



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO

**Modelo difuso para el pronóstico del Examen
General de Egreso de Licenciatura en el Centro
Universitario UAEM Valle de México**

TESIS

Que para obtener el Grado de

MAESTRA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Presenta

M. EN A. SANDRA SILVIA ROBLERO AGUILAR

Tutor Académico:

DR. HÉCTOR RAFAEL OROZCO AGUIRRE

Tutores Adjuntos:

DRA. MARICELA QUINTANA LÓPEZ

M. EN C. SATURNINO JOB MORALES ESCOBAR



Centro Universitario
UAEM Valle de México

Atizapán de Zaragoza, Edo. de Méx. Julio 2016

Resumen

En México, uno de los principales indicadores para evaluar la eficiencia de cualquier Institución Educativa (IE) es la Eficiencia Terminal (ETi), entendiéndose esta como la proporción de alumnos que logran titularse, respecto de aquellos que ingresaron. De acuerdo al anuario estadístico del ciclo escolar 2014-2015 proporcionado por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) se tienen las siguientes medias: nacional con respecto a este indicador es de 41.93%, para la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) de 30.88%, en los Centros Universitarios dependientes de la UAEM un 29.91% y para el Centro Universitario UAEM Valle de México (CU UAEM VM) el 28.68%, como se puede observar lo reportado para la UAEM y sus Centros Universitarios se encuentra por debajo de la media nacional.

Este trabajo de investigación, tiene como finalidad presentar un modelo, el cual utiliza un sistema de inferencia difuso para el pronóstico del resultado del Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL) del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) en el CU UAEM VM, toda vez que éste es una modalidad que la mayoría de las instituciones educativas emplea para que sus egresados obtengan su título profesional.

Los factores considerados para la creación del modelo antes mencionado son como siguen: las calificaciones obtenidas por los sustentantes en cada una de las unidades de aprendizaje durante su trayectoria académica, las evaluaciones proporcionadas a los docentes de estas unidades de aprendizaje, el tiempo de egreso y la experiencia profesional de los sustentantes. Para tales efectos, Fuzzy Control Language es empleado como lenguaje para definir las reglas del sistema de inferencia difuso, el cual es un estándar incluido en la International Electrotechnical Commission.

Las pruebas del modelo que se realizaron en esta investigación, estuvieron enfocadas a los sustentantes del Examen General de Egreso de Licenciatura en Ingeniería Computacional (EGEL-ICOMPU), el cual es aplicado a las carreras de Ingeniería en Sistemas y Comunicaciones (ISC) e Ingeniería en Computación (ICO), asimismo, el Examen General de Egreso de Licenciatura en Ingeniería Industrial (EGEL-IINDU) aplicado a la carrera de Ingeniería Industrial (IIN), impartidas en el CU UAEM VM.

Para efectos de la aplicación y puesta en marcha del modelo, tres casos de estudio, fueron realizados, de los cuales los resultados obtenidos indican que se tiene una aproximación en los porcentajes de 96.25%, 95.30 y 94.73%, respectivamente, superando con ello y de manera significativa el pronóstico de confiabilidad mínimo que es planteado en la hipótesis de esta investigación, el cual se espera sea superior o igual al 90%. Con la discusión de resultados dada se logra identificar en cuáles Unidades de Aprendizaje (UDAs) de cada Programa Educativo (PE) se tiene menor o mayor impacto con respecto a las áreas que evalúa el EGEL.

Finalmente, lo anterior coadyuvará a la toma de decisiones de las autoridades del CU UAEM VM, con la finalidad de incrementar los índices de ETi, así como para la identificar la pertinencia de cada PE con respecto a las áreas de evaluación del correspondiente EGEL.

Abstract

In Mexico, the graduation efficiency rate is one of the main measuring forms of evaluating any high education institution, which could be understood as the rate of students that reached the corresponding bachelor degree in relation to those who were initially enrolled for the same generation. According to the statistical yearbook of the 2014-2015 schooling cycle from the National Association of Universities and Higher Education Institutions (In Spanish: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, ANUIES), the national average percentage is reported to be 41.93%. However, the average for the Autonomous University of Mexico State (In Spanish: Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM) is 30.88%, for those University Centers dependant on the UAEM is 29.91 % and for the University Center UAEM Valley of Mexico (In Spanish: Centro Universitario UAEM Valle de México, CU UAEM VM) is 28.68%. Clearly, the reported data from UAEM and its dependant University Centers are found to be below the national average.

The aim of the actual piece of research is to stablish a model that uses a fuzzy inference system to predict the result of the General Examination for the Degree Exit (In Spanish: Examen General de Egreso de Licenciatura, EGEL) of the National Center for Higher Education Assessment (In Spanish: Centro Nacional de Evaluación, CENEVAL), exclusively applied to the CU UAEM VM. This latter due to the fact that the above assessment mode is utilized by the majority of the higher education institutions for their undergraduates manage to get the bachelor degree.

The considered factors for building the model are as follows: the grades obtained by the students for each one of the learning units during the whole academic career, the evaluations of those learning units provided by the lecturers, the whole time taken for the student to finish his career and the professional experience of the students. To accomplish this endeavour, Fuzzy Control Language was employed as the language to define the Fuzzy inference system, which is an included standard in the International Electrotechnical Commission.

The tests practiced to the model were addressed to the candidates of the General Examination for the Degree Exit for Computer Engineering (EGEL-ICOMPU), which was applied to System and Communications Engineering (In Spanish: Ingeniería en Sistemas y Comunicaciones, ISC) and Computer Engineering (In Spanish: Ingeniería en Computación, ICO). Analogously, to Industrial Engineering (EGEL-IINDU) applied to Industrial Engineering (In Spanish: Ingeniería Industrial, IIN). All of the above careers are delivered in the CU UAEM VM.

In order for the model to be tested and applied, three cases of study were carried out. The obtained results exhibit an approximation of 96.25%, 95.30% and 94.73%, respectively. This latter indicates that the minimum degree of confidence previously set out in the hypothesis of the present research was considerably overcome, which it is expected to be equal or greater to 90%. The impact level on the learning units

(In Spanish: Unidades de Aprendizaje, UDAs) was identified for each of the educational program (In Spanish: Programa Educativo, PE) in relation to the evaluated areas by the EGEL.

Finally, it is expected that the above results will contribute on the decision making to the CU UAEM VM, regarding the increasing of graduation efficiency rate as well as to identify the pertinence of each PE in relation to the evaluation areas by the corresponding EGEL.

Índice

Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específicos.....	5
1.4 Delimitación y alcances de la investigación	5
1.5 Hipótesis.....	6
1.6 Justificación	6
1.7 Fundamentación inicial	7
1.7.1 Lógica difusa.....	7
1.8 Metodología.....	8
1.9 Publicaciones derivadas de la investigación	8
1.10 Estructura de la tesis	9
Capítulo 2. Aspectos generales del EGEL-CENEVAL.....	11
2.1 Descripción del EGEL-CENEVAL	11
2.1.1 Índice CENEVAL.....	11
2.1.2 Rangos de puntuación	11
2.1.3 Criterios establecidos para el otorgamiento de un Testimonio de Desempeño en el EGEL.....	12
2.2 Descripción del EGEL-ICOMPU	14
2.2.1 Niveles de desempeño para el EGEL-ICOMPU.....	14
2.3 Descripción del EGEL-IINDU	16
2.3.1 Niveles de desempeño para el EGEL-IINDU.....	17
2.4 Trabajo relacionado con el EGEL	18
Capítulo 3. Mecanismos de inferencia.....	21
3.1 Lógica difusa	21
3.1.1 Funciones de pertenencia.....	22
3.1.2 Aplicaciones utilizando lógica difusa	24
3.1.3. Trabajos relacionados con la lógica difusa	25
3.2 Procesos estocásticos	26
3.3 Sistemas basados en conocimiento.....	26
3.3.1 Características de un SBC.....	27
3.3.2 Estructura general de un SBC.....	28
3.3.3 Ventajas y limitaciones de un SBC	29
Capítulo 4. Modelo difuso para el pronóstico del EGEL.....	31
4.1 Propuesta	31

4.2 Análisis del PE	32
4.3 Definición de las reglas difusas en FCL	35
4.4 Fusificación y defusificación.....	37
4.5 Diseño del sistema	38
4.5.1 Diagrama de caso de uso	42
Capítulo 5. Aplicación y puesta en marcha del modelo difuso	44
5.1 Análisis del PE ISC	44
5.1.1 Caso de estudio ISC.....	48
5.2 Análisis del PE ICO	52
5.2.1 Caso de estudio ICO	54
5.3 Análisis del PE IIN	56
5.3.1 Caso de estudio IIN	62
5.4 Discusión de resultados.....	64
Capítulo 6. Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.....	76
6.1 Conclusiones	76
6.2 Recomendaciones	77
6.3 Trabajo futuro	78
Apéndice A. Reglas de inferencia del resto de los PEs del CU UAEM VM	79
A.1 Licenciatura en Informática Administrativa	79
A.2 Licenciatura en Administración	81
A.3 Licenciatura en Contaduría.....	83
A.4 Licenciatura en Relaciones Económicas Internacionales	85
A.5 Licenciatura en Derecho.....	88
Apéndice B. Pronóstico difuso del EGEL para ingeniería en computación de la Universidad Autónoma del Estado de México	90
Referencias	104

Índice de tablas

Tabla 1.1 Comparativo de los indicadores de la <i>ET</i> y la <i>ETi</i> del ciclo escolar 2014-2015	2
Tabla 1.2 Indicadores de <i>ET</i> y <i>ETi</i> del CU UAEM VM del año 2006 al 2014	3
Tabla 1.3 Índice de Titulación del EGEL por Cohorte Generacional del CU UAEM VM	4
Tabla 2.1 Criterios establecidos para el otorgamiento de Testimonio de Desempeño en cada PE del CU UAEM VM	13
Tabla 2.2 Estructura del EGEL-ICOMPU	14
Tabla 2.3 Estructura del EGEL-IINDU	16
Tabla 4.1 Cálculo del <i>FP</i> por años de egreso	33
Tabla 4.2 Cálculo del factor de ganancia	34
Tabla 4.3 Reglas generadas por PE del CU UAEM VM	36
Tabla 4.4 Mapeo del IC para la defusificación	37
Tabla 4.5 Descripción de las tablas para el módulo de carrera	40
Tabla 5.1 Distribución de ponderación para las UDAs del PE de ISC	44
Tabla 5.2 Resultado de VPA para el PE en ISC	45
Tabla 5.3 FG para el PE en ISC	46
Tabla 5.4 Distribución de ponderación para las UDAs del PE de ICO	52
Tabla 5.5 Resultado de VPA para ICO	54
Tabla 5.6 FG para el PE en ICO	54
Tabla 5.7 Distribución de ponderación para las UDAs del PE de IIN	57
Tabla 5.8 Resultado de VPA para el PE en IIN	58
Tabla 5.9 FG para el PE en IIN	58
Tabla 5.10 Comparativo del puntaje pronosticado vs puntaje obtenido de sustentantes del EGEL-ICOMPU PE ISC	67
Tabla 5.11 Comparativo del nivel de desempeño pronosticado vs nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-ICOMPU PE ISC	68
Tabla 5.12 Comparativo del TD pronosticado vs TD obtenido de sustentantes por áreas del EGEL-ICOMPU PE ISC	69
Tabla 5.13 Comparativo del puntaje pronosticado vs puntaje obtenido de sustentantes del EGEL-ICOMPU PE ICO	70
Tabla 5.14 Comparativo del nivel de desempeño pronosticado vs nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-ICOMPU PE ICO	71
Tabla 5.15 Comparativo del TD pronosticado vs TD obtenido de sustentantes por áreas del EGEL-ICOMPU PE ICO	72
Tabla 5.16 Comparativo del puntaje pronosticado vs puntaje obtenido de sustentantes del EGEL-IINDU PE IIN	73
Tabla 5.17 Comparativo del nivel de desempeño pronosticado vs nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-IINDU PE IIN	74
Tabla 5.18 Comparativo del TD pronosticado vs TD obtenido de sustentantes por áreas del EGEL-IINDU PE IIN	75

Índice de figuras

Figura 2.1 Distribución de las puntuaciones del EGEL -----	12
Figura 3.1 Graduación y granulación de una variable lingüística -----	21
Figura 3.2 Esquema general de un mecanismo de inferencia difuso -----	22
Figura 3.3 Función triangular -----	23
Figura 3.4 Función trapezoidal -----	24
Figura 3.5 Estructura general de un SBC-----	29
Figura 4.1 Esquema general del modelo difuso para el pronóstico del EGEL-----	31
Figura 4.2 Diagrama correspondiente al apartado EGEL-CENEVAL -----	39
Figura 4.3 Diagrama caso de uso Administrador -----	43
Figura 4.4 Diagrama caso de uso Coordinador -----	43
Figura 5.1 Pantalla de asignación de: factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia de experiencia para ISC. -----	49
Figura 5.2 Fusificación del área Selección de sistemas computacionales para aplicaciones -----	50
Figura 5.3 Fusificación del Testimonio de Desempeño -----	50
Figura 5.4 Resultados de las estimaciones ISC-----	50
Figura 5.5 Pantalla de asignación de: factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia de experiencia para ICO -----	55
Figura 5.6 Resultado de las estimaciones y promedios por área ICO -----	55
Figura 5.7 Pantalla de asignación de: factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia de experiencia para IIN -----	62
Figura 5.8 Resultado de las estimaciones y promedios por área IIN-----	63

Lista de acrónimos

AHSAE	Adaptación de Hardware y/o Software para Aplicaciones Específicas
ANS	Aún No Satisfactorio
ANUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
CA	Comparativo por Área
CENEVAL	Centro Nacional de Evaluación
CIEES	Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior
COPAES	Consejo para la Acreditación de la Educación Superior
CT	Consejo Técnico
CU UAEM VM	Centro Universitario UAEM Valle de México
DHSAAE	Desarrollo de Hardware y su Software Asociado para Aplicaciones Específicas
DS	Desempeño Satisfactorio
DSS	Desempeño Sobresaliente
EAE	Estimación por Años de Experiencia
EDO	Evaluación promedio del Docente
EGEL	Examen General de Egreso de Licenciatura
EGEL-ICOMPU	Examen General de Egreso de Licenciatura en Ingeniería en Computación
EGEL-IINDU	Examen General de Egreso de Licenciatura en Ingeniería Industrial
EPE	Estimación Por años de Egreso
ESA	Estimación Simple por Área
ET	Eficiencia Terminal
ETi	Eficiencia de Titulación
ETr	Estudio del Trabajo
FCL	Fuzzy Control Language
FEP	Formulación y Evaluación de Proyectos
FG	Factor de Ganancia
FP	Factor de Pérdida
GCS	Gestión de la Cadena de Suministro
GI	Gestión Industrial
IC	Índice CENEVAL
ICO	Ingeniería en Computación
IE	Institución Educativa
IEC	International Electrotechnical Commisión
IES	Instituciones de Educación Superior
IIN	Ingeniería Industrial
ISC	Ingeniería en Sistemas y Comunicaciones
LAM	Licenciatura en Administración
LCN	Licenciatura en Contaduría
LDE	Licenciatura en Derecho

LEC	Licenciatura en Economía
LIA	Licenciatura en Informática Administrativa
LREI	Licenciatura en Relaciones Económicas Internacionales
NTISC	Nuevas Tecnologías para la Implementación de Sistemas de Cómputo
PAE	Pronóstico del Área del EGEL
PE	Programa Educativo
PPA	Porcentaje Promedio del Área
PPPA	Puntaje de Ponderación Por Área
PUDA	Ponderación asignada a cada UDA
RCNE	Redes de Cómputo para Necesidades Específicas
SBC	Sistema Basado en Conocimiento
SEP	Secretaría de Educación Pública
SI	Sistema de Información
SP	Sistemas Productivos
SSCAE	Selección de Sistemas Computacionales para Aplicaciones Específicas
TD	Testimonio de Desempeño
TDS	Testimonio de Desempeño Satisfactorio
TDSS	Testimonio de Desempeño Sobresaliente
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de México
UDA	Unidad De Aprendizaje
VPA	Valor de Ponderación Acumulada por Área

Capítulo 1. Introducción

1.1 Antecedentes

En México, el Programa Sectorial de Educación 2013-2018, busca alcanzar como uno de sus objetivos “Fortalecer la calidad y pertinencia de la educación media superior, superior y formación para el trabajo, a fin de que contribuyan al desarrollo de México” (SEP, 2013). Ahora bien, para lograr el aseguramiento de la calidad de los programas y la fortaleza de las Instituciones de Educación Superior (IES), en nuestro país se han impulsado mecanismos, de los cuales sobresalen: las evaluaciones que llevan a cabo los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES); las acreditaciones de programas que se efectúan al amparo del Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES); y los Exámenes Generales de Egreso de la Licenciatura (EGEL) del Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL).

Por otra parte, es conveniente mencionar que la Eficiencia Terminal (**ET**) es el principal indicador empleado por el Sistema Educativo Nacional con el objetivo de evaluar la labor de formación profesional de cualquier Institución Educativa (IE). La Dirección General de Planeación y Estadística Educativa de la Secretaría de Educación Pública (SEP) la define como: “la relación porcentual entre los egresados de un nivel educativo dado y el número de estudiantes que ingresaron al primer grado de este nivel educativo n años antes” (SEP, 2014), que matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$ET(n) = \frac{Egresos(n)}{Nuevo\ Ingreso(n)} * 100 \quad (1)$$

Con la finalidad de que exista una evaluación real de las IES, es necesario tomar en cuenta aparte de la **ET**, el número de pasantes que logran graduarse, es decir, aquellos que impactan positivamente en el índice de la Eficiencia de Titulación (**ETi**), que está dada por la ecuación:

$$ETi(n) = \frac{Titulados(n)}{Nuevo\ Ingreso(n)} * 100 \quad (2)$$

Dado lo anterior, para incrementar la **ETi**, las IES consideran como válidas a distintas modalidades en sus procesos de titulación, entre estas se incluyen: el aprovechamiento académico, los créditos de estudios avanzados, los trabajos escritos y el EGEL, a través de la obtención de un testimonio de desempeño satisfactorio o sobresaliente.

Por último, se sabe que existen muchos factores por los cuales no se alcanzan los porcentajes idóneos en la **ETi** a nivel nacional, entre los que se pueden mencionar la deserción, el rezago y problemas económicos, sin embargo, es responsabilidad de las IES elevar su productividad y calidad; por ello es primordial generar nuevas estrategias y políticas de acción que permitan lograr un incremento considerable en este sentido para los próximos años. Aunque hay mucho trabajo por hacer, los esfuerzos de todos los entes involucrados no deben ser en vano y tienen que reflejar resultados a corto o mediano plazo.

1.2 Planteamiento del problema

Al hacer un análisis de los resultados presentados en el anuario estadístico de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), correspondiente al ciclo escolar 2014-2015, que es el último reportado hasta noviembre de 2015 (ANUIES, 2015), las Agendas Estadísticas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), de los Centros Universitarios UAEM (CU UAEM) y del Centro Universitario UAEM Valle de México (CU UAEM VM), para el mismo ciclo escolar (UAEM, 2015), se tiene la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Comparativo de los indicadores de la *ET* y la *ETi* del ciclo escolar 2014-2015

	Nuevo Ingreso	Egresados	Titulados	% <i>ET</i>	% <i>ETi</i>
Nacional	985,366	570,181	413,201	57.86%	41.93%
UAEM	13,365	6,645	4,127	49.72%	30.88%
CU UAEM	4,202	2,287	1,257	54.43%	29.91%
CU UAEM VM	774	438	222	56.59%	28.68%

En la Tabla 1.1 se observa que el porcentaje de **ET** del CU UAEM VM es inferior en 1.27 puntos porcentuales, para los CU UAEM en 3.43 y el de la UAEM en 8.14, en relación al Nacional, sin embargo, el dato que más interesa es la **ETi**, toda vez que el incrementar la **ET** depende de muchos factores externos, que pudieran no estar al alcance de las IES, no obstante, en la **ETi**, las instituciones tienen un grado mayor de responsabilidad. Con respecto a la **ETi** del CU UAEM VM, los CU UAEM y de la UAEM se muestra que están por debajo del porcentaje de **ETi** a nivel Nacional, en 13.25, 12.02 y 11.05 puntos porcentuales, respectivamente, lo cual es un dato preocupante para cualquier IES.

Por otro lado, con la finalidad de analizar el comportamiento de la **ET** y **ETi** del CU UAEM VM, en la Tabla 1.2 se presentan los resultados obtenidos en los indicadores antes mencionados por año y no por ciclo escolar de 2006 a 2014 (UAEM, 2015).

Tabla 1.2 Indicadores de *ET* y *ETi* del CU UAEM VM del año 2006 al 2014

Año	Nuevo Ingreso	Egresados	Titulados	% <i>ET</i>	% <i>ETi</i>
2006	726	403	148	55.51%	20.39%
2007	682	423	195	62.02%	28.59%
2008	782	474	220	60.61%	28.13%
2009	734	432	180	58.85%	24.52%
2010	770	403	169	52.38%	21.95%
2011	803	422	168	52.55%	20.92%
2012	864	396	189	45.83%	21.88%
2013	981	409	203	41.69%	20.69%
2014	774	438	222	56.59%	28.68%
Promedios				54.00%	23.97%

Los resultados mostrados en la Tabla 1.2 de la *ET* y la *ETi* para el periodo de 2008 a 2013 en el CU UAEM VM expresan una tendencia en decremento, no obstante, para 2014 hubo una recuperación notable en comparación a los 4 años anteriores al mencionado, ahora bien, el promedio obtenido de *ETi* es inferior en 17 puntos porcentuales con respecto a nivel nacional que es de 41.93%.

Lo anterior implica que en el CU UAEM VM, la *ETi* requiere de una atención inmediata para establecer mecanismos que conlleven a incrementar la *ETi* y no se vuelva a repetir una tendencia a la baja.

Adicionalmente, es importante mencionar que el Reglamento de Evaluación Profesional de la UAEM (UAEM, 2013), considera como meta del plan rector la necesidad de mejorar la capacidad profesional de egresados para favorecer su inserción laboral y progreso profesional, obteniendo un índice de titulación por cohorte de 23.5%, de los cuales el 29% de los egresados que se titulan lo hagan a través del EGEL.

En la Tabla 1.3 se muestra el índice de titulación del EGEL por cohorte generacional del CU UAEM VM.

Tabla 1.3 Índice de Titulación del EGEL por Cohorte Generacional del CU UAEM VM

Año de Ingreso	Nuevo Ingreso	Titulados	Titulados por EGEL	Índice de Titulación por Cohorte
2002	771	195	104	25.29%
2003	793	215	88	27.11%
2004	797	196	108	24.59%
2005	736	184	93	25.00%
2006	726	172	105	23.69%
2007	682	137	89	20.08%
2008	782	98	58	12.53%
2009	734	56	25	7.63%
2010	770	76	37	9.87%

De acuerdo a la meta establecida en el plan rector, se observa que en las generaciones que ingresaron en el 2007, 2008, 2009 y 2010 no cumplieron con la meta.

Es importante aclarar que los datos del 2011 en adelante no se tienen, ya que todavía no hay pasantes que hayan realizado el EGEL.

Si se desea impulsar al EGEL como una modalidad de titulación, se tendrán que considerar: los contenidos de los Programas Educativos (PE), las necesidades del campo laboral y que los alumnos adquieran las competencias profesionales a ser evaluadas. De manera tradicional, la preparación para el EGEL no contempla que las áreas y sub-áreas de evaluación hayan sido cubiertas en los contenidos de los PEs. Esto dice, que el anticipar un resultado es hasta cierto punto ciego, ya que no se sabe con exactitud qué Unidades de Aprendizaje (UDAs) corresponden a cada área, cuál es la más fortalecida y las que necesitan ser reforzadas. Para ello, se propone un modelo para generar un pronóstico del resultado del EGEL. Esto con la finalidad de contar con un resultado aproximado que pudiera obtener cualquier sustentante.

Por lo tanto, el modelo que se propone para este trabajo de investigación, está basado en la lógica difusa, ya que esta teoría resulta especialmente útil para tratar con la incertidumbre de manera más natural que la lógica y la teoría clásica de conjuntos. Los sistemas extraídos de la lógica clásica presentan dificultades de inflexibilidad y bivalencia, por ello, resultan poco útiles para expresar la ambigüedad

del significado que se da en el lenguaje natural, base fundamental en los procesos de toma de decisiones y de la interacción entre el hombre y la máquina en la Ingeniería del Conocimiento.

Existen otras metodologías, las cuales son derivadas de la teoría de la probabilidad para tratar con la incertidumbre como lo son: la inferencia bayesiana (Carlin & Louis, 2008), la teoría de las probabilidades subjetivas (Hacking, 1965), la teoría de la evidencia de Dempster y Shafer (Moreno LLorena, 2002), entre otras, pero hay un cierto tipo de incertidumbre que no puede manejar la teoría de la probabilidad, como es el caso de la vaguedad, la cual queda fuera de su contexto.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Crear un modelo difuso para el pronóstico del resultado del Examen General de Egreso de Licenciatura en el Centro Universitario UAEM Valle de México.

1.3.2 Específicos

1. Identificar cuáles son las áreas que evalúa el EGEL y la relación de estas con respecto a los Programas Educativos.
2. Establecer los factores de impacto, en los resultados obtenidos por los sustentantes del EGEL.
3. Crear las reglas de inferencia, que permitan generar el pronóstico de un Testimonio de Desempeño, establecido por el EGEL.
4. Identificar la información a ser almacenada y procesada para generar una base de datos mediante el Sistema Gestor de Base de Datos MySQL Workbench.
5. Validar el modelo en una aplicación web que será desarrollada para permitir visualizar al coordinador de carrera el pronóstico del resultado del EGEL de cualquier sustentante.

1.4 Delimitación y alcances de la investigación

El modelo difuso aquí propuesto tiene aplicación general, es decir, puede utilizarse tanto para sustentantes del EGEL del CU UAEM VM, como para cualquier PE de la UAEM e IES.

Las pruebas del modelo que se realizan en esta investigación, están enfocadas a los sustentantes del Examen General de Egreso de Licenciatura en Ingeniería Computacional (EGEL-ICOMPU), examen aplicado a las carreras de Ingeniería en Sistemas y Comunicaciones (ISC) e Ingeniería en Computación (ICO), asimismo, el

Examen General de Egreso de Licenciatura en Ingeniería Industrial (EGEL-IINDU) aplicado a la carrera de Ingeniería Industrial (IIN), del Centro Universitario UAEM Valle de México.

Para reducir los costos de desarrollo del proyecto de investigación, el modelo de la base de datos está diseñado con el Sistema Gestor de Base de Datos MySQL Workbench 6.2, el cual permite actuar como interfaz, entre los datos almacenados y la aplicación web, desarrollada en NetBeans IDE 8.0.2. El servidor de aplicaciones de software utilizado es GlassFish Server 4.1.

Fuzzy Control Language (FCL) (IEC, 2014), es el lenguaje para definir las reglas del sistema de inferencia difuso que se utiliza en las clases de Java del paquete jFuzzyLogic. FCL es un estándar incluido en el IEC (International Electrotechnical Commission).

1.5 Hipótesis

La creación y el uso del modelo difuso permitirá lo siguiente:

1. Identificar la pertinencia de los PEs del CU UAEM VM con respecto al EGEL.
2. Calcular un pronóstico con al menos del 90% de confiabilidad para cada sustentante del EGEL
3. Contribuir a la toma de decisiones en la generación de estrategias que apoyen al incremento de la **ETi** del CU UAEM VM.

