

**MÓDULO BÁSICO DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE LÓGICA BORROSA,
SOPORTADO EN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (SGA) COMO
ESTRATEGIA DE FORMACIÓN**

JOSÉ LUÍS VALDIVIESO VILLAMIZAR

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA
2007**

**MÓDULO BÁSICO DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE LÓGICA BORROSA,
SOPORTADO EN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (SGA) COMO
ESTRATEGIA DE FORMACIÓN**

**Autor del proyecto:
JOSÉ LUÍS VALDIVIESO VILLAMIZAR**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero de sistemas**

**Director del Proyecto:
RAFAEL NEFTALI LIZCANO REYES
Magíster en Informática**

**Codirector del Proyecto:
JUAN CARLOS REYES FIGUEROA
Ingeniero de Sistemas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA
2007**

RESUMEN

TITULO:

MÓDULO BÁSICO DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE LÓGICA BORROSA, SOPORTADO EN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (SGA) COMO ESTRATEGIA DE FORMACIÓN.

AUTOR:

VALDIVIESO VILLAMIZAR, José Luis

PALABRAS CLAVE:

Lógica borrosa, sistema de inferencia borrosa, sistemas de gestión de aprendizaje, elearning, Objetos de aprendizaje, SCORM, Moodle.

DESCRIPCIÓN:

Tras un estudio de las metodologías y, sobre todo, las tecnologías empleadas en el proceso enseñanza-aprendizaje actualmente se aprecian las facilidades con las que cuentan las organizaciones e instituciones dedicadas a la enseñanza. Se comprueba tal afirmación gracias al concepto de elearning, el cual cambió el proceso de la enseñanza restringida a un aula y lo lleva al siguiente nivel. Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA) son la principal herramienta en la cual se basa el elearning para llevar a cabo su razón, pues son productos software que reúnen diversas funcionalidades en un solo entorno, como son los foros, la mensajería electrónica y los Objetos de Aprendizaje empaquetados en estándares como SCORM, entre otros. Si bien las posibilidades que ofrecen las actuales tecnologías son numerosas, las temáticas o áreas del conocimiento a las cuales aplicarlas, son igualmente innumerables. Los sistemas de inferencia borrosa como principal aplicación de la lógica borrosa, aparecen como candidatos ideales dada la gran cantidad de desarrollos e investigaciones que aplican dicha técnica.

El Módulo de apoyo a la enseñanza de la lógica borrosa, se desarrolla bajo los resultados arrojados por la investigación de maestría ES-AVA, la cual aporta los conceptos y métodos a aplicar en el desarrollo de elementos orientados a la educación virtual, más exactamente a los ambientes de educación virtual y con las consideraciones de diseño de los desarrolladores de moodle, para así seguir aportando al trabajo colaborativo.

Al escoger a moodle como el SGA en el cual se desarrolla dicho módulo se cuenta con las ventajas que ofrecen los productos de licenciamiento libre y el apoyo de los desarrolladores de moodle o moodlers, para finalmente obtener un curso virtual para el cual se ha desarrollado una herramienta específica para facilitar la comprensión del estudiante, quien es el principal actor de este proceso.

ABSTRACT

TITLE:

BASIC MODULE TO SUPPORT THE FUZZY LOGIC TEACHING, BASED ON A LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS) AS EDUCATION STRATEGY.

AUTHOR:

VALDIVIESO VILLAMIZAR, José Luis

KEY WORDS:

Fuzzy logic, fuzzy inference system, learning management system, eLearning, learning object, SCORM, Moodle.

DESCRIPTION:

After a study of methodologies and, mainly, technologies used in the education-learning process, at the moment the facilities are appraised on which the organizations and institutions dedicated to education tell. Such affirmation is verified thanks to eLearning concept, which changed the classroom restricted education process and it takes it level to the following. The Learning Management System (LMS) are the main tool in which eLearning is based to carry out its reason, because they are software products that reunite diverse functionalities in single surroundings, as they are the forums, the electronic messaging and the packed Learning Objects in standards like SCORM, among others. Although the possibilities that offer the present technologies are numerous, topics or knowledge areas to which apply them, are equally innumerable. The Fuzzy inference systems as main application of fuzzy logic appear to be ideal candidates given to the great amount of developments and investigations that apply this technique.

The Module of support to fuzzy logic, is developed under the results thrown by the Master investigation ES-AVA, which contributes the concepts and methods applied in the development of elements oriented to virtual education, exactly to virtual education surroundings and with the design guidance of Moodle developers, thus to continue contributing to group work.

When choosing Moodle as LMS to develop this module is counted as advantages, the products free licensing and the support of Moodle developers or moodlers, to obtain a virtual course width a specific tool developed to facilitate the student understanding, who is the main character of this process.

*Este logro se lo dedico a todos
aquellos que creyeron posible el éxito,
a los que con su compañía, abrazos, besos
y aun ausencias me permiten decir,
por fin me doy cuenta que no estoy solo.
Señor no te pido una carga ligera,
sino una espalda fuerte para soportarla.*

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Rafael Lizcano director de proyecto y al profesor Juan Carlos Reyes codirector del proyecto, pues con ellos aprendí el valor de tomar las oportunidades. Además, siempre estuvieron dispuestos a colaborar durante el proceso como profesores, críticos y amigos.

Al profesor Fernando Ruiz y a toda la escuela de sistemas e informática en general, pues su incondicional apoyo siempre fue un faro en la culminación de este proceso.

A los profesores que durante el transcurso de la carrera, fueron la fuente de conocimientos necesarios para desarrollar este proyecto.

A Jaime Pratt, Alessandrow y otros moodlers, que aportaron desinteresada y significativamente sus conocimientos sobre Moodle.

A los compañeros y amigos de estudio Álvaro, José Vicente, Sandra Mylena, Oscar Alonso, Juan Carlos, Sergio, Maria Isabel, Leonardo, William y todos aquellos que compartieron sus capacidades en las actividades académicas grupales y sus infinitas cualidades en estos años de estudio.

A mis padres Luis Eusebio y Maria Inés, cuyo apoyo, dedicación y consejos fueron la energía necesaria para que este proyecto llegara a su finalización.

A mis amigos Sandra Patricia, Juan Carlos, Raúl Fernando, Omar José, Juan Diego, Ramón Fernando, Paola Marcela, Zulma Tatiana, Karina Paola y todos aquellos que siempre estuvieron cuando les necesite y se ausentaron cuando más lo requería, con quienes espero seguir construyendo momentos como los vividos hasta hoy.

Y a todos aquellos que han aportado a la experiencia de vida en mi rol como estudiante, con quienes todos los días se aprende algo nuevo.

Finalmente al Creador por, entre otras cosas, permitirme aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	19
1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	20
1.1. TÍTULO.....	20
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.3. OBJETIVOS.....	22
1.3.1. Objetivo General	22
1.3.2. Objetivos Específicos.....	22
1.4. JUSTIFICACIÓN	23
2. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1. LÓGICA BORROSA	25
2.1.1. Antecedentes de la Lógica Borrosa (LB).....	26
2.1.2. Conjuntos borrosos (CB).....	27
2.1.3. Propiedades de los conjuntos borrosos	30
2.1.4. Operaciones básicas entre conjuntos	31
2.1.5. Funciones de pertenencia.....	33
2.1.6. Reglas Borrosas IF - THEN	36
2.1.6.1. Variable Lingüística	36
2.1.6.3. Reglas Borrosas IF – THEN	38
2.1.7. Razonamiento borroso.....	39
2.1.7.1. Regla Composicional de Inferencia.....	39
2.1.7.2. Razonamiento aproximado.....	40
2.2. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC)	45
2.2.1. TIC en la educación	46
2.3. ELEARNING	52
2.3.1. Estándares y especificaciones.....	52
2.3.2. Ventajas del uso de estándares.....	54
2.3.3. Actores del proceso de elearning.....	54
2.3.3.1. Estudiante virtual.....	55
2.3.3.2. Docente virtual.....	55
2.3.3.3. Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA).....	57
2.4. AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE (AVA)	59
2.5. OBJETOS DE APRENDIZAJE (OA).....	60
2.5.1. Estándares para el empaquetamiento de OA	63
2.6. SCORM (SHAREABLE COURSEWARE OBJECT REFERENCE MODEL INITIATIVE)	64

2.7.	SISTEMAS DE INFERENCIA BORROSO (SIB).....	65
2.7.1.	Tipos de SIB.	67
2.7.1.1.	SIB tipo Mandami.	68
2.7.1.2.	SIB tipo TSK.	75
2.8.	MOODLE (MODULAR OBJECT ORIENTED DISTANCE LEARNING ENVIROMENT).....	80
2.8.1.	Selección de MOODLE como SGA.....	83
3.	ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA LÓGICA BORROSA.....	86
3.1.	ESTADO DEL ARTE.....	86
3.1.1.	Tecnologías en la enseñanza	86
3.1.2.	Uso de las TIC para apoyar la enseñanza de la lógica borrosa.....	87
3.2.	OBJETOS DE APRENDIZAJE.	91
3.2.1.	Objetos de Aprendizaje empleados	92
3.2.2.	Empaquetado de OA usando SCORM.....	97
3.2.3.	Empaquetado de OA con ReLoad Editor	99
4.	COMPONENTES SOFTWARE PARA APOYAR LA ENSEÑANZA DE LA LÓGICA BORROSA.....	110
4.1.	ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE HERRAMIENTAS.	112
4.1.1.	Applets de Java	112
4.1.2.	Animaciones de flash SWF	112
4.1.2.1.	ActionScript	113
4.2.	ANÁLISIS, DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS COMPONENTES.....	115
4.2.1.	Análisis. ¿Qué deben ser los componentes?.....	115
4.2.1.1.	Requisitos.....	115
4.2.1.1.1.	Primer componente. Emborronado	116
4.2.1.1.2.	Segundo componente. Inferencia	118
4.2.1.1.3.	Tercer componente. Desemborronado	119
4.2.1.2.	Especificación de requisitos	120
4.2.1.2.1.	Introducción	120
4.2.1.2.2.	Descripción general	121
4.2.1.2.3.	Requisitos específicos	123
4.2.2.	Diseño. ¿Cómo deben ser los componentes?	131
4.2.2.1.	Diseño de Entradas / Salidas e Interfaz de usuario.....	131
4.2.2.2.	Diseño de procesos.....	136
4.2.3.	Desarrollo ¿Cómo hacer los componentes?.....	138
4.2.3.1.	Prototipos para el Emborronado.....	139
4.2.3.2.	Prototipos para la inferencia.....	141
4.2.3.3.	Prototipos para el desemborronado	143
5.	MÓDULO DE APOYO A LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LÓGICA BORROSA EN LA PLATAFORMA MOODLE	146
5.1.	ARQUITECTURA DE MOODLE	146

5.2.	ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS	147
5.2.1.	Diagrama Entidad - Relación de Moodle.....	147
5.2.2.	Diccionario de Datos	153
5.3.	ESTILO DE CÓDIGO	160
5.3.1.	Reglas Generales	161
5.3.2.	Estilo del Código	162
5.3.3.	Estructuras de la base de datos.....	164
5.3.4.	Normas de Seguridad (y control de la información de formularios y URLs)	165
5.4.	ACTIVIDAD FUZZY. INTEGRACIÓN DE FLASH CON PHP	167
5.4.1.	Creación de actividades.....	167
5.4.2.	Loader	168
5.4.3.	Pasando calificaciones a Moodle	172
5.5.	APLICACIÓN DEL MÓDULO FUZZY. CURSO VIRTUAL	175
CONCLUSIONES		178
RECOMENDACIONES.....		179
BIBLIOGRAFÍA		180

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CONJUNTO CLÁSICO	28
FIGURA 2. CONJUNTO BORROSO.....	29
FIGURA 3. PROPIEDADES DE LOS CONJUNTOS BORROSOS.....	31
FIGURA 4. CB A Y B	31
FIGURA 5. INCLUSIÓN DE UN CB	32
FIGURA 6. UNIÓN DE DOS CB.....	32
FIGURA 7. INTERSECCIÓN DE DOS CB	33
FIGURA 8. COMPLEMENTO DE UN CB.....	33
FIGURA 9. FM TRIANGULAR	34
FIGURA 10. FM TRAPEZOIDAL.....	34
FIGURA 11. FM GAUSSIANA.....	35
FIGURA 12. FM TIPO CAMPANA DE BELL	35
FIGURA 13. FM SIGMOIDAL.....	36
FIGURA 14. VARIABLE LINGÜÍSTICA GENERAL.....	36
FIGURA 15. REGLA COMPOSICIONAL DE INFERENCIA.	39
FIGURA 16. SISTEMA CON UNA REGLA Y UN ANTECEDENTE.....	42
FIGURA 17. SISTEMA CON DOS ANTECEDENTES Y UN CONSECUENTE.....	43
FIGURA 18. SISTEMA DE MÚLTIPLES REGLAS Y MÚLTIPLES ANTECEDENTES.....	44
FIGURA 19. LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN	45
FIGURA 20. EL AUTO APRENDIZAJE COMO CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DEL ESTUDIANTE VIRTUAL	56
FIGURA 21. COMPONENTES DEL ENTORNO AVA.....	60

FIGURA 22. ESTRUCTURA DE INTEGRACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE.....	61
FIGURA 23. ESTRUCTURA DE LOS PAQUETES DE CONTENIDO SCO.....	65
FIGURA 24. ESTRUCTURA DE UN SIB	65
FIGURA 25. MÉTODOS DE DESEMBORRONADO.....	67
FIGURA 26. ESQUEMA DE INFERENCIA PARA UN SIB TIPO MANDAMI.....	68
FIGURA 27. MODELO BORROSO DE MANDAMI.....	69
FIGURA 28. LAZO DE CONTROL CON SIB	70
FIGURA 29. VARIABLE PRESIÓN.....	71
FIGURA 30. VARIABLE TEMPERATURA.....	71
FIGURA 31. VARIABLE DE ACCIÓN (VÁLVULA).....	71
FIGURA 32. EMBORRONADO VARIABLE PRESIÓN.....	72
FIGURA 33. EMBORRONADO VARIABLE TEMPERATURA	73
FIGURA 34. REGLA ACTIVA #5	74
FIGURA 35. REGLA ACTIVA #6	74
FIGURA 36. REGLA ACTIVA #8	74
FIGURA 37. REGLA ACTIVA #9	75
FIGURA 38. AGREGACIÓN DE REGLAS ACTIVAS	75
FIGURA 39. ESQUEMA DE INFERENCIA PARA UN SIB TIPO SUGENO	76
FIGURA 40. ESQUEMA DEL EJEMPLO CONTROLADOR TSK.....	77
FIGURA 41. VARIABLE ANGULO DE DESVIACIÓN	78
FIGURA 42. VARIABLE VELOCIDAD	78
FIGURA 43. POLINOMIOS DE APROXIMACIÓN	78
FIGURA 44. EMBORRONADO VARIABLE ANGULO DE COLOCACIÓN.....	79
FIGURA 45. EMBORRONADO VARIABLE VELOCIDAD.....	79
FIGURA 46. LOGOTIPO DE MOODLE.....	80

FIGURA 47. NÚMERO TOTAL DE USUARIOS DE LA COMUNIDAD MOODLE (MOODLERS).....	84
FIGURA 48. NÚMERO TOTAL DE SITIOS MOODLE	84
FIGURA 49. DESCARGAS DE MOODLE REALIZADAS POR MES	85
FIGURA 50. ESTRUCTURA DE UN CURSO DESDE EL USO DE OA.....	92
FIGURA 51. LECCIONES PARA EL CURSO DE LÓGICA BORROSA.....	93
FIGURA 52. COMPONENTES DE LA LECCIÓN 1	94
FIGURA 53. COMPONENTES DE LA LECCIÓN 2	94
FIGURA 54. COMPONENTES DE LA LECCIÓN 3	95
FIGURA 55. COMPONENTES DE LA LECCIÓN 4.	96
FIGURA 56. COMPONENTES DE LA LECCIÓN 5	96
FIGURA 57. COMPONENTES DEL CURSO DE LÓGICA BORROSA	97
FIGURA 58. ESTRUCTURA DE UN CURSO USANDO SCO	98
FIGURA 59. APARIENCIA DE LA PLANTILLA BASE DE LOS SCO. – “CONTENIDO.DWT”	101
FIGURA 60. ORGANIZACIÓN DEL SITIO INTRODUCCIÓN EN UNA CARPETA.	102
FIGURA 61. CREACIÓN DE UN NUEVO PAQUETE SCORM EN RELOAD.....	102
FIGURA 62. SELECCIÓN DE LA CARPETA DEL OA QUE SE EMPAQUETARA EN RELOAD.....	103
FIGURA 63. CREACIÓN DE LOS MANIFIESTOS EN RELOAD	103
FIGURA 64. PAQUETE DE CONTENIDO DEL SCO EN RELOAD.....	105
FIGURA 65. INCLUSIÓN DE METADATOS DEL SCORM CON RELOAD.....	106
FIGURA 66. CATEGORÍA GENERAL DE LOS METADATOS DE “INTRODUCCIÓN”	106
FIGURA 67. OPCIÓN DE VISTA PREVIA DE PAQUETES EN RELOAD.....	107
FIGURA 68. VISTA PREVIA DEL PAQUETE SCORM EN RELOAD.....	107

FIGURA 69. GUARDAR EL PAQUETE SCORM EN RELOAD.....	108
FIGURA 70. ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO “CREACIÓN DE UN PAQUETE SCORM”	108
FIGURA 71. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DE PROTOTIPADO EVOLUTIVO	111
FIGURA 72. PROCESO DE INFERENCIA BORROSA	116
FIGURA 73. DFD PARA EL EMBORRONADO (1).....	117
FIGURA 74. DFD PARA EL EMBORRONADO (2).....	117
FIGURA 75. DFD PARA EL EMBORRONADO (3).....	118
FIGURA 76. DFD PARA LA INFERENCIA(1).....	118
FIGURA 77. DFD PARA LA INFERENCIA (2).....	119
FIGURA 78. DFD PARA EL DESEMBORRONADO.....	119
FIGURA 79. DIAGRAMA DE CONTEXTO.....	124
FIGURA 80. EMBORRONADO, DFD NIVEL 0	124
FIGURA 81. EMBORRONADO, DFD NIVEL 1	125
FIGURA 82. EMBORRONADO, DFD 2.....	125
FIGURA 83. EMBORRONADO, DFD 3.....	126
FIGURA 84. INFERENCIA, DFD 0.....	126
FIGURA 85. INFERENCIA, DFD 2.....	126
FIGURA 86. DESEMBORRONADO, DFD 0	127
FIGURA 87. ENTRADA PARA EL EMBORRONADO, PASO 1.....	131
FIGURA 88. ENTRADA PARA EL EMBORRONADO, PASO 2.....	132
FIGURA 89. SALIDA PARA EL EMBORRONADO, PASO 3.....	132
FIGURA 90. ENTRADA PARA EL EMBORRONADO, PASO 4.....	132
FIGURA 91. SALIDA PARA EL EMBORRONADO, PASO 5.....	133
FIGURA 92. ENTRADA PARA LA INFERENCIA, PASO 1.....	133

FIGURA 93. SALIDA PARA LA INFERENCIA, PASO2	134
FIGURA 94. ENTRADA PARA LA INFERENCIA, PASO 3	134
FIGURA 95. SALIDA PARA LA INFERENCIA, PASO 4	134
FIGURA 96. ENTRADA PARA EL DESEMBORRONADO, PASO 1	135
FIGURA 97. SALIDA PARA EL DESEMBORRONADO, PASO 2.....	135
FIGURA 98. CASO DE USO FUNCIONAMIENTO DEL COMPONENTE EMBORRONADO COMO ACTIVIDAD FUZZY	136
FIGURA 99. CASO DE USO FUNCIONAMIENTO DEL COMPONENTE INFERENCIA COMO ACTIVIDAD FUZZY	137
FIGURA 100. CASO DE USO FUNCIONAMIENTO DEL COMPONENTE DESEMBORRONADO COMO ACTIVIDAD FUZZY	138
FIGURA 101. PROTOTIPO 1, EMBORRONADO	139
FIGURA 102. PROTOTIPO 2, EMBORRONADO	140
FIGURA 103. PROTOTIPO 3, EMBORRONADO	140
FIGURA 104. PROTOTIPO 4, EMBORRONADO.	141
FIGURA 105. PROTOTIPO 1, INFERENCIA	142
FIGURA 106. PROTOTIPO 2, INFERENCIA	142
FIGURA 107. PROTOTIPO 3, INFERENCIA.	143
FIGURA 108. PROTOTIPO 1, DESEMBORRONADO.....	144
FIGURA 109. PROTOTIPO 2, DESEMBORRONADO.....	144
FIGURA 110. PROTOTIPO 3, DESEMBORRONADO.....	145
FIGURA 111. PROTOTIPO GENERAL.....	145
FIGURA 112. DIAGRAMA E-R CURSOS	149
FIGURA 113. DIAGRAMA E-R USUARIOS.....	150
FIGURA 114. DIAGRAMA E-R RECURSOS	151
FIGURA 115. DIAGRAMA E-R CHAT	151
FIGURA 116. DIAGRAMA E-R FOROS.....	152

FIGURA 117. DIAGRAMA ENTIDAD – RELACIÓN TAREAS	153
FIGURA 118. ESTRUCTURA DEL PLUGIN DE FLASH	169
FIGURA 119. DIAGRAMA E-R PARA EL PLUGIN FLASH	170
FIGURA 120. ESPECIFICACIÓN DEL IDIOMA ESPAÑOL PARA LA ACTIVIDAD FLASH.....	171
FIGURA 121. ESTRUCTURA GENERAL DE UN CURSO VIRTUAL.....	176
FIGURA 122. APARIENCIA GENERAL DEL CURSO DE LÓGICA BORROSA	177

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TIC:.....	47
TABLA 2: ROLES Y RESPONSABILIDADES DEL GRUPO DE DESARROLLO	92
TABLA 3: CONTENIDO DEL ARCHIVO “CONTENIDO.DWT”	99
TABLA 4: APPLETS DE JAVA VS. ANIMACIONES SWF	114
TABLA 5: FUNCIONES DEL COMPONENTE EMBORRONADO.....	122
TABLA 6: FUNCIONES DEL COMPONENTE INFERENCIA	122
TABLA 7: RELACIONES DEL MODELO DE DATOS DE MOODLE	148
TABLA 8: TABLA MDL_USER DE LA BD MOODLE	153
TABLA 9: TABLA MDL_USERS_ADMIN DE LA BD MOODLE	154
TABLA 10: TABLA MDL_USERS_COURSECREATORS DE LA BD MOODLE	154
TABLA 11: TABLA MDL_USERS_PREFERENCES DE LA BD MOODLE	155
TABLA 12: TABLA MDL_USERS_STUDENTS DE LA BD MOODLE.....	155
TABLA 13: TABLA MDL_USERS_TEACHERS DE LA BD MOODLE	155
TABLA 14: TABLA MDL_COURSE DE LA BD MOODLE.....	155
TABLA 15: TABLA MDL_COURSE_CATEGORIES DE LA BD MOODLE	156
TABLA 16: TABLA MDL_COURSE_CATEGORIES DE LA BD MOODLE	157
TABLA 17: TABLA MDL_COURSE_MODULES DE LA BD MOODLE	157
TABLA 18: TABLA MDL_COURSE_SECTIONS DE LA BD MOODLE.....	157
TABLA 19: TABLA MDL_FORUM DE LA BD MOODLE	158
TABLA 20: TABLA MDL_CHAT DE LA BD MOODLE	158
TABLA 21: TABLA MDL_ASSIGNMENT DE LA BD MOODLE	159

TABLA 22: TABLA MDL_RESOURCE DE LA BD MOODLE	159
TABLA 23: TABLA MDL_EVENT DE LA BD MOODLE	160
TABLA 24: TABLA MDL_MODULES DE LA BD MOODLE	160
TABLA 25: EJEMPLOS DE DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	162
TABLA 26: RELACIONES PARA EL MÓDULO FLASH.....	170
TABLA 27: ENVIAR LAS NOTAS A MOODLE - SEND_ANSWER.PHP	172
TABLA 28: ARCHIVO SERVICE.PHP – PARA EL EMBORRONADO	173

INTRODUCCIÓN

El proceso enseñanza-aprendizaje desde siempre ha sido parte de la cotidianidad de la humanidad, en un principio como medio fundamental de supervivencia hoy en día como parte del desarrollo personal y auto superación para llegar a ser miembros útiles a la sociedad. Los métodos de dicho proceso han evolucionado de la mano con el cambio que la humanidad misma va experimentando, por ejemplo, se puede apreciar como hace mucho tiempo no se escogía aprender un arte o profesión sino que se enseñaba de padre a hijo por medio de la observación y repetición, hoy en día se ve que las opciones de estudio son tan variadas como las metodologías de aprendizaje, las cuales gracias a los avances tecnológicos y al entendimiento de la psicología humana, se tienen procesos como la educación a distancia, la educación por correspondencia y la educación virtual.

Los sistemas de control automático se han hecho una parte fundamental de nuestras vidas, pues están en muchos de los objetos electrónicos que nos rodean, ya sea controlando la temperatura de una nevera o el ciclo de un lavadora hasta controlando las presión y flujo de agua en las grandes centrales hidroeléctricas. En muchos de estos sistemas interviene una cantidad de factores que diseñándolos por medio de procesos algorítmicos tradicionales serían tan complejos que rayarían el límite de lo imposible, por eso se recurre a métodos alternativos de última generación que emulan las características propias de los sistemas biológicos humanos y son conocidas como Soft Computing o Computación Blanda, las cuales representan un nuevo criterio para el procesamiento de la información, capaz de manejar las imprecisiones e incertidumbres que aparecen cuando se trata de resolver problemas relacionados con el mundo real.

Con base en la educación virtual y la utilidad de los sistemas de control, nace la idea de apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje de una de estas técnicas de Computación Blanda como lo es la lógica Borrosa. Con las facilidades que ofrece Internet, la gran variedad de herramientas multimedia y de presentación de contenidos, las Tecnologías de Información y Comunicación TIC, y los Sistemas de Gestión de Aprendizaje SGA (LMS Learning Management System), se aprecian las posibilidades que se pueden aprovechar para apoyar el método de enseñanza y facilitar el aprendizaje de un tema relativamente nuevo y de gran importancia para el área de la computación.

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

1.1. TÍTULO

MÓDULO BÁSICO DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE LÓGICA BORROSA, SOPORTADO EN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (SGA) COMO ESTRATEGIA DE FORMACIÓN.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Recientemente se han incorporado sistemas de automatización que permiten rebajar costos y hacer sencillas las tareas para el operador de procesos complejos. En un principio surgieron los controladores convencionales, usados aún en la industria, presentando el problema que necesitan un modelo cuantitativo del proceso a automatizar, lo cual no siempre era posible, especialmente en procesos complejos en los que el experto desarrolla un papel muy importante usando su intuición, su habilidad heurística y su experiencia; para resolver parte de estos inconvenientes surge una técnica más efectiva para resolver este tipo de problemas, y es la *teoría de los conjuntos borrosos* que ha hecho posible establecer una modalidad del control llamado “Control Inteligente”.

La importancia de la lógica borrosa desde el punto de vista de la teoría del control de procesos, es la de proveer un soporte cuando se quiere traducir el conocimiento heurístico experimentado y expresado en frases lingüísticas imprecisas, a algoritmos numéricos. De las muchas formas de hacer funcionar la caja negra, frecuentemente la mejor opción es la lógica borrosa. Como alguna vez dijo Lotfi Zadeh, considerado el padre de la lógica borrosa: *“En casi todos los casos se puede construir el mismo producto sin lógica borrosa, pero ésta es más rápida y barata”*¹.

La lógica borrosa se basa en la teoría de conjuntos borrosos, que busca emular la lógica humana. El término “borroso” aparece de la palabra inglesa “Fuzzy” que significa: confuso, difuso, impreciso, indefinido, borroso. Este tipo de pensamiento permite una representación imprecisa de un problema y aun así se obtienen resultados favorables, manejando la ambigüedad en lugar de la precisión, representada en grados de verdad.

Los sistemas de inferencia borrosa o control borroso, son la aplicación más importante de la lógica borrosa, basados en reglas de la forma “IF-THEN” donde los valores lingüísticos de los antecedentes y consecuentes están definidos por conjuntos borrosos. Los sistemas de inferencia borrosa se emplean para modelar

¹ Zadeh L., “A rationale for Fuzzy Control”. 1972

sistemas reales y estos constan de cinco partes: Emborronado, Base de Datos, Base de Reglas, Mecanismo de Inferencia y Desemborronado.

En la actualidad las aplicaciones de la lógica borrosa los sistemas de inferencia borrosa, se están aplicando a una gran variedad de soluciones que van desde electrodomésticos inteligentes como las neveras o lavadores de ciclos automáticos, hasta controles de grandes estructuras como trenes, invernaderos o centrales hidroeléctricas, también se ha aplicado ese concepto en otras técnicas y algoritmos de computación como en las redes neuronales o en los actuales buscadores de contenido inteligente en Internet. Con tal cobertura para este tipo de aplicaciones, se aprecia una alta demanda de profesionales que tengan dominio del concepto de la lógica borrosa y como se aplica para el diseño de sistemas de inferencia borrosa, lo cual nos lleva a revisar las metodologías y herramientas que se emplean en el proceso de enseñanza de dicha temática.

La era Internet ha exigido cambios en el mundo educativo, los profesionales de la educación han tenido múltiples razones para aprovechar las nuevas posibilidades que proporcionan las TIC para impulsar el cambio hacia un nuevo paradigma educativo más personalizado y centrado en la actividad de los estudiantes. Ha sido necesaria la alfabetización digital de los actores del proceso educativo (administrativos, docentes y estudiantes), con el fin de hacer un mejor aprovechamiento de las TIC y así tener una mejora de la productividad en general. El alto índice de fracaso escolar (insuficientes habilidades lingüísticas y matemáticas) y la creciente multiculturalidad de la sociedad constituyen poderosas razones para aprovechar las posibilidades de innovación metodológica que ofrecen las TIC y así lograr una escuela más eficaz e inclusiva.

Si se utilizan adecuadamente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir sustancialmente a mejorar la calidad de la educación y la formación. Surge entonces como una nueva estrategia el concepto de eLearning, lo que se considera un nuevo paso adelante hacia la aplicación del concepto de la tecnología al servicio del aprendizaje permanente, en él que se integra el uso de las TIC y otros elementos didácticos para la capacitación y enseñanza. El elearning utiliza herramientas y medios diversos como Internet, intranets, CD-ROM, presentaciones multimedia y otros servicios que permiten producir contenidos digitales. Las herramientas pedagógicas utilizadas varían de acuerdo con los requerimientos específicos de cada individuo y de cada organización.

En la actualidad numerosas universidades y diferentes instituciones educativas y empresas están implementando soluciones basadas en eLearning, con el fin de poder solventar las dificultades dadas a través de estrategias convencionales donde se dificulta hacer un seguimiento detallado de las actividades del estudiante en el aula, buscando además ofrecer espacios de formación integral donde el individuo ejerza un rol activo en su proceso formativo.

Este proyecto esta enmarcado dentro del trabajo de investigación **AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE DE SOPORTE A LA EDUCACIÓN SUPERIOR,**

ES-AVA desarrollado por LIZCANO R. RAFAEL* como trabajo de investigación para optar al título de magíster en informática, dirigido por AGUILAR DE FLOREZ ESPERANZA*, que planteo como objetivo principal de su trabajo el especificar e implementar un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA), para apoyar estrategias enmarcadas en el aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en actividades de formación propias de la Educación Superior. Inicialmente se caracterizó un sistema de gestión de aprendizaje (SGA) que permitiera la realización de procesos dinámicos e innovadores encaminados hacia la mejora de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, y soportados en el uso de las TIC. Posteriormente se procedió a la selección del SGA, que respondiera a las características adecuadas.

