).
- **Servicios y gobierno:** compuesta por cuentapropistas en el área de IT, comercio, empleados y departamentos gubernamentales, etc. La porción de empleo de esta área en el NOA es de 35% (INDEC 2011).

En las ilustraciones 5, 6, 7 se muestra la incidencia del empleo en Jujuy, Salta y Tucumán. En la Ilustración 8 se indica el promedio de NOA.

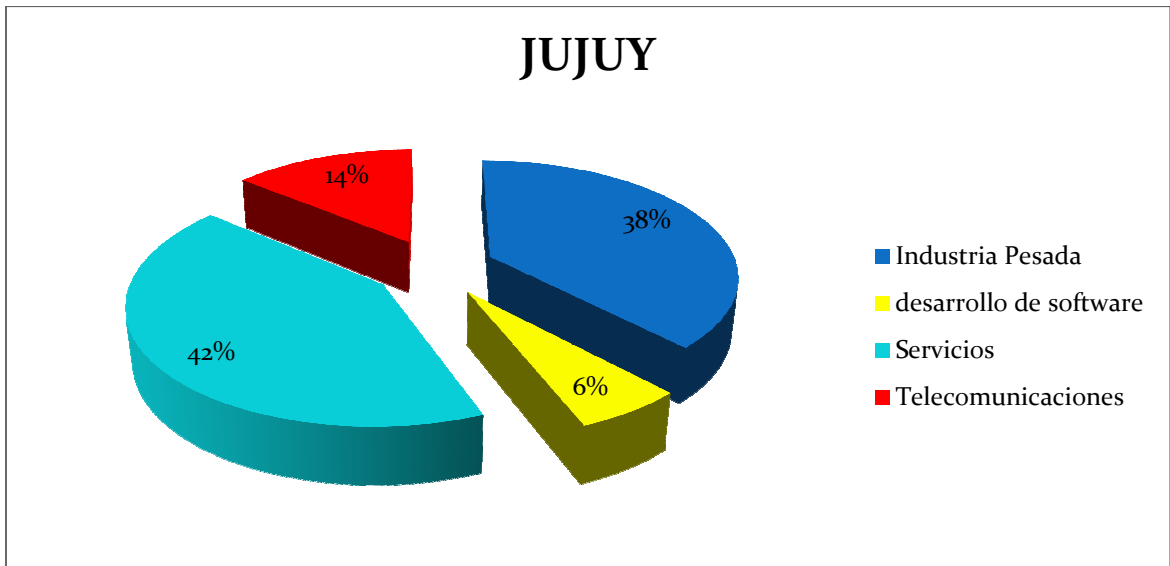


ILUSTRACIÓN 5- DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO EN JUJUY

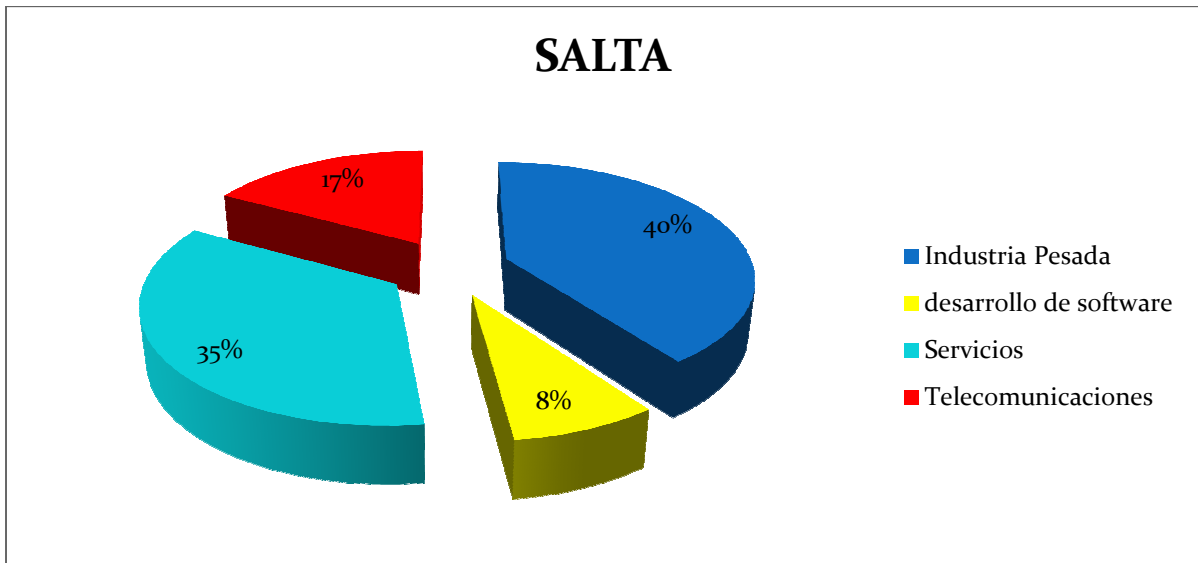


ILUSTRACIÓN 6 - DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO EN SALTA

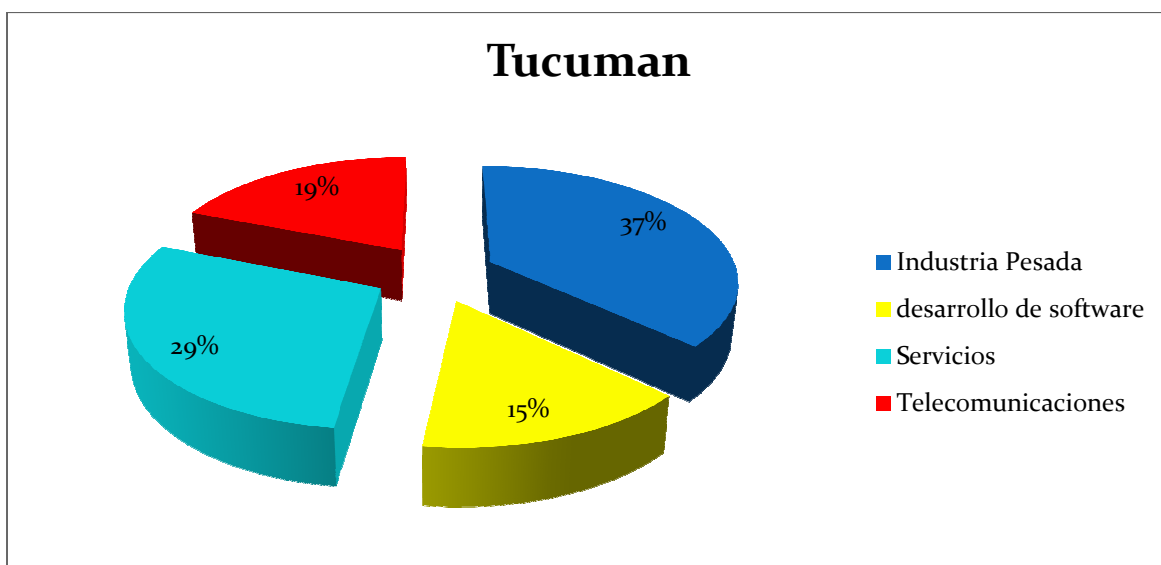


ILUSTRACIÓN 7 - DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO EN TUCUMÁN