1.6 Justificación

Los modelos que aplican la lógica difusa, permiten abordar de manera efectiva el desarrollo de sistemas de soporte para la toma de decisiones, toda vez que brindan la posibilidad de extraer datos de forma práctica, a través de la experiencia del experto. Estos modelos son altamente flexibles, más tolerantes a la imprecisión de los datos, así mismo, se les puede modificar fácilmente dependiendo de la solución requerida del problema (Kosko, 1994) (Wang & Mendel, 1992).

Principalmente, la lógica difusa está enfocada en la toma de decisiones cuando existen datos o conocimientos inciertos, existiendo diversas aplicaciones para la vida real y donde se reemplaza al experto por un sistema difuso basado en reglas. En este trabajo, se seleccionó el modelo basado en lógica difusa, debido a que ofrece varias ventajas, descritas como sigue:

- Al momento de dar un pronóstico, proporciona una manera sencilla y eficaz para extraer conclusiones de información de vaguedad, ambigua o imprecisa. Por lo tanto, simula la toma de decisiones humanas y puede trabajar a partir de datos aproximados para obtener soluciones precisas.

- Incorpora una forma alternativa de pensar, lo que permite que todo pronóstico sea modelado con un nivel de abstracción que refleje conocimiento y experiencia a partir de reglas de inferencia.
- Permite expresar conocimiento con conceptos subjetivos, tales como los resultados que pueden ser obtenidos en el EGEL: ANS (Aún No Satisfactorio), TDS (Testimonio de Desempeño Satisfactorio), TDSS (Testimonio de Desempeño Sobresaliente), los cuales pueden ser mapeados de manera exacta dentro de los rangos difusos.
- Es un método eficiente que rápidamente proporciona uno o más pronósticos como soluciones.
- Ofrece varios beneficios, tales como el rendimiento, simplicidad, bajo costo y productividad en el modelado de un sistema de pronóstico difuso.

El estudio aquí planteado ayudará, entre otros aspectos, a conocer si existe pertinencia entre los Programas de Estudios del Centro Universitario UAEM Valle de México y las áreas que evalúa el EGEL-CENEVAL; los resultados obtenidos, proporcionarán información útil a las autoridades del espacio académico y el coordinador de carrera para tomar decisiones que coadyuven a alcanzar un Testimonio de Desempeño, abordando con ello el problema de la baja *ETi*, que existe en nuestro espacio académico.

La investigación es viable, ya que se cuenta con los recursos tecnológicos, descritos anteriormente, por ser código abierto, los beneficios se ven reflejados en la disminución de costos para el desarrollo del proyecto, además de la aprobación y apoyo de las autoridades del CU UAEM VM y de las coordinaciones de ISC, ICO e IIN.

1.7 Fundamentación inicial

1.7.1 Lógica difusa

El inicio de la lógica difusa se encuentra en los análisis de la vaguedad y su relación con la lógica clásica que se realizaron a comienzos del siglo XX. Sin embargo, ésta empieza a tomar mayor fuerza con la definición de conjuntos difusos a partir de la idea de pertenencia gradual (Zadeh, 1965).

Posteriormente, en 1977 el concepto de conjunto difuso se extiende a sistemas de lógica difusa que, en la actualidad constituye un importante tópico en la investigación y desarrollo de aplicaciones industriales (Mandani, 1977).

En 1978 inicia la publicación de la revista *Fuzzy Sets and Systems*, dedicada a la promoción internacional de la teoría y aplicación de sistemas difusos.

Los modelos de sistemas difusos, dan respuesta a la necesidad de desarrollar otros modelos, diferentes a los de la teoría de conjuntos clásicos, en los que realmente hay vaguedad, incertidumbre e imprecisión en la información.

Los sistemas difusos dan respuesta a la urgente necesidad de desarrollar modelos, diferentes a la teoría de conjuntos clásicos, que cada día están exigiendo diversos campos del conocimiento en los que realmente hay vaguedad e imprecisión. El propósito es trabajar la lógica difusa de forma sistémica, no necesariamente cuantitativa, toda vez que los elementos principales del pensamiento no son números, sino conceptos, que pueden ser expresados mediante conjuntos difusos, es decir, clases de objetos en los que la transición de la pertenencia a la no pertenencia es más gradual que abrupta. Por ejemplo: "muy atractiva", "extremadamente inteligente", "bastante aceptable", "más o menos acertado", "casi verdad", etc. Tales conjuntos no vienen determinados como los conjuntos en sentido clásico: de manera extensional o intencional, sino por referencia a un contexto, por un procedimiento "semántico" más que "sintáctico"; de esta manera quedan determinados por referencia a dominios específicos.

1.8 Metodología

El trabajo de investigación aquí presentado se apega a lo establecido en el paradigma cuantitativo (Tamayo, 2009), el cual es mostrado como una investigación descriptiva.

Los pasos a seguir para el modelo de inferencia difuso son los siguientes:

- 1) Identificar el tipo de problema y de sistema difuso que mejor se ajuste a los datos.
- 2) Definir variables de entrada y salida, valores difusos y funciones de pertenencia (parametrización de variables de entrada y salida).
- 3) Definir la base de conocimiento o reglas difusas.
- 4) Obtener las salidas del sistema mediante la información de las variables de entrada utilizando el sistema de inferencia difuso.
- 5) Trasladar la salida difusa del sistema a un valor nítido o concreto mediante un sistema de defusificación.
- 6) Ajustar el sistema validando los resultados.

Este modelo estará contenido como parte de una aplicación web, que permitirá visualizar a los coordinadores de carrera el pronóstico para cada sustentante.

1.9 Publicaciones derivadas de la investigación

Del presente trabajo de investigación se han realizado los siguientes artículos:

- "Pronóstico difuso del EGEL para ingeniería en computación de la Universidad Autónoma del Estado de México", enviado y aceptado en el COMIA (Congreso Mexicano de Inteligencia Artificial), presentado en mayo

de 2015, publicado en Research in Computing Science ISSN 1870-4069, editada por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, volumen 94, pp. 45-58, disponible en http://rcs.cic.ipn.mx/2015_94/. (Roblero & Orozco, 2015).

- “Uso de Testores típicos para la determinación del impacto de las unidades de aprendizaje en la formación profesional”, aceptado en la 12th International Conference on Operations Research, en la Universidad de la Habana, presentado el 9 de marzo de 2016 (Morales, et al., 2016).
- “Modelo difuso para evaluar la pertinencia de un programa educativo de nivel superior”, enviado y aceptado en el COMIA (Congreso Mexicano de Inteligencia Artificial), presentado en mayo de 2016, que será publicado en Research in Computing Science, editada por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional (Roblero, et al., 2016).

1.10 Estructura de la tesis

El contenido de este trabajo de tesis es descrito como sigue:

El capítulo 2, aborda los aspectos generales del EGEL-CENEVAL, como la descripción del EGEL-ICOMPU y el EGEL-IINDU, que son los relacionados con los casos de estudios propuestos en esta investigación.

Los mecanismos de inferencia son descritos en el capítulo 3, así como la lógica difusa, los procesos estocásticos y sistemas basados en conocimientos, lo cual permitirá fundamentar el mecanismo de inferencia seleccionado para la tesis.

El modelo difuso se detalla en el capítulo 4, en este se realiza el pronóstico del EGEL, a través del análisis de los programas educativos, además se definen las reglas de inferencia en FCL y el diseño del sistema.

La puesta en marcha del modelo, que considera los casos de estudio de los programas educativos de las ingenierías impartidas en el CU UAEM VM: Ingeniería en Sistemas y Comunicaciones, Ingeniería en Computación e Ingeniería Industrial se presenta en el capítulo 5.

Finalmente, las conclusiones, aportaciones y el trabajo futuro, así como algunas recomendaciones son plasmados en el capítulo 6.

Capítulo 2. Aspectos generales del EGEL-CENEVAL

2.1 Descripción del EGEL-CENEVAL

Como asociación civil sin fines de lucro, el CENEVAL, tiene la encomienda de diseñar y aplicar instrumentos de evaluación de conocimientos, habilidades y competencias, así como el análisis y la difusión de resultados. Uno de esos instrumentos es el EGEL, el cual consiste en una prueba a nivel nacional, que se especializa por carrera profesional. Esta prueba tiene como objetivo identificar en qué medida los egresados de una licenciatura en específico cuentan con los conocimientos y las habilidades esenciales para el inicio del ejercicio profesional en el campo laboral.

El encargado del diseño, revisión y actualización de cada variante del EGEL, es un Consejo Técnico (CT), que se conforma por representantes de IES públicas y privadas, así como por colegios o asociaciones de profesionales e instancias empleadoras del sector público o privado del país. Cada CT se encarga de validar a una o más licenciaturas en particular, con base en las necesidades de las instancias empleadoras del sector público o privado.

2.1.1 Índice CENEVAL

Las calificaciones obtenidas en el EGEL, están expresadas en una escala especial llamada Índice CENEVAL (IC), que va de los 700 puntos, calificación más baja; a los 1300 puntos, calificación más alta (CENEVAL, 2015). Este índice se utiliza en las pruebas con referencia a criterio, con el objetivo de categorizar el resultado obtenido en alguno de los rangos de puntuación.

En lo que respecta a los resultados, se establece una media teórica de 1000 puntos igual a 50% de aciertos y una desviación estándar de 100 puntos igual a 16.67%. Lo anterior debido a que las pruebas se diseñan para tener una distribución de las puntuaciones con esa media y desviación estándar.

2.1.2 Rangos de puntuación

En cada una de las áreas del examen se consideran tres niveles de desempeño: Aún No Satisfactorio (ANS), Satisfactorio (DS) y Sobresaliente (DSS), en los cuales se clasifica a los sustentantes en función del desempeño mostrado y de conformidad con los rangos de puntuación como se muestra en la Figura 2.1.

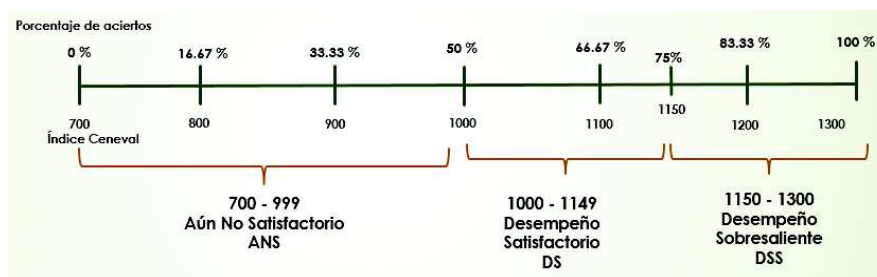


Figura 2.1 Distribución de las puntuaciones del EGEL

En la escala de 0-100, el CT fija los cortes que corresponden a los puntajes 1000 y 1150 de IC. Esto hace que independientemente de en qué lugar el CT haya fijado los puntos de corte, el primero de estos siempre es 1000 y el segundo siempre es 1150. Con lo cual, sin importar el área a la cual se esté haciendo referencia, una calificación superior o igual a 1000 puntos indica un nivel de DS y una superior o igual a 1150, un nivel de DSS. Es decir, en cada una de las áreas del examen, la descripción de los niveles de desempeño permite conocer qué problemas y situaciones es capaz de resolver un sustentante cuando alcanza un DS, y cuáles, cuando alcanza un DSS.

Considerando el nivel de desempeño alcanzado por el sustentante en cada una de las áreas, se determina si éste se hace acreedor a algún Testimonio de Desempeño (TD), con base en los criterios establecidos por el CT, que a continuación se detallan:

- Testimonio de Desempeño Satisfactorio (TDS): el mínimo de áreas requeridas con DS o DSS.
- Testimonio de Desempeño Sobresaliente (TDSS): del total de las áreas, al menos dos con DSS y las restantes con DS.

Cabe destacar que, el EGEL está orientado a determinar si los sustentantes son capaces de utilizar lo que han estudiado y aprendido en su licenciatura en situaciones similares a las que se enfrentarán en el ejercicio profesional, así como el hecho de que su contenido se encuentra definido en forma precisa y validado socialmente.

2.1.3 Criterios establecidos para el otorgamiento de un Testimonio de Desempeño en el EGEL

Considerando el nivel de desempeño alcanzado por el sustentante en cada una de las áreas, se determina, con base en los criterios establecidos por el CT, si es acreedor a algún Testimonio de Desempeño, ver Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Criterios establecidos para el otorgamiento de Testimonio de Desempeño en cada PE del CU UAEM VM

Programa Educativo	Número de áreas a evaluar	Criterio	Tipo de Testimonio
* Licenciatura en Informática Administrativa (LIA)		Al menos tres áreas con DS o DSS	TDS
* Licenciatura en Contaduría (LCN)			
* Licenciatura en Relaciones Económicas Internacionales (LREI)	5	De las cinco áreas, al menos dos con DSS y las restantes con DS	TDSS
* Licenciatura en Economía (LEC)			
* Ingeniería Industrial (IIN)			
		Al menos cuatro áreas con DS o DSS	TDS
* Ingeniería en Computación (ICO)	5	De las cinco áreas, al menos dos con DSS y las restantes con DS	TDSS
* Ingeniería en Sistemas y Comunicaciones (ISC)			
		Al menos tres áreas con DS o DSS	TDS
* Licenciatura en Administración (LAM)	4	De las cuatro áreas, al menos dos con DSS y las restantes con DS	TDSS
		Al menos tres áreas con DS o DSS	TDS
* Licenciatura en Derecho (LDE)	4	De las cuatro áreas, al menos tres con DSS y las restantes con DS	TDSS

El CU UAEM VM oferta 10 PEs, de los cuales 9 tienen la posibilidad de realizar el EGEL, como se puede notar en la Tabla 2.1, algunos de ellos, comparten el mismo número de áreas a evaluar y los mismos criterios para el otorgamiento de un TD. Actualmente el PE de Actuaría Financiera no tiene representación en el EGEL.

Cabe mencionar, que para fines de la investigación solo se consideran los PEs de ISC, ICO e IIN, con el objetivo de validar casos de estudio, no obstante, se realizan las reglas de inferencia para todos los PEs del CU UAEM VM que tienen presencia en el EGEL.

2.2 Descripción del EGEL-ICOMPU

El EGEL-ICOMPU es el examen aplicado a ISC e ICO de la UAEM, mismo que está conformado por 186 reactivos de opción múltiple con cuatro opciones de respuesta, de las cuales sólo una es la correcta. Este examen comprende cinco áreas de conocimiento (CENEVAL, 2015), como se describe en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Estructura del EGEL-ICOMPU

Áreas	Ponderación	Reactivos
Selección de Sistemas Computacionales para Aplicaciones Específicas (SSCAE)	22.60%	42
Nuevas Tecnologías para la Implementación de Sistemas de Cómputo (NTISC)	29.50%	55
Desarrollo de Hardware y Software Asociado para Aplicaciones Específicas (DHSAAE)	15.60%	29
Adaptación de Hardware y/o Software para Aplicaciones Específicas (AHSAAE)	15.60%	29
Redes de Cómputo para Necesidades Específicas (RCNE)	16.70%	31
Total	100%	186

El examen está organizado en áreas, las cuales corresponden a los ámbitos profesionales en los que actualmente se organiza la labor del licenciado en Ingeniería Computacional, las principales actividades profesionales de cada uno de los ámbitos profesionales referidos, por último, se identifican los conocimientos y habilidades necesarios para realizar tareas específicas relacionadas con la actividad profesional.

En cada una de las áreas del examen, la descripción de los niveles de desempeño permite conocer qué problemas y situaciones es capaz de resolver un sustentante cuando alcanza un desempeño satisfactorio, y cuáles, cuando alcanza un desempeño sobresaliente.

2.2.1 Niveles de desempeño para el EGEL-ICOMPU

Los niveles de desempeño Satisfactorio y Sobresaliente para cada una de las áreas que conforman el EGEL en Ingeniería Computacional se definen de la siguiente manera:

2.2.1.1 Nivel de DS

Para obtener un TDS en el EGEL-ICOMPU, se requiere que en las áreas a evaluar el sustentante sea capaz de contar con lo que a continuación se describe:

- **Selección de sistemas computacionales para aplicaciones específicas:** analizar e identificar las funciones de los sistemas computacionales para una aplicación específica, así como de reconocer y jerarquizar las características indispensables para su selección.
- **Nuevas tecnologías para la implementación de sistemas de cómputo:** seleccionar y aplicar los principios y metodologías de desarrollo necesarios en la generación de nueva tecnología en la implementación de sistemas de cómputo.
- **Desarrollo de hardware y su software asociado para aplicaciones específicas:** analizar distintos problemas y proponer soluciones mediante el desarrollo y evaluación de hardware y su software asociado para garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación específica.
- **Adaptación de hardware y/o software para aplicaciones específicas:** seleccionar y aplicar las metodologías de desarrollo, los criterios de migración y los mecanismos de auditoría de sistemas de cómputo en la adaptación de hardware y/o software.
- **Redes de cómputo para necesidades específicas:** plantear soluciones a problemas en redes de cómputo aplicando los conocimientos de tecnología de redes y técnicas de monitoreo. Asimismo, puede identificar, interconectar y configurar los diferentes dispositivos que conforman las redes de cómputo.

2.2.1.2 Nivel de DSS

Además de los conocimientos y habilidades del nivel de desempeño satisfactorio, se requiere en cada área, que el sustentante sea capaz de contar con lo que a continuación se describe:

- **Selección de sistemas computacionales para aplicaciones específicas:** clasificar y establecer parámetros para comparar desempeño, costo, funcionalidad y soporte técnico de los sistemas computacionales para una aplicación específica, así como de elaborar la documentación requerida para su estudio de factibilidad.
- **Nuevas tecnologías para la implementación de sistemas de cómputo:** establecer los criterios de evaluación de la funcionalidad y mecanismos de auditoría de la solución para la generación de nueva tecnología en la implementación de sistemas de cómputo.
- **Desarrollo de hardware y su software asociado para aplicaciones específicas:** proponer y evaluar soluciones con base en criterios de eficacia

y eficiencia mediante nuevas tecnologías, considerando su desarrollo y desempeño.

- **Adaptación de hardware y/o software para aplicaciones específicas:** evaluar las soluciones de adaptación del hardware y/o software a partir de criterios de eficacia y eficiencia.
- **Redes de cómputo para necesidades específicas:** plantear soluciones innovadoras a problemas en redes de cómputo aplicando los conocimientos de tecnología de redes, vigilando la eficiencia por medio de pruebas de desempeño en los diferentes dispositivos y el software que conforman una red de cómputo.

Cabe destacar que, en el EGEL-ICOMPU, sus estándares de desempeño se encuentran definidos en forma cualitativa, lo cual permite conocer qué problemas y situaciones es capaz de resolver un sustentante cuando alcanza un desempeño satisfactorio, y cuáles, cuando alcanza un desempeño sobresaliente, en cada una de las áreas que conforman la prueba.

2.3 Descripción del EGEL-IINDU

El EGEL-IINDU, aplicado a la carrera de IIN, está conformado por 158 reactivos de opción múltiple con cuatro opciones de respuesta, de las cuales solo una es la correcta, y comprende cinco áreas de conocimiento (CENEVAL, 2015): Estudio del trabajo, Gestión de la cadena de suministro, Formulación y evaluación de proyectos, Sistemas productivos y Gestión industrial. Dichas áreas se evalúan con un número diferentes de reactivos, como se puede apreciar en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Estructura del EGEL-IINDU

Áreas	Ponderación	Reactivos
Estudio del Trabajo (ETr)	14.60%	23
Gestión de la Cadena de Suministro (GCS)	22.10%	35
Formulación y Evaluación de Proyectos (FEP)	17.70%	28
Sistemas Productivos (SP)	24.70%	39
Gestión Industrial (GI)	20.90%	33
Total	100%	158

Las áreas del EGEL-IINDU, evalúan los ámbitos profesionales en los que actualmente se organiza la labor del licenciado en Ingeniería Industrial, las principales actividades en donde se puede desempeñar y permiten identificar los

conocimientos y habilidades necesarios para realizar tareas específicas relacionadas con la actividad profesional.

2.3.1 Niveles de desempeño para el EGEL-IINDU

El EGEL-IINDU permite identificar el nivel de dominio o desempeño logrado por el sustentante con respecto a los conocimientos y habilidades que el CT del Examen ha definido como necesarios para iniciarse eficazmente en el ejercicio profesional. Cuando un sustentante obtiene desempeño satisfactorio o sobresaliente en el examen, implica que ha demostrado contar con los conocimientos y habilidades que están siendo evaluados. A continuación, se describe cada uno de esos dos niveles.

2.3.1.1 Nivel de DS

Para obtener un TDS en el EGEL-IINDU, se requiere que en las áreas a evaluar el sustentante sea capaz de contar con lo que a continuación se describe:

- **Estudio del trabajo:** analizar, evaluar y proponer mejoras a los sistemas de producción de bienes y servicios, aplicando herramientas de la ingeniería de métodos y medición del trabajo, así como las técnicas propias de la ergonomía, en un entorno laboral.
- **Gestión de la cadena de suministro:** conocer e identificar las herramientas y métodos necesarios para solucionar problemas de la cadena de suministro, tales como: pronosticar la demanda, identificar los sistemas de producción adecuados, determinar los requerimientos de capacidad de producción, programar la producción, seleccionar el equipo adecuado y calcular el costo logístico.
- **Formulación y evaluación de proyectos:** formular proyectos considerando los impactos económicos, sociales y ambientales utilizando herramientas de la ingeniería económica con la finalidad de integrar alternativas de inversión.
- **Sistemas productivos:** determinar el área y espacios para distribución de planta y manejo de materiales en procesos industriales y de servicios, así como identificar los indicadores de productividad de la empresa para el mejoramiento de los sistemas productivos.
- **Gestión industrial:** identificar áreas de oportunidad y de mejora en los procesos de la empresa aplicando los conocimientos y herramientas de planeación estratégica, gestión ambiental, administración del capital humano, administración de la calidad total y control estadístico del proceso.

2.3.1.2 Nivel de DSS

Además de los conocimientos y habilidades del nivel de desempeño satisfactorio en el EGEL-IINDU, el sustentante en cada área debe ser capaz de:

- **Estudio del trabajo:** utilizar las herramientas cualitativas y cuantitativas del estudio del trabajo para determinar el tiempo estándar de las operaciones de un sistema de producción de bienes y servicios, identificando sus consecuencias en los estándares de producción y en el factor humano, así como de analizar las condiciones de sustentabilidad del proceso para proponer mejoras.
- **Gestión de la cadena de suministro:** tomar decisiones para determinar los métodos, modelos o sistemas adecuados para la gestión de la cadena de suministro, tales como el cálculo de los parámetros de modelos de inventario, evaluación de proveedores, planes maestros de producción, optimización de rutas y balanceos de flujo de productos.
- **Formulación y evaluación de proyectos:** evaluar integralmente un proyecto de inversión para la toma de decisiones.
- **Sistemas productivos:** caracterizar procesos de manufactura y de servicio, identificando los requerimientos técnicos que conlleven a la selección de maquinaria y variables de operación, mejorar sistemas de producción mediante el análisis de indicadores de productividad y rentabilidad, así como desarrollar los sistemas de planeación y programación de la producción para lograr el cumplimiento de los objetivos de la empresa.
- **Sistemas productivos:** caracterizar procesos de manufactura y de servicio, identificando los requerimientos técnicos que conlleven a la selección de maquinaria y variables de operación, mejorar sistemas de producción mediante el análisis de indicadores de productividad y rentabilidad, así como desarrollar los sistemas de planeación y programación de la producción para lograr el cumplimiento de los objetivos de la empresa

2.4 Trabajo relacionado con el EGEL

En la revisión de la literatura se han encontrado diversos trabajos relacionados con el EGEL, todos ellos considerando la relación entre los resultados del EGEL y la evaluación de la calidad de la formación profesional de los egresados con los PE de las IES.

A continuación, se citan y describen algunos trabajos:

- Aspectos del examen EGEL y los resultados de egresados que aplicaron el examen durante los años 2001 y 2007 de la carrera de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Aguascalientes (Trejo, 2008).
- Características de los sustentantes del EGEL pedagogía-ciencias de la educación, procedentes de programas dictaminados de calidad e identificar las diferencias y semejanzas en los programas educativos en cuanto a los perfiles de egreso, objetivos y características del plan de estudios de donde

egresan los estudiantes con mejores resultados en el EGEL (Barrera & Ramirez de Arellano, 2009).

- Relación entre el promedio académico que obtienen los alumnos de contaduría pública de la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media, dependiente de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, con el puntaje que logran en el EGEL (Izar & López, 2010).
- Estadísticas de los resultados que se han obtenido en el EGEL para los egresados de la Universidad de Colima y compartir su experiencia en la elaboración de un examen que se ha aplicado a ocho generaciones de egreso (Bravo & Rodriguez, 2013).
- Resultados del EGEL de los egresados de los años 2008 a 2010 de la licenciatura en Ciencias de la Educación de la Facultad de Ciencias Humana de la Universidad Autónoma de Baja California (Vázquez et al., 2015).
- Mecanismos de mejora de la calidad de los programas de licenciatura que oferta el Instituto Tecnológico de Pachuca, además de presentar estrategias y acciones realizadas en materia de evaluación por medio del EGEL (León et al., 2015).

Capítulo 3. Mecanismos de inferencia

3.1 Lógica difusa

El ser humano muestra dificultad para tomar decisiones cuando se tiene información imprecisa. La lógica difusa (Ponce, 2010) fue creada para emular la lógica humana y tomar decisiones de mayor confiabilidad a pesar de la poca información disponible. La lógica difusa es una herramienta flexible que se basa en reglas lingüísticas dictadas por expertos y que tiene como objetivo principal la formalización o mecanización de un sistema lógico para la evaluación y generación de decisiones, estas reglas difusas son una de las áreas más importantes para la aplicación de la teoría de conjuntos difusos (Zadeh, 1965). Los sistemas basados en reglas clásicas se ocupan de las reglas *si-entonces*, que constituye una extensión a los sistemas clásicos, que tiene antecedentes y consecuentes compuestas de enunciados de lógica difusa.

La graduación y granulación (ver Figura 3.1) forman el núcleo de la lógica difusa, siendo sus principales características distinguibles (Kumar, 2015). Más específicamente, cuando se le emplea, todo dato o información es o se permite que sea graduado, es decir, es una cuestión de grado o, equivalentemente difuso. Además, de forma similar todo es o se permite por igual que sea granular, un gránulo puede ser un grupo de atributos-valores unidos de manera indistinta, semejante, próxima o funcional. De una manera cualitativa, graduación y granulación juegan papeles fundamentales en la cognición humana.

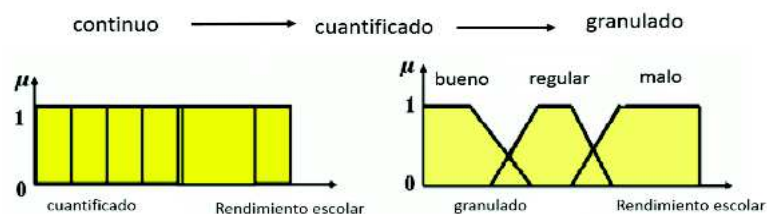


Figura 3.1 Graduación y granulación de una variable lingüística

La lógica difusa es un conjunto de principios matemáticos basados en grados de membresía o pertenencia, cuya función es modelar información (Chen & Pham, 2000). Este modelado se hace con base en reglas lingüísticas que aproximan una función mediante la relación de entradas y salidas del sistema. Esta lógica presenta rangos de pertenencia dentro de un intervalo entre 0 y 1, a diferencia de la lógica convencional, en la que el rango se limita a dos valores: el cero o el uno. La lógica difusa consta de tres etapas para obtener el resultado deseado (ver Figura 3.2). Estas se explican a continuación:

- Etapa 1: se basa en un proceso donde las variables tienen un grado de incertidumbre metalingüístico. Es decir, el rango de valores de cada variable

puede clasificarse por conjuntos difusos, originando el universo del discurso. Con ello, los valores pasan a un proceso de fusificación que los categoriza en un rango de pertenencia entre 0 y 1 que pertenece a un conjunto difuso. Los conjuntos difusos son caracterizados mediante funciones de pertenencia, las cuales están sintonizadas al punto de operación adecuado para el funcionamiento del sistema, es decir, las reglas de inferencia que serán empleadas.