LIZCANO R., evaluó la pertinencia de Moodle como plataforma de soporte a través de la valoración de indicadores que mostraran como este SGA respondía a las necesidades de gestión académica, administrativa y tecnológica, en la realización de procesos de enseñanza y de aprendizaje propios de la Educación Superior.

ES-AVA, aporta la definición de un marco teórico que sustenta: el diseño de un Ambiente Virtual de Aprendizaje, lineamientos para la puesta en operación de estos ambientes, estrategias para la construcción de recursos de contenidos (Objetos de Aprendizaje) y características de funcionamiento del Sistema de Gestión de Aprendizaje MOODLE. Elementos fundamentales a la hora de poner en marcha proyectos relacionados con eLearning.

Con el uso de Moodle como plataforma en ES-AVA, quedó abierta la posibilidad de fortalecerla y acondicionarla a las necesidades y requerimientos propios de la Educación Superior, muestra de esto es el planteamiento del proyecto, **MÓDULO BÁSICO DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE LÓGICA BORROSA, SOPORTADO EN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (SGA) COMO ESTRATEGIA DE FORMACIÓN**, que aquí se propone.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Construir un módulo de apoyo a la enseñanza de la Lógica Borrosa (LB), que permita contribuir en el proceso de la enseñanza y del aprendizaje de dicho concepto, soportado en el Sistema de Gestión de Aprendizaje (SGA) MOODLE.

1.3.2. Objetivos Específicos

* Director de este proyecto

* Directora del proyecto ES-AVA.

1. Realizar un análisis del estado del arte acerca de módulos de apoyo a la enseñanza y el aprendizaje de LB ya implementados, y el tipo de plataforma en que están desarrollados.
2. Presentar mediante un objeto de aprendizaje los contenidos básicos que permitan al usuario aprender el concepto de la lógica borrosa, y los pasos a seguir para su completa aplicación como son: emborronado, sistema de inferencia y desemborronado.
3. Diseñar y Construir un conjunto de componentes de software que permitan al usuario:
 - a. Manejar el concepto de emborronado y facilitar la interacción con las funciones de pertenencia utilizadas, para convertir entradas lógicas en valores borrosos.
 - b. Implementar y comprender las operaciones fundamentales que constituyen la base de inferencia borrosa y la construcción de reglas borrosas, tanto para sistemas de inferencia tipo MANDAMI o tipo SUGENO.
 - c. Manejar el concepto de desemborronado, permitiendo la obtención de valores lógicos a partir de valores borrosos, utilizando los siguientes métodos: el centroide, primer máximo, último máximo y la media de máximos.
4. Construir un Módulo de apoyo a la enseñanza y el aprendizaje de LB, que incorpore el objeto de aprendizaje construido, los componentes de software desarrollados y que se soporte en el Sistema de Gestión de Aprendizaje MOODLE, con el fin de utilizar las opciones que este SGA ofrece para el desarrollo de actividades de comunicación sincrónica y asincrónica, publicación de actividades y talleres de acuerdo a un calendario académico y el registro de actividades de los estudiantes que ingresen al curso.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El uso de la lógica borrosa en las diversas áreas de las ciencias e ingenierías y los logros obtenidos a través de estas, han incentivado el interés por su uso, lo cual se ve reflejado en la variedad de aplicaciones y en el cambio de pensamiento de los investigadores. Aun así el grupo de investigadores que se apoya en el uso de esta tecnología, es muy reducido ya sea por temor al cambio de las teorías clásicas o por falta de estímulo por parte de las entidades educativas superiores.

Hasta ahora, el acceso a estas tecnologías se ve limitado a la gran cantidad de publicaciones que los conocedores del tema le aportan a la comunidad de estudiantes interesados en el tema, dejando su estudio reservado a estudiantes de niveles muy superiores como postgrados, doctorados y demás. Son muy escasas las soluciones educativas de última generación aplicadas en la enseñanza de esta temática.

Las metodologías pedagógicas actuales requieren el uso de nuevas herramientas como medios para hacer de la enseñanza un proceso más efectivo y sencillo, en

el que se reduzcan pasos y se ofrezca la posibilidad de analizar diferentes alternativas en la solución de un mismo problema.

La escuela y el sistema educativo no solamente tienen que enseñar las nuevas tecnologías, no sólo tienen que seguir enseñando materias a través de las nuevas tecnologías, sino que estas nuevas tecnologías aparte de producir unos cambios en la escuela producen un cambio en el entorno y, como la escuela lo que pretende es preparar a la gente para este entorno, si éste cambia, la actividad de la escuela tiene que cambiar².

En la actualidad el mundo de la tecnología ofrece una amplia gama de alternativas para seguir en ese proceso de crecimiento. Se nos presenta la posibilidad de los SGA (Sistema de Gestión de Aprendizaje) como Moodle con los cuales se puede llevar a una institución a dar los primeros pasos hacia un ambiente educativo que implemente la estrategia del elearning.

La presente investigación busca aplicar las nuevas metodologías y tecnologías de la enseñanza, para apoyar el aprendizaje de la lógica borrosa y su principal aplicación, los sistema de inferencia borrosa, y promover así el aprendizaje de esta tecnología facilitando el entendimiento de su proceso y la interpretación de sus fundamentos y limitaciones.

² Joan Majò. Publicaciones Facultad de Educación, Departamento de pedagogía aplicada. Universidad Autónoma de Barcelona UAB. 2003.

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico presenta los conceptos necesarios para la realización de este trabajo de investigación. Se divide en dos partes un marco teórico general que comprende conceptos generales como la historia de la lógica borra y teoría de conjuntos borrosos, elearning, Sistemas de gestión de Aprendizaje SGA y las Tecnología de Información y Comunicación. La segunda parte aborda el tema de los sistemas de inferencia borrosa (SIB), los objetos de aprendizaje, SCORM, AVA y moodle.

2.1. LÓGICA BORROSA³

A continuación se presenta una breve parte de la teoría necesaria para los desarrollos correspondientes a la lógica borrosa en la presente investigación, la cual fue recopilada por el Ing. Juan Carlos Reyes⁴, quien es responsable de dar la temática correspondiente a la lógica borrosa en la cátedra de Técnicas Adaptativas de Razonamiento Aproximado en la Universidad Industrial de Santander.

La Lógica Borrosa (LB) se basa en La Teoría de Conjuntos Borrosos la cual posibilita imitar el comportamiento de La Lógica Humana. El término "borroso" procede de la palabra inglesa "Fuzzy" que significa: confuso, difuso, indefinido o desenfocado. Hace parte de La Inteligencia Artificial y se funda en el concepto "Todo es cuestión de cuanto se cumple", lo cual permite manejar información vaga o de difícil especificación. Es entonces posible con La LB gobernar un sistema por medio de reglas de "sentido común", las cuales se refieren a cantidades indefinidas.

Es necesario recalcar que La LB es más flexible que La Lógica Clásica; define la realidad en grados de verdad siguiendo patrones de razonamiento similares a los del pensamiento humano. Permite "imprecisión" en la representación de un problema y aún así llega a una muy buena solución, maneja la incertidumbre, la imprecisión y reconoce más que simples valores verdaderos y falsos por proposiciones que pueden ser representadas con grados de veracidad o falsedad. Desde el punto de vista de La Inteligencia Artificial (IA), es un método de razonamiento de máquina similar al pensamiento humano que puede procesar información incompleta o incierta, característico de los sistemas expertos.⁵

³ REYES, Juan C. "Técnicas Adaptativas de Razonamiento Aproximado" apuntes de clase (2005).

⁴ Codirector de la presente investigación.

⁵ Corredor, Martha Vitalia, Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos, Ediciones UIS. 1982.

Cabe señalar a Los Sistemas de Inferencia Borrosos (SIB) como las aplicaciones más relevantes de La LB, los cuales se basan en reglas de la forma " IF - THEN", donde los valores lingüísticos de la premisa y el consecuente están definidos por conjuntos borrosos. Un conjunto borroso A en X se define como un conjunto ordenado de pares.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (1)$$

$\mu_A(x)$ Se denomina pertenencia de x con respecto a A

A diferencia de los Sistemas Expertos las reglas involucradas en un SIB pueden ser desarrolladas con sistemas adaptativos, que aprenden al 'observar' como operan las personas los dispositivos reales o ser formuladas por un experto humano. En general estos sistemas de inferencia se aplican tanto a problemas de control como para modelar cualquier sistema continuo de Ingeniería, Física, Biología y Economía, se define así un modelo matemático que opera con funciones no lineales, que convierten las entradas en salidas acordes con los planteamientos lógicos que usan el razonamiento aproximado.

En resumidas cuentas La LB y los SIB tienen una gran variedad de aplicaciones que van desde la estimación de parámetros, toma de decisiones, sistemas mecánicos de control tales como el aire acondicionado o lavadoras automáticas, hasta el control de automóviles o casas "inteligentes". Las nociones como "más bien caliente" o "poco frío" pueden formularse matemáticamente y ser procesadas por computadoras. Permite además compaginar significancia y precisión y representa un área fascinante de la investigación.

2.1.1. Antecedentes de la Lógica Borrosa (LB)⁶

Es típico para el proceder humano el dirigir procesos simples sólo con el uso de la intuición. ¿Cómo actúa un conductor de un automóvil? El nunca accionará sobre el timón en términos de radianes o grados, ni siquiera sobre el pedal del freno en milímetros o newton. El ante una esquina cerrada, gira el timón mucho, al estar cerca de la señal de pare frena un poco. Sin embargo, nadie pone en duda las excelentes virtudes del ser humano para conducir autos, las que por lo general llegan a la perfección.

Debido a los grandes inconvenientes presentados, el hombre en su afán de desarrollo implemento ciertas técnicas para solucionar este tipo de problemas, una de las más efectivas es La Teoría de los Conjuntos Borrosos que ha hecho posible establecer una modalidad llamada "Control Inteligente".

El término borroso es introducido por primera vez gracias a Lofti Zadeh en 1962⁷, en un trabajo que vincula la teoría de circuitos eléctricos con la de sistemas. Tres

⁶ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

años más tarde Zadeh da luz a la llamada Teoría de los Conjuntos Borrosos que echa los cimientos de la síntesis lingüística, mostrando como pueden usarse planteos lógicos vagos para derivar inferencias (también vagas) a partir de datos inciertos.

La importancia de La LB desde el punto de vista de la teoría del control de procesos es la de proveer un soporte cuando se quiere traducir el conocimiento heurístico experimentado, para luego ser expresado en frases lingüísticas imprecisas e implementado en algoritmos numéricos.

Actualmente, La Teoría de los Conjuntos Borrosos goza de aceptación generalizada, el reconocimiento a su validez, rigor y aplicabilidad no ha estado exenta de controversias. Científicos de renombre han lanzado fuertes críticas imputándole ingenuidad filosófica, carencia de aplicabilidad e interés. Sin embargo, las aplicaciones introducidas y el desarrollo teórico paralelo, en los últimos años, se han encargado de darle a esta teoría su justo valor, menos “milagrosa” que como nos la describiera Zadeh al principio, pero muy útil y poderosa.

Los cuestionamientos sobre La LB están centrados en su similitud con la teoría de probabilidades, no obstante como fruto de La Teoría Borrosa surgió la llamada teoría de posibilidades que guarda diferencias esenciales con la primera. La Teoría Borrosa es una teoría matemática que trabaja con borrosidad como tipo de incertidumbre, la borrosidad es la ambigüedad que puede encontrarse en la definición de un concepto o en el significado de una palabra, es decir en el término lingüístico que describe la situación.

2.1.2. Conjuntos borrosos (CB)⁸

Para describir un CB es necesario plantear el siguiente ejemplo: la Universidad Industrial de Santander (UIS), realiza un prueba para elegir a los aspirantes de las diferentes carreras ofrecidas en este ente universitario, con ella se catalogan a los candidatos en dos clases BAJO y ALTO, donde los que pertenezcan a la clase ALTO son admitidos, según La Lógica Clásica (LC) la representación de este conjunto se muestra en La Figura 1.

En primera instancia se define la variable puntaje obtenido para ingreso a la universidad, a continuación se crean los dos conjuntos a los que puede pertenecer un candidato que se presente a la prueba de admisión. Un aspirante pertenecería al conjunto nivel ALTO si obtiene un puntaje de 80 puntos o superior, en caso contrario pertenecería al conjunto BAJO ¿Qué sucedería con un aspirante que obtenga 79 puntos? Para La LC es obvio que estaría encasillado en el conjunto BAJO. Pero ¿Sería justo pensar que por un solo punto no pueda ser admitido?

⁷ Zadeh L., From circuit theory to systems theory, IRE Proc., 50, pp. 856-865, 1962.

⁸ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

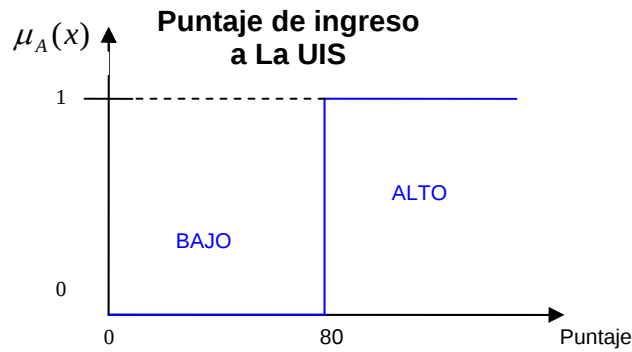


Figura 1. Conjunto Clásico⁹

La forma tradicional de representación de la pertenencia de un elemento a un conjunto se conoce como función de pertenencia o membresía y se denota de la siguiente manera:

$$\mu_A(x) \begin{cases} 1 & \text{si } x \text{ pertenece al conjunto } A \\ 0 & \text{si } x \text{ no pertenece al conjunto } A \end{cases} \quad (2)$$

Para los conjuntos clásicos X se define como una colección de elementos u objetos x , tal que para cada x exista una pertenencia o no de este elemento al conjunto denotado por A , esto se representa por medio de un conjunto de pares ordenados donde:

$$\begin{array}{cc} (x,0) & (x,1) \\ x \notin A & x \in A \end{array} \quad (3)$$

En La LB Las Funciones de Membresía no están definidas sólo por dos valores, existe una gama de grados de pertenencia de un elemento a un conjunto, luego es válido pensar que un CB no tiene fronteras definidas:

$$\mu_A(x) = X \rightarrow [0,1] \quad (4)$$

En los CB se tiene a X como una colección de objetos denotados por x , el CB $A \subseteq X$, se define como un conjunto de pares ordenados tales que:

$$A = \{(x, \mu_A(x)), x \in X\} \quad (5)$$

⁹ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

Donde $\mu_A(x)$ representa La Función de Membresía, estableciendo una relación de cada elemento del conjunto A , a un grado de pertenecía entre 0 y 1.

Los CB están definidos para el caso discreto de la siguiente manera:

$$A = \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu_A(x_n)}{x_n} \quad \text{Luego } A = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \quad (6)$$

Y para el caso continuo:

$$A = \int_R \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \quad (7)$$

Del ejemplo anterior sobre de los puntajes de admisión en La UIS, se cuestionaba el hecho que un aspirante con un puntaje de 79 no fuera admitido, luego La LC no es muy flexible ante este tipo de situaciones. Es de amplio conocimiento que el tipo de problemas que se manejan en la vida real poseen este comportamiento, fenómeno que motivó el uso de una técnica apropiada para abordar casos de naturaleza similar, La LB afronta las situaciones de una manera diferente a la tradicional al dar un enfoque parecido al del razonamiento humano, necesario para obtener resultados aproximados en procesos imposibles de afrontar por estrategias convencionales, con alta confiabilidad y facilidad de uso. El conjunto anterior basado en la Teoría de los conjuntos borrosos quedaría como el presentado en La Figura 2:

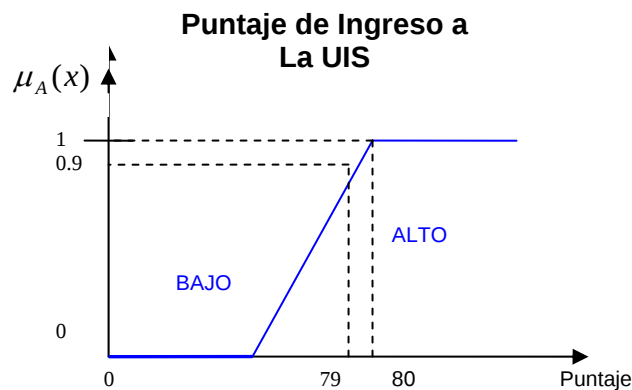


Figura 2. Conjunto Borroso¹⁰

En el caso de La LC el aspirante del ejemplo tendría un puntaje que lo colocaría en el nivel BAJO, en La LB pertenecería al nivel ALTO con un grado de pertenecía de 0.9 y al nivel BAJO con un grado de pertenencia de 0.1, algo que es más

¹⁰ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

cercano a una situación real, con lo anterior se comprueba en parte las bondades ofrecidas por esta nueva metodología.

2.1.3. Propiedades de los conjuntos borrosos¹¹

Soporte. El soporte de un CB A , es el conjunto de los puntos o elementos que estén contenidos en el universo de discurso, $x \in X$, tales que:

$$\text{Soporte}(A) = \{x \in X, \mu_A(x) > 0\} \quad (8)$$

2.3.2 Normalidad. Un CB A es normal si su núcleo no es un conjunto vacío, quiere decir que siempre se encontrará un punto, $x \in X$, tal que $\mu_A(x) = 1$.

$$\text{Normalidad}(A) = \{x \in X, \mu_A(x) = 1\} \quad (9)$$

2.3.3 Puntos cross-over. Los puntos de transición de un CB A “cross-over” son aquellos donde la función de pertenencia equivale a 0.5.

$$\text{Crossover}(A) = \{x \in X, \mu_A(x) = 0.5\} \quad (10)$$

2.3.4 CB unitario “Singleton”. Es un CB donde el soporte es un único punto del universo X con $\mu_A(x) = 1$ y se le conoce como CB unitario o “Singleton”.

2.3.5 Núcleo. Es aquel donde los elementos $x \in X$ poseen un valor de $\mu_A = 1$.

$$\text{Nucleo}(A) = \{x \in X, \mu_A(x) = 1\} \quad (11)$$

2.3.6 Altura. La altura se define como el elemento de CB a , que posee la función de pertenencia más alta.

$$\text{Altura}(A) = \sup_{x \in X} \mu_A(x) \quad (12)$$

Para apreciar con más claridad las operaciones citadas con antelación, es necesario ver La Figura 3.

¹¹ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

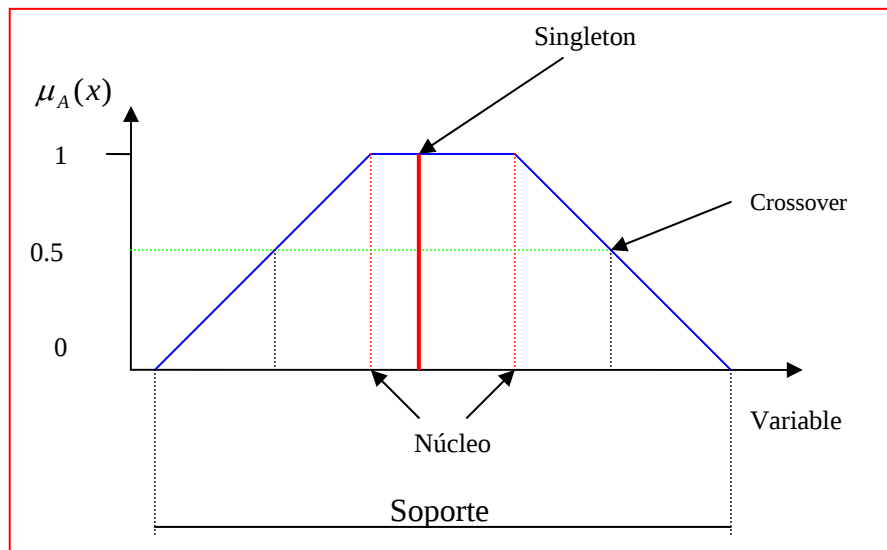


Figura 3. *Propiedades de los conjuntos borrosos*¹²

2.1.4. Operaciones básicas entre conjuntos¹³

Las operaciones básicas de los CB se derivan, principalmente, de los conjuntos clásicos o convencionales y están claramente definidas, entre las que sobresalen: intersección, unión, inclusión y complemento. A continuación, se definen dos CB A y B (ver Figura 4), con los cuales se pretende explicar de manera gráfica las operaciones mencionadas con antelación.

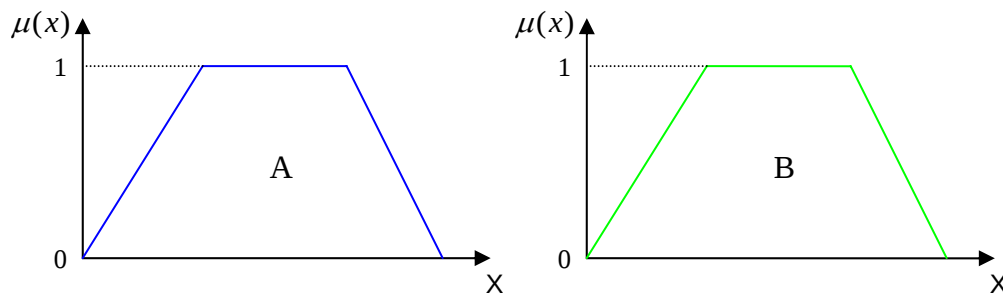


Figura 4. *CB A y B*¹⁴

Inclusión o subconjunto borroso. Un CB A está contenido en un CB B, (ver Figura 5), si y sólo si $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$, para todo $x \in X$, luego se cumple que:

¹² REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

¹³ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

¹⁴ http://campusvirtual.unex.es/cal/epistemowikia/index.php/Contorno_activo_borroso

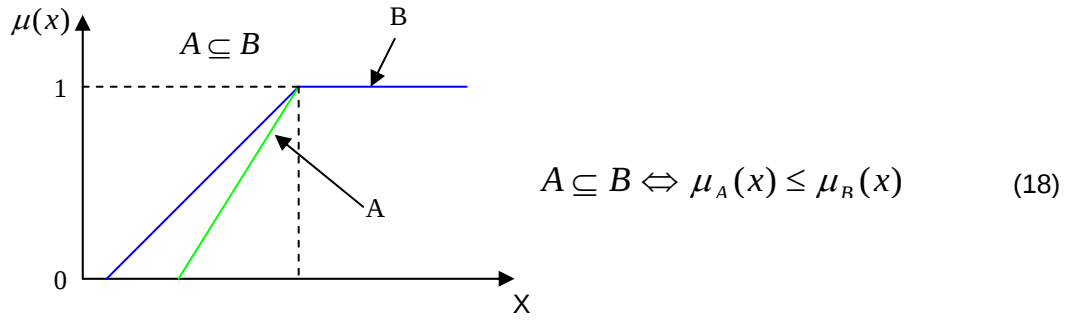


Figura 5. Inclusión de un CB¹⁵

Unión. La unión de dos CB A y B, es un CB denotado por C, que se describe de la siguiente manera $C = A \cup B$ o $C = A \text{ OR } B$, y donde La Función de Membresía del conjunto C; esta relacionada por los conjuntos A y B:

$$\mu_C = \text{Max}(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad (19)$$

La representación gráfica de la unión de CB se muestra en la Figura 6.

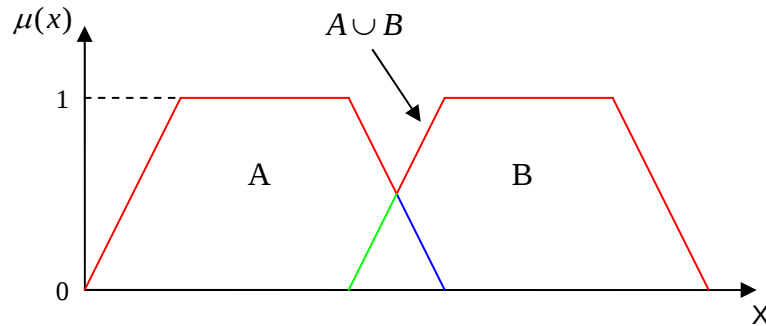


Figura 6. Unión de Dos CB¹⁶

Intersección. La intersección de dos CB A y B, es un CB denotado por C, que se describe de la siguiente manera $C = A \cap B$ o $C = A \text{ AND } B$ y, donde La Función de Membresía del conjunto C; esta relacionada por los conjuntos A y B:

$$\mu_C = \text{Min}(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad (20)$$

La representación gráfica de la intersección de CB se muestra en La Figura 7.

¹⁵ http://campusvirtual.unex.es/cal/epistemowikia/index.php/Contorno_activo_borroso

¹⁶ http://campusvirtual.unex.es/cal/epistemowikia/index.php/Contorno_activo_borroso

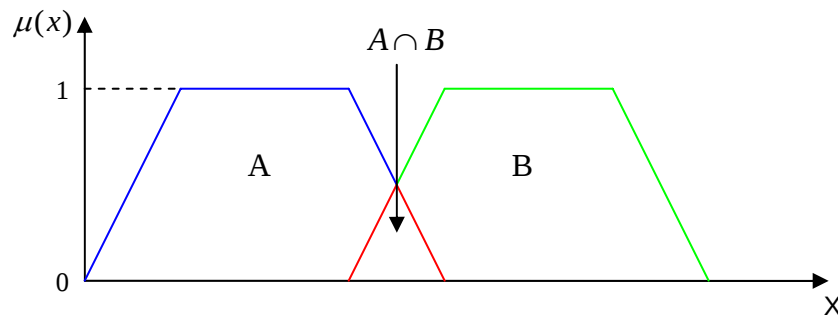


Figura 7. Intersección de Dos CB¹⁷

Complemento o negación. El complemento de un CB A, se denomina ($\neg A$, NOT A) y se define como:

$$\mu_{\neg A}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (21)$$

La representación gráfica del complemento de un CB se muestra en La Figura 8.

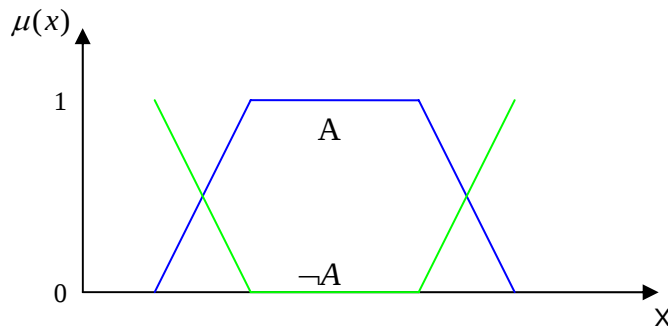


Figura 8. Complemento de un CB

Estas operaciones se conocen como los operadores clásicos o estándar, se pueden definir otras operaciones entre conjuntos borrosos que son generalizaciones de las operaciones de los conjuntos ordinarios.

2.1.5. Funciones de pertenencia¹⁸

Las funciones de pertenencia representan la manera gráfica de representar un conjunto borroso. Estas funciones son expresadas por medio de fórmulas matemáticas, y definidas para el espacio unidimensional, bidimensional y multidimensional.

¹⁷ http://campusvirtual.unex.es/cal/epistemowikia/index.php/Contorno_activo_borroso

¹⁸ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

En la presente investigación solo se emplean las funciones definidas para el espacio unidimensional, las cuales se mencionan a continuación.

FM triangular. Representada por medio de una figura triangular, utiliza tres parámetros (a, b, c) para hallar la pertenencia del elemento x (Figura 9).

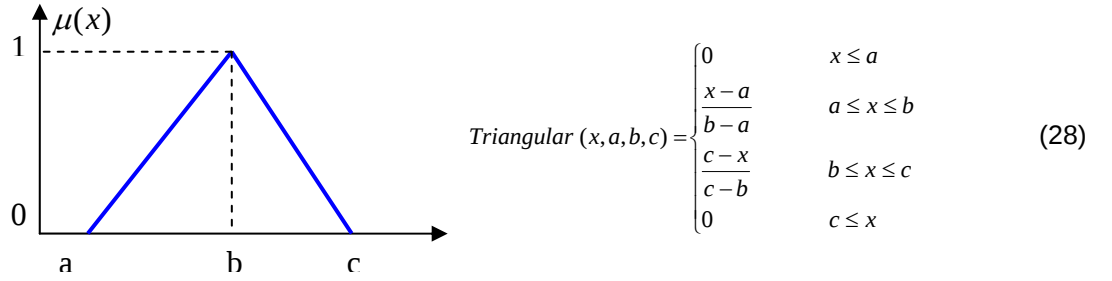


Figura 9. FM Triangular

Los parámetros a, b, c determinan los tres ángulos de La FM triangular, con $(a, b, c) > 0$ y $a < b < c$.

FM trapezoidal. Representada por medio de una figura trapezoidal, utiliza cuatro parámetros (a, b, c, d) para hallar la pertenencia del elemento x (Figura 10).

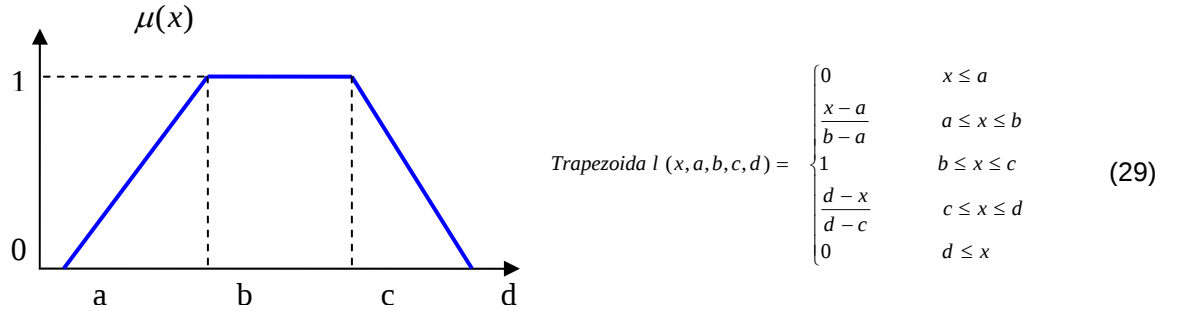


Figura 10. FM Trapezoidal

Los parámetros (a, b, c, d) determinan las coordenadas de los cuatro ángulos de La FM trapezoidal, con $(a, b, c, d) > 0$ y $a < b < c < d$

Las FM triangular y trapezoidal se utilizan en mayor proporción en aplicaciones industriales reales, pero presentan la desventaja de no ser muy suaves en los puntos donde se forman los ángulos.

FM tipo campana de Gauss. Representada por medio de una Gaussiana, utiliza dos parámetros (c, σ) para hallar la pertenencia del elemento x (Figura 11).

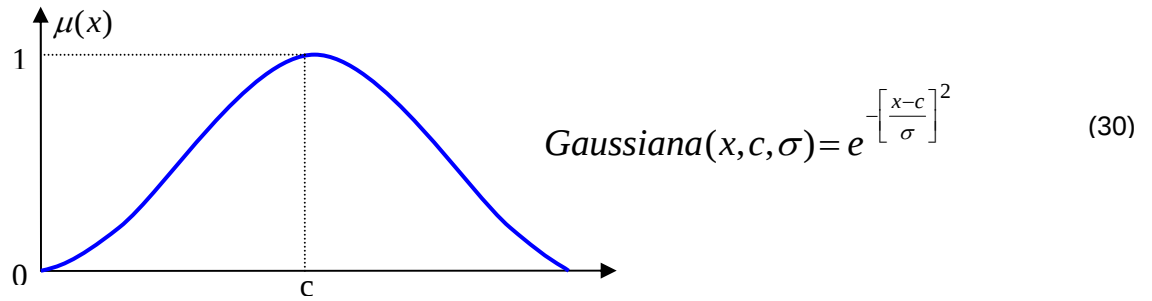


Figura 11. FM Gaussiana

Las FM tipo campana de Gauss se determinan por medio de los parámetros **c** y σ , donde **c** representa el centro y σ representa el ancho de la FM.