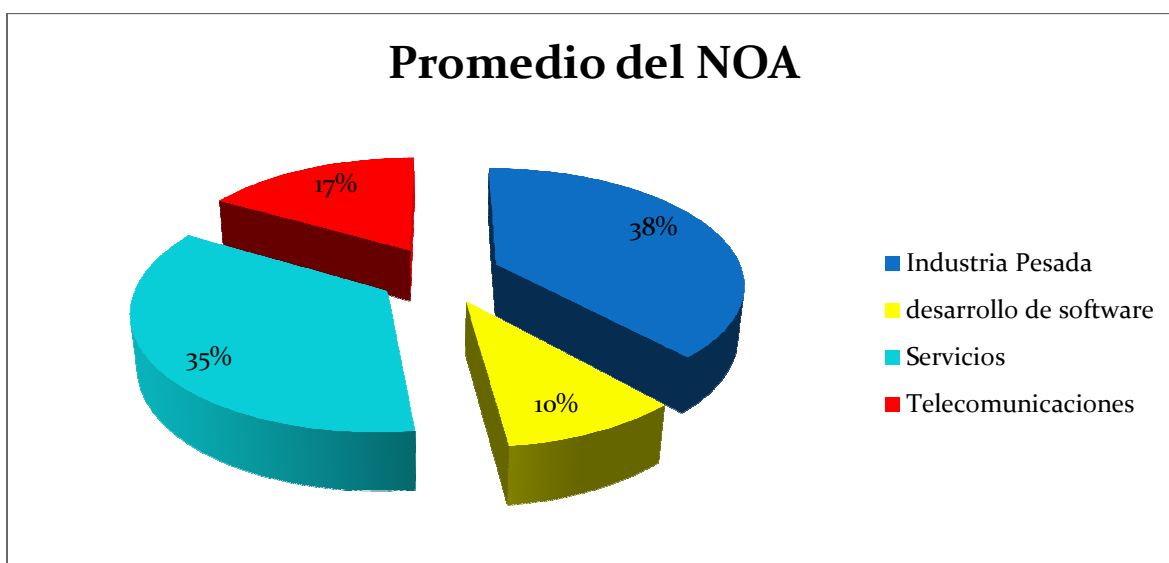


ILUSTRACIÓN 8 - DISTRIBUCIÓN PROMEDIO DEL NOA

Para la obtención de los requerimientos en el área de IT de las diferentes áreas, se realizó una serie de entrevistas con los responsables de Recursos Humanos de distintas empresas, solicitando que señalen todos los conocimientos necesarios que debería tener un aspirante a un puesto en el área de IT de la empresa, ya sea que el puesto este vacante o haya sido cubierto en los últimos 5 años, de forma que los requerimientos obtenidos sean más representativos de la realidad. De esta forma obtuvimos un listado de 32 requerimientos, algunos de los cuales son comunes a dos o más áreas y otros son exclusivos de cada área sin estar presentes en ninguna otra.

Los requerimientos obtenidos se listan en la Tabla 2:

Requerimiento	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> Implementación de redes 	Poner en funcionamiento una red de computadoras con los diferentes tipos de activos que existen en el mercado actual, Conocer los diferentes tipos de medios de transmisión, y poder interactuar con ellos.
<ul style="list-style-type: none"> Soporte técnico Hardware y Software 	Conocer los Distintos dispositivos de una PC y Servidores y los software convencionales existentes en el mercado para el mantenimiento de los sistemas, para poder resolver conflictos de manera acertada.
<ul style="list-style-type: none"> Administración BD 	Tareas: dar soporte y gestionar, bases de datos corporativas. Los administradores de bases de datos, crean y configuran bases de datos relacionales. Los administradores de bases de datos, son responsables de la integridad de los datos y la disponibilidad. Los administradores de bases de datos, diseñan, despliegan y monitorizan servidores de bases de datos.
<ul style="list-style-type: none"> Telefonía IP 	Tareas: Diseñar, Implementar ,gestionar centrales de telefonía ip. Con sus dispositivos y accesorios.

<ul style="list-style-type: none"> • Implementador 	<p>Tareas: desplegar distintos tipos de software de administración y aplicaciones varias en entornos corporativos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Automatización y control 	<p>Aplicar la integración de tecnologías de vanguardia que son utilizadas en el campo de la automatización y el control automático industrial las cuales son complementadas con disciplinas paralelas al área tales como los sistemas de control y supervisión de datos, la instrumentación industrial, el control de procesos y las redes de comunicación industrial.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Analista funcional 	<p>Elaborar el análisis funcional de nuevas aplicaciones para la organización, así como actualizar y mejorar las ya existentes; es decir, debe controlar, analizar y supervisar el desarrollo funcional de las aplicaciones informáticas, asegurando su correcta explotación y su óptimo rendimiento.</p> <p>Presta apoyo a los distintos usuarios; es decir, realiza una labor de asesoramiento y capacitación, con el fin de evitar cualquier problema que pueda surgir con los programas y obtener así el máximo rendimiento de los mismos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad Informática 	<p>El Analista deberá implementar reglas, protocolos y estándares con el objetivo de minimizar los riesgos en la infraestructura o a la información, La seguridad informática comprende software, bases de datos, metadatos, archivos y todo lo que la organización valore (activo) y signifique un riesgo si ésta llega a manos de otras personas. Este tipo de información se conoce como información</p>

	privilegiada o confidencial.
<ul style="list-style-type: none"> • TCP/IP • Diseño de BD 	Tareas: Diseño base de datos corporativas. Los administradores de bases de datos, diseñan y configuran bases de datos relacionales.
<ul style="list-style-type: none"> • Programación 	Codificar, depurar y mantener el código fuente de programas computacionales.
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de requerimientos 	Proceso de descubrimiento, refinamiento, modelado y especificación. Se refinan en detalle los requisitos del sistema y el papel asignado al software.
<ul style="list-style-type: none"> • VPN 	Extensión de red local de una entidad utilizando dispositivos de hardware y software.
<ul style="list-style-type: none"> • Asesoramiento IT 	Conocer las tecnologías existentes en el mercado con la necesidad de actualización permanente con el objetivo de Asesorar a las empresas sobre nuevas implementaciones y tecnologías.
<ul style="list-style-type: none"> • Administrador de servidores 	Instalación, configuración, seguridad y virtualización de servidores informáticos.
<ul style="list-style-type: none"> • Electrónica Aplicada 	Electrónica orientada a la automatización.
<ul style="list-style-type: none"> • SAP 	Software de Gestión empresarial.
<ul style="list-style-type: none"> • Auditoria informática 	Implementación de reglas, protocolos y estándares con el objetivo Controlar y recomendar cambios en los ambientes informáticos del cliente, con el objetivo de cumplir ciertos estándares internacionales.
<ul style="list-style-type: none"> • Fibra óptica 	Sistema de transmisión óptico de datos Voz y video.
<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad IP 	Tomar conocimientos de dispositivos y configuración de los mismos para satisfacer las necesidades del cliente. (control de accesos ,

	barreras, cámaras de seguridad, software de intrusión)
• Diseño de redes	Conceptos Básicos de Diseño y estándares de Instalación de redes, para que el estudiante logre reconocer la problemática de problema planteado y lo resuelva eficientemente.
• Radio-enlaces	Calculo de enlaces Digitales teniendo en cuenta factores que alteran esta disciplina. (Calculo de elevación del suelo, calculo de espacio libre, Frecuencia utilizada, perdida del cable).
• Conmutación telefonía tradicional	Nociones básicas del funcionamiento de la telefonía tradicional.
• Detección de fallas de redes	Detectar los posibles problemas en redes de pequeña y mediana envergadura siguiendo los pasos para resolver el conflicto.
• Redes 3G	Conocimientos Básicos de esta tecnología su uso y funcionamiento.
• Redes MPLS	Funcionamiento de una red MPLS, sus usos y funciones.
• Diseño de pruebas	Diseño de técnicas de testeo de sistemas.
• Metodologías de desarrollo	Conjunto de técnicas y métodos que se llevan a cabo para desarrollar software de calidad.
• Uso de herramientas de desarrollo	Conocimiento de las herramientas actuales para desarrollo de sistemas.
• Gestión de proyectos	Estimación, planificación y gestión de riesgos de un proyecto informatico.
• Tester	Conocimientos de técnicas para probar los sistemas diseñados.