- Etapa 2: se proponen reglas lingüísticas conocidas como de inferencia. Con esto, el grado de pertenencia de cada una de las variables se evalúa en un subconjunto de estas reglas. Cada subconjunto se usa para determinar una consecuencia, es decir, asignar un grado de pertenencia a un conjunto difuso que caracteriza o da las salidas para las variables de entrada.
- Etapa 3: consiste en determinar los valores óptimos de salida, mediante un mecanismo conocido como defusificación, el cual consiste en pasar el grado de pertenencia, proveniente de la consecuencia de la regla de inferencia activada, a un valor nítido o real, es decir, con el fin de obtener un valor cuantificable. Algunos métodos de defusificación son:
 - a) Método de membresía máximo, este método selecciona el elemento con el valor máximo.
 - b) Método del Centroide o centro de gravedad, es el método que encuentra el punto central de la región difusa para calcular el peso medio de la región de salida difusa.
 - c) método del promedio ponderado, asigna ponderaciones a cada función de la pertenencia a la salida por su respectivo valor máximo de miembros (Mandani, 1977).



Figura 3.2 Esquema general de un mecanismo de inferencia difuso

3.1.1 Funciones de pertenencia

Las funciones de pertenencia son una forma de representar gráficamente un conjunto difuso sobre un universo. De esta manera, la función de pertenencia de un conjunto indica el grado en que cada elemento de un universo dado, pertenece a dicho conjunto. Es decir, la función de pertenencia de un conjunto A sobre un universo X será de la forma: $\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$, donde $\mu_A(x) = r$, si r es el grado en que X pertenece al conjunto A (Klir & Yuan, 1995).

Si el conjunto es nítido, su función de pertenencia (función característica) tomará los valores en $\{0, 1\}$, mientras que, si es difuso, los tomará en el intervalo $[0, 1]$. Si

$\mu_A(x) = 0$ el elemento no pertenece al conjunto, si $\mu_A(x) = 1$ el elemento sí pertenece totalmente al conjunto. La función característica del conjunto de los elementos que verifican un predicado clásico está perfectamente determinada. No ocurre lo mismo cuando se intenta obtener la función de pertenencia de un conjunto formado por los elementos que verifican un predicado difuso. Dicha función dependerá del contexto (o universo) en el que se trabaje, del experto, del usuario, de la aplicación a construir, etc.

A la hora de determinar una función de pertenencia, normalmente se eligen funciones sencillas, para que los cálculos no sean complicados. En particular, en aplicaciones en distintos entornos, son muy utilizadas las siguientes (Klir & Yuan, 1995):

- Función de Pertenencia Triangular: se describe generalmente con 3 parámetros, que son los valores de los vértices en el universo de discurso, como se indica en la Figura 3.3.

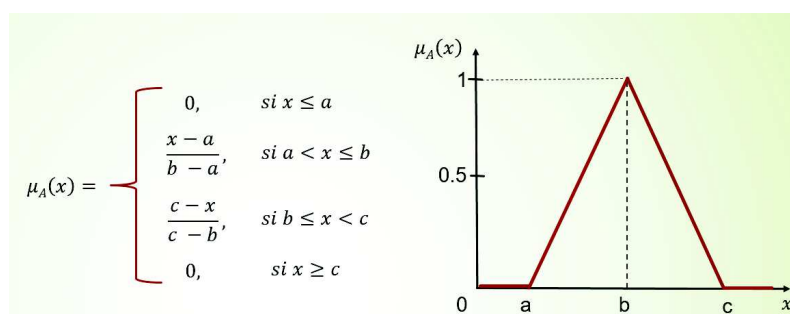


Figura 3.3 Función triangular

Donde **a** es el valor mínimo para **x** (extremo izquierdo), **b** es el valor de **x** con máximo grado de pertenencia y **c** es el valor máximo de **x** (extremo derecho). En la función triangular, se debe tomar en cuenta que los valores de los vértices en el universo de discurso cumplan con las siguientes restricciones:

- 1) **a < b < c**, necesaria para asegurar que los grados de pertenencia de cualquier valor de la variable sea única en cada término lingüístico.
- 2) Los puntos **a** y **c** que corresponden a los extremos, tienen que estar comprendidos en el universo de discurso.

- Función de Pertenencia Trapezoidal: definida generalmente por 4 parámetros, que son los valores de los vértices en el universo de discurso, como se muestra en la Figura 3.4.

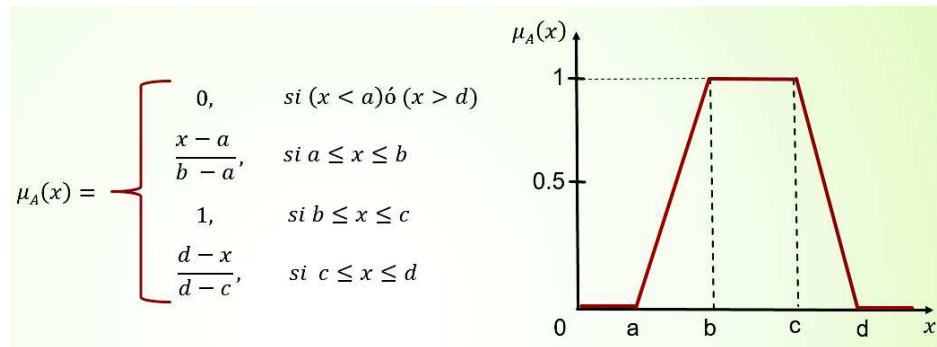


Figura 3.4 Función trapezoidal

Donde **a** y **d** representa su límite inferior y superior respectivamente, y los límites de soporte son **b** y **c**. Al igual que la función anterior, tiene que cumplir **a < b < c < d**, necesaria para que los grados de pertenencia de cualquier valor de la variable sea única en cada término lingüístico. Si **b** y **c** son iguales, se obtiene una función triangular.

Las funciones de pertenencia triangular y trapezoidal se usan para describir valores intermedios, como, por ejemplo: joven, de mediana edad, maduro. Su principal diferencia radica en que la función trapezoidal implica un margen de tolerancia alrededor del valor que se toma como más representativa del valor lingüístico asociado al conjunto difuso.

3.1.2 Aplicaciones utilizando lógica difusa

La lógica difusa se ha aplicado en diferentes campos, por mencionar algunos ejemplos se tiene:

- Para el consumidor incluyen cámaras, videocámaras, lavadoras, hornos microondas y aspiradoras con módulos de control difuso
- Sistemas de control: sistema de metro Sendai, el control de un horno de cemento, el control de conexiones de tráfico, control de gas de refrigeración, el control de robot, y las operaciones orbitales autónomas.
- La industria del automóvil ha encontrado una amplia gama de aplicaciones, incluyendo el control del automóvil de velocidad, sistema de frenos antideslizantes, sistema de transmisión, y el inyector de combustible.
- Empresas de inversión financiera en algunos sistemas de seguridad de inversión, y para ayudar a tomar decisiones complicadas.
- Comunicaciones digitales, por ejemplo, la clasificación de modulación, equalización.

3.1.3. Trabajos relacionados con la lógica difusa

En la literatura, se pueden encontrar diversas investigaciones que emplean lógica difusa, que sería imposible enumerarlas a todas. A continuación, se mencionan algunos trabajos referentes a la generación de modelos que coadyuven a la toma de decisiones:

- Sistema basado en un modelo lingüístico de decisión desarrollado utilizando lógica difusa que obtiene una evaluación de la eficiencia en la conducción. Este sistema diseñado, implementado y probado mediante simulaciones y refinado en ensayos utilizando vehículos reales con el fin de realizar un ajuste correcto del modelo, tomando como patrón el comportamiento de los conductores humanos en la realización de conducción eficiente o no eficiente (Villete et al., 2012).
- Sistema de inferencia difuso para modelar los factores que determinan el éxito en un proceso de internacionalización de las pymes en el sector textil. Se utilizan variables lingüísticas, extraídas de empresario, expertos, consultores e investigadores de la materia y, por medio del juicio de expertos, se definen los factores que explican la capacidad de internacionalización (Restrepo & Venegas, 2015).
- Modelo de inferencia difuso para el estudio de crédito realizado en una cooperativa de servicios financieros, para evaluar la solvencia de los asociados de la cooperativa solicitantes de crédito (Medina & Paniagua, 2008).
- Modelo de inferencia difusa para la selección de objetos de aprendizaje, teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje de los alumnos y el comportamiento de las personas a partir de la identificación de los hemisferios cerebrales (Arias et al. 2009).
- Estado actual de las aplicaciones de la teoría de conjuntos difusos y los sistemas de inferencia difuso en la solución de problemas financieros (Medina, 2006).
- Sistema de inferencia difuso para evaluar la solvencia financiera de las compañías solicitantes de crédito. El sistema evalúa indicadores financieros de la firma solicitante y recomienda tanto el monto como el plazo de crédito óptimo a otorgar (Soto & Medina, 2004).
- Modelo basado en un sistema experto difuso, el cual permite soportar decisiones de asignación de recursos financieros (Medina & Manco, 2007).

- Sistema de lógica difusa que permite analizar observaciones en el tiempo clasificándolas en categorías lingüísticas, con la intención de proporcionar un pronóstico de los niveles diarios del río Magdalena, Colombia (Segura & Obregón, 2005).

3.2 Procesos estocásticos

A toda variable que evoluciona a lo largo del tiempo de forma parcial o totalmente aleatoria, se denomina proceso estocástico (Taylor & Karlin, 1998).

Los procesos estocásticos pueden ser clasificados en:

- Tiempo discreto: Cuando el valor de la variable sólo puede cambiar en una serie de momentos determinados del tiempo, por ejemplo, los sorteos de la lotería tienen lugar en determinadas fechas.
- Tiempo continuo: Cuando el valor de la variable puede cambiar en cualquier momento del tiempo, por ejemplo, la temperatura.

Otra forma de clasificar a los procesos estocásticos es:

- Variable continua: La variable puede tomar cualquier valor comprendido en un rango.
- Variable discreta: La variable sólo puede tomar determinados valores o estados discretos, por ejemplo, los mercados financieros cotizan sus activos con unos precios que oscilan: de céntimo de euro en céntimo de euro, o en 1/8 de punto, etc.

Formalmente hablando, un proceso estocástico se define por una ley de probabilidad que gobierna la evolución de una variable x (temperaturas, rendimientos, variación de los tipos de interés etc.) a lo largo de un horizonte temporal t . De tal manera que para diferentes momentos del tiempo $t1 < t2 < t3...$ se puede obtener la probabilidad de que los valores correspondientes $x1, x2, x3...$ se sitúen dentro de un rango específico como, por ejemplo:

Prob [$a1 < x1 \leq b1$]

Prob [$a2 < x2 \leq b2$]

Prob [$a3 < x3 \leq b3$]

Cuando se llegue al momento $t1$ y se observe el valor correspondiente de $x1$, se puede condicionar la probabilidad de futuros sucesos a la luz de esta información.

3.3 Sistemas basados en conocimiento

Un sistema basado en conocimiento (SBC), se define como un sistema basado en computadora que utiliza y genera conocimiento a partir de datos, información y conocimiento (Akerkar & Sajja, 2010). Estos sistemas, pertenecen a uno de los más grandes grupos de la Inteligencia Artificial, surgen porque las tareas demandan sistemas que tengan inteligencia, nuestra sociedad e industria están orientadas al

conocimiento y apoyándose de las habilidades de expertos en la toma de decisiones. Un SBC puede utilizarse como un experto en cualquier momento.

3.3.1 Características de un SBC

Los componentes de un SBC son: una estructura de datos y las relaciones de carácter declarativo y procedimental junto a representaciones heurísticas que forman el conocimiento del sistema (Alonso et al., 2004). Además, poseen métodos para realizar inferencias sobre el conocimiento almacenado, procesos más o menos complejos de búsqueda, toma de decisiones en problemas complejos, y a menudo incorporan mecanismos de aprendizaje y comunicación en lenguaje natural. Pero estos elementos aparecen cada vez con mayor proliferación en los sistemas de información (SI) convencionales, por lo que es difícil diferenciar un SBC de un SI. Con esta consideración, se pueden apuntar algunas de las propiedades que distinguen a los SBC:

- Aplicación a dominios y problemas más complejos que los que tratan los SI tradicionales. Las salidas que proporcionan los SBC necesitan de procesos elaborados donde intervienen métodos para deducir nueva información y técnicas heurísticas para reducir los espacios de búsqueda de solución. Los SI son sistemáticos y procedimentales, es decir, utilizan como entrada datos organizados de una manera más o menos simple, y emplean algoritmos deterministas para obtener una salida.
- Por regla general, los SI convencionales tienen un proceso de especificación de requisitos establecido y limitado en el tiempo. En cambio, en los SBC existe una fase de adquisición de conocimiento muy extensa y costosa, que no suele acabar con el desarrollo del proyecto, sino que puede mantenerse indefinidamente conforme se tenga más conocimiento sobre el dominio.
- En los SBC, las estructuras de representación son declarativas, de forma que se permite separar el conocimiento del dominio de los mecanismos de deducción utilizados, que pueden ser aplicados a otros dominios. Esta separación permitirá la reutilización tanto de la base de conocimiento como de los métodos de resolución para otros proyectos, lo que es muy importante si se tiene en cuenta el esfuerzo que requiere la fase de adquisición de conocimiento. Esto no suele ser usual en los SI convencionales, ya que los programas están diseñados para utilizar específicamente los datos que tiene almacenados el sistema.
- Algunos SBC describen y justifican los pasos de razonamiento que se han seguido para alcanzar una solución o tomar una decisión. La existencia de esta capacidad de dar explicaciones puede ser fundamental en dominios donde la toma de decisiones sea muy sensible o importante. Bastaría pensar en SBC que

controlan centrales nucleares, diagnostiquen enfermedades o dispongan la situación de una plantilla de empleados.

- Además, los SBC se desarrollan para realizar una tarea específica sobre un dominio determinado. El término tarea se refiere a alguna actividad orientada hacia una meta o a la resolución de problemas. El dominio se refiere al área en que se ejecutará la tarea. Las tareas de los SBC se suelen agrupar en tareas de síntesis (como clasificación, asesoramiento, diagnóstico, etc.) y tareas de análisis (como diseño, planificación, modelado, etc.).

3.3.2 Estructura general de un SBC

La estructura de un SBC refleja la estructura cognitiva y los procesos humanos. La primera parte es la memoria de largo plazo, en la que guarda los hechos (Base de Hechos) y los conocimientos (Base de Conocimientos) acerca del dominio en el que tiene experiencia. La segunda parte es el sistema que realiza la función de razonamiento para resolver problemas (Motor de Inferencia). Finalmente, la tercera parte la conforman los usuarios, quienes a través de las unidades de entrada y salida permiten la comunicación entre el sistema y su entorno, lo anterior se puede apreciar en la Figura 3.5, tomada de (Akerkar & Sajja, 2010).

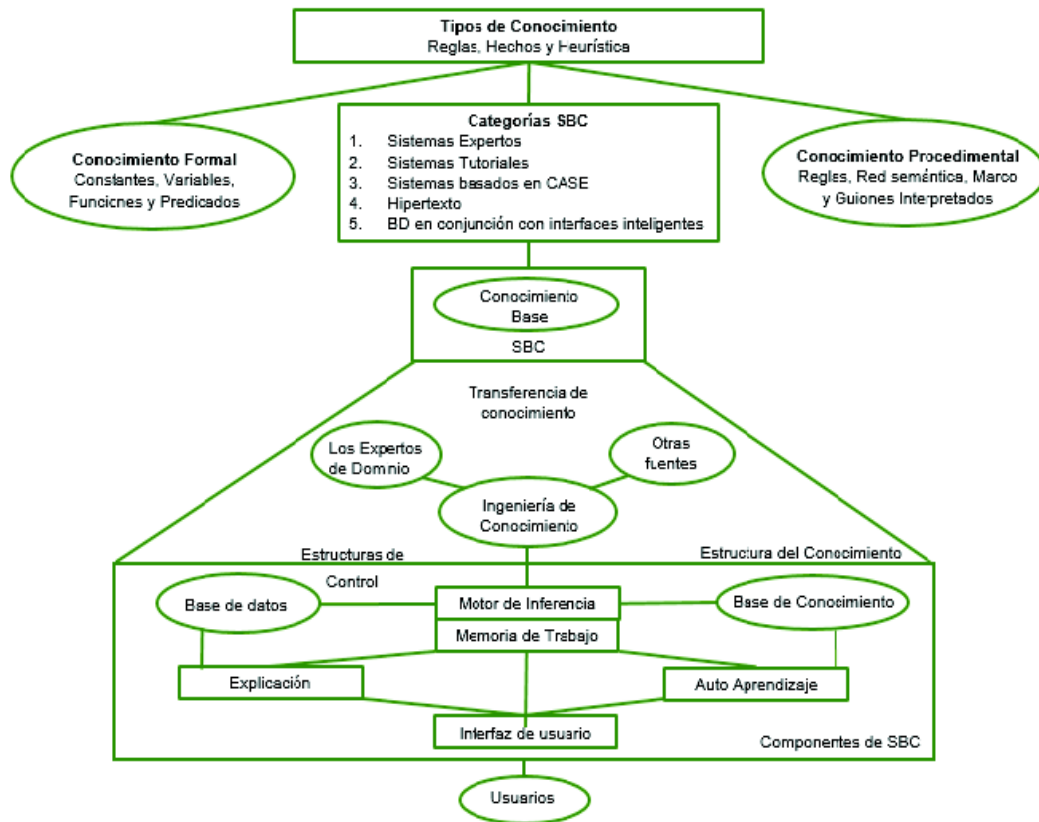


Figura 3.5 Estructura general de un SBC

3.3.3 Ventajas y limitaciones de un SBC

Con las definiciones dadas y por algunas de las características indicadas anteriormente se puede entender que el desarrollo de SBC para ciertos dominios es muy aconsejable y, en algunos casos, imprescindible. Las ventajas que ofrece un SBC se pueden resumir en las siguientes líneas (Alonso et. al., 2004):

- Mantenimiento del conocimiento.
- Solución de problemas complejos.
- Ajuste de objetivos.
- Tratamiento de la incertidumbre
- Explicación del razonamiento
- Reducción de costos
- Aumento de la fiabilidad
- Modularidad

Por otro lado, aunque su uso es cada vez mayor, no existe todavía un empleo generalizado de SBC para todos los dominios. Existen varios factores de peso que inhiben la comercialización de SBC, entre ellos destacan:

- Dificultad en la adquisición de conocimiento.
- Reutilización del conocimiento.
- Falta de creatividad y sentido común.
- Obstáculos para el aprendizaje y adaptación.

Capítulo 4. Modelo difuso para el pronóstico del EGEL

4.1 Propuesta

El esquema general del modelo difuso que se propone se puede visualizar en la Figura 4.1, donde se consideran dos entradas, la primera: son las UDAs de los PEs, a cada una de ellas se les asigna una ponderación, la cual es determinada por el coordinador de carrera, con respecto a los contenidos de cada UDA y la relación con las áreas que evalúa el EGEL, esta asignación, representa la relevancia o grado de impacto del conocimiento en cada una de las áreas. Con esta base y tomando en consideración las calificaciones de las UDAs del sustentante durante su trayectoria académica y la apreciación estudiantil (evaluación realizada por el alumno de la actividad del docente en cada UDA), se realiza un cálculo de estimación simple; la segunda entrada es el histórico de resultados del EGEL, este histórico permite calcular el factor de impacto por área, dependiendo de la pérdida o ganancia de conocimiento del sustentante en cada área con base en los años de experiencia laboral y tiempo de egreso, de esta asignación se tiene como resultado la ponderación acumulada por área, con lo anterior, se realizan los cálculos de estimación por egreso y por experiencia, lo cual pondera el nivel de impacto de los contenidos de las UDAs por área.

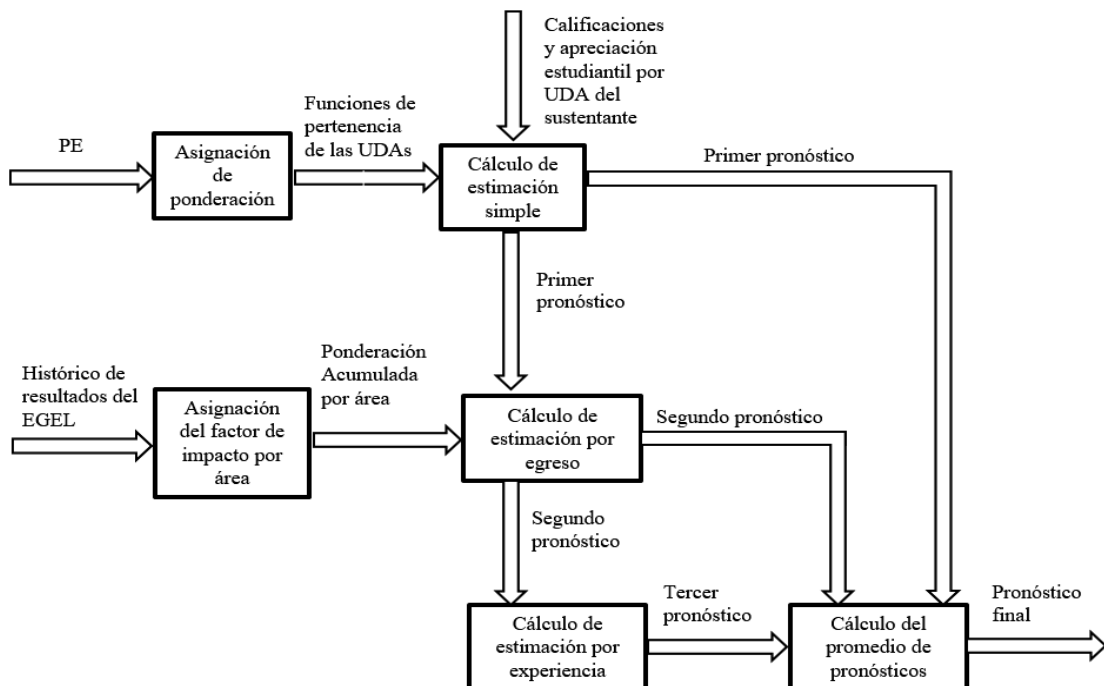


Figura 4.1 Esquema general del modelo difuso para el pronóstico del EGEL

4.2 Análisis del PE

El modelo difuso que se presenta, considera dos entradas:

A) El conjunto de UDAs de los PEs está determinado de manera extensional por la siguiente expresión:

$$\mu = \{UDA_1, UDA_2, UDA_3, \dots, UDA_n\} \quad (3)$$

A cada **UDA** se le asigna una ponderación con respecto a sus contenidos y la relación con cada una de las áreas del EGEL, que se puede definir como: P= “tener membresía para cada una de las áreas correspondientes del EGEL”. Se define P como el subconjunto de UDAs con membresía a dichas áreas, esta ponderación representa la relevancia o grado de impacto del conocimiento en cada una de las áreas.

Al concluir la función de pertenencia, se aplica la siguiente ecuación para cada área:

$$VPA = \Sigma(PUDA) \quad (4)$$

Donde:

VPA es el valor de ponderación acumulada por área.

PUDA: ponderación asignada a cada UDA en esa área.

El resultado de la aplicación de esta ecuación proporciona lo que se considera como la ponderación acumulada por área del EGEL. Con esta ponderación acumulada, se puede observar cuáles de las UDAs tienen mayor impacto en el EGEL.

Por otra parte, inicialmente se consideran 2 factores de impacto, que determinan si un sustentante alcanza o no un TD en el EGEL, los cuales son:

- 1) La calificación obtenida por el sustentante en cada una de las UDAs en su trayectoria académica.
- 2) La calificación proporcionada por el alumno a los docentes de cada UDA en el proceso de evaluación docente.

Con los dos primeros factores se obtiene la siguiente estimación (representa el primer pronóstico del esquema general del modelo difuso):

- Estimación Simple por Área (**ESA**): en esta se considera el valor máximo de **VPA** y los rangos de puntuación del IC, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$ESA = \frac{PPA}{\text{Max}(VPA)} * 6 + 700 \quad (5)$$

Donde:

PPPA es el Puntaje de Ponderación Por Área, la cual se obtiene de la siguiente ecuación:

$$PPPA = \sum((CUDA * F1 + EDO * F2) * PUDA) \quad (6)$$

Donde:

CUDA es la calificación de la UDA.

EDO es la evaluación promedio del docente asignado por los estudiantes en esa UDA.

F1 es el factor de impacto de la calificación de la UDA, expresado en porcentaje.

F2 es el factor de impacto de la calificación del docente, expresado en porcentaje.

Los factores de impacto son determinados heurísticamente por el coordinador de cada uno de los PEs.

B) Con base en los resultados obtenidos por los sustentantes, se realizó un ajuste a posteriori en el modelo y se agregan dos nuevos factores de impacto: el tiempo de egreso y los años de experiencia profesional, con lo anterior se generan dos estimaciones más, descritos como sigue:

- Estimación Por años de Egreso (**EPE**): implica el conocimiento que el sustentante ha perdido por el tiempo que tiene de egresado, este factor, definido como Factor de Pérdida (**FP**), debe de calcularse tomando en cuenta tres grados de pérdida, determinados como alto, medio y bajo, como se muestra en la Tabla 4.1. Estos grados están relacionados con los puntajes mínimos requeridos esperados en la ecuación 5.

Tabla 4.1 Cálculo del **FP** por años de egreso

Grado de pérdida	Valor mínimo requerido	Puntaje mínimo requerido en ESA	Tiempo de egreso	TD esperado
FP_{Alto}	$\frac{150 * \text{Max}(VPA)}{6}$	850	> 2 años	ANS
FP_{Medio}	$\frac{300 * \text{Max}(VPA)}{6}$	1000	>= 1 y <= 2 años	TDS
FP_{Bajo}	$\frac{375 * \text{Max}(VPA)}{6}$	1075	< 1 año	TDS

El **FP** está asociado al tiempo de egreso del sustentante y al puntaje mínimo requerido en la Estimación Simple por Área.

Al aplicar el **FP** se puede obtener la ecuación **EPE**:

$$EPE = \frac{(PPA * (\frac{FP}{VPA * 100}))}{Max (VPA)} * 6 + 700 \quad (7)$$

- Estimación por Años de Experiencia (**EAE**): la que el egresado tenga en alguna de las áreas evaluadas por el EGEL. En este factor, se toma en cuenta la experiencia que el sustentante pudiese haber obtenido en cada una de las áreas del EGEL, en función de la o las actividades desempeñadas en el ámbito profesional. Para este factor se considera el resultado de **VPA** obtenido en cada una de las áreas del EGEL y el **FP**, es decir, el valor mínimo requerido, como se definió en la Tabla 4.1, este factor también se da en tres grados: alto, medio y bajo. Con lo anterior se obtiene la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Cálculo del factor de ganancia

Grado de ganancia	Ganancia	Tiempo de experiencia	TD esperado
FG _{Alto}	$\frac{VPA * 100 \text{ de cada área}}{FP_{\text{Bajo}}}$	> 2 años	TDSS
FG _{Medio}	$\frac{VPA * 100 \text{ de cada área}}{FP_{\text{Medio}}}$	>= 1 y <= 2 años	TDS
FG _{Bajo}	$\frac{VPA * 100 \text{ de cada área}}{FP_{\text{Alto}}}$	< 1 año	ANS

Al aplicar este Factor de Ganancia (**FG**) por años de experiencia, se tiene como resultado la siguiente expresión:

$$EAE = \frac{PPA + ((VPA * 100) * FG)}{Max (VPA)} * 6 + 700 \quad (8)$$

Considerando las estimaciones anteriores, el siguiente paso es dar un pronóstico del resultado del EGEL, aplicando la siguiente ecuación:

$$PAE = \frac{ESA + EPE + EAE}{3} \quad (9)$$

Donde:

PAE es el pronóstico del área del EGEL.