FM tipo campana de Bell. Representada por medio de una campana de Bell, utiliza tres parámetros (a, b, c) para hallar la pertenencia del elemento x (Figura 12).

Esta FM es una generalización directa de la distribución de Cauchy utilizada en la teoría de las probabilidades, por eso se le conoce como FM de Cauchy, una FM particular de Bell se obtiene a través de una selección correcta del conjunto de parámetros (a, b, c). Específicamente, se puede ajustar **c** y **a** para variar el centro y el ancho de la FM y utilizar **b** para controlar la inclinación de los puntos extremos.

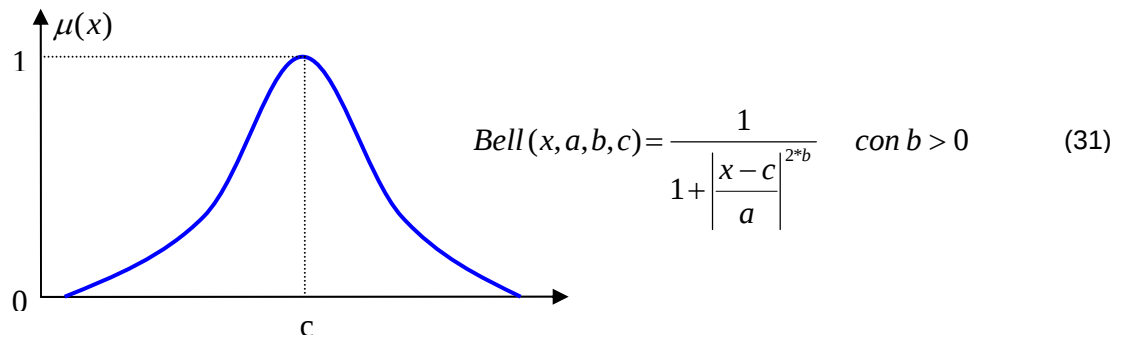


Figura 12. FM Tipo Campana de Bell

FM sigmoidal. Representada por medio de una figura Sigmoidal, utiliza dos parámetros (a, c) para hallar la pertenencia del elemento x (Figura 13).

El parámetro **a** controla la inclinación del punto de transición $x = c$, esta FM se utiliza en las Redes Neuronales Artificiales como función de activación y para simular el comportamiento de los SIB.

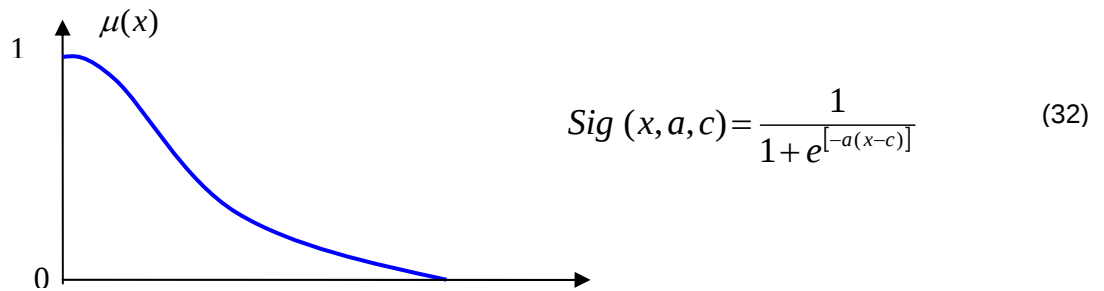


Figura 13. FM Sigmoidal

2.1.6. Reglas Borrosas IF - THEN ¹⁹

2.1.6.1. Variable Lingüística

Son variables cuyos valores se representan mediante términos lingüísticos. El significado de estos términos lingüísticos se determina mediante conjuntos borrosos. Estas variables lingüísticas se caracterizan por un conjunto de cinco elementos $(x, T(x), X, G, M)$ donde:

X representa el nombre de la variable.

$T(x)$ conjunto de términos lingüísticos de x .

X es el universo de discurso de la variable x .

G regla sintáctica para general los términos lingüísticos.

M es una regla semántica que asigna a cada termino lingüístico t su significado $M(t)$, que es un conjunto borroso en x .

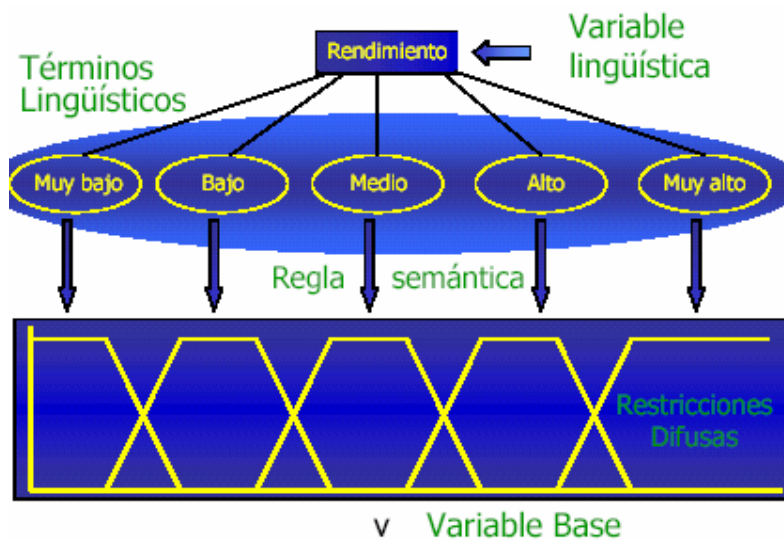


Figura 14. Variable Lingüística General.²⁰

¹⁹ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

²⁰ <http://wwwdi.ujen.es/asignaturas/si/tema3.pdf>

2.1.6.2. Concentración y Dilatación de Valores Lingüísticos

Sea A un valor lingüístico caracterizado por un conjunto borroso con una función de pertenencia $\mu_A(x)$ luego A^k se puede interpretar como una versión modificada del valor lingüístico original expresado como:

$$A^k = \int_x [\mu_A(x)]^k / x$$

Por lo tanto, la operación de concentración se define como:

$$\text{CON}(A) = A^2$$

Y la dilatación se define como:

$$\text{DIL}(A) = A^{0.5}$$

Generalmente se toma $\text{CON}(A)$ y $\text{DIL}(A)$, como el resultado de aplicar los modificadores “muy” y “mas o menos” al termino lingüístico A. Sin embargo, se pueden dar otras definiciones y que se pueden justificar plenamente según la aplicación específica.

Se puede interpretar el operador NOT y los conectores AND y OR respectivamente como:

$$\text{NOT}(A) = \neg A = \int_x [1 - \mu_A(x)] / x$$

$$A \text{ AND } B = A \cap B = \int_x [\mu_A(x) \wedge \mu_B(x)] / x$$

$$A \text{ OR } B = A \cup B = \int_x [\mu_A(x) \vee \mu_B(x)] / x$$

Donde A y B son dos valores lingüísticos cuyo significado esta definido por $\mu_A(\cdot)$ y $\mu_B(\cdot)$.

Utilizando los $\text{CON}(\cdot)$ y $\text{DIL}(\cdot)$ para los modificadores lingüísticos como “muy” y “mas o menos”, conjuntamente con las interpretaciones de los conectores AND y OR podemos construir verdaderos **“términos lingüísticos compuestos”** como “no muy alto” y “no muy bajo” y “alto pero no muy alto”.

2.1.6.3. Reglas Borrosas IF – THEN

La regla borrosa IF – THEN también conocida como regla borrosa, implicación borrosa o declaración condicional borrosa tiene la forma de:

IF x es A THEN y es B.

Donde A y B son los valores lingüísticos definidos en los universos de discurso X y Y. A menudo “x es A” es llamado antecedente o premisa y “y es b” se llama consecuente o conclusión.

En nuestra vida ordinaria se pueden encontrar muchos ejemplos de expresiones lingüísticas como:

- Si la temperatura es alta entonces aumente el caudal de agua.
- Si las ventas aumentan, entonces las ganancias son altas.
- Si la presión es alta, entonces la densidad aumenta.

Algunas veces la regla borrosa de la forma “If x is A then y is B” se escribe en forma abreviada como, $A \rightarrow B$. En esencia, esta expresión describe la relación entre las dos variables “x” y “y”, esto sugiere que la regla borrosa IF – THEN se define como una relación borrosa binaria R en el espacio del producto $X \times Y$.

Una forma de interpretar $A \rightarrow B$ es, si $A \rightarrow B$ se interpreta como A implica a B esta se puede escribir por cuatro formulas diferentes:

Implicación material:

$$R = A \rightarrow B = \neg A \cup B$$

Calculo de proposiciones:

$$R = A \rightarrow B = \neg A \cup (A \cap B)$$

Calculo de proposiciones extendido:

$$R = A \rightarrow B = (\neg A \cap B) \cup B$$

Modus ponens Generalizado:

$$\mu_R(x, y) = \sup \{c \mid \mu_A(x) * c \leq \mu_B(y) \text{ and } 0 \leq c \leq 1\}.$$

Es necesario resaltar que R se puede ver como un conjunto borroso con Función de Pertenecía de dos dimensiones:

$$\mu_R(x, y) = f(\mu_A(x), \mu_B(y)) = f(a, b)$$

En donde $a = \mu_A(x)$ y $b = \mu_B(y)$ cuando la función f se conoce como la función de implicación borrosa, esta realiza la transformación de los grados de pertenencia de “x” en A y de “y” en B, en los (x,y) de $A \rightarrow B$.

2.1.7. Razonamiento borroso²¹

El razonamiento borroso o razonamiento aproximado es un procedimiento que saca conclusiones de un conjunto de reglas borrosas IF – THEN de hechos conocidos. La regla composicional de inferencia juega un papel muy importante en el razonamiento borroso.

2.1.7.1. Regla Composicional de Inferencia

El concepto de esta regla es similar a la composición min – max de la relación matricial definida anteriormente. El principio de extensión es un caso especial de la regla composicional de inferencia.

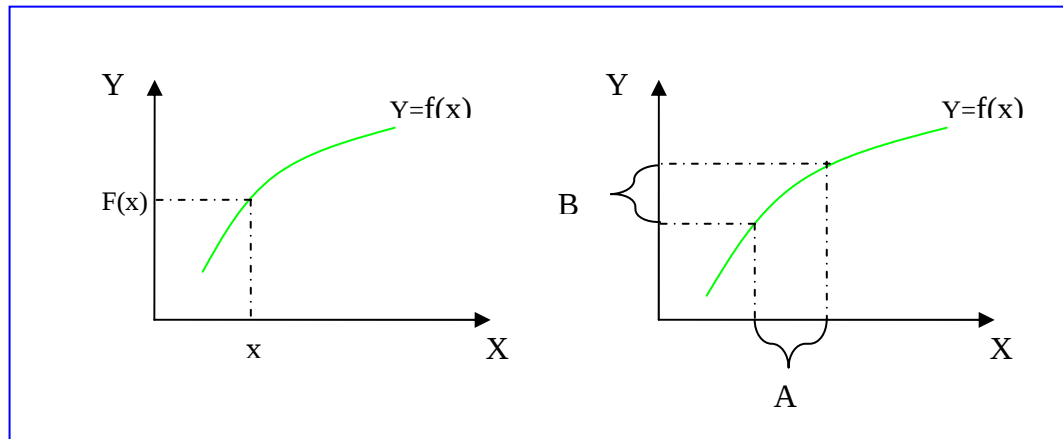


Figura 15. *Regla Composicional de Inferencia.*²²

Esta gráfica representa la relación funcional entre dos variables:

- a) $x \rightarrow y$ donde $y = f(x)$.
- b) $A \rightarrow B$ donde $B = [y \in Y | y = f(x), x \in A]$.

Sea la curva $y=f(x)$ que regula la relación entre “X” y “Y” cuando $X=x$, luego $f(x)$ una generalización de este proceso permite tomar a “x” como un intervalo y $f(x)$ como una función también de intervalo. Para construir el Intervalo $f(x)$ correspondiente al intervalo x , inicialmente se construye la extensión cilíndrica de x y luego se haya la intersección con la curva intervalo. La proyección de esta intersección en el eje Y produce $f(x)$. Si se asume que F es una relación borrosa en $X \times Y$ y A es un conjunto borroso de X. para encontrar el conjunto borroso resultante B, nuevamente se construye una extensión cilíndrica $c(A)$ en base a A. La intersección de $c(A)$ y F forma un análogo de la intersección. Proyectando $c(A) \cap f$ sobre el eje “Y” como un conjunto borroso sobre el eje “Y”.

²¹ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

²² Departamento de Lenguajes y ciencias de la comunicación Universidad de Málaga
<http://www.lcc.uma.es/~ppgg/FSS/FSS6.pdf>

Con esta generalización obtenida por el reemplazo de las funciones características con sus correspondiente funciones de membresía en la ecuación $\mu_B(y) \sup_{x \in X} \min[\mu_A(x), \mu_R(x, y)]$ se reduce la regla composicional de inferencia en una relación de matrices A y F que tienen un universo de discurso finito. Convencionalmente:

$$B = A \circ F$$

Donde “ $\circ$ ” denota el operador de composición.

Utilizando la regla composicional de inferencia se puede formalizar un procedimiento para el conjunto de reglas IF – THEN. Este procedimiento de inferencia generalmente se llama razonamiento aproximado o razonamiento borroso.

2.1.7.2. Razonamiento aproximado

Sea A, A' y B, conjuntos borrosos con sus respectivos universos de discurso X, X' y Y. Si se asume que la implicación borrosa, se expresa como una relación borrosa R sobre X x Y. Entonces el conjunto B inferido por “x es A” y la regla borrosa “si x es A entonces y es B” se define como:

$$\mu_{B'} = \text{Max}, \text{Min}[\mu_{A'}(x), \mu_R(x, y)] = \vee_x [\mu_{A'}(x) \wedge \mu_R(x, y)]$$

O en forma equivalente:

$$B' = A' \circ R = A' \circ (A \rightarrow B)$$

Ahora se puede utilizar el procedimiento de inferencia o razonamiento borroso para obtener conclusiones, teniendo en cuenta, que la relación borrosa de implicación $A \rightarrow B$ se define como una relación borrosa binaria apropiada. Las reglas IF – THEN y el razonamiento borroso son la espina dorsal de los sistemas de inferencia borrosa, que son la herramienta de modelado más importante basada en la teoría de los conjuntos borrosos.

El razonamiento borroso o razonamiento aproximado es un procedimiento que saca conclusiones de un conjunto de reglas borrosas IF – THEN de hechos conocidos. La regla básica de inferencia de la lógica binaria es el **Modus Ponens** según el cual se puede inferir la verdad de la preposición B de la verdad A y de la implicación $A \rightarrow B$. Por ejemplo: si A se identifica con “el tomate es rojo” y B con “el tomate esta maduro”; entonces, es cierto que si el “tomate es rojo”; también “el tomate esta maduro”.

Esto se ilustra de la siguiente manera:

Premisa1 (hecho)

x es A

Premisa2 (regla)	Si x es A, entonces y es B

Consecuente (conclusión): y es B.	

Sin embargo durante la mayor parte del razonamiento humano, el **Modus Ponens** se utiliza en forma aproximada.

Por ejemplo si tenemos la misma regla de implicación “Si el tomate es rojo, entonces el esta maduro”, y si sabemos que “el tomate es más o menos rojo “; entonces podemos inferir que “el tomate esta más o menos maduro”; esto se ilustra de la siguiente manera:

Premisa1 (hecho):	x es A',
Premisa2 (regla):	Si x es A, entonces y es B.

Consecuente (conclusión): y es B'	

Donde A' esta cercano a A y B' esta cercano a B. y con A, A', B, B' son conjuntos borrosos con universos de discurso apropiados.

EJEMPLO “Sistema con una regla y un solo antecedente”.

Este es el caso más simple.

IF x is A then y is B	“regla”
x is A'	“hecho”

B' = Conclusion.

$$\mu_{B'}(y) = \text{Max}_x \text{Min}[\mu_{A'}(x), \mu_R(x, y)] = \vee_x [\mu_{A'}(x), \mu_R(x, y)]$$

O equivalente:

$$B' = A' \circ [A \rightarrow B] = A' \circ (A \rightarrow B)$$

$$\mu_{B'}(y) = [\vee_x (\mu_{A'}(x) \wedge \mu_A(x))] \wedge \mu_B(y) = \mu_{B'}(y) = W \wedge \mu_B(y)$$

Donde W representa el grado de compatibilidad, certeza o de disparo de la regla.

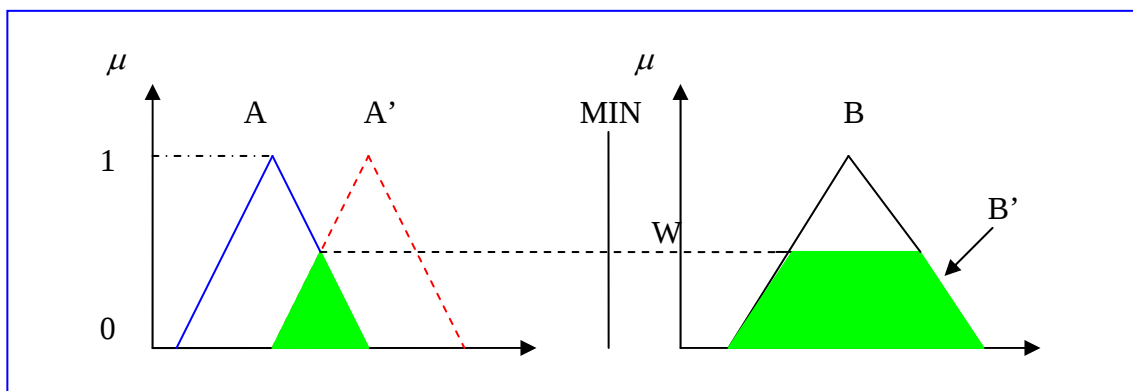


Figura 16. Sistema con una Regla y un Antecedente.²³

Por lo tanto, este procedimiento de inferencia se denomina razonamiento aproximado o razonamiento borroso, también se le conoce **Modus Ponens Generalizado (MPG)** ya que el Modus Ponens se considera un caso especial.

EJEMPLO 2 “Sistema con una regla y múltiples antecedentes”

Una regla borrosa con dos antecedentes Se construye con los conectores “AND”, “OR”, y “NOT”, y generalmente se escribe de esta manera:

Tenemos el caso de dos antecedentes y un consecuente.

“Si x is A AND y is B THEN z is C”

Premisa1 (hecho): X is A' AND y is B'

Premisa2 (regla): IF x is A AND y is B THEN z is C

Consecuente (conclusión) Z is C'

$$AxB \rightarrow C$$

Intuitivamente la regla borrosa se puede transformar en una relación borrosa terciaria que se basa en la función de implicación de Mandami (R_m).

$$Rm(a,b,c) = \int_{X \times Y \times Z} \mu_A(x) \wedge \mu_B(y) \wedge \mu_C(z) / (x, y, z)$$

Y por lo tanto C' es el conjunto borroso resultante que se determina mediante.

$$C' = (A'xB') \circ (AxB \rightarrow C)$$

Por lo tanto

$$\mu_{C'}(z) = \vee_{x,y} [\mu_{A'}(x) \wedge \mu_{B'}(y)] \wedge [\mu_A(x) \wedge \mu_B(y) \wedge \mu_C(z)]$$

Agrupando la ecuación:

²³ <http://www.lcc.uma.es/~ppgg/FSS/FSS6.pdf>

$$\mu_{C'}(z) = \vee_{x,y} \{ [\mu_{A'}(x) \wedge \mu_A(y)] \wedge [\mu_{B'}(y) \wedge \mu_B(y)] \wedge \mu_C(z) \}$$

Luego:

$$\mu_{C'}(z) = (w_1 \cap w_2) \cap \mu_C(z)$$

Siendo w_1 y w_2 los grados de compatibilidad de cada uno de los antecedentes.

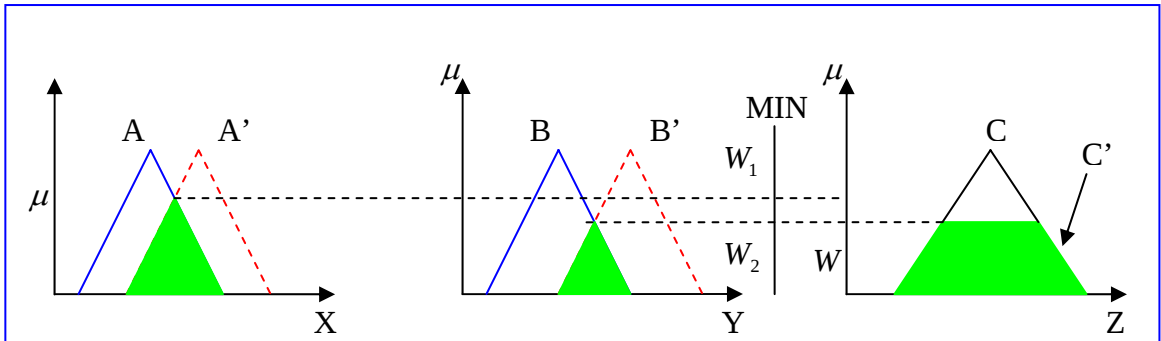


Figura 17. Sistema con dos Antecedentes y un Consecuente.²⁴

EJEMPLO “Sistema de múltiples reglas y múltiples antecedentes”

La interpretación de varias reglas generalmente se toma como la unión de varias relaciones borrosas que corresponden a varias variables, por lo tanto el Modus Ponens Generalizado se describe como:

Premisa1 (hecho):	x is A' AND y is B'
Premisa2 (regla):	IF x is A ₁ AND y is B ₁ THEN z is C ₁
Premisa3 (regla):	IF x is A ₂ AND y is B ₂ THEN z is C ₂

Consecuente (conclusión): z is C'

Luego:

$$C' = (A' \times B') \circ (R_1 \cup R_2) = [(A' \times B') \circ R_1] \cup [(A' \times B') \circ R_2]$$

$$C' = C'_1 \cup C'_2$$

Que son los conjuntos borrosos resultantes de las reglas 1 y 2.

²⁴ <http://www.lcc.uma.es/~ppgg/FSS/FSS6.pdf>

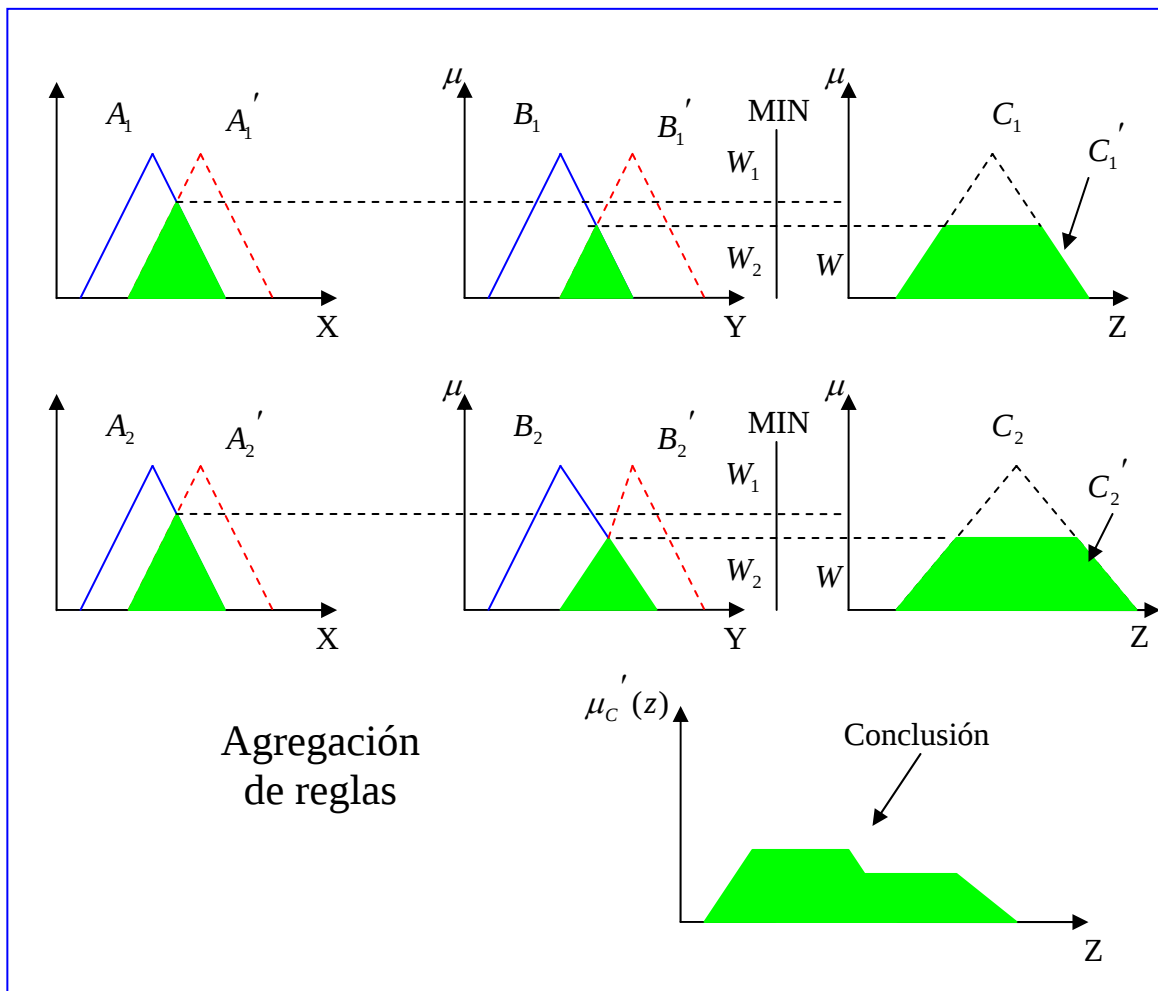


Figura 18. Sistema de Múltiples Reglas y Múltiples Antecedentes.²⁵

Cuando una regla borrosa tiene la forma: “IF x is A OR y is B THEN z is C2”, la intensidad del disparo se toma como el máximo grado de compatibilidad del antecedente para la condición dada. Esta regla es equivalente a la unión de dos reglas borrosas “IF x is A THEN z is C” y “IF y is B THEN x is C”.

El proceso de razonamiento aproximado se resume en cuatro etapas:

- Grados de compatibilidad.
- Intensidad del disparo.”AND Mínimo”, “OR Máximo”.
- Función de pertenencia del consecuente.
- Función de pertenencia de la salida total.

²⁵ REYES, Juan C. OP. CIT. Apuntes de clase (2005).

2.2. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC)

Las TIC son un concepto muy empleado alrededor del mundo pero carece de una definición precisa que sea mundialmente aceptada. Según el PNUD (2002) en el Informe sobre Desarrollo Humano en Venezuela:

La TIC se conciben como el universo de dos conjuntos, representados por las tradicionales Tecnologías de la Comunicación (TC) - constituidas principalmente por la radio, la televisión y la telefonía convencional - y por las Tecnologías de la información (TI) caracterizadas por la digitalización de las tecnologías de registros de contenidos (informática, de las comunicaciones, telemática y de las interfases).²⁶



Figura 19. Las Tecnologías de la Información y la comunicación²⁷

Es prudente no olvidar que independientemente de las definiciones que se puedan emitir respecto de este concepto, todos los conocedores del tema no se enfocan en las tecnologías que hacen parte de este término, sino de su aporte e interacción a la sociedad y como afectan a la misma. Por lo tanto se trata de un concepto difuso que agruparía al conjunto de tecnologías ligadas a las comunicaciones, la informática y los medios de comunicación y al aspecto social de éstas.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) forman parte de la cultura tecnológica que nos rodea y con la que debemos convivir, permiten

²⁶ SALAZAR, Luis. Fundación Bolivariana de Informática y Telemática. ¿Qué son las TIC? (Venezuela), (php), editado 2005, visitado Enero 2007 http://fundabit.me.gob.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=196&Itemid=80.

²⁷ <http://dewey.uab.es/pmarques/tic.htm>

ampliar nuestras capacidades físicas y mentales y las posibilidades de desarrollo social. Su uso extensivo y cada vez más integrado (en los mismos aparatos y códigos) es una característica y factor de cambio de nuestra sociedad actual²⁸.

2.2.1. TIC en la educación

Las principales tecnologías de este tipo que se están empleando actualmente para la educación son aquellas que constituyen nuevos soportes y canales para dar forma, registrar, almacenar y difundir contenidos. Algunos ejemplos de estas tecnologías son la pizarra digital (ordenador personal + proyector multimedia), los blogs, el podcast y, por supuesto, la web y los wikis.