TABLA 2 - LISTA DE REQUERIMIENTOS PROFESIONALES

CUANTIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS INDUSTRIALES

Al no poderse establecer una cuantificación precisa, debido a las ambigüedades de las respuestas, para clasificar el grado de importancia, uso o necesidad de cada requerimiento, recurrimos a técnicas de lógica difusa para establecer dicho grado. Esta consta de valores semánticos o lingüísticos y de una función de pertenencia de dichos valores. La función de pertenencia más apropiada en nuestro caso es una triangular se describe en la ilustración 9:

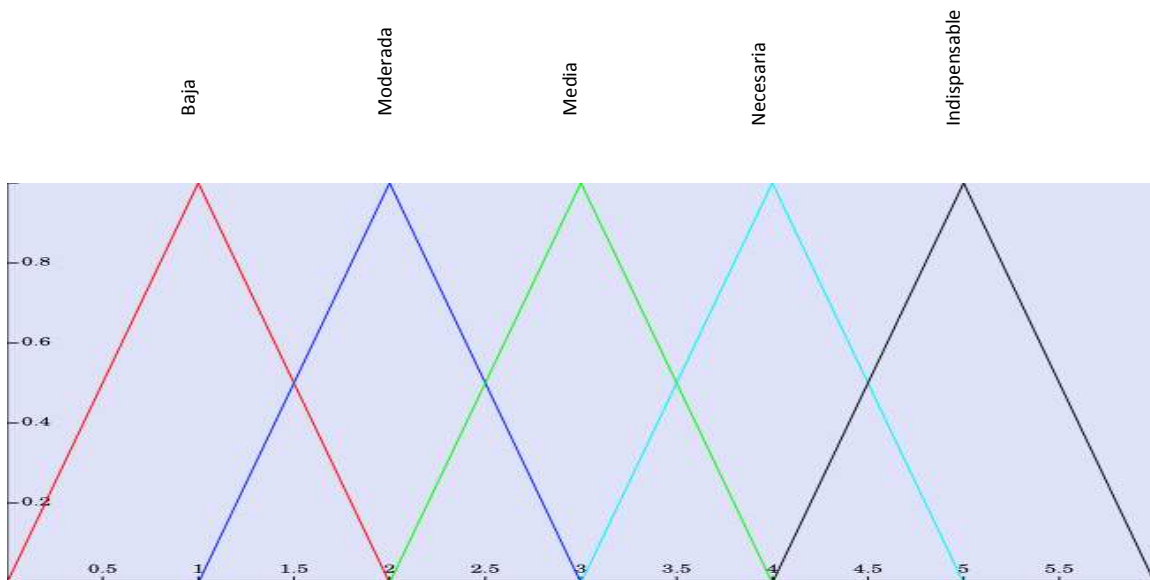


ILUSTRACIÓN 9 - FUNCIÓN DE PERTENENCIA

Seguindo esta función de pertenencia y los valores lingüísticos obtenidos en las entrevistas, confeccionamos una matriz con los grados de necesidad de cada requerimiento, la que se puede observar en la Tabla 3.

Requerimientos	Telecomunicaciones	Industria Pesada	Desarrollo	Servicios
Implementación de redes	5	3	2	5
Soporte técnico	0	4	3	5
Hardware y Software				
Administración BD	0	5	4	3
Telefonía IP	4	3	0	2
Implementador	0	1	2	4
Automatización y control	0	4	0	1
Analista funcional	0	2	4	2
Seguridad Informática	1	3	2	1
TCP/IP	3	3	1	0
Diseño de BD	0	3	5	0
Programación	0	3	5	0
Análisis de requerimientos	0	2	4	1
VPN	2	2	0	1
Asesoramiento IT	0	0	0	4
Administrador de servidores	0	2	2	1
Electrónica Aplicada	1	3	0	0
SAP	0	3	0	0
Auditoría informática	0	1	0	2
Fibra óptica	2	1	0	0
Seguridad IP	0	0	0	2
Diseño de redes	4	0	0	0

Radio-enlaces	4	0	0	0
Conmutación telefonía tradicional	3	0	0	0
Detección de fallas de redes	3	0	0	0
Redes 3G	3	0	0	0
Redes MPLS	3	0	0	0
Diseño de pruebas	0	0	3	0
Metodologías de desarrollo	0	0	3	0
Uso de herramientas de desarrollo	0	0	3	0
Gestión de proyectos	0	0	2	0
Tester	0	0	2	0

TABLA 3 - GRADO DE NECESIDAD DE REQUERIMIENTOS

METODOLOGÍA PROPUESTA

Partiendo de los requerimientos industriales, tomamos el programa académico de una materia cualquiera de Ingeniería Informática, y un experto evalúa el grado de cobertura de cada uno de los requerimientos tomando en cuenta el desarrollo de las unidades de la materia. Para cada requisito, a este grado se le asigna un valor dentro de un rango de 0 – 10, siendo 0 cuando la materia no tiene nada relacionado con el requerimiento y 10 cuando la materia aporta la totalidad de los conocimientos requeridos, a manera que el alumno se pueda considerar experto en el tema, sin necesidad de ninguna ampliación, este caso se da generalmente en carreras de post-grado, por ejemplo maestrías.

En la Ilustración 8 se esquematiza la evaluación individual de los requerimientos relacionados a una materia en particular.

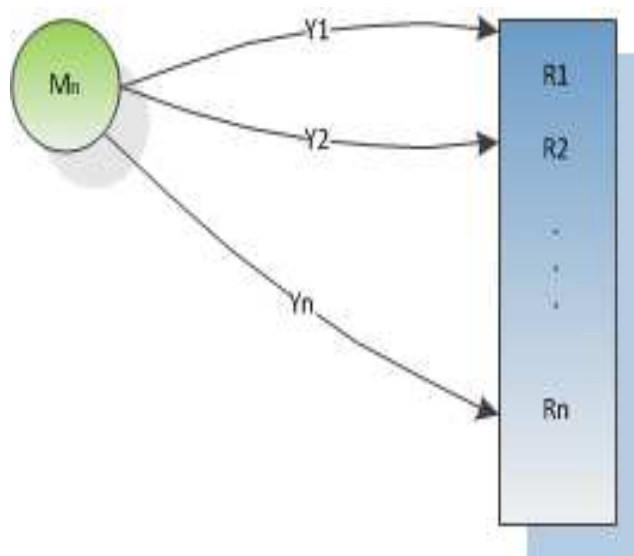


ILUSTRACIÓN 10 - EVALUACIÓN INDIVIDUAL

De esta manera queda asociado un vector a cada materia de la forma $M[y_1, y_2, \dots, y_n]$, donde y_n representa el grado de relación de la materia con un requerimiento particular.