La ecuación 8 se debe realizar para cada una de las áreas del EGEL.

4.3 Definición de las reglas difusas en FCL

Para poder definir las reglas difusas se consideraron las áreas que evalúa el EGEL y los criterios establecidos para el otorgamiento del TD en cada PE del CU UAEM VM, los cuales están considerados en la Tabla 2.1.

Considerando que no importa el orden de las áreas, se aplica la fórmula de combinación, con la finalidad de establecer el número de reglas requeridas.

$$C_k^n = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad (10)$$

Donde:

n es número de áreas que se evalúan para el PE.

k variables de entrada (número de criterios establecidos para el otorgamiento del TD).

Ejemplo:

Si el PE contempla 5 áreas, y los criterios para otorgar un TDSS es que al menos en 2 áreas se haya obtenido un TDSS, entonces al aplicar la fórmula, se obtienen 10 reglas.

$$C = 5! / 2! (5-2)!$$

$$C = 120 / 2 * 3!$$

$$C = 120 / 2 * 6$$

$$C = 120 / 12$$

$$C = 10$$

De esta manera se obtuvo el total de reglas para cada PE, como se describen en la Tabla 4.3.

Las reglas del sistema de inferencia difuso, definidas para obtener el TD tienen la forma siguiente:

- Reglas difusas para TDSS
RULE_j: IF (área_i IS ds OR área_i IS dss) AND
(área_{i+1} IS ds OR área_{i+1} IS dss) AND
...
(área_{i+n-1} IS ds AND área_{i+n-1} IS dss) THEN
td IS dss;
- Reglas difusas para TDS
RULE_{j+k}: IF (área_i IS ds OR área_i IS dss) AND
(área_{i+1} IS ds OR área_{i+1} IS dss) AND
...

(área_{i+n-1} IS ds OR área_{i+n-1} IS dss) THEN
td IS ds;

- Reglas difusas para ANS
RULE_{j+k+l}: IF (área_i IS ans AND área_{i+1} IS ans) THEN
td IS ans;

Se definen RULE_j, para 1 ≤ j ≤ m y área_i, para 1 ≤ i ≤ n.

Para 1 ≤ k ≤ 4|6|10.

Para 1 ≤ l ≤ 6|10.

Donde *m* puede tomar el valor de 14, 16, 25 o 30, según el número total de reglas formadas para el PE y *n* el valor de 4 o 5, según el número de áreas que se evalúan para el PE.

Tabla 4.3 Reglas generadas por PE del CU UAEM VM

PE	Número de áreas	Tipo de testimonio	Criterio	Número de reglas	Total de Reglas
LIA LCN	5	TDSS	Al menos dos variables de entrada son DSS y el resto son DS	10	30
LREI LEC		TDS	Al menos tres variables de entrada son DS o DSS	10	
IIN		ANS	Al menos tres variables de entrada son ANS	10	
ICO, ISC	5	TDSS	Al menos dos variables de entrada son DSS y el resto son DS	10	25
		TDS	Al menos cuatro variables de entrada son DS o DSS	5	
		ANS	Al menos dos variables de entrada son ANS	10	
LAM	4	TDSS	Al menos dos variables de entrada son DSS y el resto son DS	6	16
		TDS	Al menos tres variables de entrada son DS o DSS	4	
		ANS	Al menos dos variables de entrada son ANS	6	
LDE	4	TDSS	Al menos tres variables de entrada son DSS y el resto son DS	4	14
		TDS	Al menos tres variables de entrada son DS o DSS	4	
		ANS	Al menos dos variables de entrada son ANS	6	

4.4 Fusificación y defusificación

La fusificación y defusificación se aplican a cada una de las áreas de evaluación, considerando las distribuciones de las puntuaciones del EGEL para un PE.

A continuación, se muestran los rangos de cada TD:

FUZZIFY área_i

TERM ans := (0.5384, 1) (0.7669, 1) (0.7700, 0);

TERM ds := (0.7676, 0) (0.7692, 1) (0.8823, 1) (0.8853, 0);

TERM dss := (0.8830, 0) (0.8846, 1) (1, 1);

END_FUZZIFY

DEFUZZIFY td

TERM ans := (0.5384, 1) (0.7669, 1) (0.7700, 0);

TERM ds := (0.7676, 0) (0.7692, 1) (0.8823, 1) (0.8853, 0);

TERM dss := (0.8830, 0) (0.8846, 1) (1, 1);

METHOD : COG;

DEFAULT := 0.5384;

RANGE := (0.5384 .. 1);

END_DEFUZZIFY

En la Tabla 4.4, se muestra el mapeo del IC con respecto a los niveles de desempeño del EGEL para la defusificación, la cual se obtiene aplicando una regla de tres, donde 1300 es el 100%.

Tabla 4.4 Mapeo del IC para la defusificación

Niveles de Desempeño	Puntos del IC/valor de mapeo			
ANS	700/0.5384	997/0.7669	1001/0.7700	
DS	998/0.7676	1000/0.7692	1147/0.8823	1151/0.8853
DSS	1148/0.8830	1150/0.8846	1300/1	

Es importante mencionar que para la defusificación se usa el centro de gravedad (COG), lo cual implica que el valor a obtener para el TD se ubica en el centro del rango de pertenencia.

4.5 Diseño del sistema

El modelo de base de datos fue diseñado con el Sistema Gestor de Base de Datos MySQL Workbench, el cual permite almacenar la información y actuar como interfaz, entre los datos almacenados y la aplicación web.

Es importante mencionar que el modelo fue desarrollado considerando todo el proceso de titulación del CU UAEM VM. El sistema se dividió en los siguientes módulos:

- Usuarios, define tipos de usuarios y permisos de accesos al sistema.
- Alumnos, almacena los datos generales de los alumnos y la relación que existe con las carreras y los trabajos escritos, si fuera el caso.
- TrabajosEscritos, almacena los trabajos escritos y los cursos que pudieran existir.
- Profesor, almacena los datos de los profesores y la relación de estos con las carreras que se imparten.
- Carrera, almacena las modalidades de titulación y la información de EGEL CENEVAL.

Para este proyecto únicamente se desarrolló la modalidad de titulación por el EGEL-CENEVAL.

En la Figura 4.2 se muestra el modelo de base de datos con respecto a esta modalidad.

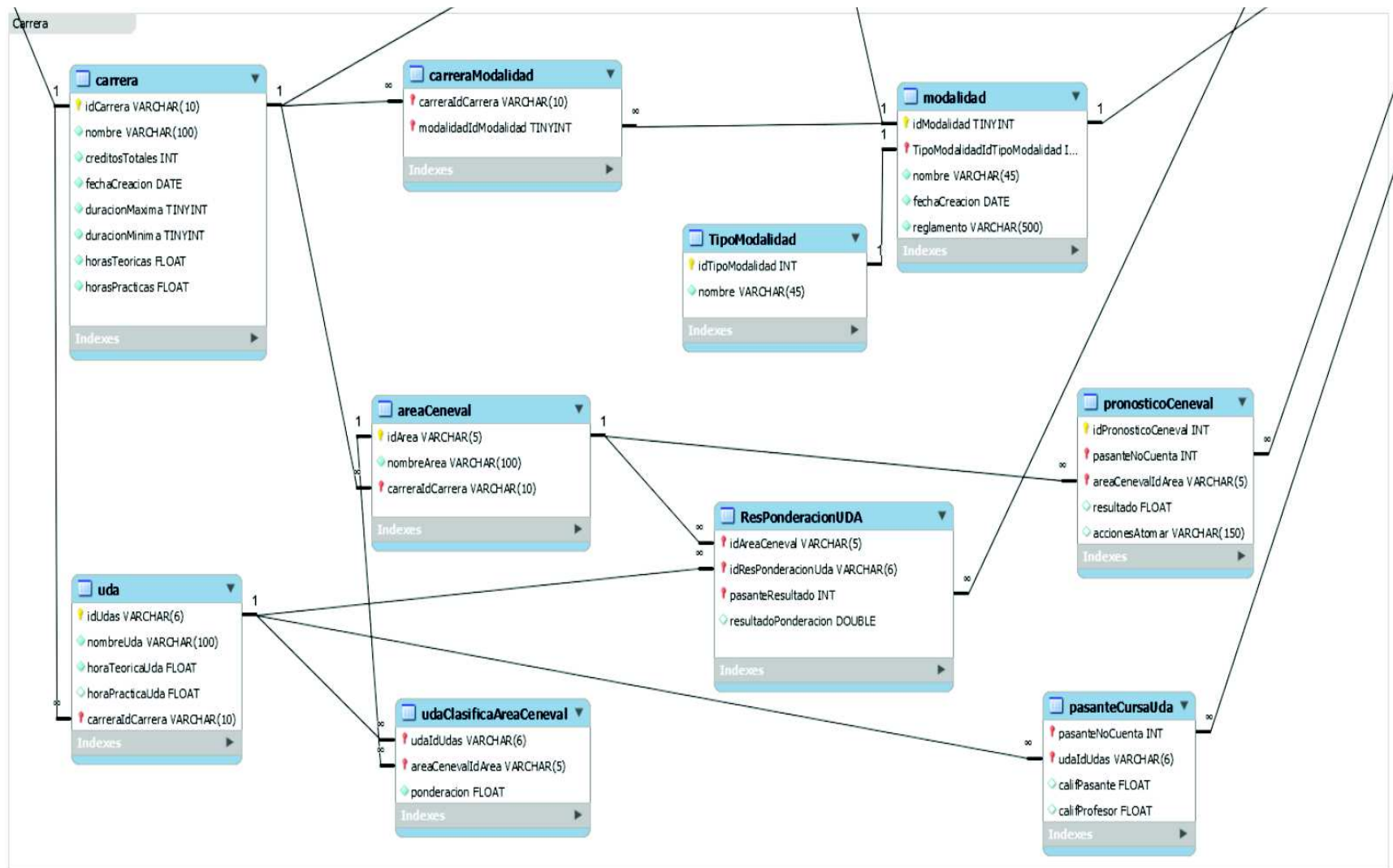


Figura 4.2 Diagrama correspondiente al apartado ECEL-CENEVAL

Las tablas comprendidas para este diagrama y la descripción de cada una de ellas se visualizan en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Descripción de las tablas para el módulo de carrera

carrera

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
idCarrera	VARCHAR(10)	✓	✓		Identificador único para la carrera
nombre	VARCHAR(100)		✓		Nombre de carrera
creditosTotales	INT		✓		Créditos totales que comprende la carrera
fechaCreacion	DATE		✓		Fecha de creación de la carrera
duracionMaxima	TINYINT		✓		Duración máxima de la carrera
duracionMinima	TINYINT		✓		Duración mínima de la carrera
horasTeoricas	FLOAT		✓		Total de horas teóricas de la carrera
horasPracticas	FLOAT		✓		Total de horas prácticas de la carrera

uda

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
idUdas	VARCHAR(6)	✓	✓		Identificador único para la unidad de aprendizaje
nombreUda	VARCHAR(100)		✓		Nombre de la unidad de aprendizaje
horaTeoricaUda	FLOAT		✓		Horas teóricas de la unidad de aprendizaje
horaPracticaUda	FLOAT				Horas prácticas de la unidad de aprendizaje
carreraIdCarrera	VARCHAR(10)	✓	✓		Identificador de la carrera

modalidad

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
idModalidad	TINYINT	✓	✓	✓	Identificador incremental para la modalidad de titulación
TipoModalidadId TipoModalidad	INT	✓	✓		Identificador único para el tipo de modalidad de titulación
nombre	VARCHAR(45)		✓		Nombre de la modalidad de titulación
fechaCreacion	DATE		✓		Fecha de creación de modalidad
reglamento	VARCHAR(500)		✓		Almacena la ruta al documento guardado

tipoModalidad

Nombre del **campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
idTipoModalidad	INT	✓	✓	✓	Identificador único para el tipo de modalidad de titulación
nombre	VARCHAR(45)		✓		Nombre de los tipos de modalidad de titulación

carreraModalidad

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
carreraIdCarrera	VARCHAR(10)	✓	✓		Identificador único para la carrera
modalidadIdModalidad	TINYINT		✓	✓	Identificador incremental para la modalidad de titulación

areaCeneval

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
idArea	VARCHAR(5)	✓	✓		Identificador único para el área del Ceneval
nombreArea	VARCHAR(100)		✓		Nombre de del área del Ceneval
carreraIdCarrera	VARCHAR(10)	✓	✓		Identificador único para la carrera

udaClasificaAreaCeneval

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
udalIdUdas	VARCHAR(6)	✓	✓		Identificador único para la unidad de aprendizaje
areaCenevalIdArea	VARCHAR(5)	✓	✓		Identificador único para el área del Ceneval
ponderacion	FLOAT		✓		Ponderación asignada a cada uda

ResPonderacionUda

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
idAreaCeneval	VARCHAR(5)	✓	✓		Identificador único para el área del Ceneval
idResPonderacionUda	VARCHAR(6)	✓	✓		Identificador único para la unidad de aprendizaje
pasanteResultado	INT		✓	✓	Identificador único para el alumno
resultadoPonderacion	DOUBLE				Resultado obtenido por uda de los factores de impacto de calificaciones de udas y apreciación estudiantil

pronosticoCeneval

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
idPronosticoCeneval	INT	✓	✓		Identificador único para el pronóstico de un sustentante
pasanteNoCuenta	INT	✓	✓		Identificador único para el alumno
areaCenevalIdArea	VARCHAR(5)	✓	✓		Identificador único para el área del Ceneval
resultado	FLOAT				Resultado del sustentante al aplicar el EGEL
accionesAtomar	VARCHAR(150)				Acciones a tomar definidas por el coordinador

pasanteCursaUda

Nombre del campo	Tipo de dato	PK	NN	AI	Comentario
pasanteNoCuenta	INT	✓	✓		Identificador único para el alumno
udaldUdas	VARCHAR(6)	✓	✓		Identificador único para la unidad de aprendizaje
califPasante	FLOAT				Calificación obtenida por el pasante en cada uda
califProfesor	FLOAT				Calificación otorgada por el pasante a cada profesor

4.5.1 Diagrama de caso de uso

Los actores que interactúan con la aplicación web, se definen a continuación:

Administrador.- Es el responsable de alimentar la aplicación web con los registros de los pasantes, calificaciones obtenidas en cada una de las UDAs, calificaciones obtenidas por los profesores en la apreciación estudiantil y la ponderación de cada área que evalúa el EGEL-CENEVAL, ver Figura 4.3.

Además, el administrador es el único usuario que hace modificaciones para el mejoramiento de la aplicación web.

Coordinador.- Responsable de determinar, con base en su experiencia, los factores de impacto, para las calificaciones de las UDAs y la apreciación estudiantil, ver Figura 4.4.

El coordinador, con la información dada por el pasante, proporcionará los factores de impacto de tiempo de egreso y años de experiencia.

Al finalizar entregará al pasante el pronóstico obtenido y recomendaciones para tener un buen desempeño en el EGEL-CENEVAL.

Para tener una mejor visualización de la interacción con la aplicación web, se ilustran los diagramas de caso de uso (Booch, et al., 2006).

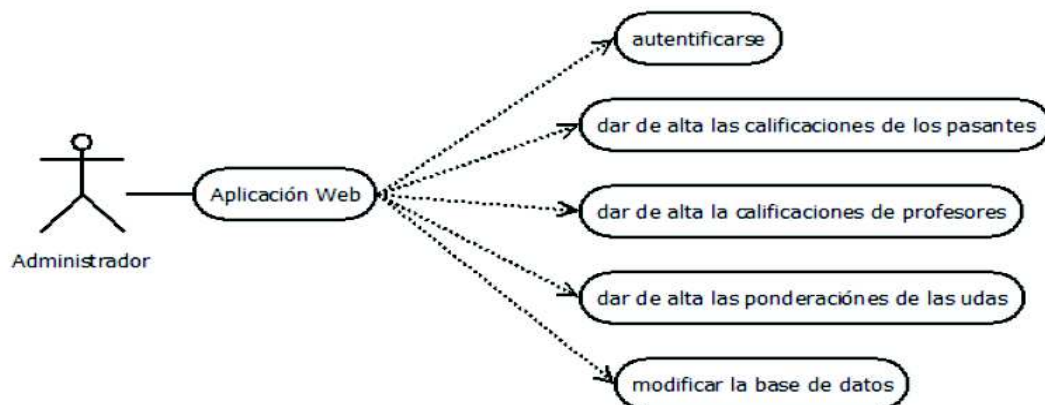


Figura 4.3 Diagrama caso de uso Administrador

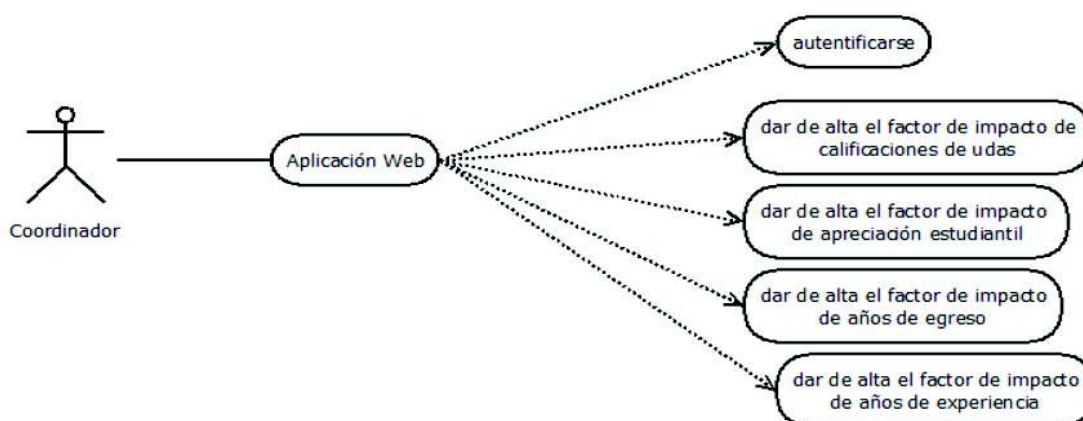


Figura 4.4 Diagrama caso de uso Coordinador

Capítulo 5. Aplicación y puesta en marcha del modelo difuso

En este capítulo se toman en cuenta los programas educativos de ISC, ICO e IIN del CU UAEM VM, a manera de ejemplo de cómo poner en marcha el modelo difuso propuesto.

5.1 Análisis del PE ISC

Considerando que el PE de ISC consta de 414 créditos, 132 horas son teóricas y 150 son prácticas, repartidas entre 53 UDAs, se tiene como resultado la Tabla 5.1, en donde se muestra la distribución de las ponderaciones asignadas por el coordinador de carrera a cada UDA por área (PUDA).

Tabla 5.1 Distribución de ponderación para las UDAs del PE de ISC

No.	NOMBRE_UDA	SSCAE	NTISC	DHSAE	AHSAE	RCNE
1	ALGEBRA LINEAL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
2	ALGEBRA Y GEOMETRIA ANALITICA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
4	CALCULO VECTORIAL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
5	ECUACIONES DIFERENCIALES	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
6	ELECTROMAGNETISMO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
7	ESTATICA Y DINAMICA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
8	INGLES C1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
9	INGLES C2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
10	INTRODUCCION A LA COMPUTACION PROBABILIDAD Y ESTADISTICA PARA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
11	INGENIEROS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
12	QUIMICA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
13	ADMINISTRACION	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
14	CONTABILIDAD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
15	ECOLOGIA, ETICA Y NORMATIVIDAD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
16	TECNICAS DE COMUNICACIÓN	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
17	ALGORITMOS Y ESTRUCTURA DE DATOS	0.4	0.3	0.1	0.2	0
18	ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS	0.3	0.2	0.3	0.2	0
19	BASES DE DATOS	0.5	0.3	0	0.2	0
20	CIRCUITOS ELECTRICOS	0.1	0.1	0.4	0	0.4
21	DESARROLLO DE PROYECTOS	0.1	0.3	0.1	0.3	0.2
22	ELECTRONICA ANALOGICA	0.1	0.1	0.4	0	0.4
23	FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS	0.3	0.2	0.1	0.3	0.1
24	FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS	0.4	0.3	0	0.3	0
25	FUNDAMENTOS DE PROGRAMACION	0.3	0.3	0.1	0.3	0
26	INGENIERIA DE SOFTWARE	0.4	0.5	0	0.1	0
27	INTRODUCCION A LA INGENIERIA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
28	INVESTIGACION DE OPERACIONES	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
29	LENGUAJES DE BAJO NIVEL	0	0.3	0.3	0.2	0.2

30	LENGUAJES FORMALES Y AUTOMATAS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
31	LOGICA MATEMATICA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
32	MATEMATICAS DISCRETAS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
33	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
34	METODOS NUMERICOS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
35	PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS	0.2	0.3	0.2	0.3	0
36	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE DATOS	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4
37	REDES	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
38	SISTEMAS DE INFORMACION	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1
39	SISTEMAS DIGITALES	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
40	SISTEMAS OPERATIVOS	0	0.3	0.3	0.3	0.1
41	SISTEMAS OPERATIVOS PARA RED	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3
42	TEMAS SELECTOS DE SISTEMAS ADMINISTRACION DE CENTROS DE COMPUTO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
43	INTERCONEXION Y SEGURIDAD EN REDES	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
44	REDES	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
45	RESIDENCIAS PROFESIONALES	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
46	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1
47	SEMINARIO DE TITULACION	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
48	PLANEACION ESTRATEGICA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
49	SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL	0.1	0.1	0.3	0.2	0.3
50	SISTEMAS ELECTRONICOS DE COMUNICACIÓN	0.1	0.1	0.3	0.1	0.4
51	TEORIA DE CONTROL	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2
52	TRANSMISION Y COMUNICACIÓN DE DATOS	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5
53	SISTEMAS EXPERTOS	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1

A manera de ejemplo, en la tabla anterior se considera la UDA Programación Orientada a Objetos, en la cual se determina para las áreas de SSCAE y DHSAAE un 0.2 para cada una y un 0.3 para las áreas de NTISC y AHSAAE, obteniendo un 100% de impacto de los contenidos distribuidos en las áreas de evaluación.

Al finalizar de ponderar a cada UDA con respecto a lo que evalúa el EGEL, se aplica la ecuación 4.

En el resultado de la aplicación, se observa cuáles de la UDAs tienen mayor impacto en el EGEL-ICOMPU. Con respecto al PE de ISC, en la Tabla 5.2, se muestra el **VPA** y el porcentaje que representa.

Tabla 5.2 Resultado de VPA para el PE en ISC

	Nombre de áreas				
	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAAE	RCNE
VPA	10.9	11	9.8	10.5	10.8
%VPA	99.09	100	89.09	95.45	98.18

Aplicando las ecuaciones 5 y 6, se tienen como valores: 275 para un FP_{Alto} , 550 para un FP_{Medio} y 687.5 para un FP_{Bajo} . Es importante mencionar que los valores determinados por el coordinador de ISC para las variables $F1$ y $F2$ fueron 90 y 10% respectivamente, lo anterior indica que la calificación obtenida en cada UDA tiene mayor impacto en el resultado en comparación a la apreciación estudiantil.

Al aplicar el Factor de Ganancia (FG) por años de experiencia, el cual está determinado en la ecuación 8 se tiene como resultado la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 FG para el PE en ISC

FG	ÁREA EGEL-ICOMPU				
	SSCAE	NTISC	DHSAE	AHSAE	RCNE
FG_{Alto}	0.6307	0.625	0.7015	0.6547	0.6365
FG_{Medio}	0.5045	0.5	0.5612	0.5238	0.5092
FG_{Bajo}	0.2522	0.25	0.2806	0.2619	0.2546

De acuerdo a la ecuación 10, para este PE se generaron 25 reglas difusas, las cuales, se presentan a continuación:

RULE 1: IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
 (ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
 (dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss)) AND
 (ahsae IS dss AND rcne IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 2: IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
 (ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
 (ahsae IS ds OR ahsae IS dss)) AND
 (dhsaae IS dss AND rcne IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 3 : IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
 (ahsae IS ds OR ahsae IS dss) AND
 (rcne IS ds OR rcne IS dss)) AND
 (ntisc IS dss AND dhsaae IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 4 : IF ((ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
 (dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
 (ahsae IS ds OR ahsae IS dss)) AND
 (sscae IS dss AND rcne IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 5 : IF ((ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
(ahsae IS ds OR ahsae IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) AND
(sscae IS dss AND dhsaae IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 6 : IF ((dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
(ahsae IS ds OR ahsae IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) AND
(sscae IS dss AND ntisc IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 7 : IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
(dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) AND
(ntisc IS dss AND ahsae IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 8 : IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
(dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
(ahsae IS ds OR ahsae IS dss)) AND
(ntisc IS dss AND rcne IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 9 : IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
(ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) AND
(dhsaae IS dss AND ahsae IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 10 : IF ((ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
(dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) AND
(sscae IS dss AND ahsae IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 11 : IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
(ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
(dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
(ahsae IS ds OR ahsae IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 12 : IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
(ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND

(dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 13 : IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
(ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
(ahsae IS ds OR ahsae IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 14 : IF ((sscae IS ds OR sscae IS dss) AND
(dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
(ahsae IS ds OR ahsae IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 15 : IF ((ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
(dhsaae IS ds OR dhsaae IS dss) AND
(ahsae IS ds OR ahsae IS dss) AND
(rcne IS ds OR rcne IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 16 : IF (sscae IS ans AND ntisc IS ans) THEN td IS ans;
RULE 17 : IF (sscae IS ans AND dhsaae IS ans) THEN td IS ans;
RULE 18 : IF (sscae IS ans AND ahsae IS ans) THEN td IS ans;
RULE 19 : IF (sscae IS ans AND rcne IS ans) THEN td IS ans;
RULE 20 : IF (ntisc IS ans AND dhsaae IS ans) THEN td IS ans;
RULE 21 : IF (ntisc IS ans AND ahsae IS ans) THEN td IS ans;
RULE 22 : IF (ntisc IS ans AND rcne IS ans) THEN td IS ans;
RULE 23 : IF (dhsaae IS ans AND ahsae IS ans) THEN td IS ans;
RULE 24 : IF (dhsaae IS ans AND rcne IS ans) THEN td IS ans;
RULE 25 : IF (ahsae IS ans AND rcne IS ans) THEN td IS ans;

5.1.1 Caso de estudio ISC

Para el caso de estudio de ISC, se tomó uno de los sustentantes del plan de estudios flexible, que aplicaron el examen durante 2014 y 2015.

En la Figura 5.1 se observa la pantalla de la aplicación web, en donde se pueden asignar los valores de los factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia por experiencia.

Para los sustentante de ISC, se asigna en factor de impacto de calificaciones 90% y en evaluación docente el 10%, definido así por el coordinador de carrera; además se puede observar que, en el factor de pérdida de conocimiento, en las áreas 1, 2 y 4 se asigna el valor de bajo, esto es por el tiempo que el sustentante lleva de egresado, sin embargo, en el área 3 se asigna una pérdida media y en el área 5 se incrementa esta pérdida, debido a que los resultados históricos, demuestran que es el área con los puntajes más bajos del PE.

Selección del Alumno				
Carrera:	INGENIERIA EN SISTEMAS Y COMUNICACIONES			
Nombre:	▼			
Factor de Impacto de:				
Calificaciones del Alumno:	90			
Evaluación Docente:	10			
Pérdida de Conocimiento				
Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
Bajo ▼	Bajo ▼	Medio ▼	Bajo ▼	Alto ▼
Ganancia por Experiencia				
Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
Alto ▼	Alto ▼	Sin Ganancia ▼	Alto ▼	Sin Ganancia ▼
				Buscar

Figura 5.1 Pantalla de asignación de: factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia de experiencia para ISC.