Podemos destacar algunos usos concretos:²⁹

- Internet como fuente general de información.
- Creación de páginas y sitios web.
- El correo electrónico como medio de comunicación.
- El procesador de texto como herramienta de aprendizaje.
- El aprendizaje colaborativo en comunidades virtuales.
- Aplicaciones educativas y materiales digitales usados por el alumnado.
- Programas para la creación de materiales educativos

Compartiendo la visión de Julio Cabero las TIC no llegan a desplazar las metodologías convencionales de educación, pero no pueden ser despreciadas de ese medio, las TIC aparecen en el ámbito de la educación como una herramienta de apoyo un ejemplo "es el de aquellos medios, cuya base son el lenguaje abstracto como el verbal, que si los medios audiovisuales tendieron a reemplazarlos, las NT tienden a revitalizarlos"³⁰. Pero también puede haber cambios cualitativos trascendentes, en virtud de las nuevas posibilidades que se abren:

Las NT, tienden a romper el aula como conjunto arquitectónico y cultural estable. El alumno puede interaccionar con otros compañeros y profesores que no tienen por que estar situados en su mismo contexto arquitectónico. No podemos olvidar que frente a los modelos tradicionales de comunicación que se dan en nuestra cultura escolar: profesor-alumno, alumno-profesor, alumno- alumno, medio-alumno; algunas de las NT generan una nueva posibilidad: alumno- medio-alumno. O dicho en otros términos, la interacción entre los estudiantes de diferentes contextos culturales y físicos se produce

²⁸ MARQUÉS, Pere. Las TIC y sus aportaciones a la sociedad (HTML), (Barcelona, España), Diciembre 2005, visitado febrero 2006. <http://dewey.uab.es/pmarques/tic.htm>

²⁹ IBÁÑEZ, José Emiliano. Educación transformadora, TIC y Educación. (HTML), España. Actualización 7 abril 2004, visita Enero 2007. <http://www.pangea.org/jei/edu/tic-edu.htm>

³⁰ (Cabero, 1996).

gracias a un medio que hace de elemento intermedio, como por ejemplo en el correo electrónico.³¹

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las ventajas y desventajas del uso de las TIC según el enfoque de los diferentes actores del proceso educativo:

Tabla 1: Ventajas y Desventajas de las TIC³²:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
DESDE LA PERSPECTIVA DEL APRENDIZAJE	
- Interés. Motivación. Los alumnos están muy motivados al utilizar los recursos TIC y la motivación (el querer) es uno de los motores del aprendizaje. - Interacción. Continua actividad intelectual. Los estudiantes están permanentemente activos al interactuar con el ordenador y entre ellos a distancia. - Desarrollo de la iniciativa. La constante participación por parte de los alumnos propicia el desarrollo de su iniciativa ya que se promueve un trabajo autónomo riguroso y metódico. - Aprendizaje a partir de los errores. El "feed back" inmediato a las respuestas y a las acciones de los usuarios permite a los estudiantes conocer sus errores justo en el momento en que se producen. - Mayor comunicación entre profesores y alumnos. Los canales de comunicación que proporciona Internet permiten una manera más fácil de preguntar dudas en el momento en que surgen, compartir ideas, intercambiar recursos, debatir... - Aprendizaje cooperativo. Los instrumentos que proporcionan las TIC facilitan el trabajo en grupo y el cultivo de actitudes sociales, el intercambio de ideas, la cooperación y el desarrollo de la personalidad.	- Distracciones. Los alumnos a veces se dedican a jugar en vez de trabajar. - Dispersión. La navegación por los atractivos espacios de Internet, llenos de aspectos variados e interesantes, inclina a los usuarios a desviarse de los objetivos de su búsqueda. - Pérdida de tiempo. Muchas veces se pierde mucho tiempo buscando la información que se necesita. - Informaciones no fiables. En Internet hay muchas informaciones que no son fiables: parciales, equivocadas, obsoletas... - Aprendizajes incompletos y superficiales. La libre interacción de los alumnos con estos materiales, puede proporcionar aprendizajes incompletos con visiones de la realidad simplistas y poco profundas. - Diálogos muy rígidos. En las comunicaciones virtuales, a veces cuesta hacerse entender con los "diálogos" ralentizados e intermitentes del correo electrónico. - Visión parcial de la realidad. Los programas presentan una visión particular de la realidad, no la realidad tal como es. - Ansiedad. La continua interacción ante el ordenador puede provocar ansiedad en los estudiantes. - Dependencia de los demás. No conviene que los grupos sean numerosos,

³¹ CABERO, Julio. TIC, educación y cultura: cuestionamientos necesarios. (HTML). España, actualización marzo 2004, visita enero 2007. <http://www.pangea.org/jei/edu/f/tic-edu-cues.htm>

³² MARQUÉS, Pere. OP. CIT. <http://dewey.uab.es/pmarques/tic.htm>

- Alto grado de interdisciplinariedad. Las tareas educativas realizadas con ordenador permiten obtener un alto grado de interdisciplinariedad ya que el ordenador permite realizar muy diversos tipos de tratamiento a una información muy amplia y variada. - Alfabetización digital y audiovisual. Estos materiales proporcionan a los alumnos un contacto con las TIC que contribuyen a facilitar la necesaria alfabetización informática y audiovisual. - Desarrollo de habilidades de búsqueda y selección de información. El gran volumen de información disponible exige la puesta en práctica de técnicas que ayuden a la localización de la información que se necesita y a su valoración - Mejora de las competencias de expresión y creatividad. Las herramientas que proporcionan las TIC facilitan el desarrollo de habilidades de expresión escrita, gráfica y audiovisual. - Visualización de simulaciones. Los programas informáticos permiten simular secuencias y fenómenos de manera que los estudiantes pueden experimentar con ellos y así comprenderlos mejor.	ya que algunos estudiantes se podrían convertir en espectadores de los trabajos de los otros.
PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES	
- A menudo aprenden con menos tiempo. Este aspecto tiene especial relevancia en el caso del "training" empresarial, sobre todo cuando el personal es apartado de su trabajo productivo en una empresa para reciclarse. - Atractivo. Supone la utilización de un instrumento atractivo y muchas veces con componentes lúdicos. - Acceso a múltiples recursos educativos y entornos de aprendizaje. Los estudiantes tienen a su alcance todo tipo de información y múltiples materiales didácticos digitales. El profesor ya no es la fuente	- Adicción. El multimedia interactivo e Internet resulta motivador, pero un exceso de motivación puede provocar adicción. - Aislamiento. Los materiales didácticos multimedia e Internet permiten al alumno aprender solo, esto puede acarrear problemas de sociabilidad. - Cansancio visual y otros problemas físicos. Un exceso de tiempo trabajando ante el ordenador o malas posturas pueden provocar diversas dolencias. - Inversión de tiempo. Las comunicaciones a través de Internet abren muchas posibilidades, pero exigen tiempo. - Sensación de desbordamiento. A veces el exceso de información, que hay

principal de conocimiento. - Personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Cada alumno puede utilizar los materiales más acordes con su estilo de aprendizaje y sus circunstancias personales. - Autoevaluación. La interactividad que proporcionan las TIC pone al alcance de los estudiantes múltiples materiales para la autoevaluación de sus conocimientos. - Mayor proximidad del profesor. A través del correo electrónico, puede contactar con él cuando sea necesario. - Flexibilidad en los estudios. Los estudiantes tienen más autonomía. La educación puede extenderse a colectivos que no pueden acceder a las aulas convencionales. - Instrumentos para el proceso de la información. Las TIC les proporcionan poderosos instrumentos para procesar la información. - Ayudas para la Educación Especial. En el ámbito de las personas con necesidades especiales es uno de los campos donde el uso del ordenador en general, proporciona mayores ventajas. - Ampliación del entorno vital. Más contactos. Conocen más personas, tienen más experiencias, pueden compartir sus alegrías y problemas...	que revisar y seleccionar, produce una sensación de desbordamiento. - Comportamientos reprobables. A veces en los mensajes por correo electrónico, no se cumplen las normas de la "netiquette". - Falta de conocimiento de los lenguajes. A veces los alumnos no conocen adecuadamente los lenguajes (audiovisual, hipertextual...) lo que dificulta o impide su aprovechamiento. - Recursos educativos con poca potencialidad didáctica. Los materiales didácticos y los nuevos entornos de teleformación no siempre proporcionan adecuada orientación, profundidad de los contenidos, motivación, buenas interacciones, fácil comunicación interpersonal, muchas veces faltan las guías didácticas... También suelen tener problemas de actualización de los contenidos - Virus. La utilización de las nuevas tecnologías expone a los virus informáticos, con el riesgo que suponen para los datos almacenados en los discos y el coste (en tiempo y dinero) para proteger los ordenadores. - Esfuerzo económico. Cuando las TIC se convierten en herramienta básica de trabajo, surge la necesidad de comprar un equipo personal.
PERSPECTIVA DE LOS DOCENTES	
- Fuente de recursos educativos para la docencia, la orientación y la rehabilitación. Los discos CD/DVD e Internet proporcionan al profesorado múltiples recursos educativos para utilizar con sus estudiantes. - Individualización. Tratamiento de la diversidad. Los materiales didácticos interactivos individualizan el trabajo de los alumnos ya que el ordenador puede adaptarse a sus conocimientos previos y a su ritmo de trabajo. - Facilidades para la realización de	- Estrés. A veces el profesorado no dispone de los conocimientos adecuados sobre los sistemas informáticos y sobre cómo aprovechar los recursos educativos disponibles con sus alumnos. - Desarrollo de estrategias de mínimo esfuerzo. Los estudiantes pueden centrarse en la tarea que les planteé el programa en un sentido demasiado estrecho y buscar estrategias para cumplir con el mínimo esfuerzo mental, ignorando las posibilidades de estudio que les ofrece el programa.

agrupamientos. La profusión de recursos y la variedad y amplitud de información en Internet facilitan al profesorado la organización de actividades grupales en las que los estudiantes deben interactuar con estos materiales. - Mayor contacto con los estudiantes. El correo electrónico permite disponer de un nuevo canal para la comunicación individual con los estudiantes, especialmente útil en la caso de alumnos con problemas específicos. - Liberan al profesor de trabajos repetitivos. Al facilitar la práctica sistemática de algunos temas, se puede dedicar más a estimular el desarrollo de las facultades cognitivas superiores de los alumnos. - Facilitan la evaluación y control. Existen múltiples programas y materiales didácticos on-line, que proponen actividades a los estudiantes. - Actualización profesional. En Internet pueden encontrar cursos on-line y otras informaciones que puedan contribuir a mejorar sus competencias profesionales: prensa de actualidad, experiencias que se realizan en otros centros y países... - Constituyen un buen medio de investigación didáctica en el aula. El hecho de archivar las respuestas de los alumnos cuando interactúan con determinados programas, permite hacer un seguimiento detallado de los errores cometidos y del proceso que han seguido hasta llegar a la respuesta correcta. - Contactos con otros profesores y centros. Los canales de información y comunicación de Internet facilitan al profesorado el contacto con otros centros y colegas.	- Desfases respecto a otras actividades. El uso de los programas didácticos puede producir desfases inconvenientes con los demás trabajos del aula. - Problemas de mantenimiento de los ordenadores. A veces los alumnos, hasta de manera involuntaria, desconfiguran o contaminan con virus los ordenadores. - Supeditación a los sistemas informáticos. Al necesitar de los ordenadores para realizar las actividades proyectadas, cualquier incidencia en éstos dificulta o impide el desarrollo de la clase. - Exigen una mayor dedicación. La utilización de las TIC, aunque puede mejorar la docencia, exige más tiempo de dedicación al profesorado. - Necesidad de actualizar equipos y programas. La informática está en continua evolución, los equipos y los programas mejoran sin cesar y ello nos exige una constante renovación.
PERSPECTIVA DE LOS CENTROS EDUCATIVOS	
- Los sistemas de teleformación	- Costes de formación del profesorado.

pueden abaratar los costes de formación (especialmente en los casos de "training" empresarial) ya que al realizar la formación en los mismos lugares de trabajo se eliminan costes de desplazamiento. - Los sistemas de teleformación permiten acercar la enseñanza a más personas. Sin problemas de horarios ni de ubicación geográfica, los sistemas de teleformación acercan la formación a personas que de otra manera no podrían acceder a ella. - Mejora de la administración y gestión de los centros. Con el uso de los nuevos instrumentos tecnológicos la administración y gestión de los centros puede ser más eficiente. - Mejora de la eficacia educativa. Al disponer de nuevas herramientas pueden desarrollarse nuevas metodologías didácticas de mayor eficacia formativa. - Nuevos canales de comunicación con las familias y con la comunidad local. A través los canales informativos y comunicativos de Internet (web del centro, foros, correo electrónico...) se abren nuevas vías de comunicación entre la dirección, los profesores y las familias. - Comunicación más directa con la Administración Educativa. Mediante el correo electrónico y las páginas web de la administración Educativa y de los centros. - Recursos compartidos. A través de Internet, la comunidad educativa puede compartir muchos recursos educativos: materiales informáticos de dominio público, páginas web de interés educativo, materiales realizados por los profesores y los estudiantes... - Proyección de los centros. A través de las páginas web, los centros docentes pueden proyectar su imagen y sus logros al exterior.	La formación del profesorado supone un coste añadido para los centros y para la Administración Educativa.. - Control de calidad insuficiente de los entornos de teleformación. Los entornos de teleformación, sus materiales didácticos, sus sistemas pedagógicos, su sistema de evaluación, sus títulos... no siempre tienen los adecuados controles de calidad. - Necesidad de crear un departamento de Tecnología Educativa. Para gestionar la coordinación y mantenimiento de los materiales tecnológicos, así como para asesorar al profesorado en su utilización, los centros deben crear un departamento específico y disponer de un coordinador especializado. - Exigencia de un buen sistema de mantenimiento de los ordenadores. La utilización intensa de los ordenadores da lugar a múltiples averías, desconfiguraciones, problemas de virus. Ello exige a los centros tener contratado un buen sistema de mantenimiento. - Fuertes inversiones en renovación de equipos y programas. Los continuos cambios en el mundo de la informática exigen una renovación de los equipos cada 4 o 6 años.
--	--

2.3. ELEARNING

De la gran cantidad de avances tecnológicos de los cuales dispone la sociedad actual, varios grupos de investigación dentro y fuera de las diversas universidades del globo han buscado como integrar las facilidades de las redes de computadoras con el proceso de la formación estudiantil. Es así como comienzan a surgir términos como aula virtual, video conferencia, universidad virtual, educación virtual, educación mediante las tecnologías de la educación y elearning.

Aunque la definición de este término esta enfrascado en una discusión, hay consenso en que el eLearning es cualquier acto o proceso virtual usado para compartir datos, información, habilidades y crear conocimiento por medios electrónicos. Es decir el eLearning permite utilizar los avances en tecnología masivos tal como el Internet, Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA) y los CD para crear materiales interactivos que aumentan productividad con la creciente retención del conocimiento.

Además de aplicar los beneficios tecnológicos al proceso enseñanza-aprendizaje el elearning es una estrategia cuando no se disponen de espacios arquitectónicos para realizarlo, dando espacio a los denominados espacios virtuales que dependen de las conexiones de redes. También pueden solventar el problema de la disponibilidad de tiempo, pues estos encuentros virtuales pueden realizarse tanto sincrónicamente como asincrónicamente.

Entre otras las ventajas de eLearning incluyen factores tales como³³:

- Acceso global.
- Costos más bajos.
- Velocidad de entrenamiento creciente.
- Funcionamiento mejor.
- Mayor flexibilidad y responsabilidad más eficaz.

Además, el eLearning no prohíbe mayor flexibilidad en términos de opciones del despliegue (CD, DVD, SGA, Internet e Intranet) y mayor interactividad del usuario (audio, vídeo, texto interactivo, animaciones, modelos y gráficos). Aunque esta situación plantea un problema para los grupos que se dedican a crear aplicaciones de elearning.

2.3.1. Estándares y especificaciones³⁴

³³ <http://www.mailxmail.com/curso/empresa/elearning/capitulo4.htm>

³⁴ <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/noviem/elearning.htm>

La variedad de individuos y sus intereses, sistemas informáticos con funciones diversas y tecnologías heterogéneas y los contenidos desarrollados en una gran variedad de formatos, que participan dentro de los entornos de elearning plantean el reto de garantizar la interoperabilidad, es decir, todos estos diferentes factores deben trabajar juntos como sistemas distribuidos de aprendizaje. Es para esto que existen los estándares y especificaciones que emiten los grupos más importantes del sector.

La estandarización se requiere a distintos niveles, primero, cuando los recursos son creados deben considerarse tecnologías, políticas y formatos compatibles con lo común en el sector; segundo, cuando esos recursos son incluidos en un repositorio, y deben ser descritos, se utilizarán esquemas que aseguren su fácil localización y compatibilidad con otros sistemas de metadatos; tercero, cuando esos recursos sean utilizados y tengan que incorporarse a diferentes servicios, repositorios, plataformas y aplicaciones en un contexto dado; y cuarto, cuando los sistemas involucrados en un entorno tengan que interoperar con otros para cumplir sus funciones o ampliar sus capacidades.

Un estándar es un patrón, una tipificación o una norma sobre cómo realizar algo³⁵; los hay de dos tipos: estándares de *jure*, cuando provienen de una organización acreditada que certifica una especificación, y estándares de *facto*, cuando la especificación se adopta por un grupo mayoritario de individuos. Entonces, un estándar regularmente proviene de una especificación, esto es, de un conjunto de declaraciones detalladas y exactas de los requisitos funcionales y particularidades de algo que quiere construirse, instalarse o manufacturarse.

Los estándares sólo pueden producirlos cuerpos internacionales reconocidos por uno o varios gobiernos nacionales; por ejemplo, cuando se habla de estándares web producidos por el Consorcio de la World Wide Web, éstos realmente, producen especificaciones, no estándares.

No hay un proceso específico para la conformación de un estándar de *jure*, pero de forma típica se siguen los siguientes pasos:

- Investigación y desarrollo.
- Desarrollo de una especificación.
- Pruebas.
- Acreditación e internacionalización del estado del estándar.

En el área educativa, las especificaciones son formalmente remitidas al LTSC (Learning Technology Standards Committe), Comité especializado en e-learning del IEEE, única organización acreditada de estandarización.

³⁵ LÓPEZ, Clara. Estándares y especificaciones para elearning. (HTML). México, actualización noviembre de 2005, visitado diciembre 2006.
<http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/noviem/elearning.htm>

2.3.2. Ventajas del uso de estándares

En el campo del e-learning los estándares están en proceso de comprensión y de adopción, y conforme se vayan introduciendo cada vez más, habrá beneficios en interoperabilidad, reutilización, manejabilidad, accesibilidad, durabilidad, escalabilidad y confiabilidad, tanto en contenidos como en infraestructura y funcionalidad; pues han sido un elemento indispensable para la masificación de cualquier tecnología, puesto que favorecen el crecimiento, la expansión y la generalización.

Muchas de las empresas y organizaciones que hacen desarrollos o imparten programas de educación a distancia ven estos beneficios reflejados como:

- Contenidos reutilizables.
- Consistencia en la descripción de los contenidos.
- Normalización en la organización de sus recursos.
- Acceso a más contenidos, de mayores fuentes y fácilmente localizables.
- Persistencia de sus acervos.
- Migración sencilla de sus sistemas a nuevas versiones, e incluso a una nueva plataforma.
- Comunicación e intercambio de información con otros sistemas.
- Administración de la información apropiada tanto del recurso como del estudiante.
- Extensión de los servicios y de las capacidades de las plataformas.
- Inversión asegurada en la infraestructura por mayor tiempo.

Las instituciones, los docentes, los estudiantes y los proveedores se verán beneficiados al contar con contenidos flexibles, plataformas homogéneas y bases de datos compartidas y distribuidas; pues la utilización de estándares amplía las opciones de los usuarios finales y reduce las restricciones de los sistemas propietarios y de soluciones aisladas.

2.3.3. Actores del proceso de elearning

Una vez se tiene claridad en que el proceso de elearning es el intercambio de información, datos, habilidades y su objetivo es crear conocimiento a través de medios electrónicos, es prudente saber que características tiene estas personas que comparten la información y crean conocimiento y cuales son las herramientas de las que disponen. Es entonces que se identifican dos actores principales, que según Rafael Lizcano³⁶ son el estudiante virtual y el docente virtual, que se presentan a continuación.

³⁶ LIZCANO, Rafael. OP. CIT. 44p

2.3.3.1. Estudiante virtual

Es el actor principal de este proceso, pues es el agente que construye, interactúa, apropia y transfiere conocimiento en el ambiente educativo virtual. Las principales características de un estudiante virtual son:

- **Auto motivación:** Ya sea por sus circunstancias personales o por su personalidad, su empuje proviene de adentro. Sin embargo, esto no quiere decir que no necesitan de los demás para llevar a cabo sus logros de aprendizaje o que sean solitarios y poco sociables.
- **Compromiso:** Requiere de participación, acción, búsqueda permanente, profundización y consulta, además la carga de trabajo de un curso virtual puede ser tan pesada como la de un curso presencial. No es raro que un estudiante virtual dedique 20 horas o más a la semana a sus estudios.
- **Relaciones Virtuales:** Ya que el fin del proceso virtual es construir conocimiento, el estudiante no puede cerrarse al trabajo conjunto con sus demás compañeros y el docente, pues en estas relaciones de discusión y crítica es de donde el estudiante obtiene los resultados esperados del proceso.
- **Auto control:** El estudiante debe estar en la capacidad de desarrollar liderazgo sobre su proceso de formación, para lograr los objetivos y ser comprometido con su estudio.
- **Auto disciplina:** El estudiante debe ser una persona muy organizada con su tiempo y como lo distribuye para cumplir con todos sus compromisos.

Por sobre todo el estudiante debe creer en el proceso de aprendizaje virtual, debe estar convencido de los resultados que va a obtener, así podrá desempeñar su rol que es ser el gestor de su propio aprendizaje. En otras palabras es la capacidad de auto aprendizaje la que marca el éxito de un estudiante en un proceso virtual (ver figura 20).

2.3.3.2. Docente virtual

En muchos espacios de tipo virtual, el nombre que designa a esta persona es la de Tutor virtual, pues su principal función es la de guiar al estudiante en el proceso de la construcción de su conocimiento en la temática del curso que gestiona, planteando actividades que ejerciten las habilidades de los estudiantes y participando en el proceso de realimentación e interiorización de las mismas. Es importante que se mantenga al tanto de las diferentes herramientas de comunicación pues debe estar atento de las preguntas y dudas que presentes los estudiantes.

El tutor virtual, es entonces, un facilitador en un proceso de enseñanza-aprendizaje, un mediador, un motivador, un dinamizador y un guía de las diferentes fuentes de información en un ambiente virtual. Un docente virtual debe poseer la capacidad de motivar, dinamizar los espacios comunitarios, valorar las contribuciones personales de los estudiantes, favorecer el trabajo en equipo y realizar un seguimiento personalizado de todos y cada uno de los alumnos. El

profesor virtual debe ajustarse al perfil de cada estudiante porque cada alumno impone su propio ritmo de aprendizaje.³⁷



Figura 20. *El auto aprendizaje como característica principal del estudiante virtual*³⁸

Las características que definen a un docente virtual son:

- Fomentar la participación activa del alumno en su proceso de aprendizaje.
- Favorecer la evaluación continua, con pruebas automáticas en las que los alumnos reciben una valoración instantánea de sus respuestas y consejos cuando éstas sean erróneas.
- Introducir el tema para que el alumno tenga una idea previa antes de poner a su disposición los materiales con los que va a elaborar aprendizaje.
- Presentar todos los materiales de trabajo de forma organizada, para que tenga acceso sin dificultad.
- Potenciar la reorganización de la estructura conceptual del alumno favoreciendo el conflicto entre ideas ya adquiridas y una nueva estructura conceptual.
- Favorecer los planteamientos y resolución de problemas mediante el trabajo colaborativo, tanto en espacios formales como no formales e informales.

³⁷ LEON, José. El docente virtual. (Doc en línea); Medellín Colombia, Octubre de 2005, visita Noviembre 2006.

<http://weblog.educ.ar/educacion-tics/archives/EI%20papel%20%20tutor%20virtual.doc>

³⁸ LIZCANO REYES, Rafael. Ambiente virtual de aprendizaje de soporte a la Educación superior, ES-AVA. Bucaramanga, 2006, 44p. Trabajo de grado (Maestría en informática). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Sistemas.

- Diagnosticar las necesidades académicas de los alumnos, tanto para su formación como para la superación de los diferentes niveles educativos.
- Ayudar al alumno a seleccionar sus programas de formación en función de sus necesidades personales, académicas y profesionales.

2.3.3.3. Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA)

Un Sistema de Gestión del Aprendizaje (plataforma de teleformación, entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, sistema telemático de teleformación, etc.) es un software instalado en un servidor que se utiliza para la creación, gestión y distribución de cursos a través de Internet.³⁹

Por lo tanto, el objetivo fundamental del SGA es la de servir de contenedor de cursos, pero también incorporan otras herramientas para facilitar la comunicación y el trabajo colaborativo entre profesores y estudiantes, herramientas de seguimiento y evaluación del alumno, etc. Así, un SGA, en la actualidad, puede contar, entre otras, con herramientas de comunicación (sincrónica y asincrónica), herramientas de generación de contenidos y actividades, herramientas informativas, herramientas de gestión administrativa, etc. Algunos ejemplos de las herramientas más populares que integran, son: agendas, glosarios, foros, chat, videoconferencia, audio conferencia, streaming⁴⁰, blogs, webinars⁴¹, e-portfolios, estadísticas, etc.

Asimismo, todo SGA consta de un entorno de aprendizaje y relación social, al que acceden los alumnos, profesores y coordinadores y un entorno de administración, desde dónde se configuran los cursos, se dan de alta los alumnos, se importan contenidos, se habilitan servicios, etc.

Mediante distintos tipos de herramientas, el SGA permite que⁴²:

- Los profesores coloquen a disposición de los alumnos los objetivos del curso, su contenido y su reglamentación.
- Los tutores y coordinadores supervisen el desarrollo del curso y el avance de cada alumno.
- Los alumnos accedan a los contenidos, realicen la ejercitación prevista, se comuniquen entre sí y con el tutor para resolver dudas y realizar trabajos en grupo.
- Los administradores obtengan información “on-line” del progreso del curso y de las acciones administrativas relacionadas, tales como inscripción de alumnos, historial de cursos, etc.

³⁹<http://tecnologias.gio.etsit.upm.es/elearning/lms--learning-management-system--sistema-de-gestion-de-aprendizaje--25.asp>

⁴⁰ **Streaming** es un término que se refiere a ver u oír un archivo directamente en una página web sin necesidad de bajárselo antes al ordenador o computador.

⁴¹ Webinars: son seminarios publicados en la web, son un tipo de conferencia web.

⁴²Ibid.

Para poder cumplir con su propósito el SGA posee un conjunto mínimo de herramientas que pueden agruparse de la siguiente forma⁴³:

Herramientas de distribución de contenidos: editor de contenidos online; repositorios de archivos de imágenes; de vídeo y de texto como biblioteca “on-line”; sistema de reconocimiento de contenidos en CD; inserción de hipervínculos, imágenes y vídeos; administración de calendario de contenidos.

Herramientas de comunicación y colaboración: foros de discusión por curso; sala de chat por curso; formación de grupos de trabajo; comunicación con el tutor; miembros del curso; novedades y calendario del curso.

Herramientas de seguimiento y evaluación: estadísticas y ficha personal por alumno; seguimiento de cada actividad; sistemas de exámenes evitables por el docente o tutor; reportes de actividad.

Herramientas de administración y asignación de permisos: otorgamiento de permisos y autorizaciones; asignación de permisos por perfil de usuario; administración personal de perfiles de usuario; proceso de inscripción; planes de carrera y oferta formativa.

Algunos aspectos relacionados con especificaciones de configuración y componentes de un SGA se pueden enmarcar a partir de los siguientes tópicos⁴⁴:

Flexibilidad: Una plataforma ha de ser un sistema flexible en donde el material para los cursos se almacene respetando sus formatos de producción original, permitiendo la actualización y reutilización del mismo. Entre otras cosas debe permitir almacenar:

- El material de referencia y documental de texto, video o audio.
- El glosario vinculado e inteligente.
- La bibliografía referenciada y vinculaciones a web externas.
- Distintos tipos de evaluaciones.

Contenido: El manejo de una plataforma responde a:

- Diferentes formas multimedia.
- Las exigencias que demanden las herramientas que se elijan en función de:
El formato de llegada al usuario. Las características de la población objetivo. La temática del curso.

Tecnología: En el desarrollo de un SGA debe tenerse en cuenta:

- Usar tecnologías basadas en estándares internacionales.
- Tener un acceso eficiente para todos los usuarios.

⁴³<http://tecnologias.gio.etsit.upm.es/elearning/lms--learning-management-system--sistema-de-gestion-de-aprendizaje--25.asp>

⁴⁴ LIZCANO REYES, Rafael. Op. Cit 46p

- Utilizar un ancho de banda escalable, permitiendo accesibilidad desde módems o desde intranets de alta capacidad y velocidad, de tal manera que los participantes pueden ingresar y realizar los cursos en cualquier momento y desde cualquier lugar.
- Desarrollo de componentes de software que incluyan:
 - *Interfaz central de navegación (ICN)*. Es el corazón del SGA y permite que los participantes naveguen a través de los materiales y las diferentes actividades académicas. La ICN debe poder presentarse y organizarse en bloques de tiempo o por módulos de formación temáticos.
 - *Base de Datos de Medios*. Incluye todo lo relacionado con un curso de formación, entre los medios se encuentran contenidos como: texto, video clips, gráficos, hojas de cálculo, simuladores, enlaces de acceso a la www y otros.
 - *El aula virtual*. Es el espacio “virtual” donde se encuentran los actores del proceso para interactuar y colaborar en experiencias de trabajo individual y colaborativas.
 - *El Gestor de evaluación*. Esta conformado por un conjunto de componentes que permite a los docentes, realizar el proceso evaluativo. También debe permitir la evaluación entre pares (coevaluación) y los procesos de autoevaluación formativa.

2.4. AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE (AVA)

Basado en la investigación realizada por Rafael Lizcano ES-AVA se entiende que:

Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) es el entorno donde se desarrolla una parte de la totalidad del proceso enseñanza-aprendizaje, apoyado en las TIC. Estos entornos se crean tanto en organizaciones e instituciones educativas que quieran crear o compartir el conocimiento. Estos entornos existen y tienen como herramienta dispuesta al servicio de quien desee aprender, a las redes de computadoras y la informática⁴⁵.

En el proceso del elearning, los AVA surgen como el espacio, virtual obviamente, donde se relacionan los docentes virtuales con sus estudiantes virtuales, empleando las herramientas y facilidades que les proporciona los SGA. Donde, una vez más, se hace énfasis en los estudiantes como actores principales del proceso.

Como herramientas principales en este entorno se resalta la función de la Hipermedia y la Internet.

Recibe el nombre de Hipermedia la combinación de multimedia con los hipertextos. La multimedia es la combinación de texto, sonido, arte grafico, video y

⁴⁵ LIZCANO REYES, Rafael. Op. Cit 48p.

animación en algún medio electrónico. Y el hipertexto es un medio de acceso no lineal a la información, de esta manera son bloques de texto con sonidos, imágenes, videos y más textos como vínculos dentro del documento.

Internet es la interconexión mundial de redes autónomas de computadoras, distribuidas en la extensión del globo funcionan como una unidad coordinada comunicándose por el mismo protocolo de comunicación (TCP/IP).

El principal uso de los AVA es estimular el aprendizaje colaborativo apoyando una de las metodologías de la enseñanza más empleadas, como lo es el trabajo en grupo. Donde el tutor es el responsable de diseñar actividades que favorezcan a la interacción del estudiante con el tutor, otros estudiantes y cualquiera que haga parte de toda esta maquinaria de la dinámica del curso. Así se observa lo importante que son las habilidades del docente respecto del manejo de las TIC involucradas en el proceso.

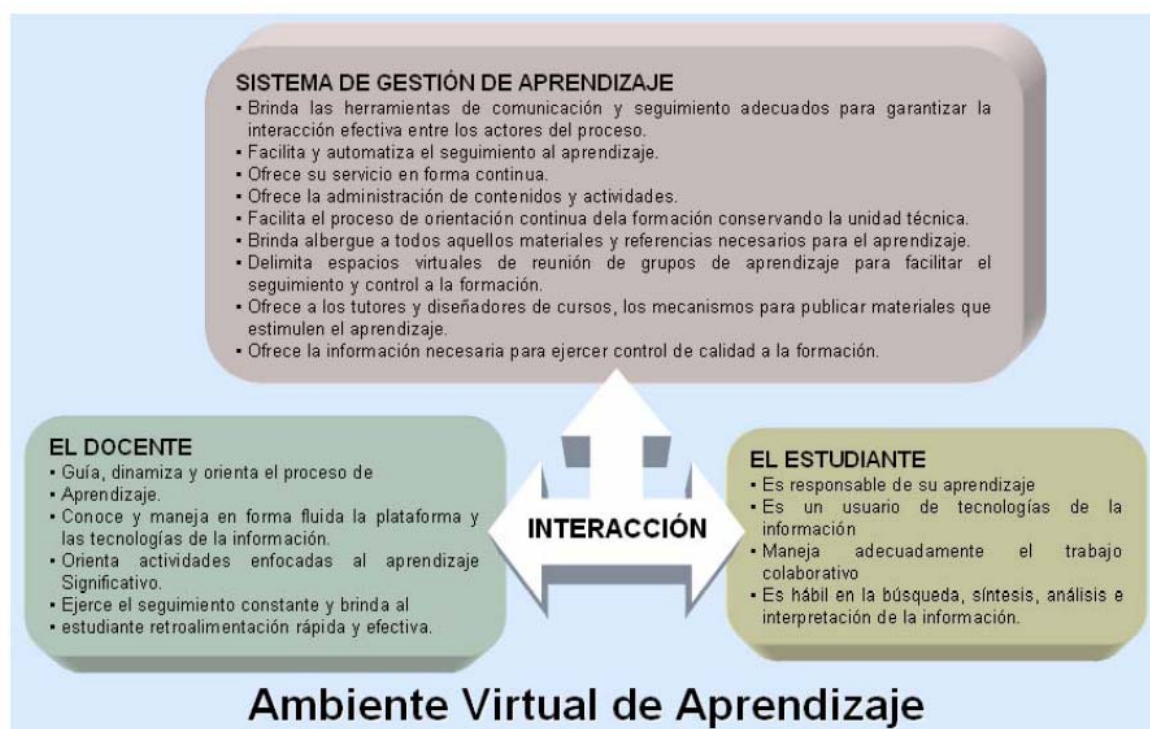


Figura 21. Componentes del entorno AVA⁴⁶

2.5. OBJETOS DE APRENDIZAJE (OA)

Los contenidos que conforman los cursos virtuales se enfrentan a un proceso de planificación, diseño y desarrollo, además de esto al estar apoyados en la

⁴⁶ LIZCANO REYES, Rafael. Op. Cit 47p.

tecnología se enfrentan a dos factores principales que son la reutilización y la estandarización.