Al repetir este procedimiento con todas las materias de la carrera y todos los requerimientos industriales, confeccionamos una matriz que toma la forma mostrada en la Tabla 4:

REQ	M_1	M_2	...	M_N
R_1	Y_{11}	Y_{21}	...	Y_{N1}
R_2	Y_{12}	Y_{22}	...	Y_{N2}
...
R_N	Y_{1M}	Y_{2M}	...	Y_{NM}

TABLA 4 - MATRIZ DE GRADO DE RELACIÓN

Paso seguido, procedemos a valorizar (V_m) cada materia con respecto a la totalidad de los requerimientos, mediante la siguiente fórmula:

$$Vm_j = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{ji} * r_i)}{\sum_{i=1}^n r_i}$$

V_m =valoración individual de la materia

Y_{ij} = grado de relación de la materia

R_i =promedio ponderado de requisito

ECUACIÓN 3 - CALIFICACIÓN INDIVIDUAL DE MATERIA

Dado que V_m representa el grado de cobertura de una materia con respecto a la totalidad de los requerimientos, la sumatoria de estos grados de todas las materias me proporciona una calificación de la carrera en su totalidad (C):

$$C = \sum_{i=1}^n Vm_i$$

ECUACIÓN 4 - CALIFICACIÓN GENERAL DE CARRERA

A su vez, para identificar donde están las falencias de enseñanza y cuales conocimientos están desactualizados, realizamos una evaluación de los requerimientos de forma individual obteniendo un valor relacionado a la necesidad actual de la industria (A_i). Esta evaluación a realizamos con la siguiente fórmula aplicada a la matriz de grado de relación:

$$A_j = r_j - \frac{\sum_{i=1}^n y_{ij}}{10} * r_j$$

A_j =grado de cobertura

Y_{ij} = grado de relación de la materia

R_i =promedio ponderado de requisito

ECUACIÓN 5 - EVALUACIÓN DE REQUISITOS

El conjunto de valores A_j son los componentes del vector A [A_1, A_2, \dots, A_m]. Este vector junto el vector de promedios ponderados de los requisitos, son las entradas de sistema experto basado en un controlador difuso, cuya función es determinar cuando a un concepto es necesario profundizarlo más en la curricula o si las materias están siendo redundantes con respecto a algún concepto en particular. Dicho controlador difuso se compone de dos variables de entradas difusas, llamadas Requisitos y Cobertura, una salida difusa llamada Resultado y un conjunto de reglas.

Este controlador difuso se esquematiza en la Ilustración 11.

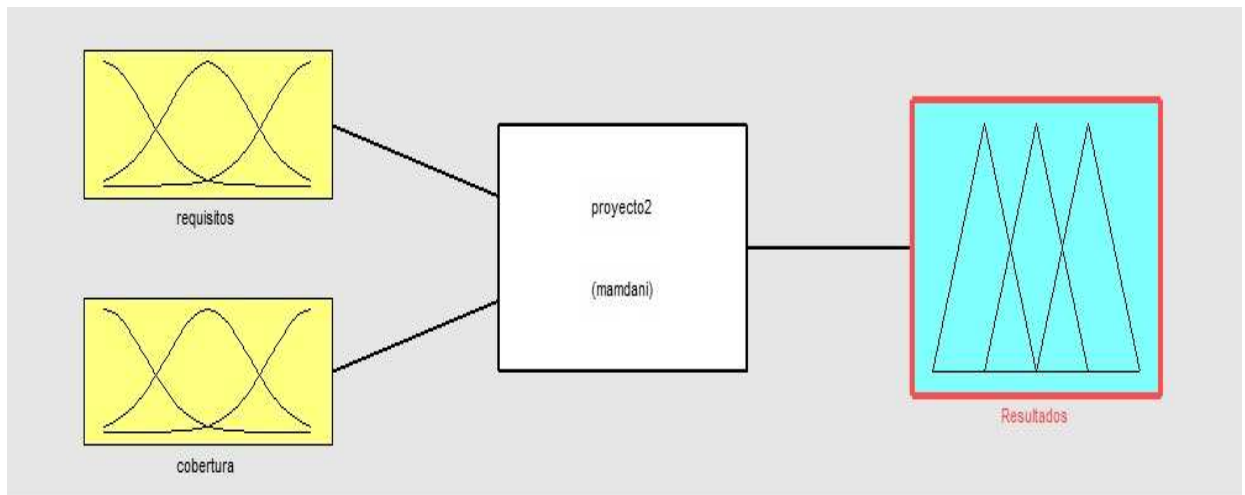


ILUSTRACIÓN 11 - ESQUEMA DEL CONTROLADOR DIFUSO

La función de pertenencia de cada entrada se muestra en las ilustraciones 12 y 13:

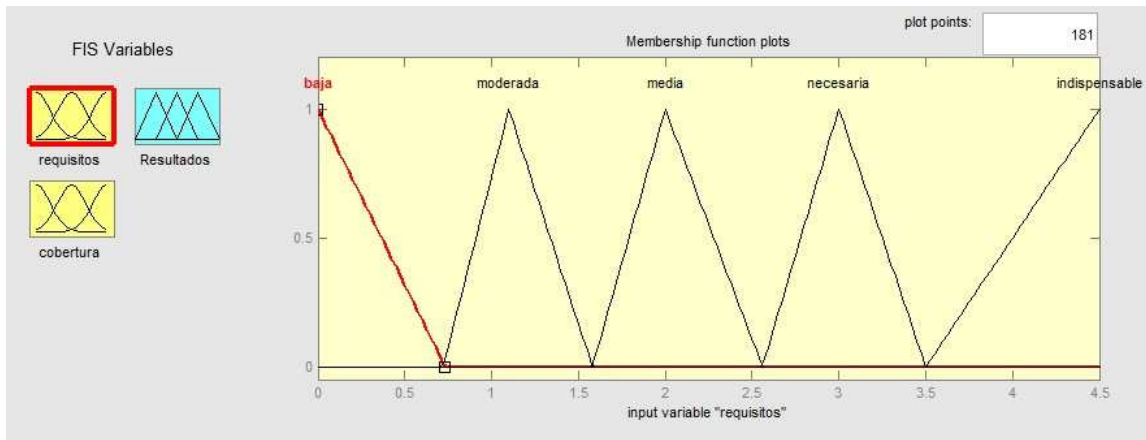


ILUSTRACIÓN 12 - VARIABLE REQUISITOS

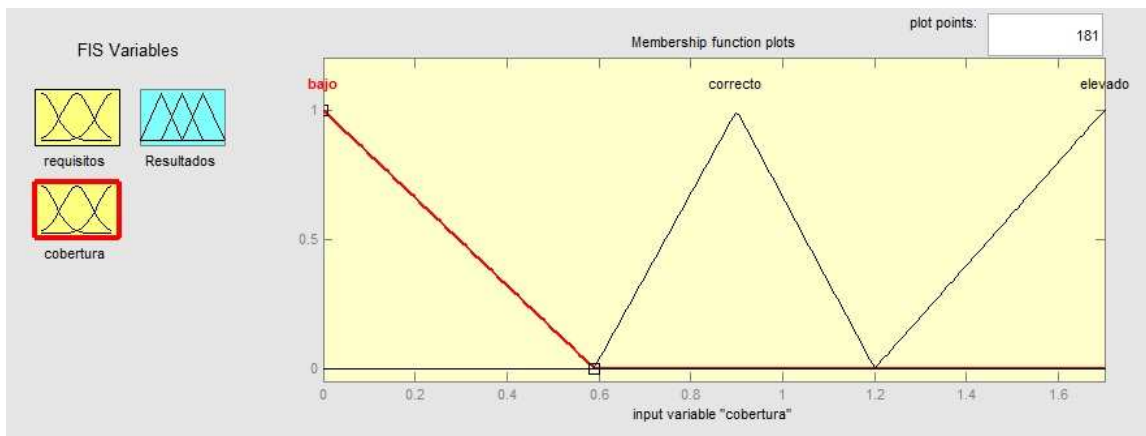


ILUSTRACIÓN 13 - VARIABLE COBERTURA

La función de pertenencia de la salida se muestra en la ilustración 14:

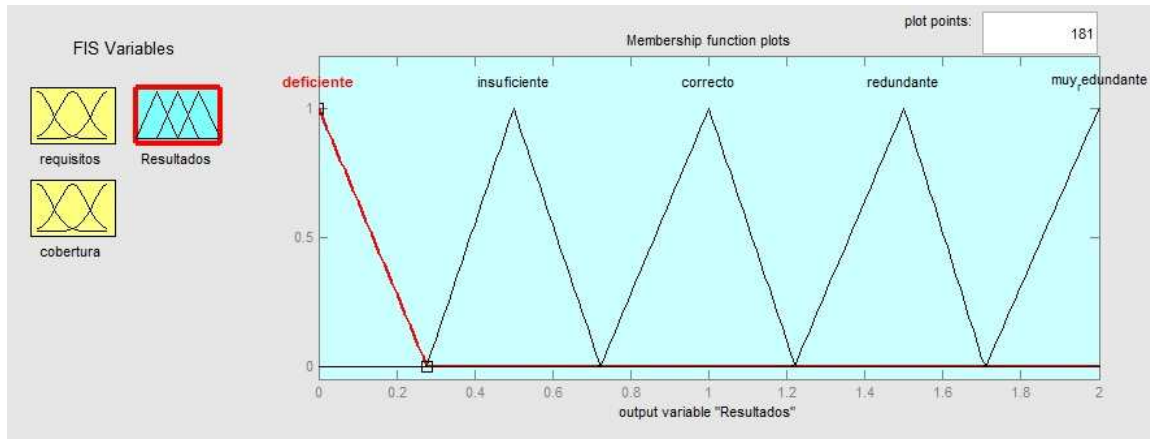


ILUSTRACIÓN 14 - SALIDA RESULTADO

El conjunto de reglas son de la forma IF(...) THEN (...), y se muestran en Ilustración 15.

1. If (requisitos is baja) and (cobertura is bajo) then (Resultados is correcto) (1)
2. If (requisitos is moderada) and (cobertura is bajo) then (Resultados is insuficiente) (1)
3. If (requisitos is media) and (cobertura is bajo) then (Resultados is insuficiente) (1)
4. If (requisitos is necesaria) and (cobertura is bajo) then (Resultados is deficiente) (1)
5. If (requisitos is indispensable) and (cobertura is bajo) then (Resultados is deficiente) (1)
6. If (requisitos is baja) and (cobertura is correcto) then (Resultados is correcto) (1)
7. If (requisitos is moderada) and (cobertura is correcto) then (Resultados is correcto) (1)
8. If (requisitos is media) and (cobertura is correcto) then (Resultados is correcto) (1)
9. If (requisitos is necesaria) and (cobertura is correcto) then (Resultados is correcto) (1)
10. If (requisitos is indispensable) and (cobertura is correcto) then (Resultados is insuficiente) (1)
11. If (requisitos is baja) and (cobertura is elevado) then (Resultados is muy_redundante) (1)
12. If (requisitos is moderada) and (cobertura is elevado) then (Resultados is muy_redundante) (1)
13. If (requisitos is media) and (cobertura is elevado) then (Resultados is redundante) (1)
14. If (requisitos is necesaria) and (cobertura is elevado) then (Resultados is redundante) (1)
15. If (requisitos is indispensable) and (cobertura is elevado) then (Resultados is correcto) (1)

ILUSTRACIÓN 15 - REGLAS DEL CONTROLADOR

Este conjunto de reglas, para una mejor interpretación, se puede representar como una superficie dentro de ejes coordenados ortogonales como se muestra en la Ilustración 16.

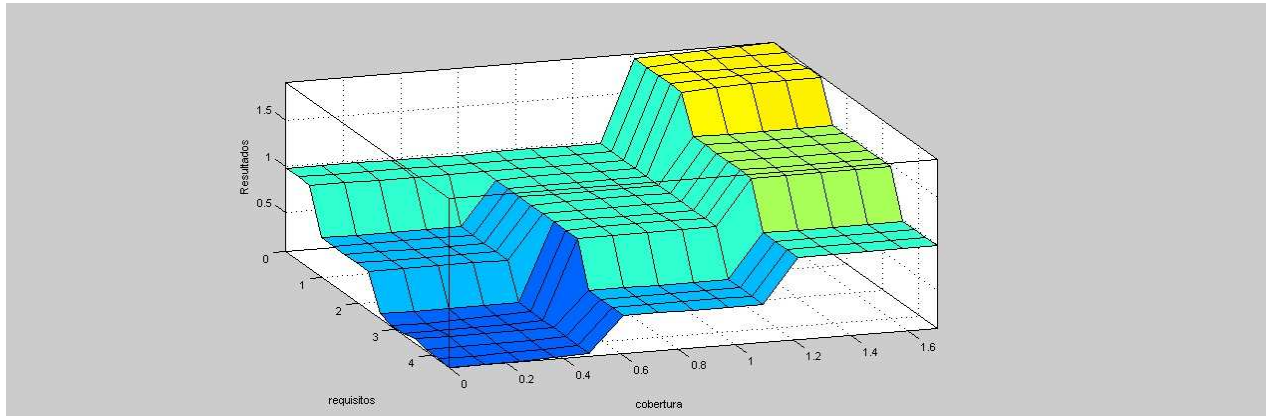


ILUSTRACIÓN 16 - REPRESENTACIÓN GRAFICA DE REGLAS

El controlador difuso queda representado gráficamente en la ilustración 17:

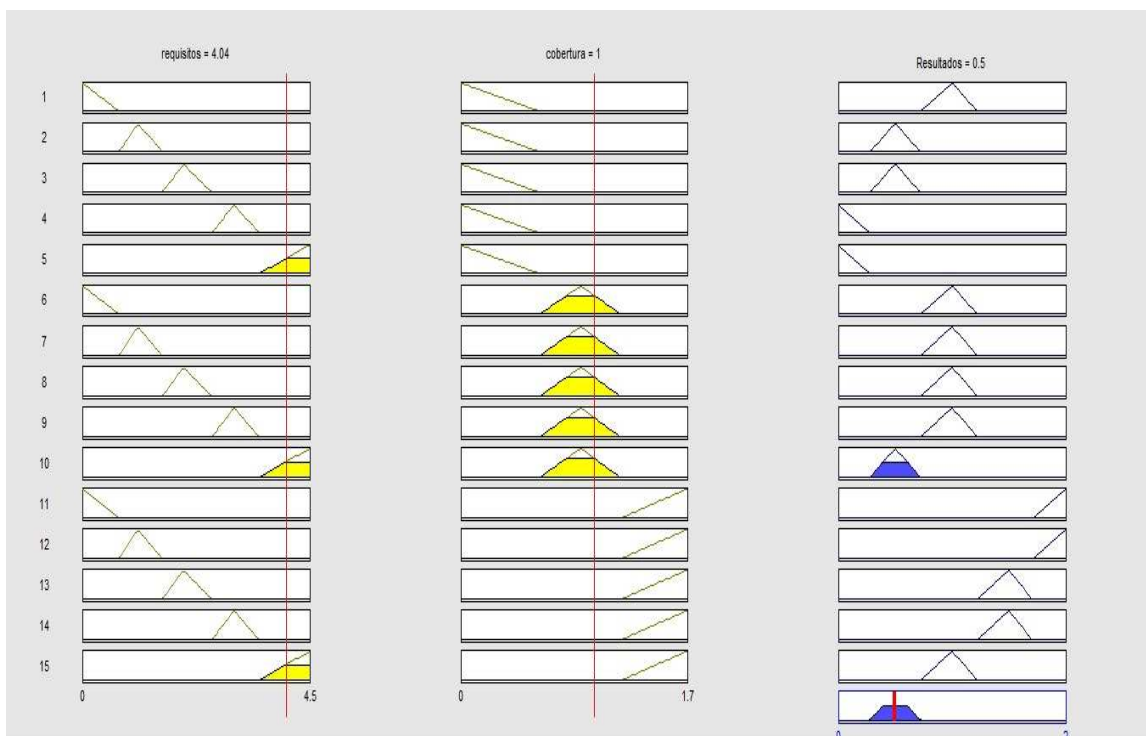


ILUSTRACIÓN 17 - REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL CONTROLADOR DIFUSO

EVALUACIÓN DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
DE LA UNSTA CON LA
METODOLOGÍA PROPUESTA.

Para la simplificación del estudio realizado, se planteo la evaluación de la carrera contra un solo parámetro de requisitos industriales. Dado que estos están divididos en cuatro áreas de acción diferentes, cada una con su implicancia en el empleo del NOA particular, se tomo como referencia el promedio ponderado por el grado de implicancia de cada una. De esto se desprende la Tabla 5:

Requerimientos	Promedio Ponderado
Implementación de redes	4,04
Soporte técnico Hardware y Software	3,57
Administración BD	3,35
telefonía IP	2,52
Implementador	1,98
Automatización y control	1,87
Analista funcional	1,86
Seguridad Informática	1,86
TCP/IP	1,75
Diseño de BD	1,64
Programación	1,64
Análisis de requerimientos	1,51
VPN	1,45
Asesoramiento IT	1,4
Administrador de servidores	1,31
Electrónica Aplicada	1,31
SAP	1,14
Auditoria informática	1,08
Fibra óptica	0,72
Seguridad IP	0,7
diseño de redes	0,68
radio-enlaces	0,68
Conmutación telefonía	0,51

tradicional	
Detección de fallas de redes	0,51
Redes 3G	0,51
Redes MPLS	0,51
Diseño de pruebas	0,3
Metodologías de desarrollo	0,3
Uso de herramientas de desarrollo	0,3
Gestión de proyectos	0,2
Tester	0,2

TABLA 5 - PROMEDIOS PONDERADOS DE REQUERIMIENTOS

La carrera de Ingeniería Informática de la Universidad del Norte Santo Tomas de Aquino, consta de 54 materias en total listadas en la Tabla 6

Ingeniería Informática	
Matemática I	Programación III
Física I	Comunicación de Datos
Formación Humanística I	Formación Humanística IV
Álgebra I	Arquitectura de Computadores II
Introducción a la Informática	Sistemas de Información I
Sistemas de Representación	Ingeniería de Software I
Idioma Extranjero I	Teleinformática I
Algebra II	Economía
Programación I	Inteligencia Artificial
Matemática II	Sistemas Operativos
Física II	Compiladores y Trasladores

Programación II	Teleinformática II
Formación Humanística II	Evaluación y Formulación de Proyectos
Álgebra Discreta	Organización Empresarial e Industrial
Idioma Extranjero II	Trabajo de Campo
Estructuras de Datos I	Seminario Humanístico I
Química General	Gestión Ambiental
Electrónica Básica	Evaluación y Selección de Equipos de Hardware
Estructuras de Datos II	Sistemas de Información II
Arquitectura de Computadores I	Ingeniería de Software II
Formación Humanística III	Auditoría de Sistemas
Métodos Numéricos	Legislación
Bases de Datos	Seguridad de Sistemas
Informática Teórica	Seminario Humanístico II
Teoría de Sistemas y Modelos	Seminario de Informática I
Probabilidad y Estadística	Seminario de Informática II
Investigación Operativa	Gestión de RRHH

TABLA 6 – LISTADO TOTAL DE MATERIAS

Debido a que no todas las materias están directamente relacionadas con los requerimientos, por ser de características de ciencias básicas o humanistas, se realizó el estudio un total de 31 materias que son del orden profesional. Las materias evaluadas se listan en la tabla 7 pueden verse los programas de contenidos de cada una en el anexo:

Ingeniería Informática			
M1	Arquitectura 1	M13	Sistemas Operativos
M2	Métodos Numéricos	M14	Compiladores y Trasladores
M3	Base de Datos	M15	Evaluación y Selección de equipos de Hardware
M4	Teoría de sistemas y modelos	M16	Sistemas de información 2
M5	Programación 3	M17	Ing de Software 2
M6	Comunicación de Datos	M18	Auditoria de Sistemas
M7	Arquitectura 2	M19	Seguridad de sistemas
M8	Sistemas de información 1	M20	Robótica Seminario
M9	Ing. Software 1	M21	Calidad de Software
M10	Teleinformática 1	M22	Programación 1
M11	Teleinformática 2	M23	Programación 2
M12	Inteligencia Artificial	M24	Electrónica Básica

TABLA 7 - MATERIAS EVALUADAS

Para la evaluación de carrera con la metodología propuesta, se desarrollo un software, por los integrantes del grupo de investigación, el cual requiere la introducción de los grados de cobertura de los requerimientos para cada materia. En Tabla 8 se encuentra desarrollada la evaluación de las 24 materias respecto a la cobertura de los requerimientos industriales de cada una de ella.

	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
M1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0		
M3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0		
M5	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M7	0	2	2	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M8	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	
M9	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	4	0	0	0	0	
M 10	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M 11	3	0	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M 12	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	
M 13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0

M 15	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	0	
M 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
M 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M 19	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M 20	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M 21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	4		
M 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA 8 - EVALUACIÓN DE MATERIAS

De esta matriz procedemos a la calificación individual de las materias con la ecuación 1 obteniendo como resultados los valores mostrados en la Tabla 9:

Materia	Calificación
Arquitectura 1	0,356
Métodos Numéricos	0,054
Base de Datos	0,538
Teoría de sistemas y modelos	0,104
Programación 3	0,493
Comunicación de Datos	0,381
Arquitectura 2	0,622
Sistemas de información 1	0,198
Ing. Software 1	0,410
Teleinformática 1	0,675
Teleinformática 2	0,762
Inteligencia Artificial	0,269
Sistemas Operativos	0,240
Compiladores y Trasladores	0,099
Evaluación y Selección de equipos de Hardware	0,686
Sistemas de información 2	0,048
Ing. de Software 2	0,202
Auditoria de Sistemas	0,104
Seguridad de sistemas	0,225
Robótica Seminario	0,244
Calidad de Software	0,063
Programación 1	0,079
Programación 2	0,119
Electrónica Básica	0,063

TABLA 9 - CALIFICACIÓN INDIVIDUAL DE MATERIAS

Aplicando la ecuación 2, obtenemos una calificación general de la carrera de **7,034** sobre 10. Esto nos indica una buena cobertura general de los requerimientos industriales, pero con necesidad de mejorar en algunas facetas, ya que hemos detectado falencias. Para identificar donde hay que mejorar, primero aplicamos la ecuación 3, de manera de obtener una de las entradas al controlador difuso. Los resultados de esta ecuación se muestran en la Tabla 10:

Requisito	Cobertura
Implementación de redes	1
Soporte técnico Hardware y Software	0,9
Administración BD	0,9
telefonía IP	0,1
Implementador	0,6
Automatización y control	0,6
Analista funcional	1,5
Seguridad Informática	0,5
TCP/IP	0,8
Diseño de BD	0,6
Programación	1,1
Análisis de requerimientos	1
VPN	0
Asesoramiento IT	1,2
Administrador de servidores	0,8
Electrónica Aplicada	0,7
SAP	0
Auditoria informática	0,5
Fibra óptica	0,1
Seguridad IP	0

diseño de redes	1,2
radio-enlaces	0,3
Conmutación telefonía tradicional	0,3
Detección de fallas de redes	0,2
Redes 3G	0
Redes MPLS	0,1
Diseño de pruebas	1,1
Metodologías de desarrollo	1,3
Uso de herramientas de desarrollo	0,7
Gestión de proyectos	1,3
Tester	0,5

TABLA 10 - GRADO DE COBERTURA

Luego, desarrollamos un software el cual realiza la evaluación con el controlador difuso descrito anteriormente. Este software fue desarrollado con el entorno MatLab de MathWork Inc. En el mismo se introducen los dos valores fuzzy de las variables Requisitos y Cobertura, y con ellos procede a la evaluación con el controlador difuso dando un resultado numérico e indicando en la grafica de resultado su pertenencia.

La interfaz del software puede verse en la Ilustración 18

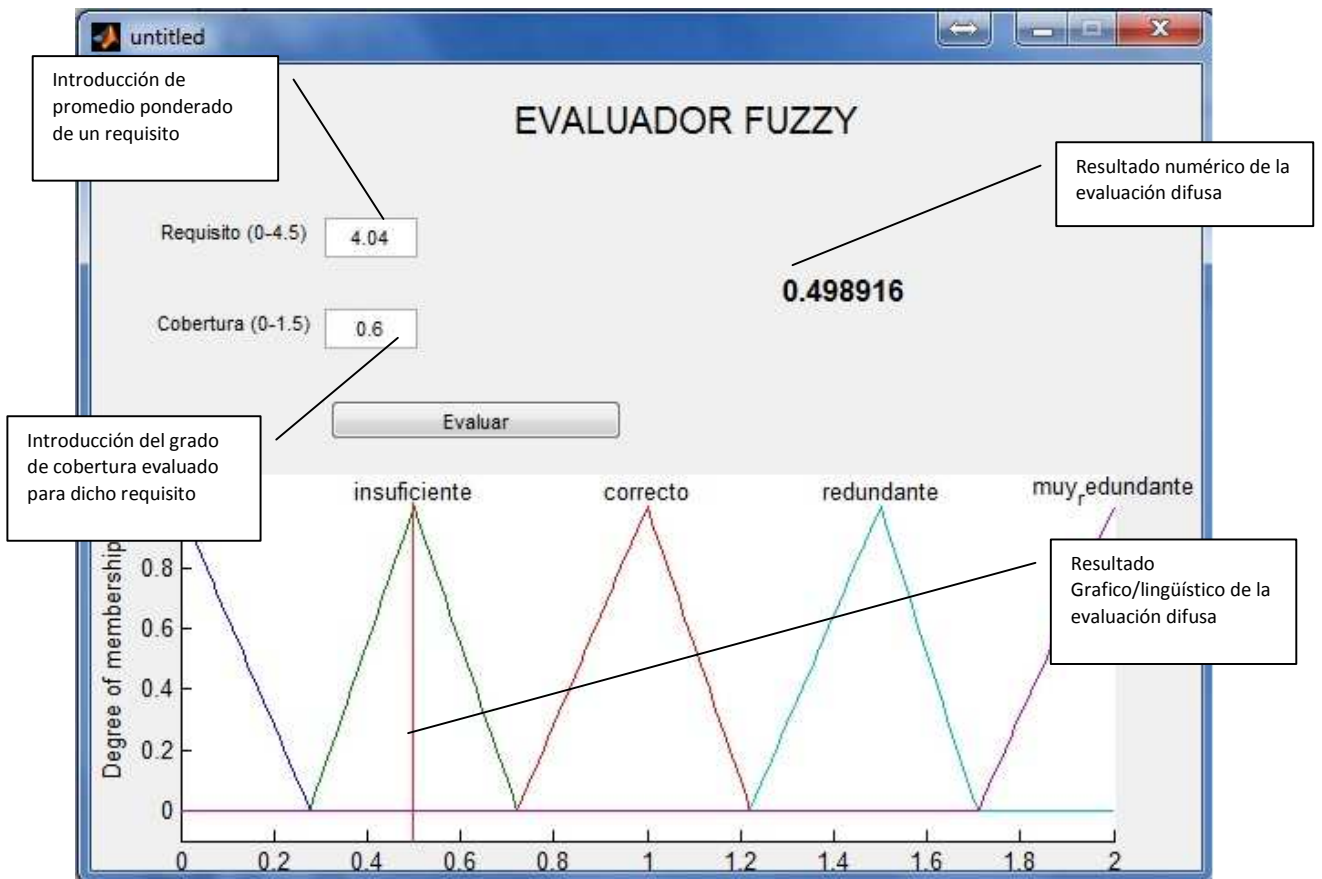


ILUSTRACIÓN 18 - INTERFAZ DEL SOFTWARE EVALUADOR

Introduciendo los vectores formados por la tabla 4 (Promedios Ponderados de Requisitos) y por la tabla 9 (Grado de Cobertura) en el software evaluador, obtenemos los resultados para todos los conceptos representados en los requisitos industriales. Esta evaluación se encuentra condensada en la Tabla 11.

Requisitos	Promedio	Cobertura	Evaluación	Valor
				Lingüístico
Implementación de redes	4,04	1	0,4996	insuficiente
Soporte técnico Hardware y Software	3,57	0,9	0,4994	insuficiente
Administración BD	3,35	0,9	0,9784	correcto
Telefonía IP	2,52	0,1	0,4996	insuficiente
Implementador	1,98	0,6	0,9728	insuficiente
Automatización y control	1,87	0,6	0,9728	deficiente
Analista funcional	1,86	1,5	1,4729	redundante
Seguridad Informática	1,86	0,5	0,4995	insuficiente
TCP/IP	1,75	0,8	0,977	correcto
Diseño de BD	1,64	0,6	0,9728	correcto
Programación	1,64	1,1	0,9734	correcto
Análisis de requerimientos	1,51	1	0,9735	correcto
VPN	1,45	0	0	nulo
Asesoramiento IT	1,4	1,2	1,86	muy redundante
Administrador de servidores	1,31	0,8	0,9788	correcto
Electrónica Aplicada	1,31	0,7	0,9765	correcto
SAP	1,14	0	0	nulo
Auditoría Informática	1,08	0,5	0,4995	insuficiente
Fibra óptica	0,72	0,1	0,9755	correcto
Seguridad IP	0,7	0	0	nulo
radio-enlaces	0,68	0,3	0,9721	correcto
diseño de redes	0,68	1,2	1,86	muy redundante
Conmutación telefonía tradicional	0,51	0,3	0,9759	correcto

detección de fallas de redes	0,51	0,2	0,9759	correcto
Redes MPLS	0,51	0,1	0,9759	correcto
Redes 3G	0,51	0	0	nulo
Uso de herramientas de desarrollo	0,3	0,7	0,9765	correcto
Diseño de pruebas	0,3	1,2	1,86	muy redundante
Metodologías de desarrollo	0,3	1,3	1,8738	muy redundante
Tester	0,2	0,5	0,9738	correcto
Gestión de proyectos	0,2	1,3	1,8738	muy redundante