La fusificación y defusificación se lleva a cabo empleando jfuzzylogic (Cingolani & Alcalá Fernández, 2012). A cada una de las áreas de evaluación del EGEL para ISC, se le asignan los mismos intervalos difusos, ANS, DS y DSS, ver Figura 5.2 y 5.3. Como ejemplo, se muestra a continuación lo hecho para el área SSCAE.

FUZZIFY sscae

TERM ans:= (0.5384, 1) (0.7669, 1) (0.7700, 0);

TERM ds:= (0.7676, 0) (0.7692, 1) (0.8823, 1) (0.8853, 0);

TERM dss := (0.8830, 0) (0.8846, 1) (1, 1);

END_FUZZIFY

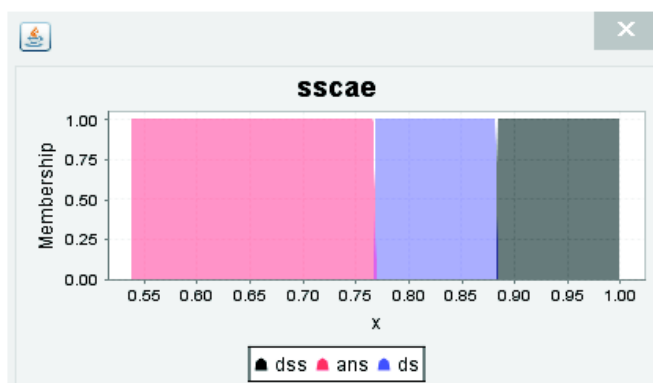


Figura 5.2 Fusificación del área Selección de sistemas computacionales para aplicaciones específicas

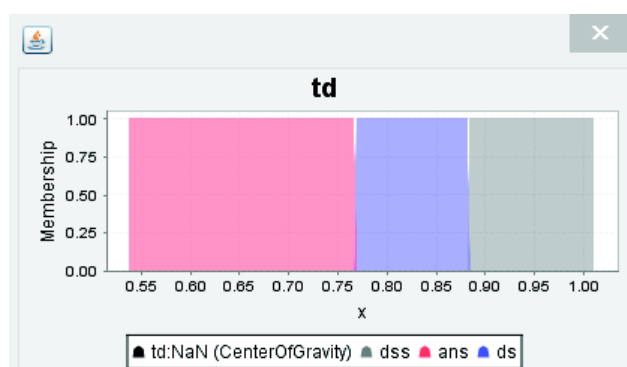


Figura 5.3 Fusificación del Testimonio de Desempeño

En la defusificación, se necesitan 25 reglas de inferencia para obtener el TD del pronóstico difuso del resultado del EGEL, de las cuales las primeras 10 son para determinar el TDSS, las siguientes 5 para el TDS y los 10 restantes son para definir si un sustentante no alcanza un testimonio.

Posteriormente de la aplicación de las reglas de inferencia, se generan las tres estimaciones: simple, por periodo de egreso y por años de experiencia; los resultados para este sustentante son los que se visualizan en la figura 5.4.

	SELECCIÓN DE SISTEMAS COMPUTACIONALES PARA APLICACIONES ESPECÍFICAS	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CÁMPUTO	DESARROLLO DE HARDWARE Y SU SOFTWARE ASOCIADO PARA APLICACIONES ESPECÍFICAS	ADAPTACION DE HARDWARE Y/O SOFTWARE PARA APLICACIONES ESPECÍFICAS	REDES DE CÁMPUTO PARA NECESIDADES ESPECÍFICAS
Estimación Simple:	1185.99	1193.21	1145.36	1173.57	1186.75
Estimación por Periodo de Egreso:	1006.53	1008.26	949.95	1010.07	823.94
Estimación por Años de Experiencia:	1254.46	1259.95	949.95	1238.49	823.94

Figura 5.4 Resultados de las estimaciones ISC

Dadas las estimaciones obtenidas, el promedio para cada una de las áreas es el siguiente:

PAE sscae = 1148.99
PAE ntisc = 1153.81
PAE dhsaae = 1015.09
PAE ahsae = 1140.71
PAE rcne = 944.88

De acuerdo a las estimaciones mostradas, se observa que, para este sustentante, el área ntisc, es la de mayor presencia en el EGEL y la de menor presencia es el área de rcne.

Se puede observar que para este sustentante el TD pronosticado del EGEL al que aspiraría es un TDS.

Los puntajes de cada una de las áreas que este sustentante obtuvo al presentar el EGEL es el siguiente:

sscae = 1146
ntisc = 1178
dhsaae = 1049
ahsae = 1175
rcne = 915

Con esto, se puede realizar un comparativo de los puntajes reales menos el promedio de estimaciones, lo anterior se consigue al resolver la siguiente ecuación:

$$CA = \text{puntaje obtenido} - PAE \quad (11)$$

Donde:

CA es el comparativo por área de los puntajes reales con los puntajes promediados de cada área.

CA sscae = - 2.99
CA ntisc = 24.2
CA dhsaae = 33.92
CA ahsae = 34.29
CA rcne = -29.88

Lo anterior muestra, que el **CA** dado puede alejarse o acercarse en promedio en un valor de ± 25.05 , lo cual quiere decir que en cada área el resultado promediado puede beneficiar o perjudicar al sustentante en dicho valor. Además, se debe contemplar que para cada área dicho valor puede ser muy diferente.

Calculando el porcentaje del promedio de cada área se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$PPA = 100 - (\text{valor absoluto } (100 - \frac{PAE*100}{\text{valor obtenido por área}})) \quad (12)$$

Donde:

PPA es el porcentaje del promedio del área.

Los valores de los porcentajes del promedio obtenidos son:

PPA sscae = 99.73

PPA ntisc = 97.94

PPA dhsaae = 96.76

PPA ahsae = 97.08

PPA rcne = 96.73

Finalmente, los valores anteriores muestran que la aproximación en promedio es del 97.65, aproximación considerablemente acertada para el sustentante.

5.2 Análisis del PE ICO

El plan de estudios de ICO está comprendido de 430 a 450 créditos, de los cuales en el CU UAEM VM se cursan 434. En total, 355 horas son teóricas y 79 son prácticas, repartidas entre 64 UDAs.

En la Tabla 5.4 se muestra la distribución de las ponderaciones asignadas por el coordinador de carrera a cada UDA por área.

Tabla 5.4 Distribución de ponderación para las UDAs del PE de ICO

No.	NOMBRE_UDA	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE
1	INGLES C1	0.5	0.5	0	0	0
2	INGLES C2	0.5	0.5	0	0	0
3	ALGEBRA SUPERIOR	0.5	0.5	0	0	0
4	ALGEBRA LINEAL	0.5	0.5	0	0	0
5	PROBABILIDAD Y ESTADISTICA	0.5	0.5	0	0	0
6	ECONOMIA	1	0	0	0	0
7	CALCULO 1	0.5	0.5	0	0	0
8	GEOMETRIA ANALITICA	0.5	0.5	0	0	0
9	SOCIOLOGIA	1	0	0	0	0
10	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION COMUNICACION Y RELACIONES	0.66	0.33	0	0	0
11	HUMANAS	0.66	0.33	0	0	0
12	FISICA BASICA	0	0.5	0.5	0	0
13	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	0	0	0.6	0.4	0
14	ANALISIS DE FOURIER	0	0.5	0.5	0	0
15	LECTURA Y REDACCION	0.5	0.5	0	0	0
16	ECUACIONES DIFERENCIALES	0.5	0.5	0	0	0

17	CALCULO 2	0.5	0.5	0	0	0
18	CALCULO 3	0.5	0.5	0	0	0
19	INVESTIGACION DE OPERACIONES	0.75	0.25	0	0	0
20	TRATAMIENTO DE IMÁGENES	0	0.33	0.33	0.33	0
21	TEORIA DE SISTEMAS	0.5	0.25	0	0.25	0
22	ANALISIS DE SISTEMAS	0.2	0	0.4	0.4	0
23	DISEÑO DE SISTEMAS	0.2	0	0.4	0.4	0
24	PROGRAMACION ESTRUCTURADA	0	0.5	0.5	0	0
	ADMINISTRACION DE RECURSOS					
25	INFORMATICOS	0.5	0	0	0	0.5
26	AUTOMATAS Y LENGUAJES FORMALES	0	0	0.5	0.5	0
27	CIRCUITOS ELECTRICOS	0	0.8	0.2	0	0
28	ELECTRONICA ANALOGICA	0	0	0.6	0.4	0
29	LOGICA SECUENCIAL Y COMBINATORIA	0	0	0.5	0.5	0
30	SISTEMAS DIGITALES	0	0	0.5	0.5	0
31	ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS	0	0	0.6	0.4	0
32	METROLOGIA	0	0	0.33	0.66	0
33	TRANSMISION DE DATOS	0	0	0	0	1
34	PROTOCOLOS DE RED	0	0	0	0	1
35	ADMINISTRACION DE REDES	0	0	0	0	1
36	ANALISIS Y DISEÑO DE REDES	0	0	0	0	1
37	SEGURIDAD EN REDES	0	0	0	0	1
38	MODELOS DE REDES	0	0	0	0	1
39	ENSAMBLADORES	0	0	0.25	0.75	0
40	LENGUAJE ENSAMBLADOR	0	0	0.5	0.5	0
41	COMPILADORES	0	0	0.2	0.8	0
42	SISTEMAS OPERATIVOS	0	0	0.2	0.8	0
43	TIPOS DE SISTEMAS OPERATIVOS	0	0	0.2	0.8	0
	ADMINISTRACION Y SEGURIDAD DE					
44	SISTEMAS OPERATIVOS	0	0	0	0	1
45	PROGRAMACION AVANZADA	0	0.5	0.5	0	0
46	ESTRUCTURA DE DATOS	0	0.6	0.4	0	0
47	ORGANIZACIÓN DE ARCHIVOS	0	0.6	0.4	0	0
	PROGRAMACION ORIENTADA A					
48	OBJETOS	0	0.6	0.4	0	0
	PROGRAMACION PARALELA Y					
49	DISTRIBUIDA	0	0.6	0	0	0.4
50	FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS	0.5	0	0.5	0	0
51	BASES DE DATOS AVANZADAS	0.25	0	0	0.75	0
52	GRAFICACION	0	0.33	0.33	0.33	0
53	LOGICA	0	0.33	0.33	0.33	0
54	SISTEMAS EXPERTOS	0	0.33	0.33	0.33	0
55	FUNDAMENTOS DE ROBOTICA	0	0.33	0.33	0.33	0
56	INTERACCION HOMBRE-MAQUINA	0	0.33	0.33	0.33	0
57	ELECTRONICA DIGITAL	0	0	0.6	0.4	0
58	ADMINISTRACION	0.75	0.25	0	0	0
	INSTALACION CONFIGURACION Y					
	COMUNICACIÓN DE SISTEMAS					
59	OPERATIVOS	0	0	0	0	1

60	SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DATOS	0.25	0	0	0.75	0
61	METRICAS DE SOFTWARE	0	0	0.5	0.5	0
62	ANALISIS DE LENGUAJES DE PROGRAMACION	0	0	0.5	0.5	0
63	LENGUAJE DE PROGRAMACION VISUAL	0	0	0.66	0.33	0
64	LENGUAJE DE PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS	0	0	0.66	0.33	0

El resultado de la ecuación 4 (**VPA**), arroja cuáles de la UDAs tienen mayor impacto en el EGEL-ICOMPU para este PE.

En la Tabla 5.5, se muestra el **VPA** y el porcentaje que representa.

Tabla 5.5 Resultado de VPA para ICO

	Nombre de áreas				
	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE
VPA	12.72	14.09	14.58	13.6	8.9
%VPA	87.24	96.63	100	93.27	61.04

Los valores que se obtienen, tras aplicar las ecuaciones 5 y 6 son: 364.5, 729, y 911.25 para el **FP** alto, medio y bajo respectivamente.

El **FG** para el este PE se visualiza en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6 FG para el PE en ICO

FG	ÁREA EGEL-ICOMPU				
	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE
FG _{Alto}	0.7164	0.6467	0.625	0.67	1.0239
FG _{Medio}	0.5731	0.5174	0.5	0.536	0.8191
FG _{Bajo}	0.2866	0.2587	0.25	0.268	0.4096

5.2.1 Caso de estudio ICO

Se toma como la muestra uno de los sustentantes de ICO, del plan de estudios flexibles, de los que aplicaron el examen durante 2014 y 2015.

En la Figura 5.5 se observa la pantalla de la aplicación web, en donde se pueden asignar los valores de factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia por experiencia para un sustentante

Selecciona el Alumno				
Carrera:	INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN			
Nombre:	<input type="text"/>			
Factor de Impacto de:				
Calificaciones del Alumno:	<input type="text" value="80"/>			
Evaluación Docente:	<input type="text" value="20"/>			
Pérdida de Conocimiento				
Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>
Ganancia por Experiencia				
Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>
<input type="button" value="Buscar"/>				

Figura 5.5 Pantalla de asignación de: factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia de experiencia para ICO

Para los sustentantes de ICO, se asigna un factor de impacto de calificaciones 80% y en evaluación docente el 20%, definido así por el coordinador de carrera; además se puede observar que los factores de impacto de pérdida de conocimiento y ganancia por experiencia es alto, esto debido a los años de egreso del sustentante y la experiencia adquirida en el ámbito profesional.

La fusificación, defusificación y las reglas de inferencia son las mismas que se consideraron para la carrera de ISC, ya que ambas carreras aplican al EGEL-ICOMPU.

Posteriormente de la aplicación de las reglas, se generan las tres estimaciones y el promedio de cada área. Los resultados para este sustentante se muestran en la Figura 5.6.

	SELECCIÓN DE SISTEMAS COMPUTACIONALES PARA APLICACIONES ESPECÍFICAS	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CÁMPUTO	DESARROLLO DE HARDWARE Y SU SOFTWARE ASOCIADO PARA APLICACIONES ESPECÍFICAS	ADAPTACIÓN DE HARDWARE Y/O SOFTWARE PARA APLICACIONES ESPECÍFICAS	REDES DE CÁMPUTO PARA NECESIDADES ESPECÍFICAS
Estimación Simple:	1117.36	1165.7	1196.49	1163.72	1018.74
Estimación por Periodo de Egreso:	790.23	790.89	793.64	793.77	798.49
Estimación por Años de Experiencia:	1184.27	1237.03	1269.1	1226.54	1048.98
Promedio:	1030.62	1064.54	1086.41	1061.34	955.4

Figura 5.6 Resultado de las estimaciones y promedios por área ICO

De acuerdo a los promedios de las estimaciones para este sustentante, el área desarrollo de hardware y software asociado para aplicaciones específicas, es la de

mayor presencia en el EGEL y la de menor presencia es el área de redes de computadoras para necesidades específicas.

Se puede observar que para este sustentante el TD pronosticado del EGEL al que el mismo aspiraría es un TDS.

Los puntajes de cada una de las áreas que este sustentante obtuvo al presentar el EGEL es el siguiente:

sscae = 1039

ntisc = 1134

dhsaae = 1070

ahsae = 1047

rcne = 1001

Al aplicar la ecuación 11, el resultado es el siguiente:

CA sscae = 8.38

CA ntisc = 69.66

CA dhsaae = -16.41

CA ahsae = -14.34

CA rcne = 45.6

Lo anterior muestra, que el **CA** dado puede alejarse o acercarse en promedio en un valor de ± 30.88 , lo cual quiere decir que en cada área el resultado promediado puede beneficiar o perjudicar al sustentante en dicho valor. No obstante, se debe contemplar además que por cada área dicho valor puede ser muy diferente.

Al aplicar la ecuación 12, se obtiene:

PPA sscae = 99.19

PPA ntisc = 93.87

PPA dhsaae = 98.46

PPA ahsae = 98.63

PPA rcne = 95.44

Finalmente, los valores anteriores dicen que la aproximación en promedio es del 97.12, aproximación considerablemente acertada para el sustentante.

5.3 Análisis del PE IIN

El plan de estudios de IIN consta de 414 créditos, 133 horas son teóricas y 148 son horas prácticas, distribuidas en 52 UDAs.

En la Tabla 5.7 se muestra la distribución de las ponderaciones asignadas por el coordinador de carrera a cada UDA por área.

Tabla 5.7 Distribución de ponderación para las UDAs del PE de IIN

No.	NOMBRE_UDA	ETr	GCS	FEP	SP	GI
1	INGLES C1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
2	INGLES C2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	ALGEBRA LINEAL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
4	ALGEBRA Y GEOMETRIA ANALITICA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
5	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
6	CALCULO VECTORIAL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
7	PROBABILIDAD Y ESTADISTICA PARA INGENIEROS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
8	ELECTROMAGNETISMO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
9	ESTATICA Y DINAMICA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
10	QUIMICA	0.15	0.15	0.15	0.4	0.15
11	ECONOMIA	0	0.4	0.4	0.2	0
12	ANALISIS NUMERICO	0	0.33	0.33	0.33	0
13	HIDRAULICA Y NEUMATICA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
14	ADMINISTRACION	0	0.25	0.25	0.25	0.25
15	DESARROLLO EMPRESARIAL	0.33	0	0.33	0	0.33
16	TECNICAS DE COMUNICACIÓN	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
17	ELECTRICIDAD INDUSTRIAL	0.5	0	0	0.5	0
18	ELECTRONICA INDUSTRIAL	0	0	0	1	0
19	INGENIERIA DE MATERIALES	0.5	0	0	0.5	0
20	METROLOGIA	0.33	0.33	0	0.33	0
21	TERMODINAMICA	0	0	0	1	0
22	INGENIERIA DE METODOS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
23	INGENIERIA DE SISTEMAS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
24	INGENIERIA ECONOMICA	0	0.33	0.33	0	0.33
25	INTRODUCCION A LA INGENIERIA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
26	INVESTIGACION DE OPERACIONES	0	0.5	0.5	0	0
27	SIMULACION	0	0.33	0.33	0	0.33
28	FUNDAMENTOS DE CALIDAD CONTROL DE LA CALIDAD Y LA CONFIABILIDAD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
29	CONFIABILIDAD	0	0.25	0.25	0.25	0.25
30	CONTABILIDAD INDUSTRIAL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
31	FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS	0	0.2	0.6	0	0.2
32	INTRODUCCION A LA COMPUTACION	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
33	PROCESOS DE FUNDICION	0	0	0	1	0
34	PROCESOS DE MAQUINADO	0	0	0	1	0
35	ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION	0	0.25	0.25	0.25	0.25
36	ADMINISTRACION DE OPERACIONES	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
37	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	0.5	0	0	0.5	0
38	ADMINISTRACION ESTRATEGICA	0	0.33	0.33	0	0.33
39	COMERCIALIZACION	0	0.33	0.33	0	0.33
40	ECOLOGIA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
41	ERGONOMIA	1	0	0	0	0

42	HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	0.8	0	0	0.2	0
43	LEGISLACION INDUSTRIAL	0.33	0	0.33	0	0.33
44	RELACIONES INDUSTRIALES	0.5	0	0	0	0.5
45	DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACION	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
46	RESIDENCIA PROFESIONAL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
47	METODOS DE INVESTIGACION	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
48	CERTIFICACION DE SISTEMAS DE CALIDAD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
49	MODELOS DE ABASTECIMIENTO	0	0.33	0.33	0.33	0
50	SISTEMAS DE LOGISTICA	0	0.5	0.5	0	0
51	MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL	0	0.33	0.33	0	0.33
52	SIMULACION DE SISTEMAS DE MANUFACTURA	0	0.5	0.5	0	0

Al finalizar de ponderar a cada UDA con respecto a lo que evalúa el EGEL, se aplicó la ecuación 4.

En el resultado de la aplicación, se presenta cuáles de la UDAs tienen mayor impacto en el EGEL-IINDU. Con respecto al PE de IIN, en la Tabla 5.8, se describe el **VPA** y el porcentaje que representa.

Tabla 5.8 Resultado de VPA para el PE en IIN

	Nombre de áreas				
	ETr	GCS	FEP	SP	GI
VPA	9.54	10.24	10.97	12.64	8.51
%VPA	75.48	81.01	86.79	100	67.33

Los valores que se obtienen, después de aplicar las ecuaciones 5 y 6 son: 316, 632, y 790 para el **FP** alto, medio y bajo respectivamente.

El **FG** para el este PE se visualiza en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9 FG para el PE en IIN

FG	ÁREA EGEL-IIN				
	ETr	GCS	FEP	SP	GI
FG _{Alto}	0.8281	0.7715	0.7201	0.625	0.9283
FG _{Medio}	0.6625	0.6172	0.5761	0.5	0.7427
FG _{Bajo}	0.3312	0.3086	0.2881	0.25	0.3713

La fusificación, es igual a las aplicadas a los PE ISC e ICO, ya que el EGEL_IINDU también contempla 5 áreas a evaluar y los rangos de puntuación son iguales para los PEs.

En la defusificación, se necesitan 30 reglas difusas para obtener el TD del pronóstico difuso del resultado del EGEL, de las cuales las primeras 10 son para

determinar el TDSS, las siguientes 10 para el TDS y los 10 restantes son para definir si un sustentante no alcanza un testimonio.

RULE 1 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(fep IS ds OR fep IS dss)) AND
(sp IS dss AND gi IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 2 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss)) AND
(fep IS dss AND gi IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 3 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss) AND
(gi IS ds OR gi IS dss)) AND
(gcs IS dss AND fep IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 4 : IF ((gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(fep IS ds OR fep IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss)) AND
(etr IS dss AND gi IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 5 : IF ((gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss) AND
(gi IS ds OR gi IS dss)) AND
(etr IS dss AND fep IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 6 : IF ((fep IS ds OR fep IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss) AND
(gi IS ds OR gi IS dss)) AND
(etr IS dss AND gcs IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 7 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(fep IS ds OR fep IS dss) AND
(gi IS ds OR gi IS dss)) AND
(gcs IS dss AND sp IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 8 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(fep IS ds OR fep IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss)) AND
(gcs IS dss AND gi IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 9 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(gi IS ds OR gi IS dss)) AND
(fep IS dss AND sp IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 10 : IF ((gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(fep IS ds OR fep IS dss) AND
(gi IS ds OR gi IS dss)) AND
(etr IS dss AND sp IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 11 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(fep IS ds OR fep IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 12 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 13 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss) AND
(gi IS ds OR gi IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 14 : IF ((gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(fep IS ds OR fep IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 15 : IF ((gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss) AND
(gi IS ds OR gi IS dss)) THEN
td IS ds;

RULE 16 : IF ((fep IS ds OR fep IS dss) AND
(sp IS ds OR sp IS dss) AND

```

        (gi IS ds OR gi IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 17 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
    (fep IS ds OR fep IS dss) AND
    (gi IS ds OR gi IS dss)) THEN
    td IS ds;

RULE 18 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
    (fep IS ds OR fep IS dss) AND
    (sp IS ds OR sp IS dss)) THEN
    td IS ds;

RULE 19 : IF ((etr IS ds OR etr IS dss) AND
    (gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
    (gi IS ds OR gi IS dss)) THEN
    td IS ds;

RULE 20 : IF ((gcs IS ds OR gcs IS dss) AND
    (fep IS ds OR fep IS dss) AND
    (gi IS ds OR gi IS dss)) THEN
    td IS ds;

RULE 21 : IF (etr IS ans AND gcs IS ans AND fep IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 22 : IF (etr IS ans AND gcs IS ans AND sp IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 23 : IF (etr IS ans AND sp IS ans AND gi IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 24 : IF (gcs IS ans AND fep IS ans AND sp IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 25 : IF (gcs IS ans AND sp IS ans AND gi IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 26 : IF (fep IS ans AND sp IS ans AND gi IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 27 : IF (etr IS ans AND fep IS ans AND gi IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 28 : IF (etr IS ans AND fep IS ans AND sp IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 29 : IF (etr IS ans AND gcs IS ans AND gi IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 30 : IF (gcs IS ans AND fep IS ans AND gi IS ans) THEN
    td IS ans;

```


5.3.1 Caso de estudio IIN

Se toma uno de los sustentantes de IIN, plan de estudios flexible, que aplicaron el examen durante 2014.

En la Figura 5.7 se observa la pantalla de la aplicación web, en donde se pueden asignar los valores de factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia por experiencia para un sustentante

Selección del Alumno	
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
Nombre:	<input type="text"/>

Factor de Impacto de:	
Calificaciones del Alumno:	<input type="text" value="50"/>
Evaluación Docente:	<input type="text" value="50"/>

Pérdida de Conocimiento				
Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
<input type="text" value="Medio"/>	<input type="text" value="Medio"/>	<input type="text" value="Medio"/>	<input type="text" value="Medio"/>	<input type="text" value="Medio"/>

Ganancia por Experiencia				
Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Sin Ganancia"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Alto"/>

Figura 5.7 Pantalla de asignación de: factores de impacto, pérdida de conocimiento y ganancia de experiencia para IIN

Para los sustentantes de IIN, se asigna en factor de impacto de calificaciones 50% y en evaluación docente el 50%, definido así por el coordinador de carrera; además se puede observar que los factores de impacto de pérdida de conocimiento se asigna el valor medio, toda vez que el sustentante tiene 4 semestres de egreso al momento de aplicar el EGEL y con respecto a la ganancia por experiencia en 4 áreas es asignado alto, por la experiencia adquirida en el ámbito profesional.

Posteriormente de la aplicación de las reglas de inferencia, se generan las tres estimaciones y el promedio de cada área, los resultados para este sustentante se muestran en la Figura 5.8.

De acuerdo a los promedios de las estimaciones para este sustentante, el área sistemas productivos, es la de mayor presencia en el EGEL y la de menor presencia es el área de formulación y evaluación de proyectos.

	ESTUDIO DEL TRABAJO	GESTION DE LA CADENA DE SUMINISTRO	FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS	SISTEMAS PRODUCTIVOS	GESTION INDUSTRIAL
Estimación Simple:	1089.59	1116.26	1142.93	1217.87	1044.99
Estimación por Periodo de Egreso:	924.6	923.58	922.07	925.34	922.97
Estimación por Años de Experiencia:	1129.49	1159.9	922.07	1271.64	1082.52
Promedio:	1047.89	1066.58	995.69	1138.28	1016.83

Figura 5.8 Resultado de las estimaciones y promedios por área IIN

Se puede observar que para este sustentante el TD pronosticado del EGEL al que el mismo aspiraría es un TDS.

Los puntajes de cada una de las áreas que este sustentante obtuvo al presentar el EGEL es el siguiente:

etr = 1144

gcs = 1168

fep = 981

sp = 1183

gi = 1031

Al aplicar la ecuación de **CA**, el resultado es el siguiente:

CA etr = 96.11

CA gcs = 101.29

CA fep = -14.69

CA sp = 45.37

CA gi = 14.3

Lo anterior muestra, que el **CA** dado puede alejarse o acercarse en promedio a un valor de ± 54.35 , lo cual quiere decir que en cada área el resultado promediado puede beneficiar o perjudicar al sustentante con dicho valor. No obstante, se debe contemplar además que por cada área el valor puede ser muy diferente.

Al aplicar la ecuación 12, se obtiene:

PPA etr = 91.60

PPA gcs = 91.33

PPA fep = 98.50

PPA sp = 96.16

PPA gi = 98.61

Finalmente, los valores anteriores dicen que la aproximación en promedio es del 95.24, aproximación considerablemente acertada para el sustentante.