En este sentido las primeras definiciones de Objetos de Aprendizaje son bastantes amplias y se refieren a: cualquier recurso que pueda apoyar el proceso de aprendizaje mediado por alguna tecnología.⁴⁷

A medida que las tecnologías fueron evolucionando e Internet permite la fácil emisión de información, se va que la necesidad de definir estándares evitando problemas adicionales en la publicación de contenidos. Del esfuerzo que hacen varios proveedores de elearning (SGA) en definir estándares, ven convertirse en una realidad la reutilización de los contenidos y dar soporte a los cursos en las diferentes plataformas.

Los cursos se componen de varias temáticas y generalmente dichas temáticas se pueden abordar de forma independiente. Luego es natural pensar que estas pueden ser empleadas en más de un curso.

Entonces se ve la definición de OA y se percibe que es una definición vaga, pero resulta ser que se hace de manera intencional, pues un OA va desde una simple pagina en HTML plano, hasta un módulo de varias páginas con animaciones, simulaciones, imágenes y demás, el limite lo pone el autor. El único requisito es que sea reutilizable.

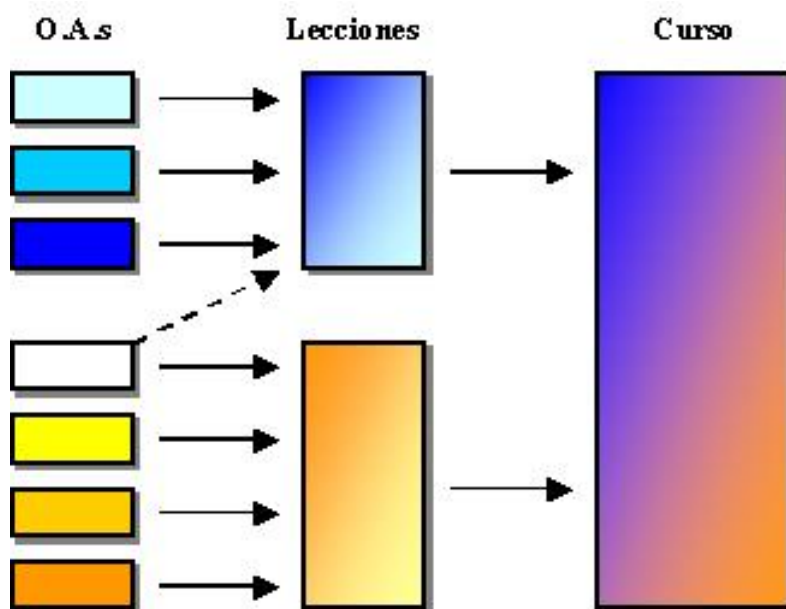


Figura 22. Estructura de integración de objetos de aprendizaje⁴⁸

⁴⁷ APROA. ¿Qué es un objeto de aprendizaje? (HTML). Chile. Visitado en Octubre de 2006. <http://www.aproa.cl/1116/propertyvalue-5538.html>

⁴⁸ Ibid.

Primordialmente un OA es reutilizable cuando este no es sensible del contexto y no se vincula directamente con otros OA. Independiente del contexto se refiere a que no haga parte de alguna situación en particular ni se vea ligada a un hecho circunstancial, como por ejemplo las noticias. Y que sea independiente de otros OA garantiza que si se necesita publicar en otro curso no dependa de los contenidos de otro objeto, caso en el cual debería “arrastrar” este OA con el, lo que puede generar un efecto domino. Aun así, si se puede exigir al estudiante que tenga claros unos conocimientos previos, en el caso de un OA de multiplicación se espera que el estudiante sepa sumar.

Al emplear los OA se busca superar cuatro problemáticas primordiales⁴⁹:

Material: los docentes no estarían dispuestos a cambiar el material que posee, por ejemplo un video conferencia en un formato wmv cambiarlo a un formato específico para un SGA.

Compatibilidad: se busca asegurar que los diversos apuntes de los tutores (imágenes, videos, animaciones) sean interpretados por una plataforma de elearning.

Reusabilidad: lograr que el material sea entendido por varios SGA a la vez.

Clasificación: evitar que el docente deba clasificar el material en cada una de las plataformas que lo use. Incorporando una clasificación al material, sin alterar su contenido y que además sea estándar.

Al solucionar las anteriores problemáticas se supera un fuerte factor económico y de tiempo, que limitaba el alcance al cual los actores estaban dispuestos a trabajar.

Los OA se pueden utilizar en dos diferentes actividades prácticas o modelos de formación, dependiendo si se cuenta con el soporte del profesor o no. Estas son⁵⁰:

- **Actividades de Secuencia automática:** Son aquellas que no requieren el seguimiento de un profesor ya que el sistema se encarga de realizar la revisión de las actividades y presentar resultados. A su vez, este tipo de actividad varía según la secuencia en que se presentan los contenidos.
 - o Secuencias dirigidas en la que los contenidos se presentan en forma predefinida por el profesor para el alumno.
 - o Secuencias guiadas donde el alumno decide los contenidos que desea ver, pero se imponen ciertos prerrequisitos para pasar de uno a otro.
 - o Secuenciación adaptativa, que es donde el sistema puede decidir la manera de secuenciar los contenidos basándose en las características o estilos de aprendizaje del alumno.
- **Actividades colaborativas:** Están pensadas para que el proceso de corrección y evaluación de actividades sean realizadas por parte del tutor o

⁴⁹ LIZCANO REYES, Rafael. Op. Cit 54p.

⁵⁰ Ibid 56p.

coordinador de un curso. En estas actividades no hay un proceso de secuenciación, pero si una estructura y planificación para el desarrollo de actividades.

2.5.1. Estándares para el empaquetamiento de OA⁵¹

La falta de un consenso y estándar en el manejo de la información de los OA y el registro de las actividades realizadas por los estudiantes, era la gran falencia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aplicada a la educación, pues no podían garantizar la durabilidad, interoperabilidad ni reutilización de los materiales disponibles en la red.

Con el objetivo de lograr un mayor aprovechamiento e integración de los sistemas de formación y educación, se han hecho esfuerzos de instituciones educativas y empresariales para la búsqueda de una estandarización de la tecnología de aprendizaje. La definición y uso de los estándares permite a los desarrolladores de contenidos crear componentes independientes de la plataforma educativa que se vaya a utilizar, facilitando la construcción, mantenimiento y actualización de los contenidos.

Muchos organismos como AICC⁵², IEEE⁵³, IMS y ADL⁵⁴ han buscado definir estándares para plataformas de gestión de aprendizaje y manejo contenidos, tratando de lograr la fácil integración de OA reutilizables en los sistemas de formación y educación. En esta búsqueda se han creado formatos como:

- **RIO** (Reusable Information Objects)
- **ESM-BASE** (Educational Systems based on Multimedia Databases)
- **OLA** (Oracle Learning Architecture)
- **SCORM** (Shareable Courseware Object Reference Model Initiative).

Cada una de estas iniciativas empaqueta los objetos de aprendizaje de forma diferente y ofrece diversas funcionalidades. Los módulos que utilizan cada uno de estos estándares no se pueden utilizar en entornos diferentes. Por ejemplo: un SGA que soporte Scorm no puede abrir un objeto OLA con el mismo mecanismo.

⁵¹ LIZCANO REYES, Rafael. Op. Cit 57p.

⁵² Aviation Industry CBT Committee. Entidad que busca promover los estándares de interoperabilidad que los desarrolladores de software puedan llegar a utilizar en las diferentes industrias.

⁵³ Comité de Estandarización de Tecnologías Educativas de la IEEE.

⁵⁴ Advanced Distributed Learning, División del departamento de defensa de E.U. para la formación de nuevas tecnologías Web para la educación virtual.

2.6. SCORM (SHAREABLE COURSEWARE OBJECT REFERENCE MODEL INITIATIVE)⁵⁵

El modelo de referencia para objetos de contenidos intercambiables (traducción al español de la sigla SCORM), es un marco de trabajo empleado para definir y acceder a la información de objetos de aprendizaje de manera tal que puedan ser compartidos entre los diferentes SGA fácilmente. SCORM fue desarrollado como una respuesta del departamento de Defensa de los Estados Unidos para promover la estandarización en el elearning.

La frustración que el Departamento de Defensa tenía con los problemas encontrados a la hora de compartir cursos de enseñanza entre los diferentes SGA que manejaban en su organización, fue lo que los llevó a que en 1997 formarán el ADL, grupo de especificaciones para la distribución avanzada de la enseñanza, para crear una forma en que los contenidos de aprendizajes fuesen soportados por varios sistemas. Así es como ADL crea la primera versión de SCORM.

SCORM fue diseñado para mover fácilmente el contenido de los cursos y la información relacionada a ellos (como los registros de estudiantes) de una plataforma a otra, convertir los contenidos de los cursos en objetos modulares que puedan ser reutilizados en otros cursos y permitir que cualquier SGA pueda buscar otros contenidos de cursos.

Las especificaciones SCORM, que se distribuyen a través de la red de la iniciativa ADL, definen unos medios basados en XML para representar las estructuras del curso, la interfaz de aplicación del programa (API: Application Programming Interface), el modelo de datos de los contenidos del SGA, una especificación de publicación de contenido y una especificación de registros en metadatos para todos los componentes de un sistema.

SCORM ha sido una de las especificaciones de mayor penetración en el uso de SGA. Algunas plataformas muy conocidas y de amplio uso como son: BlackBoard, WebCT y Moodle, soportan OA empaquetados según los lineamientos de este estándar.

⁵⁵ LIZCANO REYES, Rafael. Op. Cit 139p.

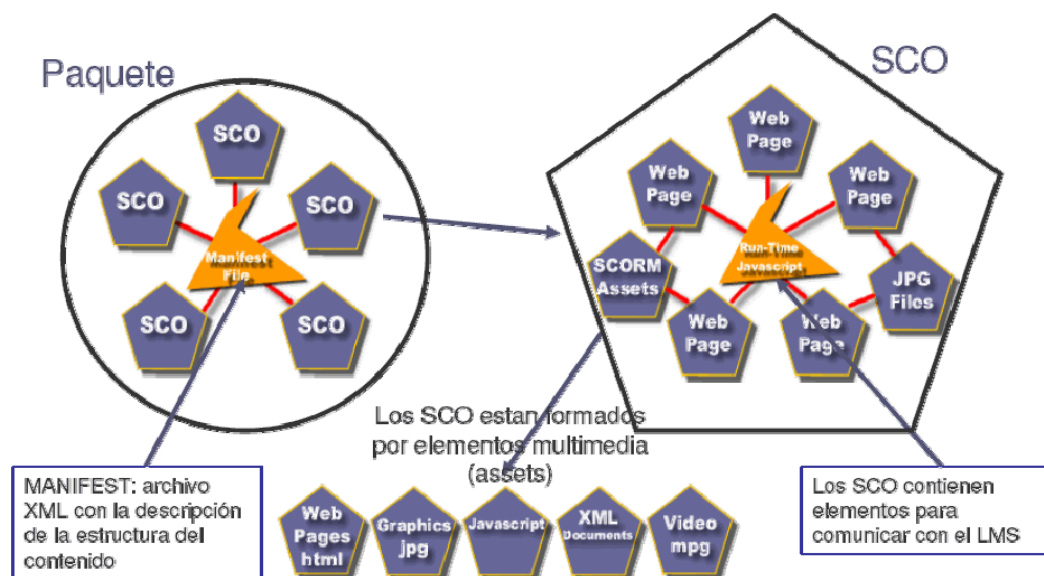


Figura 23. Estructura de los paquetes de contenido SCO⁵⁶

2.7. SISTEMAS DE INFERENCIA BORROSO (SIB)⁵⁷

Los SIB permiten modelar el comportamiento de un sistema real, por medio de un proceso de inferencia que consiste en la extracción de conclusiones a partir de ciertas premisas y un conjunto de reglas borrosas. Los SIB son una plataforma popular de computo basada en los conceptos de La Teoría de los conjuntos borrosos, las reglas borrosas IF – THEN, y el razonamiento borroso. La estructura básica de un SIB consta de cinco componentes (ver Figura 24), que se deben implementar de forma ordenada y sucesiva. La estructura básica de un SIB consiste de cinco componentes conceptuales,

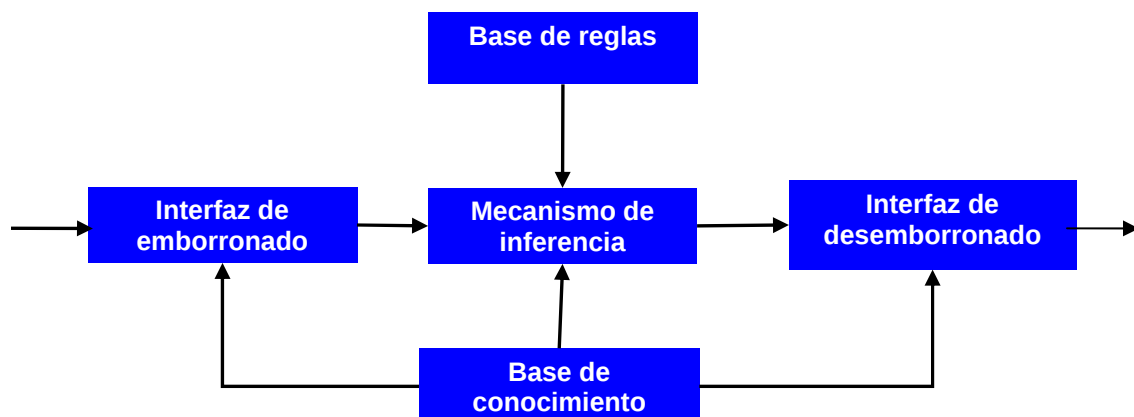


Figura 24. Estructura de un SIB

⁵⁶ VIVANCOS, Jordi. Objetos didácticos digitales y estándares abiertos elearning. (PDF) Barcelona, 2005. http://www.xtec.net/~jvivanco/odd/odd_cas_2005.pdf

⁵⁷ REYES, Juan C. Op. Cit apuntes de clase.

Emborronado. Convierte la entrada lógica o crisp en un valor borroso determinado por una FM⁵⁸.

La Base de Datos. Define las FM que se utilizan en las reglas borrosas por medio de etiquetas lingüísticas, que son descritas por expertos en el proceso.

La Base de Reglas. Contiene el conjunto de acciones a realizar en función del estado. La composición de reglas correspondientes a la base es representada por medio de operaciones lógicas y asume la estructura *IF [condición] THEN [Acción]*, A continuación, se presentan ejemplos de este tipo de reglas:

Si presión es alta entonces volumen es pequeño
Si la velocidad es alta entonces frenar un poco

Mecanismo de Inferencia. Realiza el procedimiento de inferencia sobre las reglas borrosas y los datos suministrados para producir una respuesta.

Desemborronado. Proceso que consiste en extraer u obtener un valor binario de un CB de salida como valor representativo, para ello se aplican los métodos de desemborronado que varían según el SIB empleado.

Centro de área. El método del centro de área, también conocido como del centroide, se basa en el cálculo del valor del CB de salida, tal que se divida en partes iguales el área bajo la curva de distribución posibilística resultante de la composición de reglas, en la forma analítica sería:

$$Z = \frac{\int z * \mu_A(z)}{\int \mu_A(z)}$$

En donde $\mu_A(z)$, es la salida agregada de las FM. Este es el método de desemborronado más utilizado, el cual hace recordar los valores de los cálculos de las distribuciones de probabilidad.

Centro de sumas. Este método considera la contribución de cada área en forma independiente, en el método del centro de área se toma la unión de cada una de las reglas borrosas activas, mientras este método toma la suma de cada uno de los conjuntos, de esta forma, Si un área se repite, se considera de nuevo evitando el problema de solapamiento, analíticamente, tiene la siguiente forma:

⁵⁸ Terano T., Asai K., M. Sugeno, Theory and its applications, 1991.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \cdot \sum_{k=1}^m \mu_{Z^{(k)}}(y_i)}{\sum_{i=1}^l \cdot \sum_{k=1}^m \mu_{B^{(k)}}(y_i)}$$

Centro de mayor área. Se tiene un CB de salida no convexo, el centro de área, y el centro de sumas tendrán una salida en una zona intermedia, donde el CB tiene poca importancia, luego la solución es tomar el CB con mayor área y calcularle su centro de área.

$$Z = \frac{\int \mu_{c_m}(z)z dz}{\int \mu_{c_m}(z)dz}$$

Primer máximo (Som), ultimo máximo (Lom) y media de máximos (Mom). Toma el valor mas pequeño, mas grande o medio del núcleo del CB resultante, respectivamente. Tiene un costo computacional muy bajo, pero el valor de salida es menos representativo que los métodos anteriores y tiende a producir discontinuidades, es decir genera una salida no continua para pequeños cambios en la entrada⁵⁹.

Para ilustrar mejor los anteriores métodos se exhibe a continuación una figura con todos ellos (ver Figura 25).

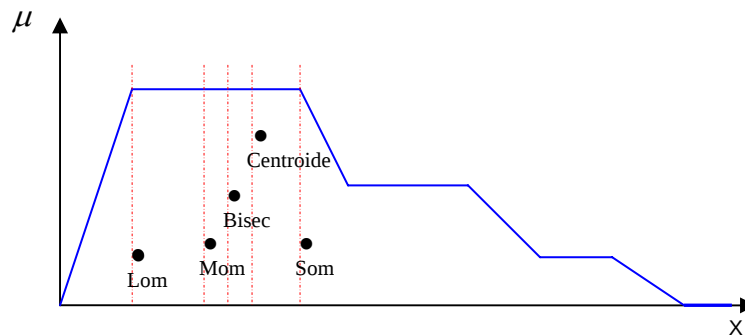


Figura 25. Métodos de Desemborronado⁶⁰

2.7.1. Tipos de SIB.

La importancia suministrada por La Teoría de los conjuntos borrosos generó un interés creciente en el desarrollo de aplicaciones basadas en sus fundamentos, hecho que provocó el nacimiento de los SIB, considerados las mayores aplicaciones de La LB. Hoy se cuentan tres tipos de SIB, que presentan

⁵⁹ Ross T., Fuzzy Logic with Engineering Applications, McGraw –Hill, 1997

⁶⁰ REYES, Juan C. Op Cit apuntes de clase.

diferencias puntuales, específicamente, en el tipo de reglas borrosas y los métodos de desemborronado utilizados.

2.7.1.1. SIB tipo Mandami.

El SIB tipo Mandami fue propuesto en el año de 1975 por Ebrahim Mandami y un grupo de estudiantes del Colegio Queen Mary de Londres, como un primer intento para controlar un motor de vapor en combinación con una caldera, mediante un conjunto de reglas lingüísticas adquiridas de operadores humanos con experiencia, proceso del que se obtenía un CB de salida al que se aplicaba un método de desemborronado⁶¹.

El esquema de inferencia para el SIB tipo Mandami se presenta en La Figura 26:

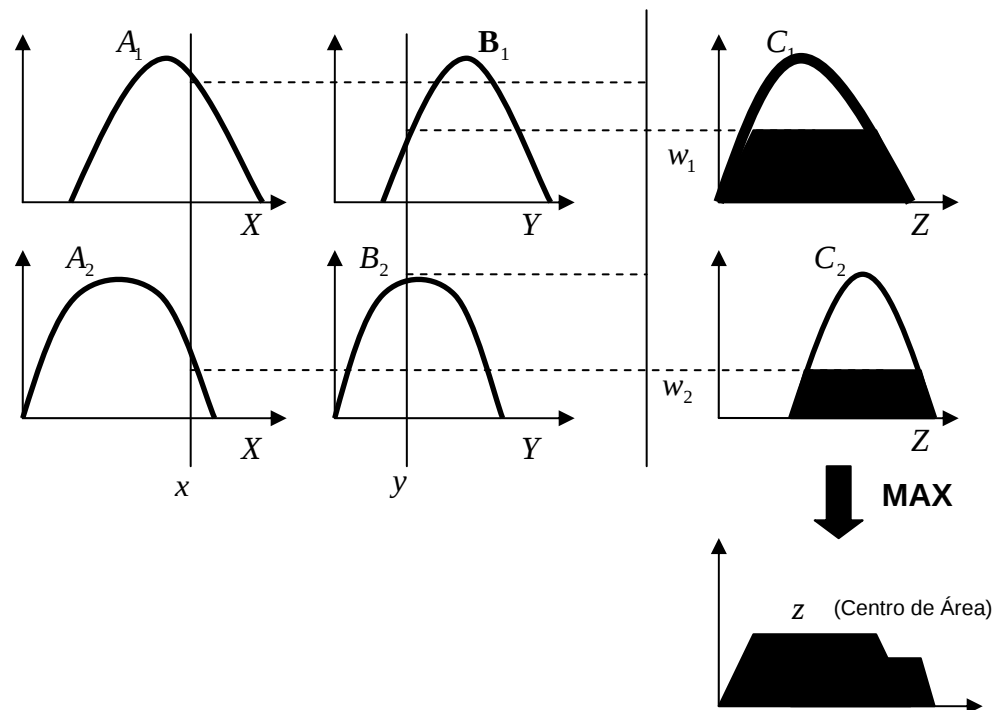


Figura 26. Esquema de Inferencia Para un SIB Tipo Mandami⁶²

Las reglas de un SIB tipo Mandami poseen la de la siguiente estructura:

$si (x \text{ es } A_1) Y (y \text{ es } B_1) \text{ entonces } z \text{ es } C_1$
 $si (x \text{ es } A_2) Y (y \text{ es } B_2) \text{ entonces } z \text{ es } C_2$

Ventajas de un SIB tipo Mandami

⁶¹ Mandami E., Applications of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic Systems, IEEE Trans. On Systems, Man, and Cybernetics, 26(12), pp. 1182-1191, 1977.

⁶² REYES, Juan C. Op Cit

- Facilidad par la derivación de las reglas
- Interpretabilidad de las reglas borrosas
- Conservan la esencia de La LB

Desventajas de un SIB tipo Mandami

No garantizan la continuidad de la superficie de salida
Menor eficiencia computacional

Un modelo borroso de Mandami para una entrada y una salida es mostrado a continuación (ver Figura 27)

Reglas del modelo:

- IF X es pequeño THEN Y es pequeño
- IF X es medio THEN Y es medio
- IF X es grande THEN Y es grande

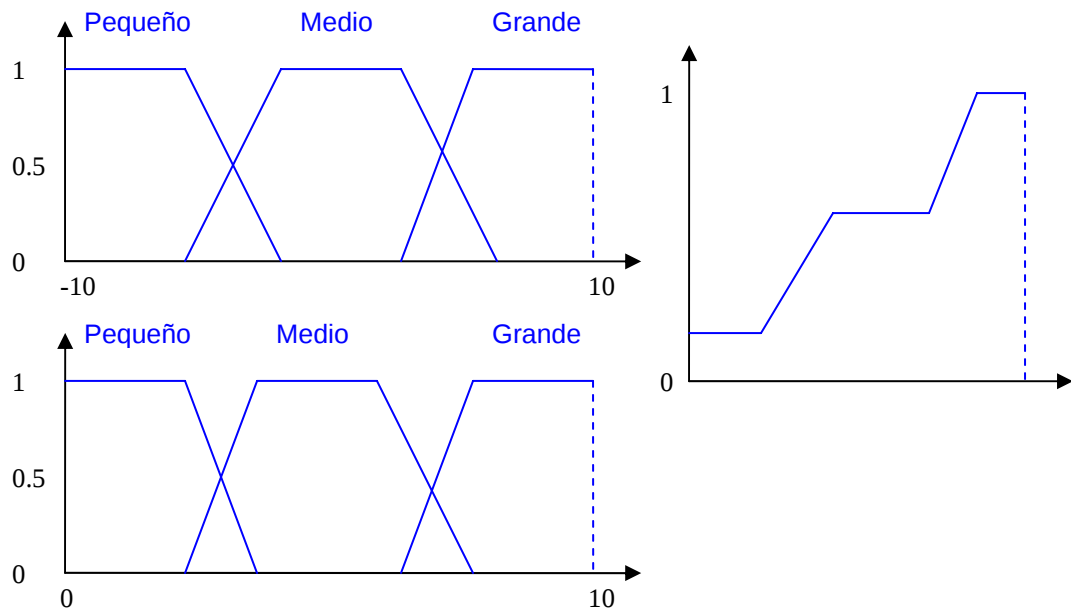


Figura 27. Modelo Borroso de Mandami⁶³

Considerada la eficiencia de cómputo y la facilidad de manejo matemático, Los SIB tipo Mandami no siguen, estrictamente, la definición de la regla de composición Máx. – Min. de inferencia.

- Operador AND (generalmente T – norm) para calcular la fuerza de disparo de una regla con antecedentes con AND.

⁶³ REYES. Juan C. Op Cit.

- Operador OR (generalmente T – conorm) para calcular la fuerza de disparo de la regla con antecedentes con OR.
- Operador de implicación (generalmente T- norm) para calcular las funciones de pertenencia calificando al consecuente basado en la fuerza del disparo de la regla.
- Operador de agregación (generalmente T – conorm) para la agregación de las funciones de pertenencia calificando el consecuente par generar una salida general de las funciones de pertenecía.

Para mayor claridad sobre este tipo de SIB, se resolverán una situación que involucra un sistema de control.

Ejemplo “Modelo borroso de Mandami para dos entradas y una salida”⁶⁴

Se considera un proceso cuyo estado esta caracterizado por las variables ling isticas Presión y Temperatura y por una variable de acción, representada por la apertura de una válvula de control (ver Figura 28).

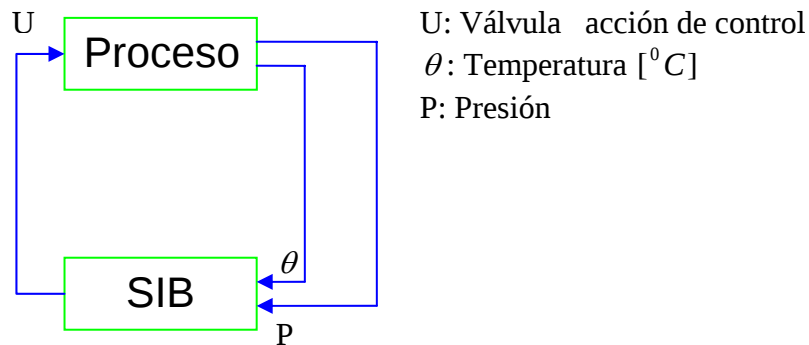


Figura 28. Lazo de Control con SIB⁶⁵

Variables utilizadas: La variable Presión tiene un universo de discurso de [0 10] HP_a (Hectopascales) y 3 particiones borrosas, ver Figura 29. De modo similar la variable Temperatura se mueve en un rango de [50-200] $^{\circ}$ C , con tres particiones borrosas, ver Figura 30. Para la válvula de control, la apertura y cierre se dará en porcentaje [-100 0 100] % respecto a la posición inicial (valor incremental) se representa como variable ling istica, ver Figura 31.

⁶⁴ Solución y gráficas de Juan Carlos Reyes, Codirector de la presente investigación.

⁶⁵ REYES, Juan C. Op Cit

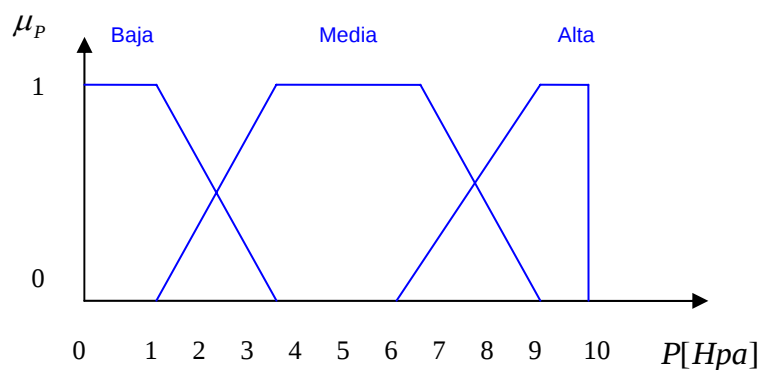


Figura 29. Variable Presión⁶⁶

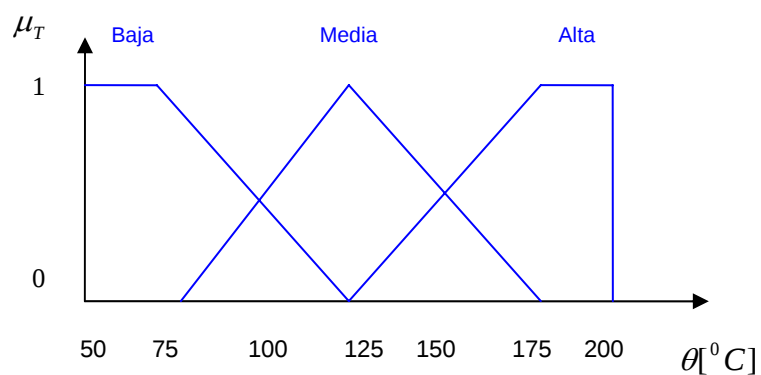


Figura 30. Variable Temperatura⁶⁷

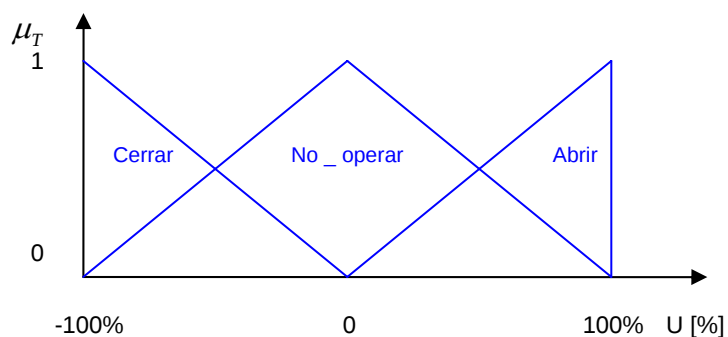


Figura 31. Variable de Acción (válvula)⁶⁸

Base de Reglas: La base de reglas consta de 9 reglas, que representan las combinaciones generadas por las particiones borrosas de las variables que componen el sistema.

⁶⁶ REYES, Juan C. Op Cit.

⁶⁷ Ibid.

⁶⁸ Ibid.