TABLA 11 - EVALUACIÓN DE CONCEPTOS

Esta evaluación nos da un recuento total resumido en la Tabla 12.

correcto	deficiente	redundante	insuficiente	muy redundante	nulo
14	1	1	6	5	4

TABLA 12 - RECUENTO TOTAL DE LA EVALUACIÓN

Los valores lingüísticos utilizados en esta evaluación, ya sea para las necesidades industriales como para calificación de las materias con cada requerimiento son puros, es decir que están representados por números enteros, pero esto no es restrictivo para la metodología propuesta, ya que al ser una metodología difusa admite cualquier valor intermedio. Por ejemplo algún requisito podría ser “bastante necesario” significando que es más que la media de necesario pero sin llegar a ser Indispensable. Esto puede ser usado para regular el grano del sistema según la necesidad y la precisión obtenida en la investigación previa.

CONCLUSIONES

Con esta metodología aplicada obtuvimos dos resultados de importancia. Uno de ellos es una calificación global de la carrera de Ingeniería Informática de la UNSTA, que es de **7.034** sobre 10 con respecto a las necesidades de las industrias lo que podría considerarse aceptable en primera instancia, sin desestimar la orientación profesional que esta Universidad marca para sus futuros egresados.

El otro resultado es la posibilidad de identificación dentro de los conceptos individualizados en los cuales hay alguna necesidad de llamado de atención, ya sea porque está faltando profundizar el tema, porque un concepto está siendo abordado en forma redundante o porque directamente que la necesidad industrial no está siendo tenida en cuenta por la facultad. Este último caso se da por ejemplo en la enseñanza de SAP (sistema de gestión empresarial), sistema que muchas empresas están implementando y que no está presente en el plan de estudio que brinda la Universidad. Esto se podría solucionar incorporando materias *Optativas*. De esta forma la Universidad cubriría los conceptos que en la actualidad tienen un valor de cobertura nulo de acuerdo a las necesidades de la industria, sin perjudicar ni quitar tiempo de clases a otra materia.

En base a los resultados obtenidos, sería posible la construcción de un sistema experto que recomiende cuales materias podrían ser modificadas para mejorar la valoración de estos resultados, sin que se modifique el perfil del egresado aceptado por el Ministerio de Educación.

La metodología propuesta en este trabajo muestra características interesantes al coincidir razonablemente con la realidad de la Universidad.

Para lograr prognosis en la Universidad que utilice este método aconsejamos que se ponga particular énfasis en la elección de un método que permita obtener valoraciones para las diferentes materias y requerimientos de forma automatizada mediante Data Mining, con la posibilidad de validación humana o automatizada con sistemas de auto aprendizaje. El inconveniente que puede presentar esta recomendación es que debido a las características de la región NOA, los datos sobre los cuales debería realizarse una tarea de Data Mining distan de tener la confiabilidad que se precisan para realizar una tarea efectiva lo que llevaría a tener una necesidad tener que recurrir nuevamente a un experto a quien se le solicitaría la delicada tarea de interpretar los resultados y expresar su grado de convencimiento relativo a la realidad.

PROYECCIONES

Consideramos que como continuidad del trabajo aquí realizado, se podría plantear un sistema experto que recabe los requerimientos industriales de forma automática y dinámica, como así también los programas académicos de las diferentes carreras de las diferentes universidades, almacenándolo en una base de datos junto con los resultados obtenidos de la evaluación. Esto permitiría hacer un seguimiento dinámico de cada carrera, evaluando su evolución y adecuación a los nuevos desafíos que surgen en la sociedad profesional.

También expondría una comparativa de carreras similares de diferentes universidades indicando el perfil profesional que cada institución imprime en sus egresados, permitiendo a los nuevos estudiantes la elección del establecimiento que más se acerque a sus preferencias.

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1-áreas de aplicacion</i>	36
<i>Tabla 2 - Lista de Requerimientos Profesionales</i>	66
<i>Tabla 3 - Grado de Necesidad de Requerimientos</i>	69
<i>Tabla 4 - Matriz de Grado de Relación</i>	71
<i>Tabla 5 - Promedios Ponderados de Requerimientos</i>	79
<i>Tabla 6 – Listado Total de Materias</i>	80
<i>Tabla 7 - Materias Evaluadas</i>	81
<i>Tabla 8 - Evaluación de Materias</i>	83
<i>Tabla 9 - Calificación Individual de Materias</i>	84
<i>Tabla 10 - Grado de Cobertura</i>	86
<i>Tabla 11 - Evaluación de Conceptos</i>	89
<i>Tabla 12 - Recuento Total de la Evaluación</i>	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 - Diagrama en y gajski</i>	16
<i>Ilustración 2-conjunto difuso</i>	43
<i>Ilustración 3- Mapa Cognitivo General</i>	58
<i>Ilustración 4 - Mapa Cognitivo Total</i>	59
<i>Ilustración 5- Distribución del empleo en Jujuy</i>	61
<i>Ilustración 6 - Distribución del empleo en Salta</i>	61
<i>Ilustración 7 - Distribución del empleo en Tucumán</i>	62
<i>Ilustración 8 - Distribución promedio del NOA</i>	62
<i>Ilustración 9 - Función de Pertenencia</i>	67
<i>Ilustración 10 - Evaluación Individual</i>	70
<i>Ilustración 11 - Esquema del controlador difuso</i>	73
<i>Ilustración 12 - Variable Requisitos</i>	74
<i>Ilustración 13 - Variable Cobertura</i>	74
<i>Ilustración 14 - Salida Resultado</i>	75
<i>Ilustración 15 - Reglas del Controlador</i>	75
<i>Ilustración 16 - Representación grafica de reglas</i>	76
<i>Ilustración 17 - Representación Grafica del controlador difuso</i>	76
<i>Ilustración 18 - Interfaz del Software Evaluador</i>	87

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1- conjunto clasico.....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 2-conjunto difuso</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 3 - Calificación Individual de Materia</i>	<i>71</i>
<i>Ecuación 4 - Calificación General de Carrera.....</i>	<i>72</i>
<i>Ecuación 5 - Evaluación de Requisitos.....</i>	<i>72</i>

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre_Constancio_de_Castro. (s.f.). *Mapas Cognitivos*. Obtenido de <http://www.ub.edu/geocrit/sn-33.htm>: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-33.htm>

AITCHISON, J. (1990). *Introduction to the Mental Lexicon*. OXFORD: BLACKEWLL.

Circulo_De_Empresarios_De_Madrid. (2007). *Una Universidad al Servicio de la Sociedad*. Madrid.

Jesus_Montes_Castro. *Sistemas Expertos*. Monterrey.

Pearson. (2004). *Introduccion a los Fundamentos Fisicos y Tecnologicos de la Informatica*. En A. Alvarez Marquina. Madrid : Pearson.

Universidad_Antonio_Nariño. (2011). *Inteligencia Artificial*.

Wikipedia_Base_de_Datos. (2013). *Bases de Datos*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos: http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos

ANEXO

PROGRAMAS DE MATERIAS EVALUADAS