5.4 Discusión de resultados

Entre 2014 y marzo 2015, 26 egresados del PE de ISC plan flexible realizaron el EGEL-ICOMPU, a los cuales se les aplicó el modelo difuso propuesto, al realizar un análisis de los resultados obtenidos, se tienen tres comparativos, los cuales se pueden visualizar en las Tablas 5.10, 5.11 y 5.12.

La Tabla 5.10, considera el puntaje pronosticado en cada área del EGEL-ICOMPU comparado con el puntaje real obtenido por los sustentantes en dichas áreas, se observa lo siguiente:

- El área DHSAAE, es la de menor puntaje, tanto en el pronóstico como en el puntaje obtenido, esto tiene sentido, toda vez que en el cálculo del **VPA** se muestra que es el área de menor impacto en el EGEL, es importante realizar acciones que lleven a elevar este puntaje.
- En las cuatro áreas restantes, se observa que en promedio los sustentantes alcanzan más de 1000 puntos, por lo que se alcanzaría un TD, sin embargo, en ninguno de los casos se visualiza un puntaje mayor a 1040, lo que implica, que se corre el riesgo de obtener un ANS.
- En promedio se tiene una aproximación del 96.28%, lo cual representa un buen grado de aproximación.

Aunque el porcentaje de aproximación es aceptable, para fines del nivel de desempeño que puede ser alcanzado por un sustentante en cada área, lo que interesa es que el pronosticado sea igual que el obtenido, por ello en la Tabla 5.11 se muestra el comparativo del nivel de desempeño pronosticado y el obtenido en cada área del EGEL-ICOMPU. En dicha tabla se observa que el nivel de desempeño obtenido con el pronosticado tiene un 100% de acierto.

Es importante mencionar que, para los tres últimos sustentantes, el TD pronosticado fue DS y el TD obtenido fue DSS, lo cual no implica que el acierto sea falso, debido a que lo importante es que se tenga un TD, sin importar que sea un DSS, ya que para los sustentantes que alcancen este, depende de la amplia experiencia que se tenga en el campo laboral en una o varias áreas específicas que evalúa el EGEL.

Ahora bien, se tiene que considerar un comparativo de TD pronosticado y obtenido para cada área del PE, con la finalidad de entender el comportamiento de cada una de ellas, por lo que en la Tabla 5.12, se observa que para los 26 sustentantes de ISC, de las 5 áreas que evalúa el EGEL se tiene un 100% de acierto para SSCAE, DHSAAE y RCNE; 96.15% para NTISC, para este caso, solo en un sustentante el TD obtenido es diferente al pronosticado y por último se tiene un 92.30% de acierto para el área de AHSAAE, lo que implica que solo en dos sustentantes no se logra un pronóstico acertado.

Realizando la aplicación del modelo propuesto para el PE de ICO plan flexible, entre agosto 2014 y noviembre 2015, 17 egresados realizaron el EGEL-ICOMPU, de los cuales los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 5.13, 5.14 y 5.15.

El comparativo que se muestra en la Tabla 5.13, considera el puntaje pronosticado en cada área del EGEL-ICOMPU, con el puntaje obtenido, se observa que en promedio existe una aproximación del 95.30%.

Tomando en cuenta el promedio de puntajes por área, se visualiza que el área RCNE, es el área con el puntaje menor, tanto en el pronóstico como en el puntaje real, lo anterior tiene sentido, ya que en el **VPA** obtenido para este programa, dicha área es la menor fortalecida.

Con la finalidad de demostrar que porcentaje de confiabilidad se tiene en el modelo propuesto, en la Tabla 5.14, se muestra el comparativo del nivel de desempeño pronosticado y el nivel de desempeño obtenido en cada área del el EGEL-ICOMPU del PE de ICO. Al igual que con el PE de ISC, se demuestra que el modelo aplicado a los 17 sustentantes, el nivel de desempeño obtenido con el pronosticado se tiene el 100% de acierto.

Cabe hacer mención que a diferencia del PE ISC, en ICO si se logra obtener el TDSS pronosticado y obtenido para los sustentantes que alcanzaron ese TD.

En la Tabla 5.15, se muestra un comparativo del TD pronosticado y obtenido para cada área del PE en ICO, en la cual se observa que para los 17 sustentantes de ICO, de las 5 áreas que evalúa el EGEL se tiene un 100% de acierto para SSCAE, NTISC; 88.24% para DHSAAE, lo que representa dos fallos, para el primero de ellos, es un TDS pronosticado a favor del sustentante, cuando el valor real es ANS y el segundo en un ANS pronosticado y el obtenido es DS; 94.12% para AHSAAE, esto representa un fallo y 76.47% para RCNE, para este último, se tiene 5 fallos y todos en contra del sustentante, esto expresa que los valores obtenidos en **VPA** son significativos para aquellos sustentantes que tienen experiencia en el campo laboral.

Para el último caso de estudio, la aplicación del modelo para el PE de IIN plan flexible, entre agosto 2014 y noviembre de 2015, 19 egresados realizaron el EGEL-IINDU, obteniendo los resultados que se muestra en la Tablas 5.16, 5.17 y 5.18.

El comparativo que se muestra en la Tabla 5.16, considera el puntaje pronosticado en cada área del EGEL-IINDU, con el puntaje obtenido, se observa que en promedio existe una aproximación del 94.73%.

Tomando en consideración el promedio de puntajes por área, se visualiza que, para la carrera de Industrial, no se alcanza los 1000 puntos requeridos en ninguna de las áreas, por lo anterior resulta preocupante y urgente establecer estrategias para que

los sustentantes que realicen el EGEL, tengan posibilidad de obtener un TD, ya que solo el 26% de los sustentantes que realizaron el EGEL-IINDU lo alcanzaron.

Para este PE, a todos los sustentantes se les consideró en el factor de impacto de egreso, el factor de pérdida alto, sin importar el periodo de egreso, con ello se logra tener una mayor aproximación.

Con el objetivo de demostrar que porcentaje de confiabilidad se tiene en el modelo propuesto, en la Tabla 5.17, se observa el comparativo del nivel de desempeño pronosticado y el nivel de desempeño obtenido en cada área del el EGEL-IINDU del PE de IIN. En esta tabla se observa que para los 19 sustentantes de IIN, de las 5 áreas que evalúa el EGEL se tiene un 100% de acierto.

Con la finalidad de entender el comportamiento de cada una de las áreas que se evalúan en el PE, en la Tabla 5.18, se muestra un comparativo del TD pronosticado y obtenido de los 19 sustentantes, en esta tabla se obtiene un 100% de acierto para las áreas de GCS y SP; 96.74% para ETr y FEP, lo que indica que solo en un sustentante el TD pronóstico es diferente al obtenido y por último, en el área GI se tiene un 73.68% de acierto, esto es, en 5 sustentantes el pronóstico es fallido en contra de ellos, lo que se puede interpretar para estos sustentantes, es que la experiencia profesional es mayor que el factor de ganancia contemplado.

Tabla 5.10 Comparativo del puntaje pronosticado vs puntaje obtenido de sustentantes del EGEL-ICOMPU PE ISC

No.	Puntaje pronosticado en cada área del EGEL-ICOMPU					Puntaje obtenido por el sustentante en cada área del EGEL-ICOMPU					APROXIMACIÓN
	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE	
1	1148	1153	1015	1140	944	1146	1178	1049	1175	915	97.65%
2	918	922	903	917	917	920	947	898	937	829	96.75%
3	924	927	909	920	920	961	885	898	894	851	95.80%
4	930	935	920	930	937	824	947	898	786	915	92.51%
5	932	936	917	928	930	934	957	898	1024	937	97.11%
6	1078	1081	915	929	934	1056	1043	920	916	958	97.95%
7	944	947	1043	1064	941	947	978	1008	1047	958	97.94%
8	1054	932	914	1046	926	1021	957	986	1024	980	95.86%
9	1063	938	923	1054	939	1003	998	898	1047	980	96.08%
10	944	1080	927	940	1075	988	1058	942	980	1001	96.10%
11	1058	935	919	927	1066	1003	957	898	851	1020	95.26%
12	1062	1084	922	933	1061	1074	1149	942	980	1075	97.04%
13	925	929	909	921	1064	947	998	898	980	1094	96.18%
14	1055	932	913	1061	1064	1003	998	964	1137	1113	94.38%
15	1067	928	912	921	1071	1039	988	920	959	1131	96.25%
16	1062	1069	920	1055	1058	1003	1074	898	1069	1020	97.21%
17	1018	1129	1006	1017	1018	1056	1159	1090	1024	1057	96.37%
18	1031	1035	1018	1030	1030	1056	1058	1042	1047	1057	97.86%
19	1025	1029	1010	1022	1021	1021	998	1028	1024	1094	97.57%
20	1057	936	1028	1067	1070	1021	947	1070	1137	1094	96.64%
21	1097	1100	945	1093	1169	1003	1059	942	1024	1113	94.90%
22	1132	1137	1095	1122	1126	1146	1149	1090	1024	1113	97.28%
23	1072	1090	1045	1068	1105	1021	1104	1070	959	1131	95.54%
24	1104	1110	1070	1096	1093	1198	1134	1070	1175	1020	95.23%
25	1125	1130	1090	1115	1117	1198	1134	1049	1114	1150	97.34%
26	1105	1113	1077	1096	1107	1185	1149	1171	1175	1150	94.36%
	1035.77	1020.65	971.73	1015.85	1027.04	1029.77	1038.58	982.19	1019.58	1029.08	96.28%

Tabla 5.11 Comparativo del nivel de desempeño pronosticado vs nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-ICOMPU PE ISC

No.	Nivel de desempeño pronosticado en cada área del EGEL-ICOMPU (ISC)					Nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-ICOMPU (ISC)					TD pronosticado	TD obtenido	Acertado
	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE			
1	DS	DSS	DS	DS	ANS	DS	DSS	DS	DSS	ANS	DS	DS	V
2	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
3	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
4	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
5	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	V
6	DS	DS	ANS	ANS	ANS	DS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
7	ANS	ANS	DS	DS	ANS	ANS	ANS	DS	DS	ANS	ANS	ANS	V
8	DS	ANS	ANS	DS	ANS	DS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	V
9	DS	ANS	ANS	DS	ANS	DS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	V
10	ANS	DS	ANS	ANS	DS	ANS	DS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	V
11	DS	ANS	ANS	ANS	DS	DS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	V
12	DS	DS	ANS	ANS	DS	DS	DS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	V
13	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	V
14	DS	ANS	ANS	DS	DS	DS	ANS	ANS	DS	DS	ANS	ANS	V
15	DS	ANS	ANS	ANS	DS	DS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	V
16	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	V
17	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DSS	DS	DS	DS	DS	DS	V
18	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	V
19	DS	DS	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	DS	V
20	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	DS	V
21	DS	DS	ANS	DS	DSS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	V
22	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	V
23	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	V
24	DS	DS	DS	DS	DS	DSS	DS	DS	DSS	DS	DS	DSS	V
25	DS	DS	DS	DS	DS	DSS	DS	DS	DS	DSS	DS	DSS	V
26	DS	DS	DS	DS	DS	DSS	DS	DSS	DSS	DSS	DS	DSS	V

Porcentaje de acierto del TD 100.00%

Tabla 5.12 Comparativo del TD pronosticado vs TD obtenido de sustentantes por áreas del EGEL-ICOMPU PE ISC

TD pronóstico	TD obtenido	Acertado	TD pronóstico	TD obtenido	Acertado	TD pronóstico	TD obtenido	Acertado	TD pronóstico	TD obtenido	Acertado	TD pronóstico	TD obtenido	Acertado
SSCAE	SSCAE		NTISC	NTISC		DHSAAE	DHSAAE		AHSAE	AHSAE		RCNE	RCNE	
DS	DS	V	DSS	DSS	V	DS	DS	V	DS	DSS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	DSS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	ANS	F	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	DSS	DS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	ANS	F	DS	DS	V
DS	DSS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DSS	V	DS	DS	V
DS	DSS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DSS	V
DS	DSS	V	DS	DS	V	DS	DSS	V	DS	DSS	V	DS	DSS	V
Porcentaje de acierto	100.00%		Porcentaje de acierto	96.15%		Porcentaje de acierto	100.00%		Porcentaje de acierto	92.30%		Porcentaje de acierto	100.00%	
Porcentaje de fallo	0.00%		Porcentaje de fallo	3.85%		Porcentaje de fallo	0.00%		Porcentaje de fallo	7.70%		Porcentaje de fallo	0.00%	

Tabla 5.13 Comparativo del puntaje pronosticado vs puntaje obtenido de sustentantes del EGEL-ICOMPU PE ICO

No.	Puntaje pronosticado en cada área del EGEL-ICOMPU					Puntaje obtenido por el sustentante en cada área del EGEL-ICOMPU					APROXIMACIÓN
	SSCAE	NTISC	DHSAE	AHSAE	RCNE	SSCAE	NTISC	DHSAE	AHSAE	RCNE	
1	1043	1075	1093	1072	972	1039	1134	1070	1047	1001	97.37%
2	914	934	933	924	876	961	968	876	829	958	92.99%
3	921	1063	943	1063	875	961	1013	898	1092	1131	92.12%
4	920	943	951	945	888	920	988	942	829	937	95.03%
5	1096	1122	1067	1124	1024	1074	1058	986	1002	1020	94.16%
6	1081	1109	1141	1127	1026	1074	1043	1070	1069	1094	94.91%
7	1035	938	940	933	950	1074	978	986	980	1038	94.93%
8	1040	1069	1028	1069	958	1021	1089	1028	1069	958	97.69%
9	1033	940	1086	944	885	1039	957	1028	980	958	96.17%
10	1088	1124	1142	1025	969	1039	1058	1132	959	1057	94.55%
11	1040	946	1090	1069	883	1056	988	1028	1157	980	94.16%
12	937	953	959	955	894	851	906	898	959	872	94.95%
13	942	957	964	957	897	934	968	942	959	872	98.52%
14	1117	1154	1168	1148	1031	1160	1149	1171	1092	1075	97.29%
15	926	947	951	942	880	934	957	942	894	937	97.16%
16	1124	1155	1177	1156	1032	1092	1089	1171	1175	1113	93.30%
17	924	1028	965	1047	980	988	1028	1008	1047	980	94.72%
	1010.6471	1026.8824	1035.1765	1029.4118	942.35294	1012.7647	1021.8235	1010.3529	1008.1765	998.88235	95.30%

Tabla 5.14 Comparativo del nivel de desempeño pronosticado vs nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-ICOMPU PE ICO

No.	Nivel de desempeño pronosticado en cada área del EGEL-ICOMPU					Nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-ICOMPU					TD pronosticado	TD obtenido	Acertado
	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE	SSCAE	NTISC	DHSAAE	AHSAE	RCNE			
1	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	V
2	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
3	ANS	DS	ANS	DS	ANS	ANS	DS	ANS	DS	DS	ANS	ANS	V
4	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
5	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	V
6	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	V
7	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	V
8	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	V
9	DS	ANS	DS	ANS	ANS	DS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
10	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	V
11	DS	ANS	DS	DS	ANS	DS	ANS	DS	DSS	ANS	ANS	ANS	V
12	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
13	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
14	DS	DSS	DSS	DS	DS	DSS	DS	DSS	DS	DS	DSS	DSS	V
15	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
16	DS	DSS	DSS	DSS	DS	DS	DS	DSS	DSS	DS	DSS	DSS	V
17	ANS	DS	ANS	DS	ANS	ANS	DS	DS	DS	ANS	ANS	ANS	V
Porcentaje de acierto del TD												100.00%	

Tabla 5.15 Comparativo del TD pronosticado vs TD obtenido de sustentantes por áreas del EGEL-ICOMPU PE ICO

TD pronostico	TD obtenido	Acertado	TD pronostico	TD obtenido	Acertado	TD pronostico	TD obtenido	Acertado	TD pronostico	TD obtenido	Acertado	TD pronostico	TD obtenido	Acertado
SSCAE	SSCAE		NTISC	NTISC		DHSAE	DHSAE		AHSAE	AHSAE		RCNE	RCNE	
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	DS	F
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	DS	F
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	ANS	F	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	DS	F
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	ANS	F	ANS	DS	F
DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	DS	DSS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DSS	V	DSS	DS	V	DSS	DSS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	DSS	DS	V	DSS	DSS	V	DSS	DSS	V	DS	DS	V
ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	DS	F	DS	DS	V	ANS	ANS	V
Porcentaje de acierto	100.00%		Porcentaje de acierto	100.00%		Porcentaje de acierto	88.24%		Porcentaje de acierto	94.12%		Porcentaje de acierto	76.47%	
Porcentaje de fallo	0.00%		Porcentaje de fallo	0.00%		Porcentaje de fallo	11.76%		Porcentaje de fallo	5.88%		Porcentaje de fallo	23.53%	

Tabla 5.16 Comparativo del puntaje pronosticado vs puntaje obtenido de sustentantes del EGEL-IINDU PE IIN

No.	Puntaje pronosticado en cada área del EGEL-IINDU					Puntaje obtenido por el sustentante en cada área del EGEL-IINDU					APROXIMACIÓN
	ETr	GCS	FEP	SP	GI	ETr	GCS	FEP	SP	GI	
1	1014	1027	933	963	902	1007	1078	955	978	900	98.10%
2	912	914	923	943	892	1007	846	930	880	936	93.99%
3	915	924	932	958	900	811	867	930	880	918	93.85%
4	1009	924	932	958	900	1007	888	879	929	936	96.49%
5	911	915	925	949	974	894	867	904	945	1010	97.19%
6	911	1019	929	1082	1018	950	1078	879	1109	1031	96.23%
7	1020	1038	932	1105	990	1144	1168	981	1183	1031	92.54%
8	1019	1036	1058	1100	998	1042	1090	1033	1212	1021	95.82%
9	918	923	933	957	902	882	872	904	966	963	95.89%
10	1024	938	949	973	914	1080	894	955	824	944	93.61%
11	909	915	925	953	893	882	851	751	984	963	91.14%
12	919	928	938	957	903	882	808	955	948	925	95.16%
13	912	914	923	943	892	943	937	1006	930	981	95.13%
14	1010	1026	933	956	1034	1118	1023	879	948	1021	96.33%
15	908	917	927	945	896	943	958	955	948	1064	94.65%
16	1023	935	1061	1108	993	1118	958	1033	1064	1021	95.92%
17	917	921	932	959	900	822	808	700	877	944	85.42%
18	1011	925	934	955	902	1118	980	955	948	963	95.13%
19	917	1027	934	1086	901	913	1023	955	1064	831	97.28%
	956.79	956.11	944.89	992.11	931.79	977.00	947.05	923.11	979.84	968.58	94.73%

Tabla 5.17 Comparativo del nivel de desempeño pronosticado vs nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-IINDU PE IIN

No.	Nivel de desempeño pronosticado en cada área del EGEL-IINDU					Nivel de desempeño obtenido en cada área del EGEL-IINDU					TD pronosticado	TD obtenido	Acertado
	ETr	GCS	FEP	SP	GI	ETr	GCS	FEP	SP	GI			
1	DS	DS	ANS	ANS	ANS	DS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
2	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
3	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
4	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
5	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	V
6	ANS	DS	ANS	DS	DS	ANS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	V
7	DS	DS	ANS	DS	ANS	DS	DSS	ANS	DSS	DS	DS	DS	V
8	DS	DS	DS	DS	ANS	DS	DS	DS	DSS	DS	DS	DS	V
9	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
10	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
11	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
12	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
13	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
14	DS	DS	ANS	ANS	DS	DS	DS	ANS	ANS	DS	DS	DS	V
15	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	V
16	DS	ANS	DS	DS	ANS	DS	ANS	DS	DS	DS	DS	DS	V
17	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
18	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	ANS	V
19	ANS	DS	ANS	DS	ANS	ANS	DS	ANS	DS	ANS	ANS	ANS	V
											Porcentaje de acierto del TD	100.00%	

Tabla 5.18 Comparativo del TD pronosticado vs TD obtenido de sustentantes por áreas del EGEL-IINDU PE IIN

TD pronosticado	TD obtenido	Acertado	TD pronosticado	TD obtenido	Acertado	TD pronosticado	TD obtenido	Acertado	TD pronosticado	TD obtenido	Acertado	TD pronosticado	TD obtenido	Acertado
ETr	ETr		GCS	GCS		FEP	FEP		SP	SP		GI	GI	
DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	DS	F	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	DS	F
ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	DS	DS	V
DS	DS	V	DS	DSS	V	ANS	ANS	V	DS	DSS	V	ANS	DS	F
DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	DS	DSS	V	ANS	DS	F
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	DS	F	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	DS	F
DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	DS	DS	V	ANS	DS	F
ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
DS	DS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V	ANS	ANS	V
ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V	DS	DS	V	ANS	ANS	V
Porcentaje de acierto	96.74%		Porcentaje de acierto	100.00%		Porcentaje de acierto	96.74%		Porcentaje de acierto	100.00%		Porcentaje de acierto	73.68%	
Porcentaje de fallo	5.26%		Porcentaje de fallo	0.00%		Porcentaje de fallo	5.26%		Porcentaje de fallo	0.00%		Porcentaje de fallo	26.32%	

Capítulo 6. Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

En este capítulo se presentan las conclusiones de la investigación y se mencionan recomendaciones, así como el trabajo a futuro que se puede establecer con base a los resultados obtenidos en este proyecto de tesis.

6.1 Conclusiones

Se identificaron las áreas que evalúa el EGEL-CENEVAL para los programas de estudios que se imparten en el CU UAEM VM, el número de áreas son diferentes para estos programas, de 4 a 5 áreas para cada uno de ellos. En cada una de las áreas se puede determinar las competencias que el sustentante debe tener en situaciones similares a las que se enfrentará en el ejercicio profesional. Además, con ellas se lograron determinar la cantidad de reglas de inferencia para alcanzar un testimonio de desempeño.

Se determinó que los años de egreso de los sustentantes es un factor de impacto importante para pronosticar un TD, se observa que, si el sustentante tiene más de un año de egreso y no tiene experiencia profesional, esto dará como resultado un ANS. Asimismo, las calificaciones obtenidas por el sustentante en su trayectoria académica y la evaluación estudiantil que éste realiza a sus profesores, fueron factores que determinaron un pronóstico confiable.

El análisis de pertinencia a través de la ponderación asignada a cada UDA de los PEs por parte de los coordinadores de carrera, permitió detectar lo siguiente:

- El área de Nuevas Tecnologías para la Implementación de Sistemas de Cómputo, es la de mayor presencia en el EGEL-ICOMPU para el PE ISC, esto es, que el sustentante tiene las competencias para seleccionar y aplicar los principios y metodologías de desarrollo necesarios en la generación de nueva tecnología en la implementación de sistemas de cómputo.
- El área de Desarrollo de Hardware y su Software Asociado para Aplicaciones Específicas, es la de menor presencia para el PE ISC, lo que implica que el sustentante no tiene las competencias para analizar distintos problemas y proponer soluciones. Sin embargo, esta área es la de mayor presencia para el PE ICO.
- El área de Redes de Cómputo para Necesidades Específicas es la de menor presencia para ICO, lo cual indica que el sustentante no tiene la capacidad de plantear soluciones a problemas de redes de cómputo aplicando los conocimientos de tecnología de redes y técnicas de monitoreo. Asimismo, no puede identificar, interconectar y configurar los diferentes dispositivos que conforman las redes de cómputo.

- Sistemas Productivos es el área con mayor fortaleza para el EGEL-IINDU del PE en IIN y la de menor presencia es el área Gestión Industrial, lo que implica que el sustentante es competente en determinar el área y espacios para distribución de planta y manejo de materiales en procesos industriales y de servicios, así como identificar los indicadores de productividad de la empresa para el mejoramiento de los sistemas productivos; no es competente en la formulación de proyectos considerando los aspectos económicos, sociales y ambientales utilizando herramientas de la ingeniería económica con la finalidad de integrar alternativas de inversión.

Este modelo puede ser aplicado para otros Programas de Estudios del CU UAEM VM.

Por lo anterior, se puede confirmar que se cumple con el objetivo de esta investigación, ya que se logró determinar el pronóstico para los sustentantes que presenten el EGEL, cabe mencionar que el papel de los coordinadores es primordial, ya que, a través de su experiencia y conocimiento de los PEs se obtuvo un soporte para implementar los casos de estudio presentados.

6.2 Recomendaciones

Si se desea que el EGEL sea una modalidad que cumpla con la meta establecida en el plan rector de la UAEM y que los egresados sean capaces de utilizar lo que han estudiado y aprendido en su licenciatura en situaciones similares a las que se enfrentarán en el ejercicio profesional, se requiere que se establezcan las siguientes medidas:

- Revisar la afinidad de contenidos de las UDAs de los PEs del CU UAEM VM, con los reactivos que se aplican en las áreas del EGEL, a fin de adecuar y mejorar los contenidos temáticos y con ello se logre un mejor aprovechamiento de los alumnos. Por ende, un TDS es al menos el rango de puntuación deseado para aquellos que opten por el EGEL, un TDSS sería una ganancia adicional.
- Estructurar programas intensivos para los egresados que vayan a realizar el EGEL, considerando aquellas áreas de menor fortaleza, por ejemplo, el área de Desarrollo de Hardware y su Software Asociado para Aplicaciones Específicas para el PE de ISC, el área de Redes de Cómputo para Necesidades Específicas para ICO y para IIN el área de Formulación y Evaluación de Proyectos.

6.3 Trabajo futuro

Aplicar el modelo difuso al resto de las carreras que imparte el CU UAEM VM, ya que hasta el momento únicamente se ha trabajado con los coordinadores de carrera de ISC, ICO e IIN. Es importante identificar las áreas de mayor y menor fortaleza.

Aunque se propone el modelo de base de datos que abarca todas las modalidades de titulación, la aplicación web hasta el momento realizada, no considera las demás modalidades de titulación, por lo que se considera importante evolucionarla para tener la información completa y dar seguimiento de manera puntual a los procesos académico-administrativos involucrados.

Por último, se debe dar apoyo a la toma de decisiones en la generación de estrategias que apoyen en el incremento de la **ETi** del CU UAEM VM, esta toma de decisiones puede ser asistida como parte de la evolución del sistema aquí descrito.