- R_1 : Si p es baja Y θ es baja ENTONCES U es abrir
 R_2 : Si p es media Y θ es baja ENTONCES U es abrir
 R_3 : Si p es alta Y θ es baja ENTONCES U No_operar
 R_4 : Si p es baja Y θ es media ENTONCES U es abrir
 R_5 : Si p es media Y θ es media ENTONCES U No_operar
 R_6 : Si p es alta Y θ es media ENTONCES U es cerrar
 R_7 : Si p es baja Y θ es alta ENTONCES U es No_operar
 R_8 : Si p es media Y θ es alta ENTONCES U es cerrar
 R_9 : Si p es alta Y θ es alta ENTONCES U es cerrar

Después de especificar el SIB, se quiere encontrar la acción a tomar para el caso específico de:

$$p = 7 \text{ Hpa} \quad \theta = 150^\circ \text{ C}$$

Al aplicar el proceso de emborronado para la variable Presión, ver Figura 32, se obtiene:

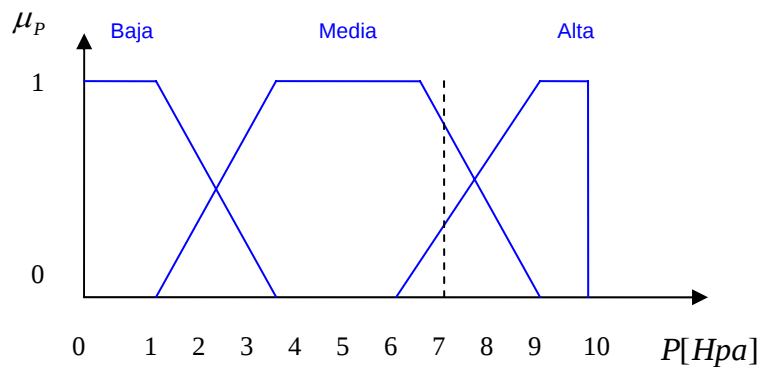


Figura 32. Emborronado Variable Presión

Al aplicar el proceso de emborronado para la variable Temperatura, ver Figura 33, se obtiene:

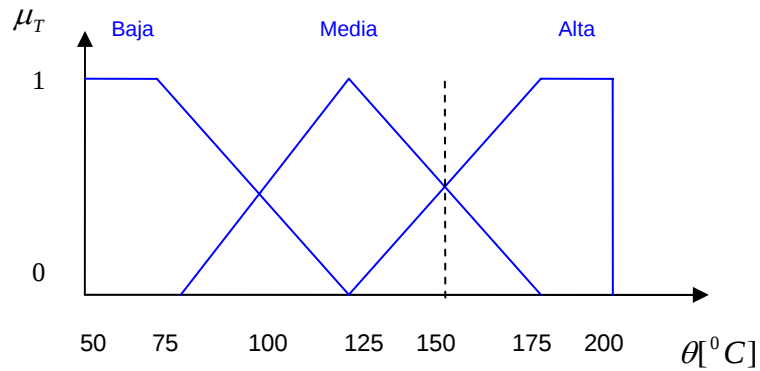


Figura 33. Emborronado Variable Temperatura

Luego de aplicar las formulas de las FM, para el caso particular de, $p = 7\text{Hpa}$ $\theta = 150^\circ\text{C}$, se concluye que:

$$p : 0.33 \text{ alta y } 0.67 \text{ media}$$

$$\theta : 0.5 \text{ alta y } 0.5 \text{ media}$$

Ahora se a la activación y desactivación de reglas. De la variable Presión se desactivan R_1, R_2 y R_3 , de la variable Temperatura se desactivan R_4 y R_7 , quedan activas las siguientes reglas:

R_5 : Si p es media Y θ es media ENTONCES U No_operar

R_6 : Si p es alta Y θ es media ENTONCES U es cerrar

R_8 : Si p es media Y θ es alta ENTONCES U es cerrar

R_9 : Si p es alta Y θ es alta ENTONCES U es cerrar

Para este ejercicio se utilizará el operador mínimo para la intersección, con el que se fijarán los antecedentes de las reglas:

$$R_5 : \min \{0.67, 0.5\} = 0.5$$

$$R_6 : \min \{0.33, 0.5\} = 0.33$$

$$R_8 : \min \{0.67, 0.5\} = 0.5$$

$$R_9 : \min \{0.33, 0.5\} = 0.33$$

Si no se hubiera desactivado las demás reglas, es fácil ver que de todas maneras su resultado serio nulo porque $(\min\{0, \alpha\} = 0 \text{ para todo } \alpha \geq 0)$.

Agregación de reglas: Las gráficas de las reglas activas para este proceso quedan así (Figuras 34, 35, 36, 37):

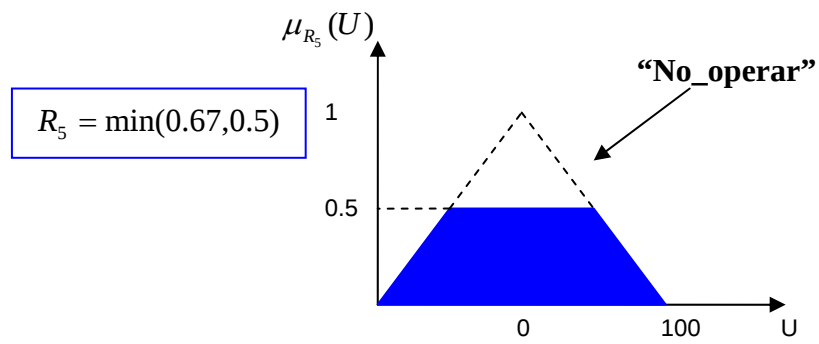


Figura 34. Regla Activa #5

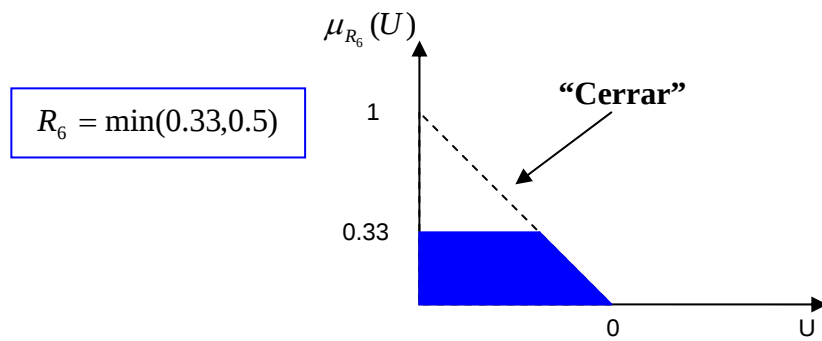


Figura 35. Regla Activa #6

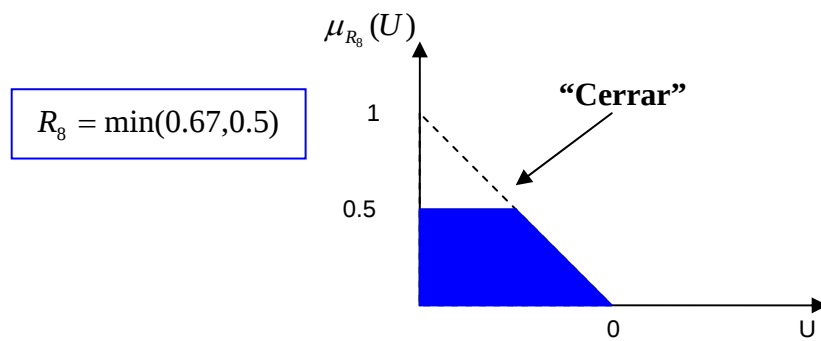


Figura 36. Regla Activa #8

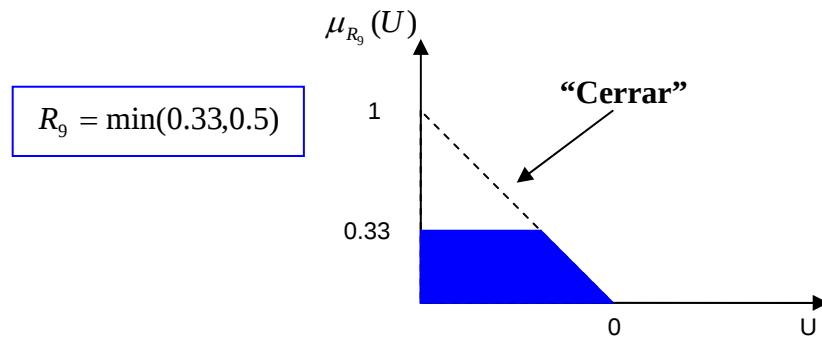


Figura 37. Regla Activa #9

Se procede a la agregación de reglas, por medio de operador máximo, el CB de salida tiene la forma de la Figura 38.

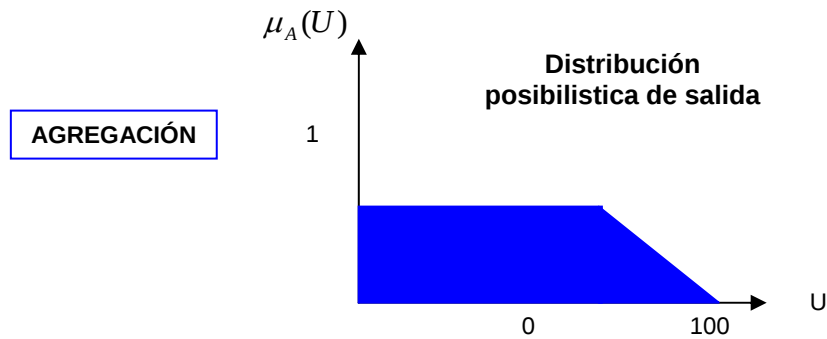


Figura 38. Agregación de Reglas Activas

En la agregación se obtiene el CB de salida, al cual se le aplica un método de desemborronado para encontrar una respuesta cuantitativa, el más conveniente para este caso en particular es el centro de área discreto.

$$Z = \frac{\sum_z z * \mu_A(z)}{\sum_z \mu_A(z)}$$

Reemplazando en la ecuación se obtiene:

$$Z = -12.5$$

Quiere decir que la válvula debe cerrarse un 12.5 % de estado que tiene actualmente.

2.7.1.2. SIB tipo TSK.

También conocido como el modelo de Sugeno, fue propuesto por Takagi, Sugeno y Kang en el año de 1985 como un esfuerzo para desarrollar un enfoque

sistemático que genera las reglas borrosas a partir de un conjunto de datos entrada – salida⁶⁹.

El esquema de inferencia para el SIB tipo Sugeno se presenta en La Figura 39:

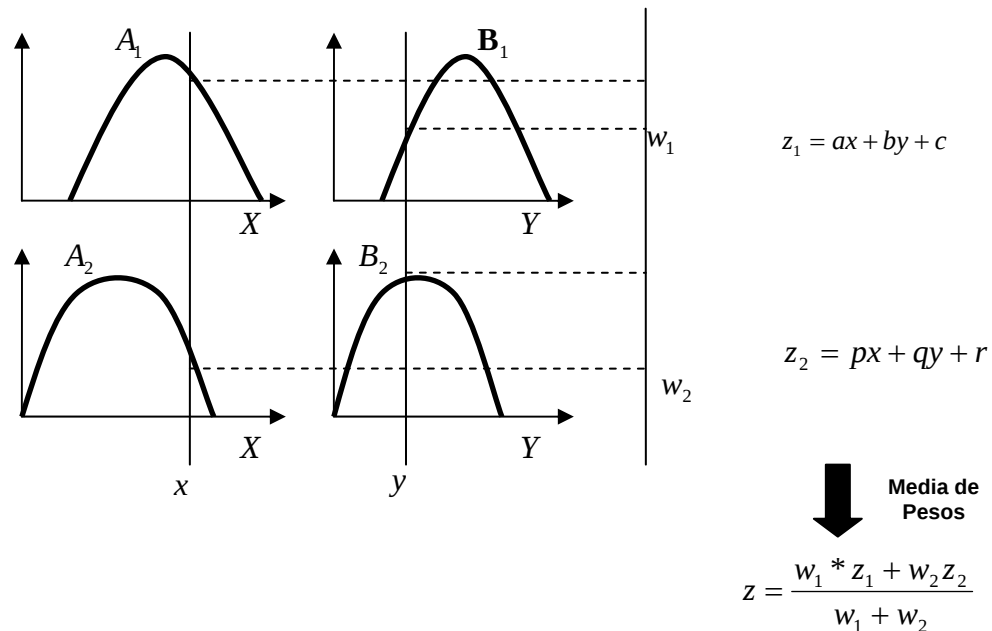


Figura 39. Esquema de Inferencia Para un SIB Tipo Sugeno

Una regla borrosa típica en un modelo de Sugeno tiene la forma:

si (x es A) Y (y es B) entonces $z = f(x, y)$

Donde A y B son CB y $f(x, y)$ una función crisp; si la función $f(x, y)$ es polinomial se tiene un sistema de primer orden, en el caso de ser $f(x, y)$ una constante se tiene un sistema de orden cero.

Ventajas de un SIB tipo Sugeno

- Incrementan la precisión
- Mayor eficiencia computacional
- Facilidad para el análisis del sistema
- No necesitan interfaz de desemborronado

⁶⁹Takagi T., and Sugeno M., Fuzzy Identification of System and its Application to Modelling and Control. IEEE Trans on SMC, 15(1), 116-132, 1985.

- Garantizan la continuidad en la superficie de salida

Desventajas de un SIB tipo Sugeno

- El consecuente es una fórmula matemática y no proporciona un marco natural para representar conocimiento humano.
- Limitan la representación de los principios de La LB.

Para mayor claridad sobre este tipo de SIB, se resolverá una situación que involucra un sistema de control.

Ejemplo “modelo borroso de Sugeno con dos entradas y una salida”⁷⁰.

Modelado borroso tipo TSK del problema del péndulo invertido, (ver Figura 40):

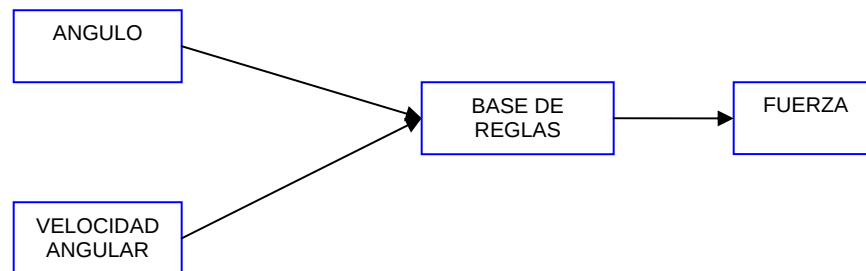


Figura 40. Esquema del ejemplo controlador TSK

Variables: Las variables del proceso están determinadas de la siguiente manera, dos variables de entrada, la variable Ángulo de Desviación θ , conformada por dos FM de tipo triangular y con rango de $[0\ 1]$, ver Figura 41, la variable Velocidad v , conformada por dos FM de tipo triangular y con rango de $[0\ 1]$, ver Figura 42, la variable de salida denominada fuerza f , conformada por cuatro polinomios lineales que relacionan, por medio de un muestreo y técnicas de mínimos cuadrados, las entradas con las salidas deseadas ver Figura 43, se determina un polinomio por cada regla que conforma el sistema.

⁷⁰ Solución y gráficas de Juan Carlos Reyes, codirector del presente proyecto.

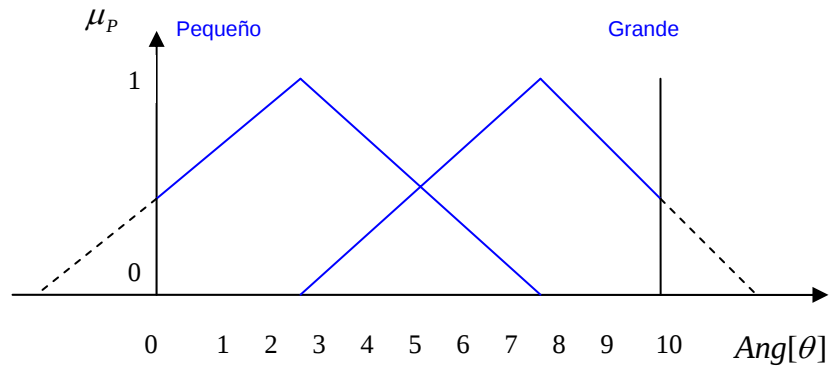


Figura 41. Variable Angulo de Desviación

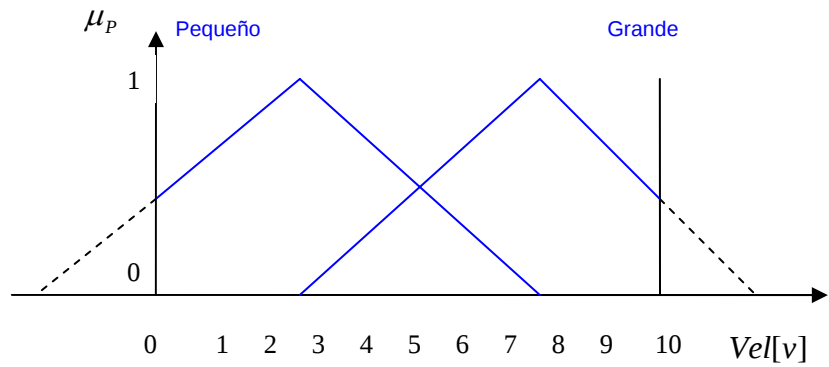


Figura 42. Variable Velocidad

Consecuentes de las reglas

$$f = -\theta + v + 1$$

$$f = -v + 3$$

$$f = -\theta + 3$$

$$f = \theta + v + 2$$

Figura 43. Polinomios de Aproximación

Base de reglas: La base de reglas quedará conformada de la siguiente manera:

R_1 si θ es pequeño AND v es pequeño THEN $f = -\theta + v + 1$

R_1 si θ es pequeño AND v es grande THEN $f = -v + 3$

R_1 si θ es grande AND v es pequeño THEN $f = -\theta + 3$

R_1 si θ es grande AND v es grande THEN $f = \theta + v + 2$

Luego de especificar el SIB se especifica la acción a tomar para el caso particular de entrada.

Angulo de desviación $\theta = 3$

Velocidad $v = 6$

Se aplica primero el proceso de emborronado para la variable Angulo de Colocación, ver Figura 44, y para la variable Velocidad, ver Figura 45:

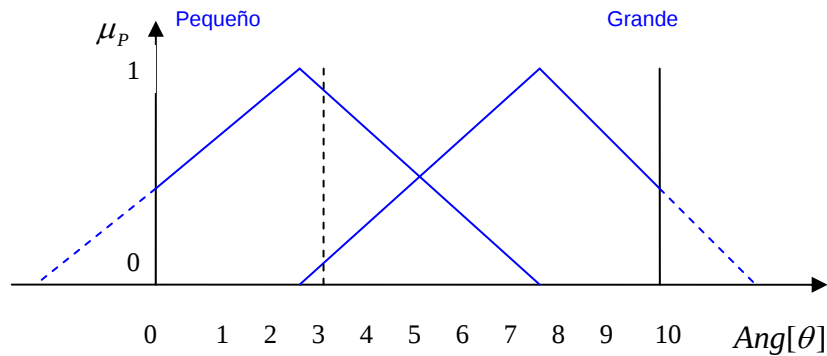


Figura 44. Emborronado Variable Angulo de Colocación

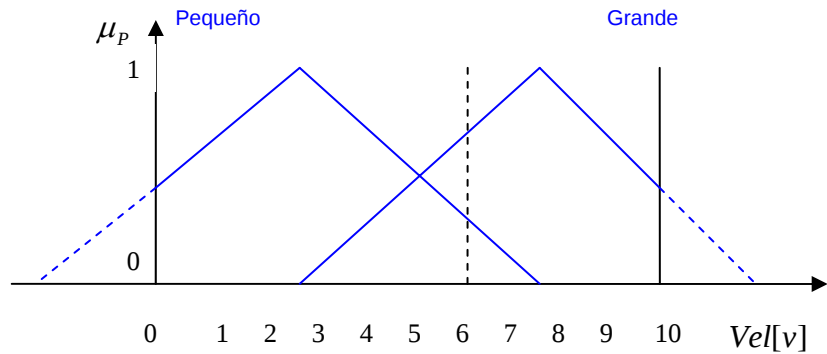


Figura 45. Emborronado Variable Velocidad

Al aplicar la formula de desemborronado para la función triangular, se obtienen los siguientes valores:

$$\begin{array}{ll} 0.9 \text{ pequeño} & 0.1 \text{ grande} \\ 0.3 \text{ pequeño} & 0.7 \text{ grande} \end{array}$$

Para este ejemplo todas las reglas se activaron, luego se utiliza el operador mínimo para la intersección, de lo anterior se obtiene:

$$R_1 : \text{Min} [0.9 \quad 0.3] = 0.3$$

$$R_2 : \text{Min} [0.9 \quad 0.7] = 0.7$$

$$R_3 : \text{Min} [0.1 \quad 0.3] = 0.1$$

$$R_4 : \text{Min} [0.1 \quad 0.7] = 0.1$$

Donde sobresale el vector $W_i = [0.3 \ 0.7 \ 0.1 \ 0.1]$

El siguiente paso es obtener el vector Z_i , del conjunto de los polinomios que se activaron con las reglas para el caso específico $\theta = 3$ y $v = 6$.

$$\begin{aligned} f &= -\theta + v + 1 = -3 + 6 + 1 = 4 \\ f &= -v + 3 = -6 + 3 = -3 \\ f &= -\theta + 3 = -3 + 3 = 0 \\ f &= \theta + v + 2 = 3 + 6 + 2 = 11 \end{aligned}$$

Donde sobresale el vector $Z_i = [4 \ -3 \ 0 \ 11]$.

Por último se aplica el proceso de desemborronado:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^N W_i * Z_i}{W_i}$$

Al reemplazar en la ecuación:

$$X = \frac{[(0.3 * 4) + (0.7 * -3) + (0.1 * 0) + (0.1 * 11)]}{[0.3 + 0.7 + 0.1 + 0.1]} = \frac{0.2}{1.2} = 0.167$$

Para el caso de $\theta = 3$ y $v = 6$ la acción a tomar es $f = 0.167$

El modelo de Sugeno es el candidato más popular para el modelado borroso basado en datos de muestreo.

2.8. MOODLE (MODULAR OBJECT ORIENTED DISTANCE LEARNING ENVIROMENT)⁷¹



Figura 46. Logotipo de Moodle*

Como parte de la investigación de ES-AVA, Rafael Lizcano realiza un estudio con el cual selecciona a moodle como SGA para realizar sus desarrollos de cursos virtuales. Se mencionan a continuación algunos de los resultados de dicho estudio⁷².

⁷¹ <http://www.moodle.org>

* Imagen corporativa de Moodle, libre uso.

⁷² LIZCANO, Rafael. Op. Cit 71p.

El desarrollo de moodle fue iniciado en los años noventa por Martin Dougiamas, siendo el mismo quien continúa dirigiendo el proyecto. Existe un gran grupo de colaboradores quienes coordinan las comunidades de apoyo y desarrollo en todo el mundo, todo esto a través del portal de la comunidad, que es a su vez una instalación de Moodle.

Moodle, fue la respuesta de Martin a su encuentro con situaciones frustrantes en el uso de WebCT y la convicción por encontrar algo mejor y diferente a BlackBoard. Es un proyecto activo y en constante evolución. Ha progresado a través de varios prototipos muy diferentes, la versión 1.0 del 2002 se orientó a las clases más pequeñas, más intimas a nivel de Universidad, y fue objeto de estudios de investigación de casos concretos que analizaron con detalle la naturaleza de la colaboración y la reflexión que ocurría entre estos pequeños grupos de participantes adultos, desde entonces, han salido nuevas versiones que añaden nuevas características, mayor compatibilidad y mejoras de rendimiento.

El software es de uso libre y código abierto, distribuido bajo la Licencia Pública GNU. Actualmente existen mas de 11683 sitios distribuidos en 156 países que utilizan Moodle y se han registrado en la comunidad.

A nivel mundial se destacan varios sitios relacionados en el Listado de Grandes Instalaciones de Moodle (http://docs.moodle.org/es/Grandes_Instalaciones). Importante mencionar el anuncio de la Open University (OU), Universidad a Distancia del Reino Unido (150,000 alumnos no graduados y más de 30,000 postgraduados) de adoptar Moodle, quienes se convertirán en la comunidad Moodle más grande del mundo⁷³. En Colombia hay más de 250 sitios registrados, entre los cuáles se destacan los siguientes:

- Universidad de Caldas (<http://campusvirtual.ucaldas.edu.co/moodle/>)
- Universidad Francisco de Paula Santander (<http://uvirtual.ufpso.edu.co/>)
- Universidad de Manizales (<http://virtualmoodle.umanizales.edu.co/moodle/>)
- Universidad del Valle (<https://proxse13.univalle.edu.co/campus/moodle/>)
- SENA regional Santander (<http://www.senasantander.org/cursos/stdervirtual>).

Algunos de los aspectos más importantes de la plataforma:

- Utiliza paquetes de idiomas que permiten una adaptación completa de la interfaz a casi cualquier idioma. Estos paquetes pueden editarse con una utilidad integrada. Actualmente hay paquetes para 34 idiomas.
- Se requiere de un servidor web. La mayoría de usuarios utiliza Apache, pero Moodle funciona correctamente en cualquier otro servidor que soporte PHP (versión 4.1.0 o posterior), con las siguientes características: GD

⁷³ http://www3.open.ac.uk/events/7/2005118_40887_nr.doc

library activada, con soporte para los formatos JPG y PNG, Soporte para sesiones (sessions) activado, Habilitada la posibilidad de enviar (upload) archivos y Modo seguro (safe mode) desactivado.

- Se recomienda el uso de las bases de datos MySQL o PostgreSQL, para los que ya se encuentran escritos los scripts de conexión y creación de tablas. Sin embargo, cualquier otra base de datos puede ser utilizada siempre que se desarrollen los códigos de conexión y manejo de consultas. Además, el sistema requiere sólo una base de datos y puede coexistir con tablas destinadas para otras aplicaciones.
- Se ha puesto énfasis en una seguridad sólida en toda la plataforma. Todos los formularios son revisados, las cookies encriptadas, etc.
- El sistema proporciona entre otras las siguientes herramientas: Novedades, Envío de Mensajes, Calendarios, Registro de tareas, Evaluaciones, Encuestas, Consultas, Grupos, Recursos para enlazar o crear contenidos, Foros, Descripción personal, Diarios, Glosarios, Wikis y un gran número de módulos adicionales que han sido desarrollados por la comunidad de Moodlers.
- La mayoría de las áreas de introducción de texto (materiales, mensajes de los foros, entradas de los diarios, etc.) pueden ser editadas usando el editor un editor HTML incorporado.
- Se pueden utilizar plantillas que utilicen recursos y formatos compatibles y estándares para Internet, a través del empaquetamiento de sitios web. Además, se pueden utilizar objetos de aprendizaje empaquetados con SCORM.
- Tiene una interfaz de navegador de tecnología sencilla, ligera, eficiente, y compatible. Los “themes” permiten al administrador personalizar los colores del sitio, la tipografía, presentación, etc., para ajustarse a sus necesidades.
- Pueden añadirse nuevos módulos de actividades a los ya instalados en Moodle. El código está escrito de forma clara en PHP bajo la licencia GPL, fácil de modificar para satisfacer sus necesidades.
- Permite un registro y seguimiento completo de los accesos del usuario.
- Aunque carece del correo interno como herramienta estándar (ya ha sido desarrollado como módulo adicional), Moodle integra el correo de cada usuario para que puedan enviarse por correo electrónico copias de los mensajes enviados a un foro, o los comentarios de los profesores en las novedades del curso.

Las plataformas aquí mencionadas son los ejemplos más relevantes para los SGA que pertenecen al grupo de software de pago o al software libre.

2.8.1. Selección de MOODLE como SGA⁷⁴

Seleccionar un SGA debe responder a las características adecuadas para el contexto en el cuál se desarrolle la formación soportada en AVA, en este caso el contexto general son las instituciones de educación superior y de una forma más específica la Universidad Industrial de Santander. Los indicadores que se definan para evaluar la conveniencia de utilizar un SGA, deben responder a la gestión académica, administrativa y tecnológica, en la realización de procesos de enseñanza y de aprendizaje propios de la Educación Superior.

Dado que el nivel de desarrollo de los SGA de uso libre iguala, y en muchos casos supera, el de los sistemas que requieren un pago por su licencia, y que además la UIS cuenta con la suficiente infraestructura material y personal capacitado (docentes y estudiantes), es más económico y eficiente optar por productos de código fuente abierto (Open Source) que pagar costosas licencias anuales por productos cerrados y en muchos casos escasamente flexibles.

Los proyectos de software Open Source están mejor adaptados a las necesidades reales de una comunidad de usuarios que participa activamente en su desarrollo. Adaptación que se da en la medida que exista un interés general que permita generar la dinámica y el grado de apertura suficiente para este tipo de propuestas, que además deberá contar con una amplia base de usuarios, que puedan aportar e inferir en la toma de decisiones. Un proyecto con pocos usuarios o programadores, muy localizado, no garantizaría la aparición de nuevas funcionalidades, la solución de problemas, la puesta a punto de nuevas versiones y la creatividad e innovación que son no sólo deseables sino imprescindibles⁷⁵.

A continuación algunas estadísticas importantes:

Hay 113 sitios de Moodle con más de 5000 usuarios. El sitio con la mayor cantidad de usuarios es (<http://www.moodle.org>) con 40 cursos y 108921 usuarios. El sitio de Moodle con la mayor cantidad de cursos es el Online Campus (<http://campus.openpolytechnic.ac.nz/moodle/>) con 8282 cursos y 54955 usuarios.”⁷⁶

⁷⁴ LIZCANO Rafael, Op. Cit 73p.

⁷⁵ Selección de un entorno virtual de enseñanza/aprendizaje de código fuente abierto para la Universidad Jaime I”. Centro de Educación y Nuevas Tecnologías -CENT-. Universidad Jaime I. Pag: 11. Disponible en: http://cent.uji.es/doc/eveauji_es.pdf

⁷⁶ <http://moodle.org/stats/>



Figura 47. Número total de usuarios de la comunidad Moodle (Moodlers)



Figura 48. Número total de sitios Moodle⁷⁷

⁷⁷ <http://moodle.org/stats/>

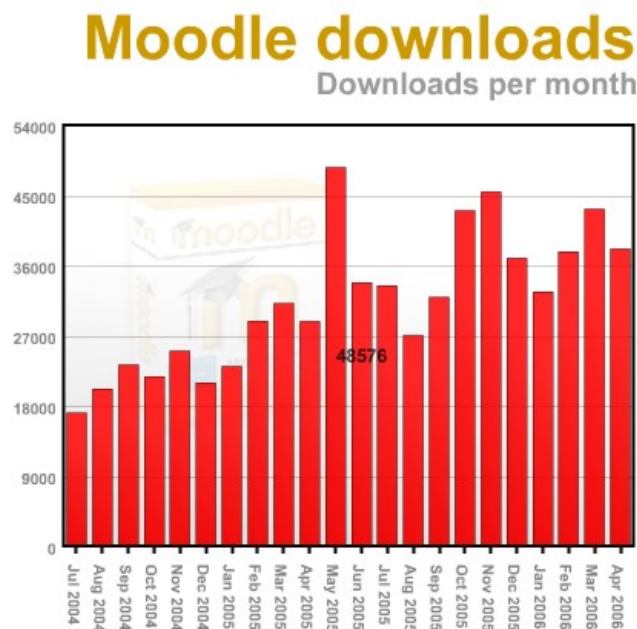


Figura 49. Descargas de Moodle realizadas por Mes⁷⁸

A través de estas estadísticas se puede observar que Moodle es un proyecto exitoso en lo que a comunidad de usuarios se refiere, siendo una de las plataformas más utilizadas a nivel mundial y es un ejemplo a imitar dentro de la comunidad mundial de usuarios del software Open Source. Características que lo hacen ser el SGA elegido para el proyecto.

Es también muy importante mencionar que el seleccionar un SGA de uso libre (Open Source) iniciará un proceso de compromiso del Grupo GEMA y sus participantes, para apoyar este tipo de proyectos, tendencia que se está generalizando en muchas instituciones en todo el mundo.

⁷⁸ <http://moodle.org/stats/>

3. ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA LÓGICA BORROSA

3.1. ESTADO DEL ARTE

El arte al cual se hace referencia es como se están aplicando las últimas tecnologías (TIC) para el apoyo de la enseñanza de las diferentes tecnologías, y más específicamente en la enseñanza de la lógica borrosa y su más importante aplicación, que son los sistemas de inferencia borrosa.

3.1.1. Tecnologías en la enseñanza

El mundo digital surge cuando se relacionan varias tecnologías por ejemplo al relacionar la informática con los diversos formatos de imagen y sonido, se ve como surge una clara definición de multimedia, y de la interacción de la informática con las telecomunicaciones, se ve aparecer la telemática, el telecontrol y la Internet. Los anteriores no son más que, a grandes rasgos, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Siendo las TIC, entre otras cosas, un medio de comunicación donde examinando los actores de la comunicación, emisor – mensaje – receptor, estas sirven como nuevo canal para el intercambio de información, solo que en el listado de tecnologías que conforman las TIC, aparecen la red internacional de computadoras Internet, comunicaciones satelitales, GPS, GSM, los estándares de comunicación y formatos emitidos por las organizaciones encargadas de estos asuntos, como la IEEE, ADL.

En el proceso de la enseñanza aprendizaje, siendo un medio de comunicación del conocimiento se tienen los actores del estudiantes como receptor, el docente como emisor y el conocimiento como el mensaje, los canales que se pueden emplear son tan variados que sería complicados nombrarlos a todos, pues comprenden desde los pictogramas, la escritura, el discurso, el imitación y repetición, televisión y demás.

Las TIC se abren como un nuevo canal por el cual emitir el mensaje del conocimiento, así se tiene el e-mail como forma más básica de comunicación por medio digital, hasta las video-conferencias que rompen con las barreras de espacio físico.

Y es así como al mezclarse la siempre insaciable sed de conocimiento con las TIC, aparece el elearning que de entre las muchas formas de interpretar este término, se resalta que sea cualquier forma de aprendizaje-enseñanza realizado por medios electrónicos.

En el proceso de elearning se maneja la virtualidad como nueva forma de encuentro. Entonces los estudiantes y los docentes pasan a tener el adjetivo de virtuales, no por que no sean reales sino por que su medio de interacción son medios virtuales como los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (SGA).

Los SGA surgen como una solución específica al problema de la enseñanza virtual, son aplicaciones software bien definidas que juntan las capacidades de aplicaciones multimedia, nuevos estándares y formatos para la publicación de contenidos, imágenes estáticas, imágenes animadas y hasta simulaciones estáticas o modelos, simulaciones totalmente interactivas y sobre todo las facilidades de comunicación, ya sean por medio de correo electrónico, foros de discusión, Chat y demás para que los actores, estudiantes y docentes virtuales, tengan un espacio de encuentro. Todo con el único objetivo de dar el apoyo de última generación correspondiente al proceso de la enseñanza-aprendizaje.

Se podría decir que son los SGA el canal o metacanal, pues es la integración sinérgica de varios medios de comunicación, donde los actores de la comunicación de conocimiento por medio virtuales, el estudiante virtual como receptor, el conocimiento igualmente es el mensaje y el docente virtual como emisor, se reúnen a compartir, emitir y crear conocimiento.

Este tipo de interacción entre los docentes virtuales y sus estudiantes virtuales por medio de los SGA es lo que Rafael N. Lizcano R. define como Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA):

Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), son aquellos entornos de aprendizaje que se crean en las organizaciones y en las instituciones educativas, apoyados con las TIC. En este tipo de ambientes se tienen la informática y las redes de comunicación como medios al servicio de quien aprende. El éxito en el diseño e implementación de estos entornos en instituciones educativas exige una actitud abierta al cambio de papel de los integrantes de la comunidad; los maestros son orientadores de los procesos de aprendizaje y, los estudiantes son protagonistas y únicos responsables de éstos.⁷⁹

Para efectos de la presente investigación, se ha seleccionado a moodle como el SGA para el desarrollo del módulo, entre otras cosas por su licencia GNU de desarrollo abierto, por las herramientas de comunicación e interacción que posee, por la facilidades que presta en el desarrollo de nuevos módulos y por su popularidad (ver sección 2.8.1 Selección de Moodle como SGA).

3.1.2. Uso de las TIC para apoyar la enseñanza de la lógica borrosa

Las tecnologías de Computación blanda (Soft Computing), entre ellas la lógica borrosa, plantean un cambio de paradigma y en algunos casos de lógica, en sus

⁷⁹ LIZCANO, Rafael. Opt. Cit 48p.

diferentes campos de aplicación, de tal manera que una buena parte de los investigadores aun no las acogen como soluciones determinantes para los problemas que se intenta solucionar.

Para el caso de la lógica borrosa que según su creador, Lofti Zadeh, es una alternativa más barata y sencilla para la solución de problemas: “En casi todos los casos se puede construir el mismo producto sin lógica borrosa, pero ésta es más rápida y barata”⁸⁰. Se percibe que la falta de uso de esta técnica, se debe al desconocimiento por parte de los posibles interesados, pues su enseñanza, en la mayoría de los casos, se reserva para los estudiantes de niveles muy superiores como post-gradados, maestrías y demás, que tienen su enfoque de trabajo orientado a la investigación.

Siendo los sistemas de inferencia borrosa y el control en sí, el área más popular de aplicación de la lógica borrosa, las posibilidades son extensas a la hora de definir una aplicación para esta técnica, pues ya se ven casos de aplicación muy cotidianos como las lavadoras o los aire acondicionados, hasta sistemas más complejos como las centrales hidroeléctricas y demás.

Los diversos centros de educación y de investigación alrededor del mundo, comparten sus avances en el área de la aplicación de la lógica borrosa, de tal manera que no se dificulta percibir la cantidad y variedad de posibles aplicaciones de esta técnica, por mencionar algunos se tienen:

Proyecto: Fuzzy Constraint Logic Programming with Fuzzy Quantities (Lógica de Programación con restricciones Difusas empleando cantidades Difusas).

Responsable de la Investigación: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA –INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA (MÉXICO).

Objetivo: Investigar la integración de las teorías de Programación Lógica con Lógica Difusa

Producto obtenido: Lenguaje de programación con restricciones difusas
información:<http://www.itch.edu.mx/academic/depi/proyectosvigentes.html>

Proyecto: DIMOCLUST – Métodos de softcomputing para el análisis y categorización de series de datos

Responsable de la Investigación: GRUPO DE INVESTIGACIÓN ORETO – UNIVERSIDAD DE CASTILLA - LA MANCHA

Objetivos: Algunos de los objetivos de esta investigación, entre otros; Investigar la mejora de los métodos estudiados como son ADRI y las Cadenas Difusas Temporales, que permitan aumentar su calidad de inferencia para disminuir su error estimado. Focalizar el campo de estudio al de las series de datos de los movimientos humanos para el análisis y estudio biomecánicas. Estudiar la mejora de los modelos estudiados,

⁸⁰ Zadeh L., “A rationale for Fuzzy Control”. 1972

cuando se incorpora información experta a priori en forma de etiquetas lingüísticas.

Información: <http://dimoclust.dev.oreto.inf-cr.uclm.es/index.php>

Proyecto: Investigación Semiótica sobre Comportamiento Cibernético
Responsable de la Investigación: FUNDACIÓN TELEFÓNICA – Concurso internacional sobre arte y vida artificial

Objetivo: Ilustra la influencia de la percepción en los patrones de conducta mediante el estudio de la complejidad de la interpretación cuando un individuo observa el mismo entorno físico que otro.

Información:

<http://www.fundacion.telefonica.com/at/vida/paginas/v7/semiotic.html>

Proyecto: Adaptive fuzzy logic controller for feed drives of a CNC machine tool (Controlador Adaptativo de lógica Borrosa para alimentar los controladores de una herramienta de maquinaria CNC)

Responsable de la Investigación: Department of Mechanical Engineering, Dankook University, Hannam-dong, Yongsan-ku, Seoul South Korea
Engineering Research Center for Reconfigurable Machining Systems, The University of Michigan, Ann Arbor, USA

Objetivo: Esta investigación presenta un controlador adaptivo empleando la lógica borrosa para controlar de manera precisa la maquinaria que ajusta simultáneamente las funciones de membresía tanto para la entrada como para la salida. Los parámetros del controlador propuesto se auto afinan en tiempo real de acuerdo a la medida continua del rendimiento del control mismo y unos valores de ruido estimado.

Información: <http://www.sciencedirect.com/science>

Para el caso de la Universidad Industrial de Santander, la lógica borrosa aparece en el pensum de los estudiantes de pregrado como una opción de electiva técnica, permitiendo un contacto temprano con esta tecnología de computación blanda, de tal manera que dicha institución ya ha tenido la oportunidad de generar proyectos de investigación aplicando esta técnica, entre ellos esta el proyecto de pregrado COBOR o la investigación que se encuentra en desarrollo de para optar a la maestría en informática NET-FUZ realizado por Juan Carlos Reyes F⁸¹.

Proyecto: COBOR 1.0: Para el diseño del control borroso.

Responsable: Grupo GEMA, Escuela de ingeniería de sistemas e informática, Universidad Industrial de Santander (UIS)

Objetivo: Implementar un sistema de control para el mantenimiento de condiciones ambientales adecuadas para el confort, en una cabina existente en el laboratorio de aire acondicionado de la escuela de ingeniería mecánica. La implementación requiere de adaptaciones físicas a la instalación y la incorporación de un sistema de control basado en reglas de

⁸¹ Codirector del presente proyecto

control borroso. Para lograr mantener las condiciones ambientales de la cabina se utilizaron dos procesos:

- * Control de la capacidad de refrigeración variando la velocidad del motor del compresor.

- * Control del flujo de aire, por medio de la variación de la velocidad del ventilador.

Información: <http://cormoran.uis.edu.co/conexxion/Articulo.jsp?id=38>

Respecto de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje, La universidad Industrial de Santander tiene varias propuestas, además de la investigación de maestría en la cual se basa la presente investigación, La escuela de ciencias de la UIS, posee una instalación del SGA moodle dedicado a apoyar la enseñanza de las temáticas referentes a la escuela, en la actualidad es el área de Mecánica la que esta dando los primeros pasos en diseño de cursos virtuales.

Proyecto: Ambiente Virtual de Aprendizaje, de la escuela ciencias, DIF ciencias.

Responsable: DIF ciencias con el apoyo del grupo GEMA de la escuela de sistemas e informática de la Universidad Industrial de Santander.

Información: <http://tux.uis.edu.co/curso>

Como resultado de la anterior búsqueda, se aprecia que el uso de las TIC en relación con la enseñanza de la lógica borrosa son escasos y se limitan a cursos de contenidos, respecto de la teoría de conjuntos borrosos y sistemas de inferencia borrosos, como es el caso:

Curso: Fuzzy Control Course on the Internet (Curso de Control Borroso en Internet)

Responsable: Jan Jantzen. Technical University of Denmark (DTU)

Resumen: El curso abarca el control automático de un problema de péndulo invertido, especialmente controlado por medio de la lógica Borrosa. El cual puede otorgar créditos para varias de las universidades europeas que acepten el convenio.

Información: <http://www.iau.dtu.dk/~jj/learn/index.html>

Es así como surge la presente investigación, pues ante la realidad de la escasez de material de apoyo a la enseñanza de la temática de la lógica borrosa y los resultados de la investigación sobre Ambientes Virtuales de Aprendizaje realizada por Rafael Lizcano, respecto de las consideraciones, características, ventajas y aplicaciones de los mismos, se decide desarrollar un módulo para la herramienta moodle dedicado a apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje de la lógica borrosa y su aplicación. Y una vez desarrollado se plantea un curso, también en moodle, donde se emplee el módulo desarrollado, y los lineamientos dados por el proyecto ES-AVA.

3.2. OBJETOS DE APRENDIZAJE.

Los Objetos de Aprendizaje (OA) son una herramienta útil, a la hora de apoyar los procesos de presentación de contenidos en los diferentes cursos presentes en un SGA, pues estos poseen características bien definidas con las cuales aportarles un valor agregado a la validez de los cursos virtuales.

De las características más importantes que persiguen los OA, se destacan⁸²:

- La Globalidad como la capacidad para describir el proceso de aprendizaje dentro de una Unidad de Aprendizaje, incluyendo referencias a otros objetivos de aprendizaje y a todos los servicios que sean necesarios incorporar para completar el proceso.
- La Flexibilidad Pedagógica que hace referencia al deber de aportar significado y funcionalidad pedagógica a todos los elementos que están integrados en la unidad de aprendizaje.
- La Personalización pues el contenido y las actividades descritas en una unidad de aprendizaje deben poder adaptarse según las preferencias, necesidades y circunstancias de los usuarios.
- La Formalización que es la descripción formal del diseño de aprendizaje para que sea posible su procesamiento automático.
- La Interoperabilidad, pues para que se pueda trabajar en cualquier herramienta o entorno, los diseños de aprendizaje deben ser intercambiables.
- La Compatibilidad, se espera de los OA que sean compatibles con diversas especificaciones y estándares.
- La Reusabilidad permite integrar cualquier tipo de producto educativo y, a su vez, reutilizarlo en diferentes contextos. Para cumplir esta característica, los OA deben tener asignadas una serie de campos que identifican y describen lo que contienen (Metadatos), de tal forma que puedan distinguirse de otros OA.

Es así como un conjunto de OA conforma una lección y a su vez un conjunto de lecciones forman los cursos virtuales.

⁸² LIZCANO, Rafael. Op Cit 54p.

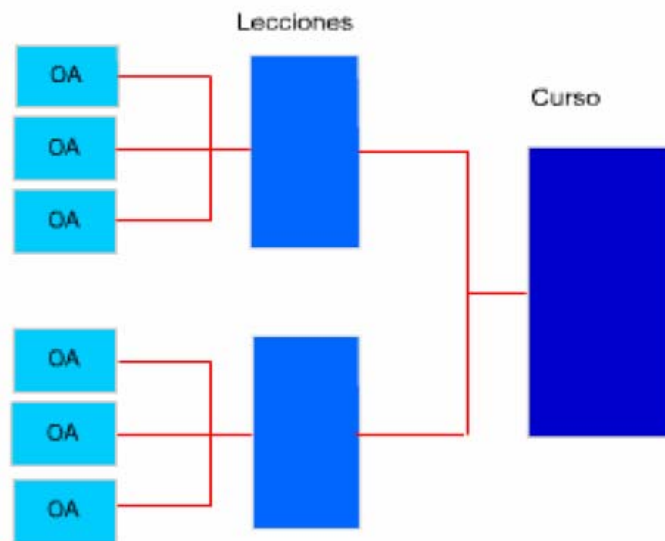


Figura 50. Estructura de un curso desde el uso de OA⁸³.

3.2.1. Objetos de Aprendizaje empleados

Uno de los objetivos de esta investigación es, basado en el trabajo realizado por Rafael N. Lizcano para el diseño y creación de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), diseñar y construir los OA necesarios para presentar los contenidos teóricos que apoyan el diseño y desarrollo del módulo de apoyo a la enseñanza de la lógica borrosa.

Es así que como se inicia la experiencia en el rol de asesor pedagógico, el cual es uno de los cuatro roles que se presentan al interior de un grupo de diseño y desarrollo de cursos virtuales, según explica Lizcano en su trabajo. Cabe resaltar que dichos roles no hacen referencia a la cantidad de miembros del equipo de trabajo, sino a las diferentes tareas que se deben realizar para la finalización de dicha tarea.

Tabla 2: Roles y responsabilidades del grupo de desarrollo⁸⁴

Rol	Responsabilidades
Experto Temático	Clarificar el contenido, proveer todos los insumos temáticos, ejemplos y casos auténticos para la elaboración del producto.
Asesor Pedagógico	Con los insumos de contenidos producidos, adecuar los Materiales de Estudio y diseñar las actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación que garanticen la aplicación del modelo metodológico concertado.

⁸³ LIZCANO, Rafael. Op Cit. 54p.

⁸⁴ Ibid 110p.

Especialista Tecnológico y de multimedia	Realiza la ilustración, animación, diagramación, producción web, producción de medios, desarrollo de herramientas de software educativo y multimedia que soporten el desarrollo de los materiales prescritos. Producción de medios dinámicos utilizando formatos digitales.
Administrador ES-AVA	Montaje de cursos, inscripción de estudiantes, administración del SGA y en general del portal del proyecto.

Con los insumos de contenidos aportados por Juan Carlos Reyes F⁸⁵, quien entre otras cosas asume el rol de Experto Temático, se diseña y finalmente se presenta una estructura de contenidos y materiales de estudio por medio de OA para el curso en cuestión.

La estructura propuesta es como sigue:

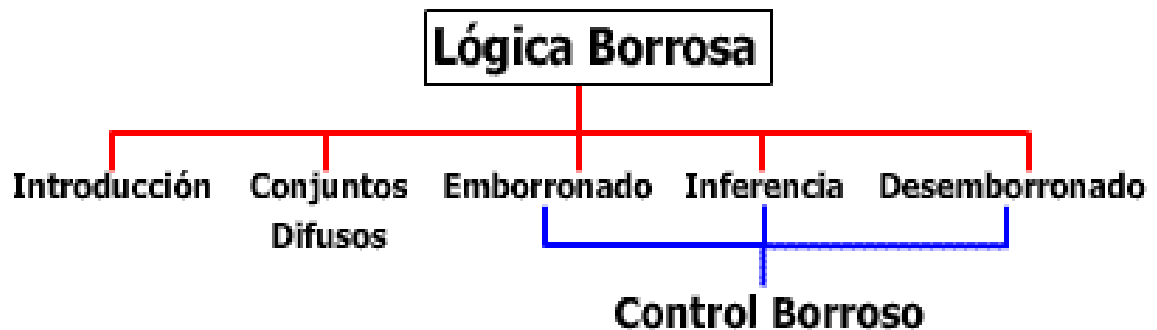


Figura 51. Lecciones para el curso de Lógica Borrosa.

Teniendo en cuenta que el interés del curso es la instrucción en la principal aplicación de la lógica borrosa, es decir los sistemas de inferencia borrosa y el control borroso, se plantean cinco lecciones de material de estudio las cuales son:

La introducción que comprende dos secciones. La primera parte denominada antecedentes de la lógica borrosa, donde se hace una introducción al tema, se presenta la Historia de cómo surge esta técnica, el nuevo paradigma que plantea para resolver modelos y la importancia de su aplicación. La segunda parte llamada definiciones, donde se definen los conceptos que se emplean dentro de los grupos de aplicación de la lógica borrosa.

⁸⁵ Codirector del presente proyecto



Figura 52. Componentes de la lección 1

La segunda lección Conjuntos Difusos, comprende el material de estudio referente a la teoría de conjuntos borrosos. Este material comprende OA que contienen la definición de conjuntos borrosos, sus propiedades y características, su principal aplicación que son las funciones de pertenencia de las cuales se mencionan las función Triangular, Trapezoidal, Sigmoidal, Gaussiana y Campana de Bell.

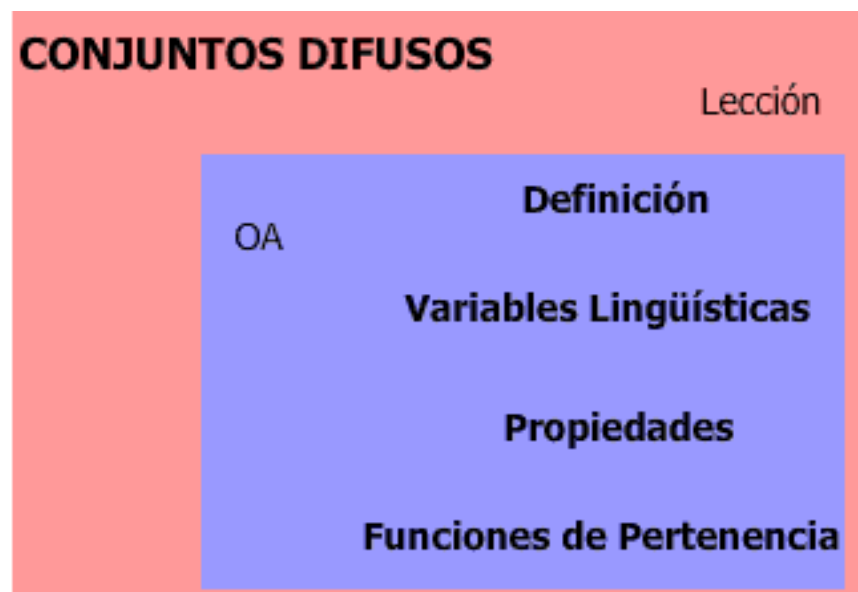


Figura 53. Componentes de la lección 2

En la lección tres se comienza a tratar la temática correspondiente a los sistemas de inferencia borrosa, que son dichos sistemas, cuales son sus características y partes que los conforman; además se aborda el proceso del control borroso describiendo el primer paso que es el emborronado. Adicionalmente se presenta un OA donde se puede ejercitar con la herramienta desarrollada con el módulo resultado de esta investigación, para identificarlo recibe el nombre de Laboratorio, en este caso el Laboratorio se enfoca a simular el proceso del emborronado.

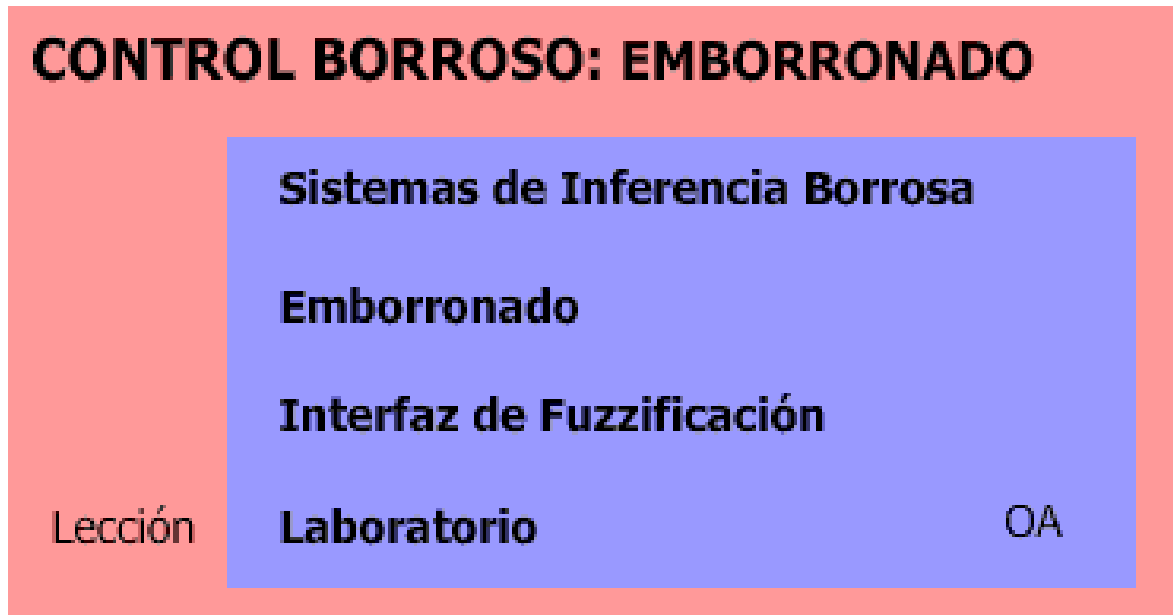


Figura 54. *Componentes de la lección 3*

El siguiente paso del proceso del control borroso con sistemas de inferencia borrosa, es decir la Inferencia borrosa es tratada en la lección cuarta, conformada por OA que muestran como definir la base de reglas, cual es el razonamiento que se lleva a cabo al interior de un sistema de inferencia y los pasos para realizar dicho proceso, finalmente se exponen los tipos de motores de inferencia y se muestran en profundidad por medio de ejemplos los sistemas Mandami y TSK, pues son los más empleados en los sistemas de control. También en este caso se permite la facilidad de emplear el laboratorio enfocado en la inferencia.

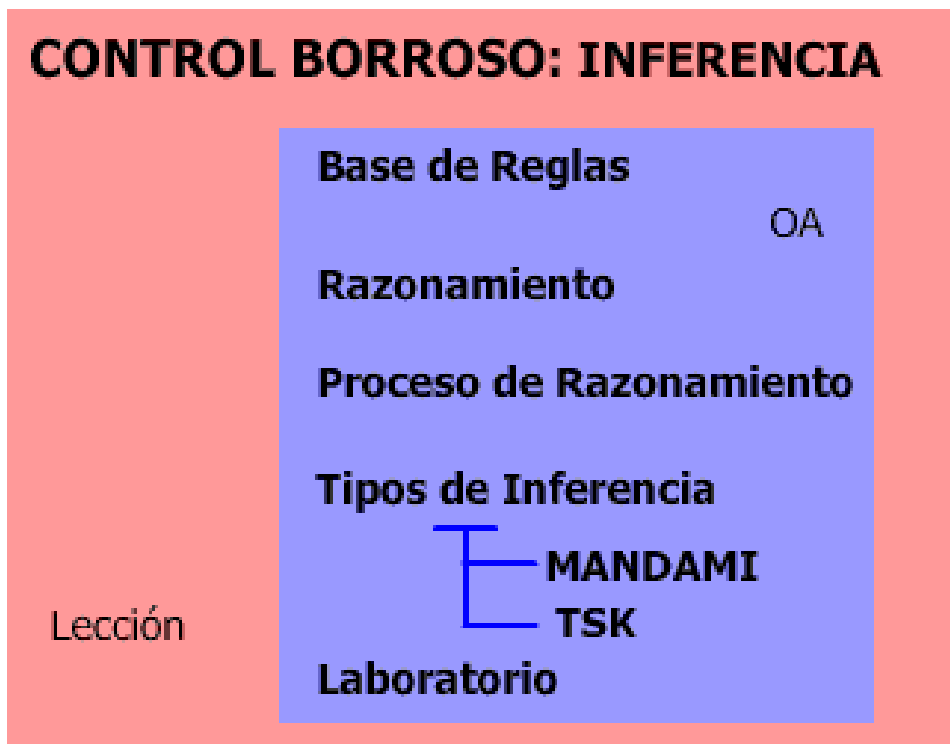


Figura 55. Componentes de la lección 4.

Finalmente en la quinta lección se abarca el último paso del proceso de control borroso que es el desemborronado. Los temas presentados son los diferentes métodos de desemborronado tanto para sistemas de inferencia MANDAMI como para sistemas TSK, y al final se presenta el laboratorio.

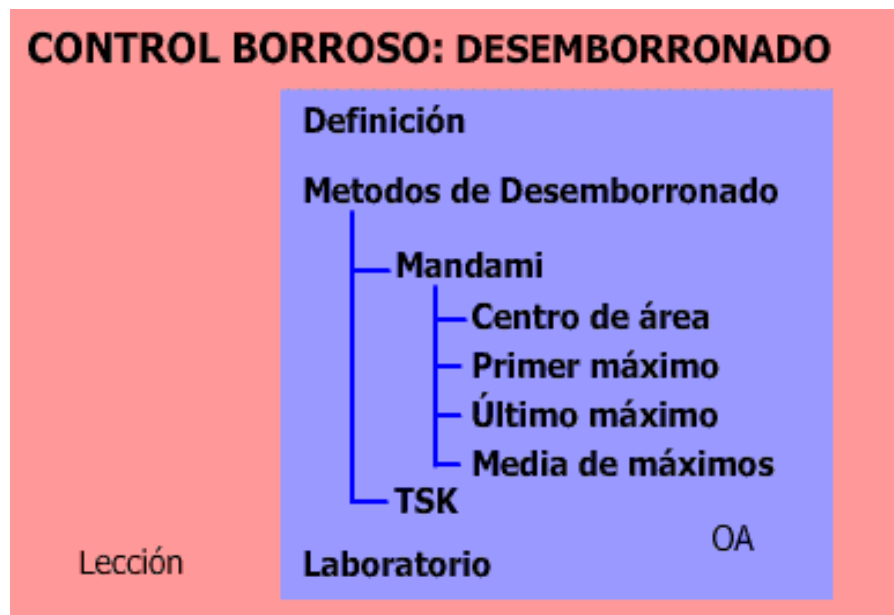


Figura 56. Componentes de la lección 5

Ya sea que el curso este enfocado como curso netamente virtual o como herramienta de apoyo a las clases presenciales, se están abarcando las temáticas correspondientes a la lógica borrosa y las aplicaciones de control. Así que la estructura final del curso de lógica borrosa en cuanto a los OA empleados como materiales de estudio, tiene la apariencia siguiente.

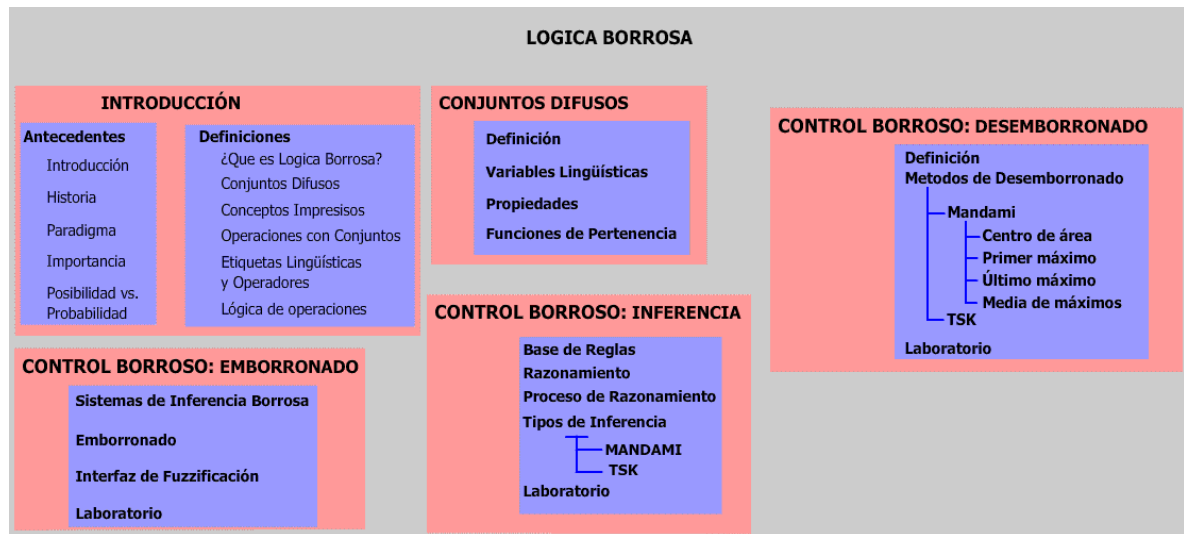


Figura 57. Componentes del curso de lógica borrosa

3.2.2. Empaquetado de OA usando SCORM

SCORM Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables (Shareable Content Object Reference Model) es uno de los modelos de referencia existentes para empaquetar contenidos, más específicamente los OA, de los cursos; asegurando que cumplan los requisitos de formación a través de la red.

La idea de dicho estándar es que se creen los contenidos por medio de OA, para que tengan una estructura y organización definidas con el fin de empaquetarlo en un solo archivo. Para que no se pierda la información de la organización y estructura que le dio el autor, va acompañado de un manifiesto, que no es más que un archivo con la información referente de la organización, contenido y pasos a seguir para alcanzar el conocimiento. El manifiesto son metadatos, lo que significa que el contenido son datos que sirven de datos de los OA que contiene el paquete. El estándar aparece en el manifiesto que no es más que un archivo XML donde se refleja la organización de los OA. Los manifiestos son interpretados por unas hojas de estilo que permiten visualizar los contenidos en el sistema que los gestiona.