Apéndice A. Reglas de inferencia del resto de los PEs del CU UAEM VM

A.1 Licenciatura en Informática Administrativa

//At least two of the input variables are dss and the rest are ds

RULE 1 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
(gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
(gfi IS ds OR gfi IS dss)) AND
(dstic IS dss AND itic IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 2 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
(gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
(dstic IS ds OR dstic IS dss)) AND
(gfi IS dss AND itic IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 3 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
(dstic IS ds OR dstic IS dss) AND
(itic IS ds OR itic IS dss)) AND
(gpt IS dss AND gfi IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 4 : IF ((gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
(gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
(dstic IS ds OR dstic IS dss)) AND
(dnio IS dss AND itic IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 5 : IF ((gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
(dstic IS ds OR dstic IS dss) AND
(itic IS ds OR itic IS dss)) AND
(dnio IS dss AND gfi IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 6 : IF ((gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
(dstic IS ds OR dstic IS dss) AND
(itic IS ds OR itic IS dss)) AND
(dnio IS dss AND gpt IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 7 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
(gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
(itic IS ds OR itic IS dss)) AND
(gpt IS dss AND dstic IS dss) THEN
td IS dss;

RULE 8 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
(gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
(dstic IS ds OR dstic IS dss)) AND

```

        (gpt IS dss AND itic IS dss) THEN
    td IS dss;
RULE 9 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
    (gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
    (itic IS ds OR itic IS dss)) AND
    (gfi IS dss AND dstic IS dss) THEN
    td IS dss;
RULE 10 : IF ((gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
    (gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
    (itic IS ds OR itic IS dss)) AND
    (dnio IS dss AND dstic IS dss) THEN
    td IS dss;

//At least three of the input variables are ds or dss as well
RULE 11 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
    (gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
    (gfi IS ds OR gfi IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 12 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
    (gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
    (dstic IS ds OR dstic IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 13 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
    (dstic IS ds OR dstic IS dss) AND
    (itic IS ds OR itic IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 14 : IF ((gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
    (gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
    (dstic IS ds OR dstic IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 15 : IF ((gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
    (dstic IS ds OR dstic IS dss) AND
    (itic IS ds OR itic IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 16 : IF ((gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
    (dstic IS ds OR dstic IS dss) AND
    (itic IS ds OR itic IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 17 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
    (gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
    (itic IS ds OR itic IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 18 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
    (gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
    (dstic IS ds OR dstic IS dss)) THEN

```

```

    td IS ds;
RULE 19 : IF ((dnio IS ds OR dnio IS dss) AND
    (gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
    (itic IS ds OR itic IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 20 : IF ((gpt IS ds OR gpt IS dss) AND
    (gfi IS ds OR gfi IS dss) AND
    (itic IS ds OR itic IS dss)) THEN
    td IS ds;

//At least three of the input variables are ans
RULE 21 : IF (dnio IS ans AND gpt IS ans AND gfi IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 22 : IF (dnio IS ans AND gpt IS ans AND dstic IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 23 : IF (dnio IS ans AND dstic IS ans AND itic IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 24 : IF (gpt IS ans AND gfi IS ans AND dstic IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 25 : IF (gpt IS ans AND dstic IS ans AND itic IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 26 : IF (gfi IS ans AND dstic IS ans AND itic IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 27 : IF (dnio IS ans AND gfi IS ans AND itic IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 28 : IF (dnio IS ans AND gfi IS ans AND dstic IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 29 : IF (dnio IS ans AND gpt IS ans AND itic IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 30 : IF (gpt IS ans AND gfi IS ans AND itic IS ans) THEN
    td IS ans;

```

A.2 Licenciatura en Administración

```

//At least two of the input variables are dss and the rest are ds
RULE 1 : IF ((aogc IS ds OR aogc IS dss) AND
    (af IS ds OR af IS dss) AND
    (arh IS dss AND am IS dss)) THEN
    td IS dss;
RULE 2 : IF ((aogc IS ds OR aogc IS dss) AND
    (am IS ds OR am IS dss) AND
    (af IS dss AND arh IS dss)) THEN
    td IS dss;
RULE 3 : IF ((aogc IS ds OR aogc IS dss) AND

```

```

        (arh IS ds OR arh IS dss) AND
        (af IS dss AND am IS dss)) THEN
    td IS dss;
RULE 4 : IF ((af IS ds OR af IS dss) AND
        (am IS ds OR am IS dss) AND
        (aogc IS dss AND arh IS dss)) THEN
    td IS dss;
RULE 5 : IF ((af IS ds OR af IS dss) AND
        (arh IS ds OR arh IS dss) AND
        (aogc IS dss AND am IS dss)) THEN
    td IS dss;
RULE 6 : IF ((am IS ds OR am IS dss) AND
        (arh IS ds OR arh IS dss) AND
        (aogc IS dss AND af IS dss)) THEN
    td IS dss;

//At least three of the input variables are ds or dss as well
RULE 7 : IF ((aogc IS ds OR aogc IS dss) AND
        (af IS ds OR af IS dss) AND
        (am IS ds OR am IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 8 : IF ((aogc IS ds OR aogc IS dss) AND
        (af IS ds OR af IS dss) AND
        (arh IS ds OR arh IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 9 : IF ((aogc IS ds OR aogc IS dss) AND
        (arh IS ds OR arh IS dss) AND
        (am IS ds OR am IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 10 : IF ((af IS ds OR af IS dss) AND
        (am IS ds OR am IS dss) AND
        (arh IS ds OR arh IS dss)) THEN
    td IS ds;

//At least two of the input variables are ans
RULE 11 : IF (aogc IS ans AND af IS ans ) THEN
    td IS ans;
RULE 12 : IF (aogc IS ans AND am IS ans ) THEN
    td IS ans;
RULE 13 : IF (aogc IS ans AND arh IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 14 : IF (af IS ans AND am IS ans ) THEN
    td IS ans;
RULE 15 : IF (af IS ans AND arh IS ans) THEN
    td IS ans;

```

RULE 16 : IF (am IS ans AND arh IS ans) THEN
td IS ans;

A.3 Licenciatura en Contaduría

//At least two of the input variables are dss and the rest are ds

RULE 1 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
(acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
(afin IS ds OR afin IS dss) AND
(fisc IS dss AND aud IS dss)) THEN
td IS dss;

RULE 2 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
(acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
(fisc IS ds OR fisc IS dss) AND
(afin IS dss AND aud IS dss)) THEN
td IS dss;

RULE 3 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
(fisc IS ds OR fisc IS dss) AND
(aud IS ds OR aud IS dss) AND
(acosto IS dss AND afin IS dss)) THEN
td IS dss;

RULE 4 : IF ((acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
(afin IS ds OR afin IS dss) AND
(fisc IS ds OR fisc IS dss) AND
(conta IS dss AND aud IS dss)) THEN
td IS dss;

RULE 5 : IF ((acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
(fisc IS ds OR fisc IS dss) AND
(aud IS ds OR aud IS dss) AND
(conta IS dss AND afin IS dss)) THEN
td IS dss;

RULE 6 : IF ((afin IS ds OR afin IS dss) AND
(fisc IS ds OR fisc IS dss) AND
(aud IS ds OR aud IS dss) AND
(conta IS dss AND acosto IS dss)) THEN
td IS dss;

RULE 7 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
(afin IS ds OR afin IS dss) AND
(aud IS ds OR aud IS dss) AND
(acosto IS dss AND fisc IS dss)) THEN
td IS dss;

RULE 8 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
(afin IS ds OR afin IS dss) AND
(fisc IS ds OR fisc IS dss) AND

```

        (acosto IS dss AND aud IS dss)) THEN
    td IS dss;
RULE 9 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
    (acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
    (aud IS ds OR aud IS dss) AND
    (afin IS dss AND fisc IS dss)) THEN
    td IS dss;
RULE 10 : IF ((acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
    (afin IS ds OR afin IS dss) AND
    (aud IS ds OR aud IS dss) AND
    (conta IS dss AND fisc IS dss)) THEN
    td IS dss;

//At least three of the input variables are ds or dss as well
RULE 11 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
    (acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
    (afin IS ds OR afin IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 12 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
    (acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
    (fisc IS ds OR fisc IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 13 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
    (fisc IS ds OR fisc IS dss) AND
    (aud IS ds OR aud IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 14 : IF ((acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
    (afin IS ds OR afin IS dss) AND
    (fisc IS ds OR fisc IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 15 : IF ((acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
    (fisc IS ds OR fisc IS dss) AND
    (aud IS ds OR aud IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 16 : IF ((afin IS ds OR afin IS dss) AND
    (fisc IS ds OR fisc IS dss) AND
    (aud IS ds OR aud IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 17 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
    (afin IS ds OR afin IS dss) AND
    (aud IS ds OR aud IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 18 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
    (afin IS ds OR afin IS dss) AND
    (fisc IS ds OR fisc IS dss)) THEN

```

```

    td IS ds;
RULE 19 : IF ((conta IS ds OR conta IS dss) AND
    (acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
    (aud IS ds OR aud IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 20 : IF ((acosto IS ds OR acosto IS dss) AND
    (afin IS ds OR afin IS dss) AND
    (aud IS ds OR aud IS dss)) THEN
    td IS ds;

//At least three of the input variables are ans
RULE 21 : IF (conta IS ans AND acosto IS ans AND afin IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 22 : IF (conta IS ans AND acosto IS ans AND fisc IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 23 : IF (conta IS ans AND fisc IS ans AND aud IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 24 : IF (acosto IS ans AND afin IS ans AND fisc IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 25 : IF (acosto IS ans AND fisc IS ans AND aud IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 26 : IF (afin IS ans AND fisc IS ans AND aud IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 27 : IF (conta IS ans AND afin IS ans AND aud IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 28 : IF (conta IS ans AND afin IS ans AND fisc IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 29 : IF (conta IS ans AND acosto IS ans AND aud IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 30 : IF (acosto IS ans AND afin IS ans AND aud IS ans) THEN
    td IS ans;

```

A.4 Licenciatura en Relaciones Económicas Internacionales

```

//At least two of the input variables are dss and the rest are ds
RULE 1 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
    (nci IS ds OR nci IS dss) AND
    (aciae IS ds OR aciae IS dss)) AND
    (lci IS dss AND ga IS dss) THEN
    td IS dss;
RULE 2 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
    (nci IS ds OR nci IS dss) AND
    (lci IS ds OR lci IS dss)) AND
    (aciae IS dss AND ga IS dss) THEN
    td IS dss;

```


RULE 3 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
 (lci IS ds OR lci IS dss) AND
 (ga IS ds OR ga IS dss)) AND
 (nci IS dss AND aciae IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 4 : IF ((nci IS ds OR nci IS dss) AND
 (aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
 (lci IS ds OR lci IS dss)) AND
 (dpn IS dss AND ga IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 5 : IF ((nci IS ds OR nci IS dss) AND
 (lci IS ds OR lci IS dss) AND
 (ga IS ds OR ga IS dss)) AND
 (dpn IS dss AND aciae IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 6 : IF ((aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
 (lci IS ds OR lci IS dss) AND
 (ga IS ds OR ga IS dss)) AND
 (dpn IS dss AND nci IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 7 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
 (aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
 (ga IS ds OR ga IS dss)) AND
 (nci IS dss AND lci IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 8 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
 (aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
 (lci IS ds OR lci IS dss)) AND
 (nci IS dss AND ga IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 9 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
 (nci IS ds OR nci IS dss) AND
 (ga IS ds OR ga IS dss)) AND
 (aciae IS dss AND lci IS dss) THEN
 td IS dss;

RULE 10 : IF ((nci IS ds OR nci IS dss) AND
 (aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
 (ga IS ds OR ga IS dss)) AND
 (dpn IS dss AND lci IS dss) THEN
 td IS dss;

//At least three of the input variables are ds or dss as well

RULE 11 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
 (nci IS ds OR nci IS dss) AND
 (aciae IS ds OR aciae IS dss)) THEN

```

    td IS ds;
RULE 12 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
    (nci IS ds OR nci IS dss) AND
    (lci IS ds OR lci IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 13 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
    (lci IS ds OR lci IS dss) AND
    (ga IS ds OR ga IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 14 : IF ((nci IS ds OR nci IS dss) AND
    (aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
    (lci IS ds OR lci IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 15 : IF ((nci IS ds OR nci IS dss) AND
    (lci IS ds OR lci IS dss) AND
    (ga IS ds OR ga IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 16 : IF ((aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
    (lci IS ds OR lci IS dss) AND
    (ga IS ds OR ga IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 17 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
    (aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
    (ga IS ds OR ga IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 18 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
    (aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
    (lci IS ds OR lci IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 19 : IF ((dpn IS ds OR dpn IS dss) AND
    (nci IS ds OR nci IS dss) AND
    (ga IS ds OR ga IS dss)) THEN
    td IS ds;
RULE 20 : IF ((nci IS ds OR nci IS dss) AND
    (aciae IS ds OR aciae IS dss) AND
    (ga IS ds OR ga IS dss)) THEN
    td IS ds;

//At least three of the input variables are ans
RULE 21 : IF (dpn IS ans AND nci IS ans AND aciae IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 22 : IF (dpn IS ans AND nci IS ans AND lci IS ans) THEN
    td IS ans;
RULE 23 : IF (dpn IS ans AND lci IS ans AND ga IS ans) THEN
    td IS ans;

```

RULE 24 : IF (nci IS ans AND aciae IS ans AND lci IS ans) THEN
td IS ans;
RULE 25 : IF (nci IS ans AND lci IS ans AND ga IS ans) THEN
td IS ans;
RULE 26 : IF (aciae IS ans AND lci IS ans AND ga IS ans) THEN
td IS ans;
RULE 27 : IF (dpn IS ans AND aciae IS ans AND ga IS ans) THEN
td IS ans;
RULE 28 : IF (dpn IS ans AND aciae IS ans AND lci IS ans) THEN
td IS ans;
RULE 29 : IF (dpn IS ans AND nci IS ans AND ga IS ans) THEN
td IS ans;
RULE 30 : IF (nci IS ans AND aciae IS ans AND ga IS ans) THEN
td IS ans;

A.5 Licenciatura en Derecho

//At least three of the input variables are dss and the rest are ds

RULE 1 : IF ((pfp IS dss AND ci IS dss AND pj IS dss) AND
(ij IS ds OR ij IS dss)) THEN
td IS dss;
RULE 2 : IF ((pfp IS dss AND ci IS dss AND ij IS dss) AND
(pj IS ds OR pj IS dss)) THEN
td IS dss;
RULE 3 : IF ((pfp IS dss AND pj IS dss AND ij IS dss) AND
(ci IS ds OR ci IS dss)) THEN
td IS dss;
RULE 4 : IF ((ci IS dss AND pj IS dss AND ij IS dss) AND
(pfp IS ds OR pfp IS dss)) THEN
td IS dss;

//At least three of the input variables are ds or dss as well

RULE 5 : IF ((pfp IS ds OR pfp IS dss) AND
(ci IS ds OR ci IS dss) AND
(pj IS ds OR pj IS dss)) THEN
td IS ds;
RULE 6 : IF ((pfp IS ds OR pfp IS dss) AND
(ci IS ds OR ci IS dss) AND
(ij IS ds OR ij IS dss)) THEN
td IS ds;
RULE 7 : IF ((pfp IS ds OR pfp IS dss) AND
(ij IS ds OR ij IS dss) AND
(pj IS ds OR pj IS dss)) THEN
td IS ds;

```
RULE 8 : IF ((ci IS ds OR ci IS dss) AND
              (pj IS ds OR pj IS dss) AND
              (ij IS ds OR ij IS dss)) THEN
          td IS ds;
```

//At least two of the input variables are ans

```
RULE 9 : IF (pfp IS ans AND ci IS ans ) THEN
          td IS ans;
RULE 10 : IF (pfp IS ans AND pj IS ans ) THEN
          td IS ans;
RULE 11 : IF (pfp IS ans AND ij IS ans) THEN
          td IS ans;
RULE 12 : IF (ci IS ans AND pj IS ans ) THEN
          td IS ans;
RULE 13 : IF (ci IS ans AND ij IS ans) THEN
          td IS ans;
RULE 14 : IF (pj IS ans AND ij IS ans) THEN
          td IS ans;
```

Apéndice B. Pronóstico difuso del EGEL para ingeniería en computación de la Universidad Autónoma del Estado de México

Pronóstico difuso del examen general de egreso de licenciatura para ingeniería en computación de la Universidad Autónoma del Estado de México

Sandra Silvia Roblero Aguilar, Héctor Rafael Orozco Aguirre

Universidad Autónoma del Estado de México,
Centro Universitario UAEM Valle de México,
Atizapán de Zaragoza, Estado de México, México

ssrauaemex@hotmail.com, hrorozcoa@uaemex.mx

Resumen. Este artículo tiene como finalidad dar a conocer un mecanismo computacional, que permite generar un pronóstico utilizando lógica difusa, para los pasantes de la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), a través de la opción de titulación por el Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL) aplicado por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL).

Palabras clave: lógica difusa, pronóstico, examen general de egreso de licenciatura (EGEL), eficiencia terminal, eficiencia de titulación, UAEM.

1. Introducción

Actualmente, en México la Eficiencia Terminal (ET) es el principal indicador empleado por el Sistema Educativo Nacional con el objetivo de evaluar la labor de formación profesional de cualquier Institución Educativa (IE). La Dirección General de Planeación y Estadística Educativa de la Secretaría de Educación Pública (SEP) la define como: “la relación porcentual entre los egresados de un nivel educativo dado y el número de estudiantes que ingresaron al primer grado de este nivel educativo n años antes” [1], que matemáticamente se expresa así:

$$ET(n) = (\text{Egresos}(n) / \text{Nuevo Ingreso}(n)) * 100 \quad (1)$$

Con la finalidad de que exista una evaluación real de las Instituciones de Educación Superior (IES), es necesario tomar en cuenta aparte de la ET, el número de pasantes que logran graduarse, es decir, aquellos que impactan positivamente en el índice de la Eficiencia de Titulación (ETi), que está dada por la expresión:

$$ETi(n) = (\text{Titulados}(n) / \text{Nuevo Ingreso}(n)) * 100 \quad (2)$$

Dado lo anterior, para poder incrementar la ETi, las IES consideran como válidas a distintas modalidades en sus procesos de titulación, en estas se incluyen: aprovecha-

miento académico, créditos de estudios avanzados, el Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL), entre otras, como lo son los trabajos escritos.

Al hacer un análisis de los resultados presentados en el anuario estadístico de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), correspondiente al ciclo escolar 2012-2013, que es el último reportado hasta noviembre de 2014 [2], y de la Agenda Estadística de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) para el mismo ciclo escolar [3], se tiene la siguiente tabla comparativa:

Tabla 1. Comparativo de indicadores de la ET y la ETi del ciclo escolar 2012-2013

	Matricula	Nuevo Ingreso	Egresados	Eficiencia Terminal	Titulación	Eficiencia de Titulación
Nacional	3,309,221	877,476	469,573	53.5%	343,613	39.1%
UAEM	45,161	12,235	5,674	46.4%	4,056	33.1%
CU UAEM VM ¹	3,053	864	396	45.8%	189	21.8%
ICO ²	211	84	17	20.2%	9	10.7%

Como se puede observar en la tabla anterior, en el CU UAEM VM, la carrera de ICO requiere una atención inmediata, para que se pueda establecer mecanismos que conlleven a incrementar la ETi. Adicionalmente, es importante mencionar que el Reglamento de Evaluación Profesional de la UAEM [4], considera como meta del plan rector la necesidad de mejorar la capacidad profesional de egresados para favorecer su inserción laboral y progreso profesional, fijándose como porcentajes lograr un índice de titulación por cohorte de 23.5%, de los cuales el 29% de los egresados que se titulan lo hagan a través del EGEL. De acuerdo a esto, si 864 alumnos son de nuevo ingreso en el CU UAEM VM, esto implica que para cumplir con la meta, entonces 203 egresados se deben titular y de estos 59 por EGEL. Para la carrera de ICO, si 84 son de nuevo ingreso, 20 se van a titular y 6 lo harán por el EGEL.

Si se desea impulsar al EGEL como una modalidad de titulación, se tendrán que considerar: los contenidos de los Programas Educativos (PE), las necesidades del campo laboral y que los alumnos adquieran las competencias profesionales a ser evaluadas. De manera tradicional, la preparación para el EGEL no contempla que las áreas y sub-áreas de evaluación hayan sido cubiertas en los contenidos de los PEs. Esto dice, que el anticipar un resultado es hasta cierto punto ciego, ya que no se sabe con exactitud qué Unidades de Aprendizaje (UDAs) corresponden a cada área, cuál es la más fortalecida y las que necesitan ser reforzadas. Para ello, se propone un mecanismo computacional basado en lógica difusa para generar un pronóstico del resultado del EGEL. Esto es para contar con un resultado aproximado que pudiera obtener cualquier sustentante de ICO. Dicho mecanismo, se describirá en la sección 4 de este artículo.

¹ Centro Universitario UAEM Valle de México.

² Ingeniería en Computación.

2. Aspectos generales del EGEL CENEVAL

2.1. Descripción

Como asociación civil sin fines de lucro, el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), tiene la encomienda de diseñar y aplicar instrumentos de evaluación de conocimientos, habilidades y competencias, así como el análisis y la difusión de resultados. Uno de esos instrumentos es el EGEL, el cual consiste en una prueba a nivel nacional, que se especializa por carrera profesional. Esta prueba tiene como objetivo identificar en qué medida los egresados de una licenciatura en específico cuentan con los conocimientos y las habilidades esenciales para el inicio del ejercicio profesional en el campo laboral.

El encargado del diseño, revisión y actualización de cada variante del EGEL, es un Consejo Técnico (CT), que se conforma por representantes de IES públicas y privadas, así como por colegios o asociaciones de profesionales e instancias empleadoras del sector público o privado del país. Cada CT se encarga de validar a una o más licenciaturas en particular, con base en las necesidades de las instancias empleadoras del sector público o privado.

El EGEL en el caso de Ingeniería Computacional [5], es el examen aplicado a ICO de la UAEM, mismo que está conformado por 186 reactivos de opción múltiple con cuatro opciones de respuesta, de las cuales sólo una es la correcta. Este examen comprende las siguientes cinco áreas de conocimiento:

1. Selección de Sistemas Computacionales para Aplicaciones Específicas (SSCAE).
2. Nuevas Tecnologías para la Implementación de Sistemas de Cómputo (NTISC).
3. Desarrollo de Hardware y su Software Asociado para Aplicaciones Específicas (DHSAAE).
4. Adaptación de Hardware y/o Software para Aplicaciones Específicas (AHSAAE).
5. Redes de Cómputo para Necesidades Específicas (RCNE).

Dicho examen, también puede ser empleado para evaluar otras carreras, tal es el caso de Ingeniería en Sistemas y Comunicaciones del CU UAEM VM.

2.2. Índice CENEVAL

Las calificaciones están expresadas en una escala especial llamada Índice CENEVAL (IC) [5], que va de los 700 puntos, calificación más baja; a los 1300 puntos, calificación más alta. Este índice se utiliza en las pruebas con referencia a criterio, con el objetivo de categorizar el resultado obtenido en alguno de los rangos de puntuación, mismos que serán explicados más adelante.

En lo que respecta a los resultados, se establece una media teórica de 1000 puntos igual a 50% de aciertos y una desviación estándar de 100 puntos igual a 16.67%. Lo

anterior debido a que las pruebas se diseñan para tener una distribución de las puntuaciones con esa media y desviación estándar.

2.3. Rangos de puntuación

En cada una de las áreas del examen se consideran tres niveles de desempeño: Aún No Satisfactorio (ANS), Satisfactorio (DS) y Sobresaliente (DSS), en los cuales se clasifica a los sustentantes en función del desempeño mostrado, de conformidad con los siguientes rangos de puntuación:

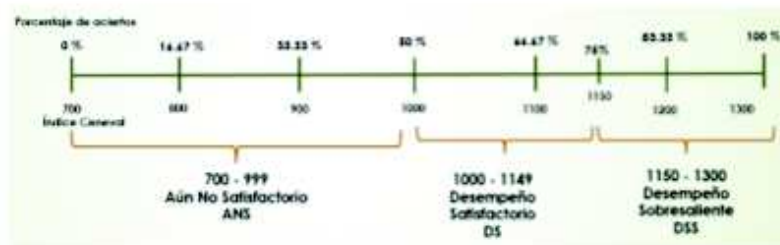


Fig. 1. Distribución de las puntuaciones del EGEL.

En la escala de 0-100, el CT fija los cortes que corresponden a los puntajes 1000 y 1150 de IC. Esto hace que independientemente de en qué lugar el CT haya fijado los puntos de corte, el primero de estos siempre es 1000 y el segundo siempre es 1150. Con lo cual, sin importar el área a la cual se esté haciendo referencia, una calificación superior o igual a 1000 puntos indica un nivel de DS y una superior o igual a 1150, un nivel de DSS. Es decir, en cada una de las áreas del examen, la descripción de los niveles de desempeño permite conocer qué problemas y situaciones es capaz de resolver un sustentante cuando alcanza un DS, y cuáles, cuando alcanza un DSS.

Considerando el nivel de desempeño alcanzado por el sustentante en cada una de las áreas, se determina si éste se hace acreedor a algún Testimonio de Desempeño (TD), con base en los criterios establecidos por el CT, que a continuación se detallan:

- Testimonio de Desempeño Satisfactorio (TDS): al menos cuatro áreas con DS o DSS.
- Testimonio de Desempeño Sobresaliente (TDSS): de las cinco áreas, al menos dos con DSS y las restantes con DS.

Cabe destacar que para este caso, el EGEL está orientado a determinar si los sustentantes son capaces de utilizar lo que han estudiado y aprendido en su licenciatura en situaciones similares a las que se enfrentarán en el ejercicio profesional, así como el hecho de que su contenido se encuentra definido en forma precisa y se validó socialmente.

2.4. Resultados del EGEL para el ciclo escolar 2012-2013

El total de sustentantes que presentaron el EGEL en Ingeniería Computacional durante este ciclo escolar a nivel nacional fue de 3,350 sustentantes [5]. De ellos, 7.8% (260 sustentantes) obtuvo un TDSS; 37% (1,240 sustentantes) un TDS; y 55.2% (1,850 sustentantes) no obtuvo testimonio. De nueva cuenta, en el CU UAEM VM como referencia, para el mismo ciclo, de 238 sustentantes, el 4.62% (11 sustentantes) alcanzó un TDSS; 48.7% (116 sustentantes) un TDS; y 46.6% (111 sustentantes) se quedó sin testimonio. Para la carrera de ICO, los sustentantes que presentaron el EGEL fueron 18 sustentantes. De los cuales, el 11.1% (2 sustentantes) consiguió un TDSS; el 33.3% (6 sustentantes) un TDS; y el 55.56% (10 sustentantes) no obtuvo testimonio.

En la siguiente figura, se observa una gráfica del comparativo de resultados que en términos generales se puede decir, que aproximadamente el 55% de los sustentantes no alcanza el puntaje mínimo requerido por el EGEL para obtener un TDS y por ende, los sustentantes no pueden titularse por esta modalidad.

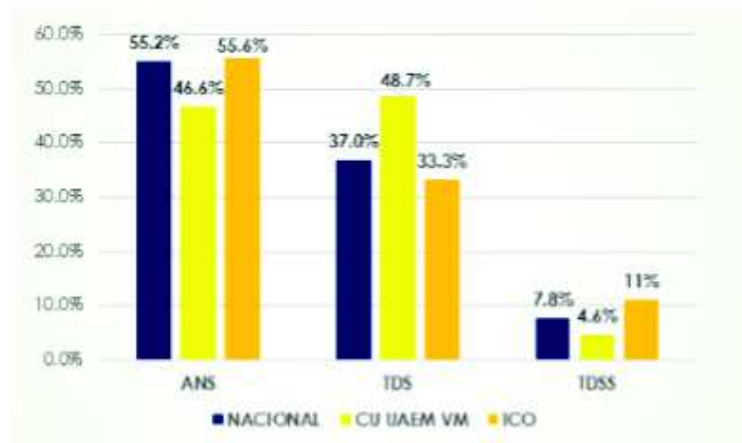


Fig. 2. Comparativo de los resultados del EGEL.

3. Lógica difusa

3.1. Panorama general

El ser humano muestra dificultad para tomar decisiones cuando se tiene información imprecisa. La lógica difusa [6] fue creada para emular la lógica humana y tomar decisiones acertadas a pesar de la poca información disponible. Esta es una herramienta flexible que se basa en reglas lingüísticas dictadas por expertos y que tiene

como objetivo principal la formalización o mecanización de un sistema lógico para la evaluación y generación de decisiones.

La graduación y granulación (ver fig. 3) forman el núcleo de la lógica difusa, siendo sus principales características distinguibles [7]. Más específicamente, cuando se le emplea, todo dato o información es o se permite que sea graduado, es decir, es una cuestión de grado o, equivalentemente, difuso. Además, de forma similar todo es o se permite por igual que sea granular, un gránulo puede ser un grupo de atributos-valores unidos de manera indistinta, semejante, próxima o funcional. De una manera cualitativa, graduación y granulación juegan papeles fundamentales en la cognición humana.

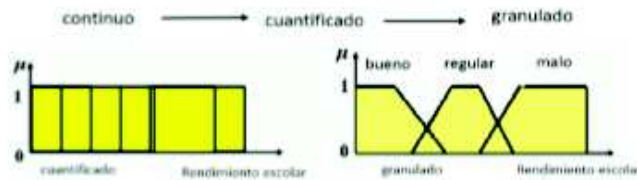


Fig. 3. Granulación y graduación de una variable lingüística

La lógica difusa es [8] un conjunto de principios matemáticos basados en grados de membresía o pertenencia, cuya función es modelar información. Este modelado se hace con base en reglas lingüísticas que aproximan una función mediante la relación de entradas y salidas del sistema. Esta lógica presenta rangos de pertenencia dentro de un intervalo entre 0 y 1, a diferencia de la lógica convencional, en la que el rango se limita a dos valores: el cero o el uno. La lógica difusa consta de tres etapas para obtener el resultado deseado (ver fig. 4). Estas se explican a continuación:

- Etapa 1: se basa en un proceso donde las variables tienen un grado de incertidumbre metalingüístico. Es decir, el rango de valores de cada variable puede clasificarse por conjuntos difusos, originando el universo del discurso. Con ello, los valores pasan a un proceso de fusificación que los categoriza en un rango de pertenencia entre 0 y 1 que pertenece a un conjunto difuso. Los conjuntos difusos son caracterizados mediante funciones de pertenencia, las cuales están sintonizadas al punto de operación adecuado para el funcionamiento del sistema, es decir, las reglas de inferencia que serán empleadas.
- Etapa 2: se proponen reglas lingüísticas conocidas como de inferencia. Con esto, el grado de pertenencia de cada una de las variables se evalúa en un subconjunto de estas reglas. Cada subconjunto se usa para determinar una consecuencia, es decir, asignar un grado de pertenencia a un conjunto difuso que caracteriza o da las salidas para las variables de entrada.
- Etapa 3: consiste en determinar los valores óptimos de salida, mediante un mecanismo conocido como defusificación, el cual consiste en pasar el grado de perte-

nencia, proveniente de la consecuencia de la regla de inferencia activada, a un valor nítido o real, es decir, con el fin de obtener un valor cuantificable.



Fig. 4. Esquema general de un mecanismo de inferencia difuso

3.2. Funciones de pertenencia

Las funciones de pertenencia son una forma de representar gráficamente un conjunto difuso sobre un universo. De esta manera, la función de pertenencia de un conjunto indica el grado en que cada elemento de un universo dado, pertenece a dicho conjunto. Es decir, la función de pertenencia de un conjunto A sobre un universo X será de la forma: $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$, donde $\mu_A(x) = r$, si r es el grado en que X pertenece al conjunto A .

Si el conjunto es nítido, su función de pertenencia (función característica) tomará los valores en $\{0,1\}$, mientras que si es difuso, los tomará en el intervalo $[0,1]$. Si $\mu_A(x) = 0$ el elemento no pertenece al conjunto, si $\mu_A(x) = 1$ el elemento sí pertenece totalmente al conjunto. La función característica del conjunto de los elementos que verifican un predicado clásico está perfectamente determinada. No ocurre lo mismo cuando se intenta obtener la función de pertenencia de un conjunto formado por los elementos que verifican un predicado difuso. Dicha función dependerá del contexto (o universo) en el que se trabaje, del experto, del usuario, de la aplicación a construir, etc.

A la hora de determinar una función de pertenencia, normalmente se eligen funciones sencillas, para que los cálculos no sean complicados. En particular, en aplicaciones en distintos entornos, son muy utilizadas las siguientes:

- Función triangular: definida mediante el límite inferior a , el superior b y el valor modal m , tal que $a < m < b$. La función no siempre es simétrica.
- Función trapezoidal: definida por sus límites inferior a , superior d , y los límites de soporte inferior b y superior c , tal que $a < b < c < d$. En este caso, si los valores de b y c son iguales, se obtiene una función triangular.

3.3. ¿Por qué emplear la lógica difusa?

Principalmente, la lógica difusa está enfocada a la toma de decisiones cuando existen datos o conocimientos inciertos, habiendo bastantes aplicaciones para la vida real y donde se reemplaza al operador humano por un sistema difuso basado en reglas. En este artículo, se eligió a esta debido a que ofrece varias ventajas, descritas como sigue:

- Al momento de dar un pronóstico, proporciona una manera sencilla y eficaz para extraer conclusiones de vaguedad, ambigua o información imprecisa. Por lo tanto, simula la toma de decisiones humanas y puede trabajar a partir de datos aproximados para obtener soluciones precisas.
- Incorpora una forma alternativa de pensar, lo que permite que todo pronóstico sea modelado con un nivel de abstracción que refleje conocimiento y experiencia a partir de reglas de inferencia.
- Este tipo de lógica permite expresar conocimiento con conceptos subjetivos, tales como los resultados que pueden ser obtenidos en el EGEL: ANS, TDS, TDSS, los cuales pueden ser mapeados de manera exacta dentro de rangos difusos.
- Es un método eficiente que rápidamente proporciona uno o más pronósticos como soluciones.
- Esta ofrece varios beneficios, tales como el rendimiento, simplicidad, bajo costo y productividad en el modelado de un sistema de pronóstico difuso, el cual es explicado en la siguiente sección.

4. Propuesta de modelo de pronóstico difuso

4.1. Análisis

El plan de estudios de ICO de la UAEM está comprendido de 430 a 450 créditos, de los cuales en el CU UAEM VM se cursan 434. En total, 355 horas son teóricas y 79 son prácticas, repartidas entre 64 UDAs.

El conjunto total de UDAs a partir de este momento será el siguiente universo del discurso $X = \{\text{programación estructurada, seguridad en redes, fundamentos de bases de datos, métricas de software, \dots, programación paralela y distribuida}\}$ y el predicado $P = \text{"tener membresía para cada una de las áreas correspondientes del EGEL"}$. Se define P como el subconjunto de UDAs con membresía a dichas áreas.

Por ejemplo, una UDA que sólo pertenece a un área es seguridad en redes, por lo que su función de pertenencia sería:

$$\mu_{PSSCAE}(\text{seguridad en redes}) = 0;$$

$$\mu_{PNTISC}(\text{seguridad en redes}) = 0;$$

$$\mu_{PDHSAAE}(\text{seguridad en redes}) = 0;$$

$$\mu_{PATISAE}(\text{seguridad en redes}) = 0;$$

$$\mu_{PRCNE}(\text{seguridad en redes}) = 1;$$

Por otra parte, un caso especial de UDA con función de pertenencia en varias áreas es programación paralela y distribuida:

$$\mu_{PSSCAE}(\text{programación paralela y distribuida}) = 0;$$

$$\mu_{PNTISC}(\text{programación paralela y distribuida}) = 0.6;$$

$$\mu_{PDHSAAE}(\text{programación paralela y distribuida}) = 0;$$

$$\mu_{PATISAE}(\text{programación paralela y distribuida}) = 0;$$

$$\mu_{PRCNE}(\text{programación paralela y distribuida}) = 0.4;$$

En el caso de seguridad en redes, se tiene una membresía con grado 1 en el área RCNE, mientras que programación paralela y distribuida cuenta con un grado de 0.4

en dicha área, lo cual indica que el 100% del contenido temático de seguridad en redes corresponde a esta área y sólo el 40% del contenido temático de programación paralela y distribuida cubre la misma área.

Al concluir la función de pertenencia, se aplica la siguiente ecuación para cada área:

$$POA = \sum (PUDA) \quad (3)$$

Donde POA: pertenencia obtenida por área.

PUDA: ponderación asignada a la UDA para esa área.

Posteriormente, para cada área se calcula un porcentaje de evaluación, considerando las calificaciones obtenidas por el alumno en cada UDA y la evaluación dada al docente de cada UDA, obteniendo la siguiente ecuación:

$$PA = (CUDA * 0.8 + CDO * 0.2) * PUDA. \quad (4)$$

Donde PA: es el porcentaje de área.

CUDA: calificación de la UDA.

CDO: calificación del docente.

Como se puede ver, a la calificación obtenida por el alumno en cada UDA se le asignó el 80% y a la calificación del docente se le otorgó el 20%. Esta asignación, va en función de que la evaluación docente pudiera no ser objetiva, sin embargo, es un factor a considerar para la apreciación del alumno.

4.2. Estimaciones

Con el análisis previo, es posible obtener las siguientes estimaciones:

- Estimación simple: en esta se considera el valor máximo de POA y los rangos de puntuación del IC, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$ES = \sum (PA) / \text{Max} (POA) * 6 + 700 \quad (5)$$

Donde ES: es la estimación simple por Área.

- Estimación basada en periodos de egreso: aquí se toma como referencia el periodo de egreso del alumno, suponiendo que por cada año de egreso se le resta 0.025%, con ello se tiene la ecuación:

$$EPE = ES * (1 - (0.025 * NAEG)) \quad (6)$$

Donde EPE: es la estimación por periodo de egreso.

NAEG: número de años de egreso.

- Estimación basada en años de experiencia: se considera la experiencia en el campo laboral, por cada año de experiencia se considera un incremento de 0.375 %, por lo que la ecuación queda de la siguiente manera:

$$EAE = ES * (1 + (0.0375 * NAEX)) \quad (7)$$

Donde EAE: es la estimación por años de experiencia.
NAEX: número de años de experiencia.

4.3. Pronóstico

Considerando las estimaciones anteriores, el siguiente paso es dar un pronóstico del resultado del EGEL. Para ello, se obtiene primero el promedio de las estimaciones descritas anteriormente, aplicando la siguiente ecuación:

$$PAE = (ES + EPE + EAE) / 3 \quad (8)$$

Donde PAE: es el pronóstico del área del EGEL.
La ecuación 8 se debe realizar para cada una de las áreas del EGEL.



Fig. 5. Fusificación del área Selección de Sistemas Computacionales para Aplicaciones Específicas

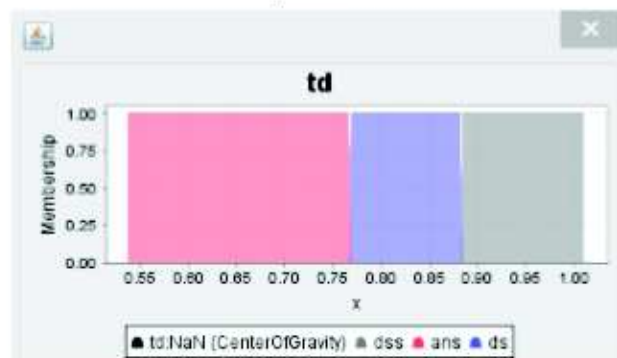


Fig. 6. Fusificación del Testimonio de Desempeño

La fusificación y defusificación se llevó a cabo empleando *jfuzzylogic* [9]. A cada una de las áreas de evaluación del EGEL para ICO, se le asignaron los mismos intervalos difusos, ANS, DS y DSS (ver fig. 5 y 6). Como ejemplo, se muestra a continuación lo hecho para el área SSCAE.

```
FUZZIFY sscae
TERM ans:= (0.5384, 1) (0.7669, 1) (0.7700, 0);
TERM ds:= (0.7676, 0) (0.7692, 1) (0.8823, 1) (0.8853, 0);
TERM dss := (0.8830, 0) (0.8846, 1) (1, 1);
END_FUZZIFY
```

En la defusificación, se necesitan 25 reglas difusas para obtener el TD del pronóstico difuso del resultado del EGEL, de las cuales como muestra se presentan las 5 reglas para obtener el TDSS:

```
RULE 11: IF ((sscae IS ds OR sscac IS dss) AND (ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
            (dhsaac IS ds OR dhsaac IS dss) AND (ahsac IS ds OR ahsac IS dss))
THEN td IS ds;
RULE 12: IF ((sscae IS ds OR sscac IS dss) AND (ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
            (dhsaac IS ds OR dhsaac IS dss) AND (rcne IS ds OR rcne IS dss))
THEN td IS ds;
RULE 13: IF ((sscae IS ds OR sscac IS dss) AND (ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND
            (ahsac IS ds OR ahsac IS dss) AND (rcne IS ds OR rcne IS dss))
THEN td IS ds;
RULE 14: IF ((sscae IS ds OR sscac IS dss) AND (dhsaac IS ds OR dhsaac IS dss)
            AND (ahsac IS ds OR ahsac IS dss) AND (rcne IS ds OR rcne IS dss))
THEN td IS ds;
RULE 15: IF ((ntisc IS ds OR ntisc IS dss) AND (dhsaac IS ds OR dhsaac IS dss)
            AND (ahsac IS ds OR ahsac IS dss) AND (rcne IS ds OR rcne IS dss))
THEN td IS ds;
```

4.4. Caso de estudio

En la última aplicación del EGEL, con fecha del 28 de noviembre de 2014, celebrada en el CU UAEM VM, un sustentante elegido al azar obtuvo los siguientes puntajes con un TD dado por un TDS:

```
SSCAE = 1039
NTISC = 1134
DHSAAE = 1070
AHSAAE = 1047
RCNE = 1001
```

Ahora bien, al aplicar el modelo de pronóstico difuso aquí propuesto, se introdujeron las calificaciones obtenidas por el alumno en cada una de las UDAs y las calificaciones que dicho alumno otorgó a sus profesores en el proceso de apreciación estudiantil, para obtener las estimaciones y el pronóstico descritos anteriormente.

De acuerdo a las estimaciones mostradas en la fig. 7, se observa que en la carrera de ICCO, el área Desarrollo de Hardware y su Software Asociado para Aplicaciones Específicas, es la de mayor presencia y la de menor presencia es el área de Redes de Cómputo para Necesidades Específicas en el plan de estudios, respectivamente. Cabe mencionar, que el EGEL evalúa todas las áreas de manera uniforme y la distribución aquí obtenida no lo es. Dadas las estimaciones obtenidas, el pronóstico para cada una de las áreas es el siguiente:

- PAE SSCAE = 1094.1
- PAE NTISC = 1117.1
- PAE DHSAAE = 1146.6
- PAE AHSAAE = 1115.2
- PAE RCNE = 976.29

INGENIERIA EN COMPUTACION							
Nombre:	No. Cuenta:						
UNIDAD DE APRENDIZAJE	CALIFICACIONES		SELECCION DE	RECURSO	DESARROLLO DE	ADAPTACION DE	RECURSO
	Docente	Presente	TECNICAS CONVENCIONALES PARA APLICACIONES ESPECIFICAS	TECNICAS PARA LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE COMPUTO	HARDWARE Y SU SOFTWARE ASOCIADO PARA APLICACIONES ESPECIFICAS	HARDWARE Y SU SOFTWARE PARA APLICACIONES ESPECIFICAS	PARA COMPUTO
INGLES C1	65.4	34	0.5	0.5	0	0	0
INGLES C2	77.5	31	0.5	0.5	0	0	0
ALGEBRA SUPERIOR	65.6	32	0.5	0.5	0	0	0

EQUACIONES DIFERENCIALES	57.9	19	0.5	0.5	0	0	0
CALCULO I	67.7	17	0.5	0.5	0	0	0
CALCULO II	61.4	17	0.5	0.5	0	0	0
Frecuencia Obtenida por Área (CPOR)			1.2 73	1.0 94	0.0 0	0.0 0	0.0 0
Módulo			67.2420	66.6382	708.01	61.2395	61.0425
Estimación Módulo			1117.36	1165.7	1196.49	1163.72	1016.79
Estimación por Método de Egresos			1068.62	1068.33	1075.84	1066.25	935.80
Estimación por Alcos de Experiencia			1156.635	1205.395	1241.725	1207.735	1053.315

Fig. 7. Estimaciones del EGEL para Ingeniería en Computación

Por tanto, es aquí donde pudieran entrar las estrategias a seguir para fortalecer las áreas más desprotegidas. No obstante, para este sustentante el TD pronosticado del EGEL al que el mismo aspiraría es un TDS, el cual corresponde exactamente al TD real. Con esto, realizando un comparativo de la resta de los puntajes reales menos los puntajes del pronóstico se puede obtener la ecuación siguiente:

$$CA = \text{puntaje obtenido} - \text{PAE} \tag{9}$$

Donde CA: es el comparativo por área de los puntajes reales con los puntajes del pronóstico de cada área.

- CA SSCAE = -55.07
- CA NTISC = 16.87
- CA DHSAAE = -76.63
- CA AHSAAE = -68.22
- CA RCNE = 24.70

Lo anterior dice, que el pronóstico dado puede alejarse o acercarse en promedio en un valor de ± 31.67 , lo cual quiere decir que en cada área el resultado pronosticado puede beneficiar o perjudicar al sustentante en dicho valor. No obstante, se debe contemplar además que por cada área dicho valor puede ser muy diferente.

Calculando el porcentaje del pronóstico de cada área se puede dar la siguiente ecuación:

$$PPA = 100 - (\text{valor absoluto } (100 (\text{PAE} * 100) / \text{valor obtenido por área})) \quad (10)$$

Donde PPA: es el porcentaje del pronóstico del área.

Los valores de los porcentajes del pronóstico obtenidos son:

PPA SSCAE = 94.69

PPA NTISC = 98.51

PPA DHSAAE = 92.83

PPA AHSAAE = 93.48

PPA RCNE = 97.53

Finalmente, los valores anteriores dicen que la aproximación del pronóstico generado es considerablemente acertada, ya que en promedio se tuvo un porcentaje de acierto del 95.40.

5. Conclusiones

El análisis y creación del modelo de pronóstico difuso aquí propuesto para el TD del EGEL de los sustentantes de ICO de la UAEM que opten por dicha modalidad de titulación, ha permitido detectar principalmente los siguientes aspectos a considerar:

1. El objetivo es acreditar el EGEL y no necesariamente medir el nivel de conocimiento adquirido.
2. Existen deficiencias notorias en el actual PE, esto va dado con respecto a las áreas que evalúa el EGEL.
3. El porcentaje de UDAs que impactan en el área de RNCE es bajo, por lo que, difícilmente un sustentante logrará alcanzar un TDS, a menos que éste, tenga experiencia en dicha área.
4. No se esperaría que exista un gran porcentaje de resultados reales con un TDSS.

Por lo anterior, si se desea que el EGEL sea una modalidad que cumpla con la meta establecida en el plan rector de la UAEM y que los egresados sean capaces de utilizar lo que han estudiado y aprendido en su licenciatura en situaciones similares a las que se enfrentarán en el ejercicio profesional, se requiere que se establezcan las siguientes medidas:

- Revisar la afinidad de contenidos de las UDAs del PE de ICO, con los reactivos que se aplican en las áreas del EGEL, a fin de adecuar y mejorar los contenidos temáticos y con ello se logre un mejor aprovechamiento de los alumnos. Por ende, un TDS es al menos el rango de puntuación deseado para aquellos que opten por el EGEL, un TDSS sería una ganancia adicional.

- Estructurar un programa intensivo de preparación para los sustentantes que vayan a presentar el EGEL, considerando las áreas de menor fortaleza en la evaluación sin descuidar aquellas con mayor presencia.

Referencias

1. SEP: Lineamientos para la formulación de indicadores educativos. Disponible en http://fs.planeacion.sep.gob.mx/estadistica_e_indicadores/lineamientos_formulacion_de_indicadores.pdf, recuperado en marzo 2015 (2014).
2. ANUIES: Anuario estadístico de educación superior. Disponible en <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>, recuperado en marzo 2015 (2012-2013)
3. UAEM: Agenda Estadística 2012-2013. Disponible en <http://www.uaemex.mx/planeacion/Numeros.html>, recuperado en marzo 2015
4. UAEM: Reglamento de evaluación profesional. Disponible en <http://www.uaemex.mx/opcevl/>, recuperado en marzo 2015
5. CENEVAL: Guía para el sustentante, EGEL para Ingeniería Computacional. Disponible en http://archivos.ceneval.edu.mx/archivos_portal/18791/GuiadelEGEL-ICOMPU.pdf, recuperado en marzo 2015
6. Ponce, P.: Inteligencia artificial, con aplicaciones a la ingeniería. pp. 20–50, Alfaomega, México (2010)
7. Kumar, R.: Soft Computing and its Applications. vol. 1, pp. 213–287, Apple Academic Press (2015)
8. Chen, G., Pham, T., Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems. CRC Press (2000)
9. Cingolani, P., Alcalá-Fdez, J.: jFuzzyLogic: a robust and flexible Fuzzy-Logic inference system language implementation. In: Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2012 IEEE International Conference on, IEEE, pp. 1–8 (2013)

Referencias

- Akerkar, R., & Sajja, P. (2010). *Knowledge-Based Systems*. Jones & Barlett Publishers.
- Alonso Betanzos, A., Guijarro Berdiñas, B., Lozano Tello, A., Palma Mendez, J. T., & Taboada Iglesias, M. J. (2004). *Ingeniería del Conocimiento, Aspectos Metodológicos*. Madrid: Pearson Educación.
- ANUIES. (Noviembre de 2015). *Anuario estadístico (2014-2015)*. Obtenido de <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Arias, F., Ovalle, D., & Moreno, J. (2009). Modelo de inferencia difusa para la selección de objetos de aprendizaje adaptados a los perfiles de los estudiante. *Revista Colombiana de computación*, 10(2), 27-41.
- Barrera, M. E., & Ramirez de Arellano, J. A. (21 de Septiembre de 2009). *comie.org.mx*. Recuperado el 31 de Enero de 2015, de http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_02/ponencias/0825-F.pdf
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2006). *El Lenguaje Unificado de Modelado*. México: Pearson.
- Bravo, O., & Rodriguez, R. (2 de Octubre de 2013). *fel.uqroo.mx*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de http://fel.uqroo.mx/adminfile/files/memorias/Articulos_Mem_FONAEL_II/Bravo_Gomez_Omar_&_Rodriguez_Reyes_Jose_Miguel.pdf
- Carlin, B., & Louis, T. (2008). *Bayes and empirical Bayes methods for data analysis*. Londres: CRC Press.
- CENEVAL. (15 de julio de 2015). Recuperado el 15 de julio de 2015, de <http://www.ceneval.edu.mx>
- CENEVAL. (Septiembre de 2015). *Guia para el sustentante, EGEL en Ingeniería Computacional*. Recuperado el 1 de Agosto de 2015, de http://archivos.ceneval.edu.mx/archivos_portal/20213/GuiadeLEGEL-ICOMPU.pdf
- CENEVAL. (Septiembre de 2015). *Guia para el sustentante, EGEL en Ingeniería Industrial*. Obtenido de http://archivos.ceneval.edu.mx/archivos_portal/20225/GuiadeLEGEL-IINDU.pdf
- Chen, G., & Pham, T. (2000). *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*. CRC Press.

- Cingolani, P., & Alcalá Fernández, J. (2012). jFuzzyLogic: a robust and flexible Fuzzy-Logic inference system language implementation. *2012 IEEE International Conference on Fuzzy System*.
- Hacking, I. (1965). *Logic of Statistical Inference*. Londres: Cambridge University Press.
- IEC. (Febrero de 2014). *International Electrotechnical Commission*. Recuperado el Febrero de 2014, de http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:91:0:::FSP_LANG_ID:25?q=Fuzzy Control Language
- Izar, J. M., & López, H. (Enero-Abril de 2010). El puntaje que obtienen los estudiantes de contaduría pública en el examen general de egreso de la licenciatura (EGEL) y su relación con el promedio obtenido durante su carrera. *Hitos de Ciencias Económica Administrativa*, 16(44), 27-34.
- Klir, G., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kosko, B. (1994). Fuzzy systems as universal approximators. *IEEE*, 43(11), 1329-1333.
- Kumar, R. (2015). *Soft computing and its applications* (Vol. 1). Apple academic press.
- Leon, Y., Palacios, G., Martínez, J., & Juárez, F. (2015). Experiencia del Instituto Tecnológico de Pachuca en los procesos de evaluación-EGEL. *Sistemas y Gestión Educativa*, 2(5), 1016-1021.
- Mandani. (1977). Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis, *IEEE Transactions on Computers*.
- Medina, S. (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros. *Cuadernos de Administración*, 19(32), 195-223.
- Medina, S., & Manco, O. (2007). Diseño de un sistema experto difuso: evaluación de riego crediticio en fir-mas comisionistas de bolsa para el otorgamiento de recursos financieros. *Estudios genenciales*, 23(104), 101-129.
- Medina, S., & Paniagua, G. (2008). Modelo de inferencia difuso para estudio de crédito. *DYNA*, 75(154), 215-229.
- Medina, S., & Restrepo, J. (2013). Estimación. *Cuadernos de económica*, 100-120.
- Morales, J., Orozco, H., Roblero, S., & Guevara, E. (08 de Marzo de 2016). *Statistique, Analyse, Modélisation Multidisciplinaire (EA-4543)*. Obtenido de SAMM: samm.univ-paris1.fr/12th-ICOR-2016
- Moreno LLorena, J. (Mayo de 2002). *Teoría de la Evidencia de Dempster-Shafer*. Recuperado el Febrero de 2015, de <http://arantxa.ii.uam.es/~jmoreno/razonamiento/tevidencia.htm>
- Ponce, P. (2010). *Inteligencia artificial, con aplicaciones a la ingeniería*. México: Alfaomega.
- Restrepo, J., & Venegas, J. (2015). Internacionalización de las pymes: análisis de recursos y capacidades internas mediante lógica difusa. *Revista de Contaduría Y Administración de la UNAM*, 60(4), 836-863.
- Roblero, S. S., & Orozco, H. R. (Mayo de 2015). Pronóstico difuso del EGEL para ingeniería en computación de la Universidad Autónoma del Estado de México. *Research in Computing Science*, 94, 45-58.

- Roblero, S., Orozco, H., & Morales, S. (2016). Modelo difuso para evaluar la pertinencia de un programa educativo de nivel superior. *Research in Computing Science*.
- Segura, J., & Obregón, N. (2005). Un modelo de lógica difusa y conjuntos difusos para el pronóstico de los niveles medios diarios del río Magdalena, en la estación limnigráfica de Puerto Salgar, Colombia. *Revista de Ingeniería*(22), 112-117.
- SEP. (Diciembre de 2013). *Programa Sectorial de Educación 2013-2108*. Recuperado el 22 de junio de 2015, de http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA_SECTORIAL_DE_EDUCACION_2013_2018_WEB.pdf
- SEP. (Mayo de 2014). *Lineamientos para la formulación de indicadores educativos*. Recuperado el DICIEMBRE de 2014, de http://fs.planeacion.sep.gob.mx/estadistica_e_indicadores/lineamientos_formulacion_de_indicadores.pdf
- Soto, A., & Medina, S. (2004). Desarrollo de un sistema de inferencia difuso para la evaluación de crédito por parte de una empresa prestadora de servicios. *DYNA*, 71(143), 25-36.
- Tamayo, M. (2009). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Taylor, H., & Karlin, S. (1998). *An introduction to stochastic modeling*. USA: Academic Press.
- Trejo, R. (2008). Experiencia de desempeño en el examen egel de los egresados de la carrera de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Aguascalientes. *Conciencia Tecnológica*(35), 41-43. Obtenido de <http://www.redalyc.org>
- UAEM. (Noviembre de 2013). *Gaceta universitaria diciembre 2012*. Obtenido de <http://www.uaemex.mx/opcevl/>
- UAEM. (Septiembre de 2015). *Agendas Estadísticas*. Obtenido de <http://www.uaemex.mx/planeacion/Numeros.html>
- Vazquez, J., Bastidas, B., Hiraes, M., Botello, R., & Ramirez, A. L. (15 de Enero de 2015). www.saece.org.ar. Obtenido de <http://www.saece.org.ar/docs/congreso4/trab45.pdf>
- Villeta, M., Lahera, T., Merino, S., Zato, J., Naranjo, J., & Jiménez, F. (2012). Modelo para la Conducción Eficiente y Sostenible basado en Lógica Borrosa. *Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 259-266.
- Wang, L.-X., & Mendel, J. (Noviembre de 1992). Generating Fuzzy Rules by Learning from Examples. *IEEE TRANSACTION ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS*, 22(6), 1414-1427.
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.