Los OA empaquetados en SCORM deben cumplir con los siguientes requerimientos⁸⁶:

- **Reusabilidad.** Que los materiales curriculares y en particular los objetos de aprendizaje puedan ser reutilizados con diferentes herramientas, en distintas plataformas y en distintos contextos tecnológicos y curriculares. Y en qué grado se puede hacer.
- **Accesibilidad.** Que las herramientas y productos que sigan estos estándares permitan un seguimiento del comportamiento y del historial de aprendizaje y académico de los alumnos.
- **Interoperabilidad.** Que se pueda intercambiar información a través de todas las plataformas (LMS.) que adopten los estándares.
- **Durabilidad:** Que los productos tecnológicos desarrollados con el estándar eviten la obsolescencia de los materiales.

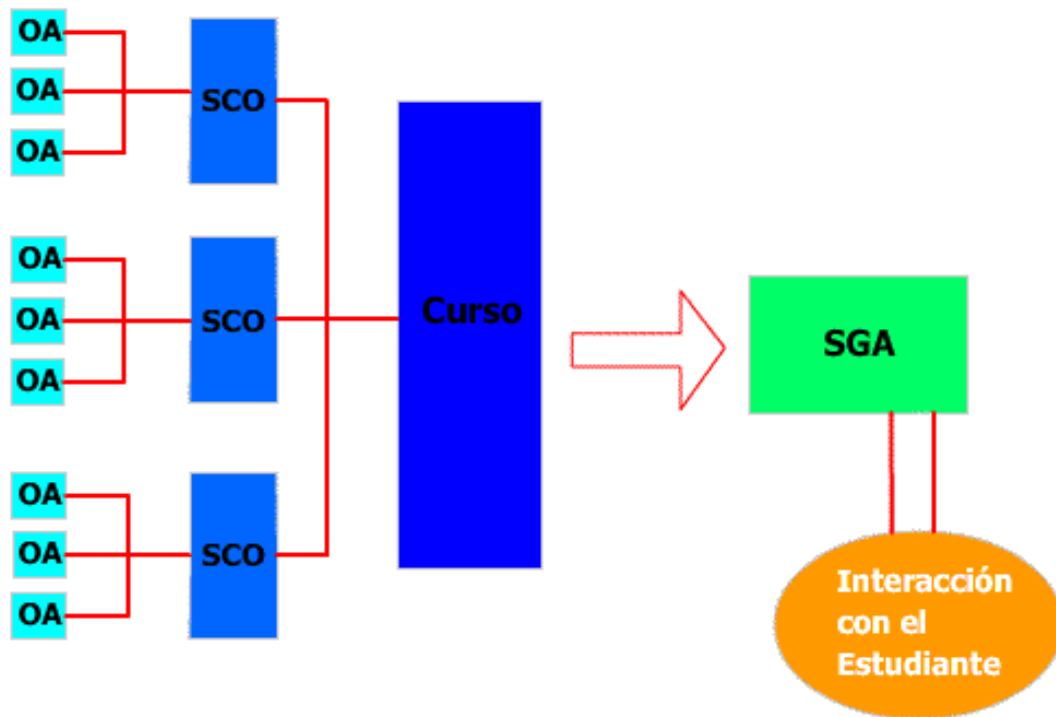


Figura 58. Estructura de un curso usando SCO⁸⁷

86 ZAPATA, Miguel. Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II. Febrero, 2005. En: <http://www.um.es/ead/red/M2/zapata47.pdf>

87 LIZCANO, Rafael. Op Cit. 141p.

3.2.3. Empaquetado de OA con ReLoad Editor

Existen diversos programas para crear estos manifiestos entre ellos se ha escogido el software Reload (Reusable eLearning Object Authoring & Delivery)⁸⁸ que ha creado y distribuye libremente la JISC (The Joint Information Systems comité) y que permite crear estos paquetes y guardarlos en cualquiera de los dos estándares: IMS o SCORM. Este programa crea automáticamente los manifiestos con la estructura de los metadatos informativos y la organización de los mismos y genera el fichero comprimido zip que va ser enlazado en la plataforma.

Este es muy estable y plenamente funcional ya va en su versión 1.3, pues es un proyecto en continuo desarrollo. El programa es multiplataforma y se puede descargar para usar en Windows, Mac y Linux.

Para Mostrar le proceso de empaquetamiento de los OA en el estándar SCORM por medio del Reload Editor, se presenta a continuación dicho proceso para la Unidad de aprendizaje “Introducción”.

Como el SGA Moodle es una aplicación web, los OA de aprendizaje se construyen empleando tecnologías orientadas a este entorno, por tal motivo los OA creados para esta investigación son en su mayoría HTML. Debido a esto, el primer paso es organizar el sitio y la estructura de carpetas, con todos los elementos de texto, imagen, sonido, animación y demás que se emplearan en la construcción del OA.

Respecto de la interfaz con el usuario se aplica la plantilla propuesta por Rafael Lizcano, independiente.dwt, en la investigación de ES-AVA, con solo algunos cambios respecto de la apariencia propuesta para este curso.

Tabla 3: Contenido del archivo “contenido.dwt”

Código de la plantilla aplicada a los SCO. –“contenido.dwt”
<pre><!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"> <html> <head> <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1"> <link rel="StyleSheet" href="../styles/estilo-esava.css" type="text/css"> <script language="JavaScript" src="../pages/Language.js"></script> <script language="JavaScript" src="../pages/SCOFuctions.js"></script> <style type="text/css"> <!-- .Estilo1 {font-family: Geneva, Arial, Helvetica, sans-serif} --> </style> <!-- TemplateBeginEditable name="head" --><!-- TemplateEndEditable --> </head></pre>

⁸⁸ Descarga disponible en: http://reload.ces.strath.ac.uk/download/1_3.html

```

<body topmargin="0" onLoad="Javascript: loadPage()" onUnload =
"Javascript:unloadPage()" >
<table id="contenedor" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0" width="100%">
<TR><TD>
<table width="100%" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0">
  <tr>
    <td bgcolor="#d4d0d8"></td>
    <td bgcolor="#D4D0D8"><div align="right"><!-- TemplateBeginEditable
name="UA"--><!-- TemplateEndEditable --></div></td>
  </tr>
</table>
<table width="100%" height="350" border="0" align="center" class="normal"
background="../imagenes/imagenfondo.jpg" style="background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;">
<tr>
<td class="fondo" width="100%">
<div id="Layer1" style=" width:100%; overflow: auto; height: 350;">
<!-- TemplateBeginEditable name="contenido" -->
<table align="center" class="layer" width="100%">
<tr>
<td> <p align="justify" class="Estilo1">Coloque aqui el contenido: texto,
imagenes, scripts.</p></td>
</tr>
</table> <!-- TemplateEndEditable --></div>
</td>
</tr>
</table>
<table id="menu_inferior" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0"
width="100%">
<tr>
<td valign="middle" bgcolor="#D4D0D8"> <!-- TemplateBeginEditable
name="curso" -->

<!-- TemplateEndEditable --></td>
<td width="60" bgcolor="#D4D0D8" class="ant_sig">
<input name="mostrar" type="button" value="Marcar como leído"
onClick="Javascript: doContinue('completed')">
</td>
<td width="60" bgcolor="#D4D0D8" class="ant_sig">
<input name="mostrar" type="button" value="No Entendí" onClick="Javascript:
LMSSetValue('cmi.comments','No entendí'), doQuit()">
</td>
</tr>
</table>
</td></tr></table>

```

```
</body>  
</html>
```

Además de definir y estandarizar la apariencia de las diferentes paginas de contenido, Lizcano agrega unas funciones de comunicación entre el SCORM y el SGA que van más allá de permitir la navegación por el contenido:

Cuando se mencionó la comunicación con el SGA se realiza mediante un código de ejecución con una librería API en JavaScript, esto quiere decir que cada página del SCO debe invocar dichas funciones; de esa forma, el SGA no solo lanzará y cerrará cada página sino que llevará registro de los tiempos que los alumnos han invertido en la revisión de cada objeto educativo y muchas otros posibles registros según el nivel de agregación que se utilice, mediante el envío y obtención de información, en este caso con la BD de Moodle (o de cualquier otro SGA) y con las funciones de la API: `LMGetValue`, `LMSetValue` y `LMSCCommit`.⁸⁹

Como los ficheros API en JavaScript se pueden invocar indistintamente en las diferentes páginas de los OA, se incluyen en la plantilla para que estén disponibles siempre que lleguen a necesitarse. Así ala hora de crear los SCO, solo se tiene en cuenta la calidad de los contenidos y apariencia pues la funcionalidad ya esta garantizada.

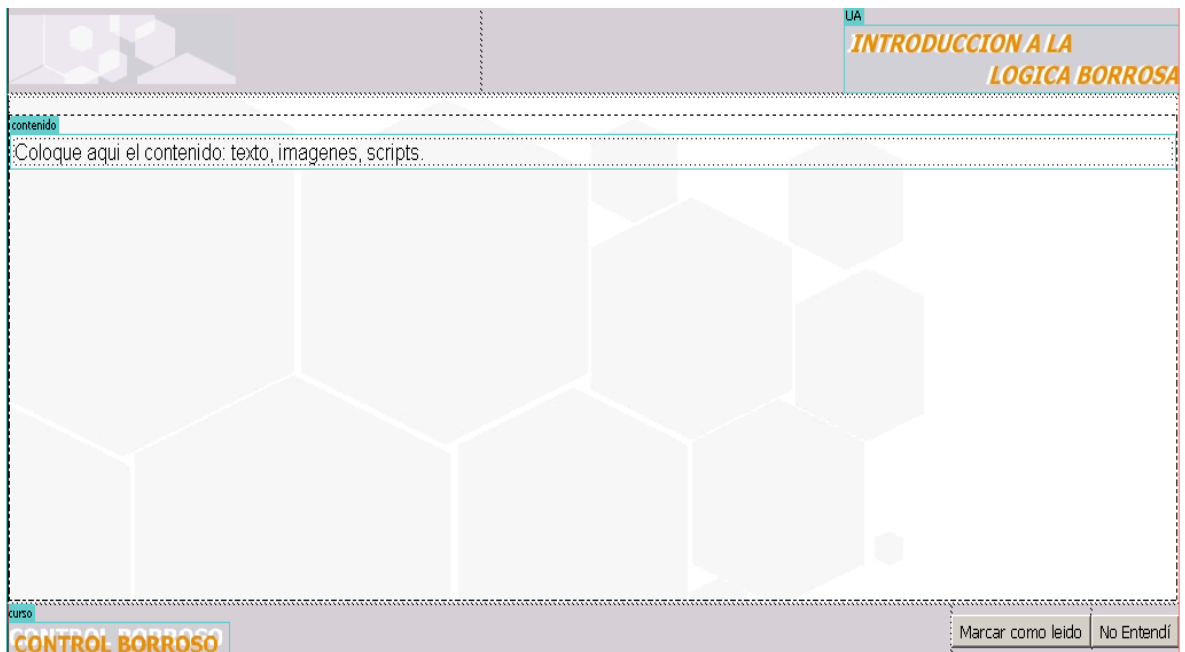


Figura 59. *Apariencia de la plantilla base de los SCO. – “contenido.dwt”*

⁸⁹ LIZCANO, Rafael. Op. Cit 153p.

Con base en la plantilla anteriormente descrita se crean las diferentes páginas html en una estructura de carpetas con todos lo demás elementos necesarios para construir el OA, y se define un sitio completo. Cabe resaltar que las páginas HTML son independientes no contienen vínculos entre ellas, cada página es una entidad aparte. Así se tiene una única carpeta con el sitio completo en ella.

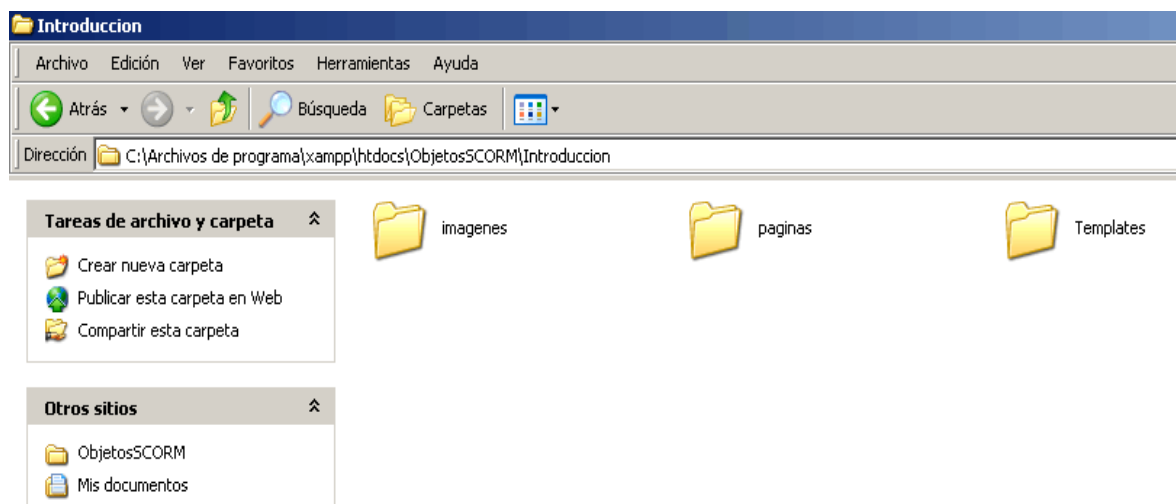


Figura 60. Organización del sitio Introducción en una carpeta.

Una vez se tiene definido el sitio web de la introducción y se ha instalado el programa Reload Editor, se procede a la creación del paquete SCORM con la herramienta.

Lo primero es crear un Nuevo paquete SCORM de ADL y seleccionar la carpeta donde se ha guardado el sitio de la introducción. Los pasos para realizar dicha acción son:

- Seleccionar la barra de menú, en el ítem Archivo subopción Nuevo.
- Seleccionar la opción ADL SCORM Package.
- En la ventana emergente “Seleccionar carpeta para nuevo paquete” escoge la carpeta donde se han organizado todos los elementos de archivo del OA y se pulsa “Seleccionar”.

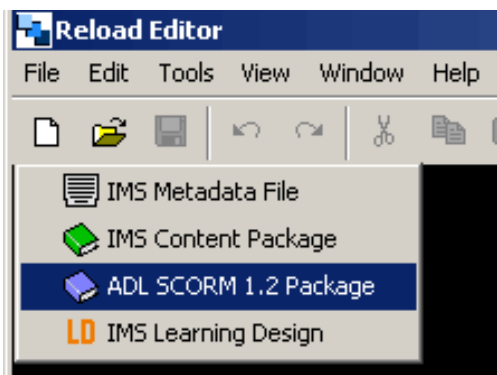


Figura 61. Creación de un nuevo paquete SCORM en Reload.

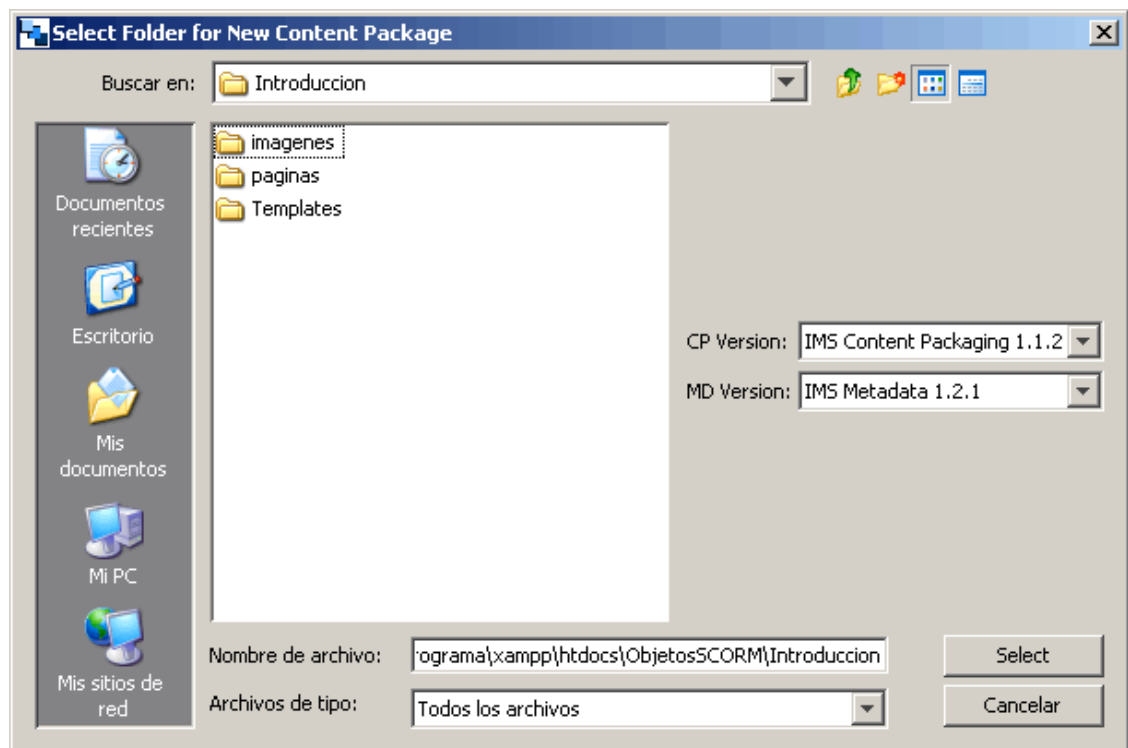


Figura 62. Selección de la carpeta del OA que se empaquetara en Reload

Al seleccionar la carpeta, Reload crea los archivos de manifiestos con la información pertinente a los archivos que se encuentran en dicha carpeta.

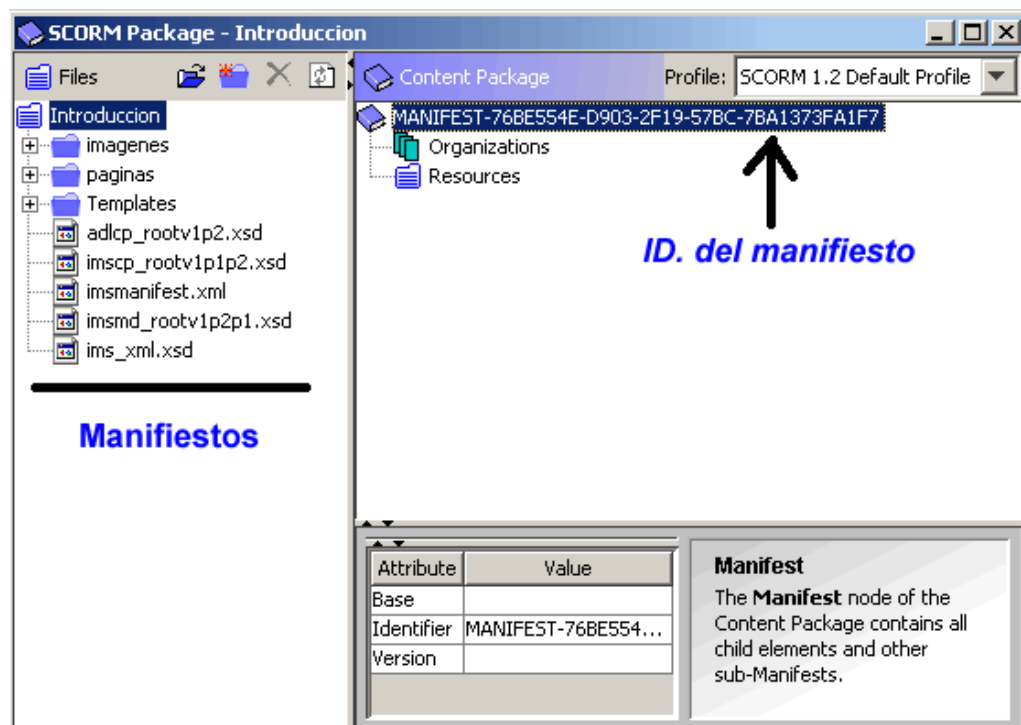


Figura 63. Creación de los manifiestos en Reload

En lo referente a la organización, un paquete SCORM tiene un identificador de manifiesto que es creado automáticamente por Reload (como se observa en la figura anterior).

Para ir dando forma a la estructura temática que se quiere en el paquete, se da clic derecho sobre Organizations (Organización) y se añade una nueva organización. Se procede a personalizar la organización cambiando el nombre al elemento, por ejemplo “Introducción a la Lógica Borrosa”; esto crea una estructura dentro del archivo imsmanifest.xml que la plataforma luego podrá interpretar.

Ya teniendo una organización donde poder estructurar los objetos educativos, es tarea del diseñador del curso, dar el esquema temático según le convenga. Para añadir cada recurso, se arrastra y suelta cada elemento desde la lista de la izquierda hasta el nombre de la Organización. Por cada elemento arrastrado se crea un ítem, que hace referencia al OA enlazado a la organización. A su vez, se crea una organización de recursos que agrupa los archivos que componen cada objeto educativo.

Para el ejemplo, esta sería el esquema temático. Se puede ver, por ejemplo, que el ítem resaltado, está compuesto de una página html que enlaza muchos otros archivos, el programa añade automáticamente al nodo “Resources” todos los archivos relacionados con este ítem.

Para añadir los metadatos, se hace clic derecho sobre el Manifiesto y se selecciona la opción correspondiente. Este procedimiento equivale a editar la estructura básica de LOM.

Seleccionada la opción, aparece entonces una pantalla donde se exhibe la estructura LOM (metadatos) los cuáles pueden editarse. Por ejemplo, para el paquete que estamos manejando se editará la categoría general, que conserva la estructura que se ve en la figura 69.

Cada elemento de la organización, debe tener una serie de registros llamados **metadatos ADL** que ayudan a clasificarlo y sacar un mejor provecho para cuando les demos uso a estos objetos. Dentro del manifiesto estarán contenidos 5 campos que se consideran obligatorios dentro del estándar y que el SGA debe registrar por cada objeto educativo, estos son:

- Los prerrequisitos que hay que haber superado para poder seguir un paquete.
- El tiempo máximo permitido.
- La acción que se emprenderá cuando se supere el tiempo límite: salir sin avisar, salir pero avisando, continuar sin avisar o bien continuar pero avisando.
- Los datos que desde el SGA se enviarán al paquete al inicializarse.
- La puntuación (entre 0 y 100) que se ha de lograr para completar satisfactoriamente un paquete.

Estos registros van a estar contenidos dentro del manifiesto, la plataforma debe encontrar e interpretar esta estructura y registrar para cada objeto educativo, estos campos dentro de su base de datos.

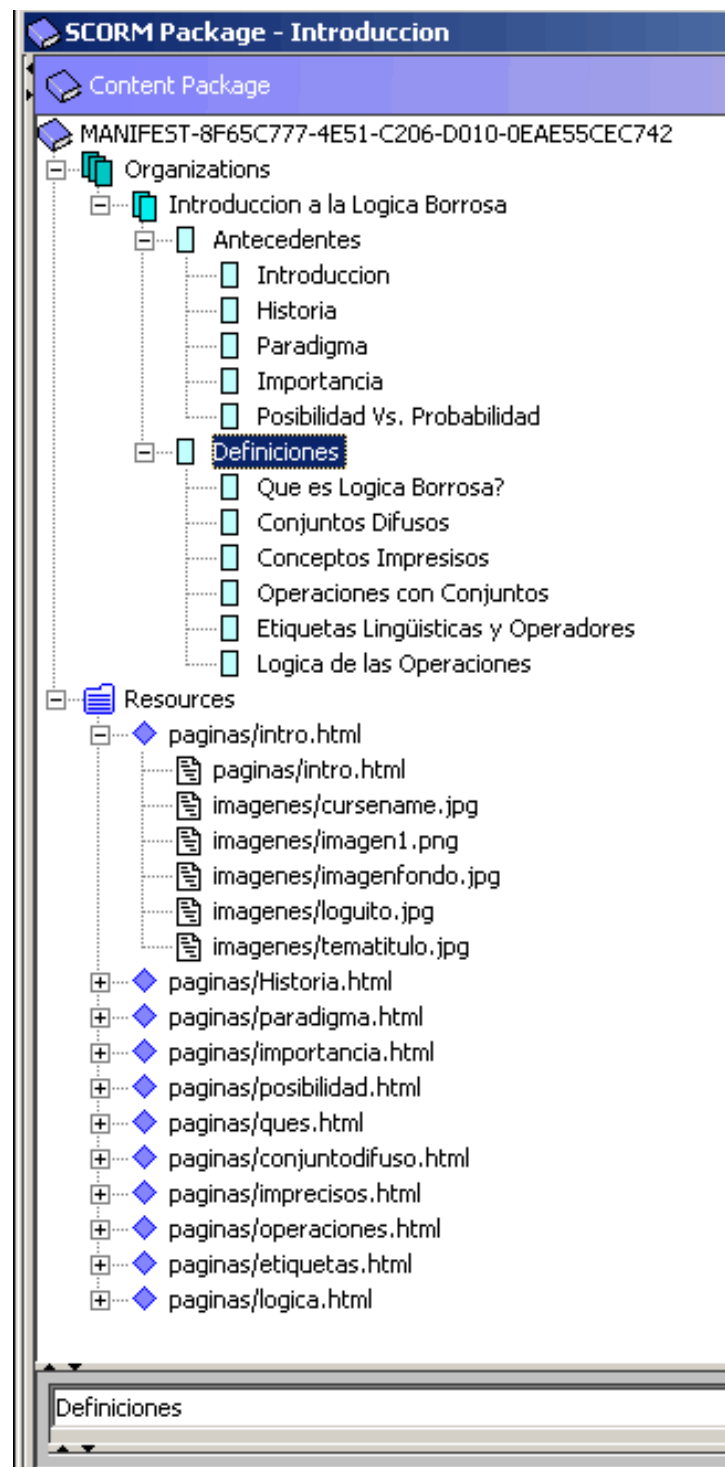


Figura 64. Paquete de contenido del SCO en Reload

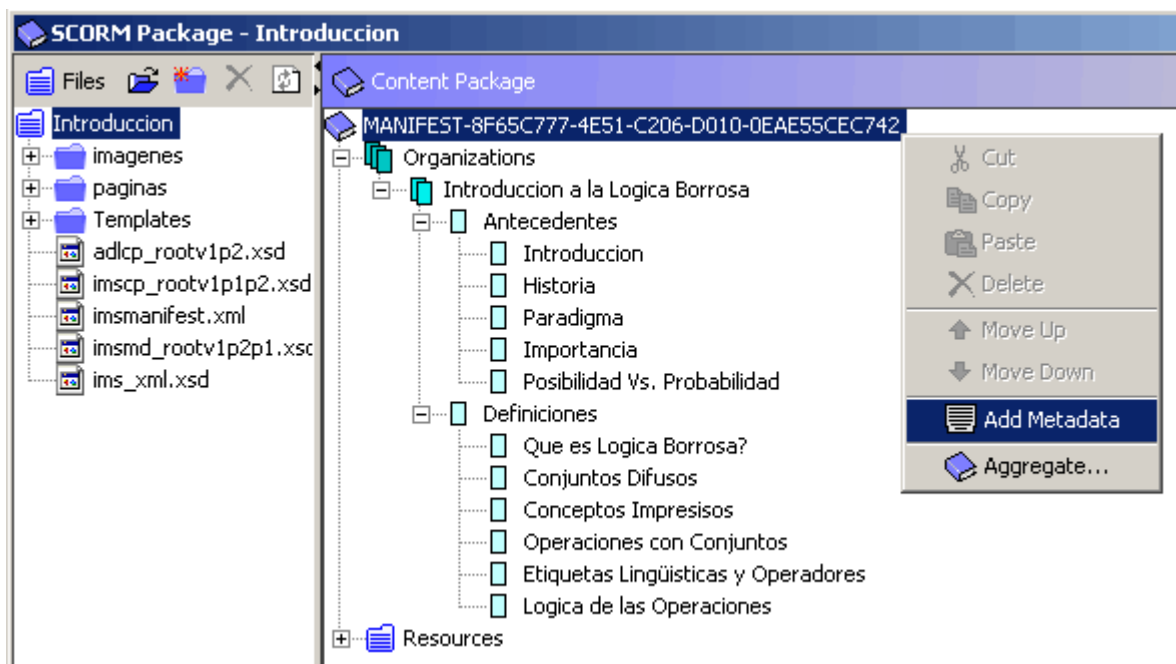


Figura 65. *Inclusión de metadatos del SCORM con Reload*

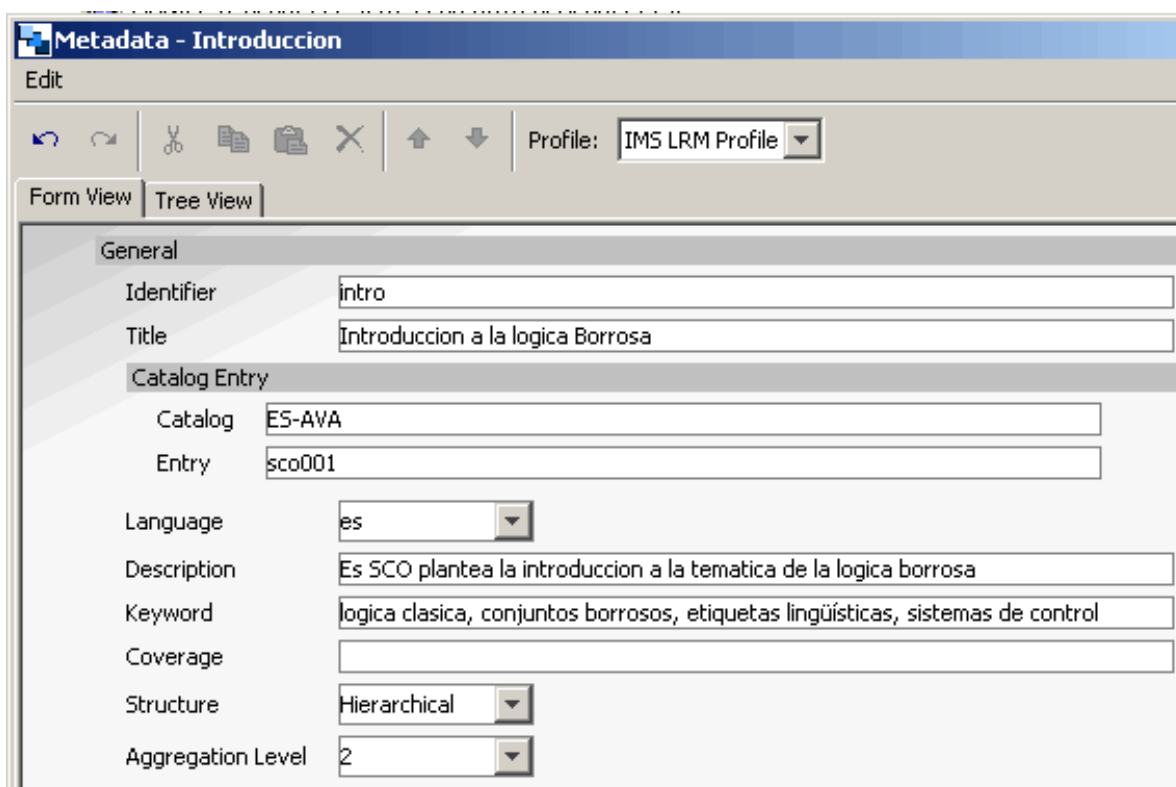


Figura 66. *Categoría general de los metadatos de “Introducción”*

Una vez terminado el proceso de crear la estructura del SCO, Reload permite hacer una previsualización de cómo va quedando la secuencia de elementos que se ha estructurado en la organización del paquete.

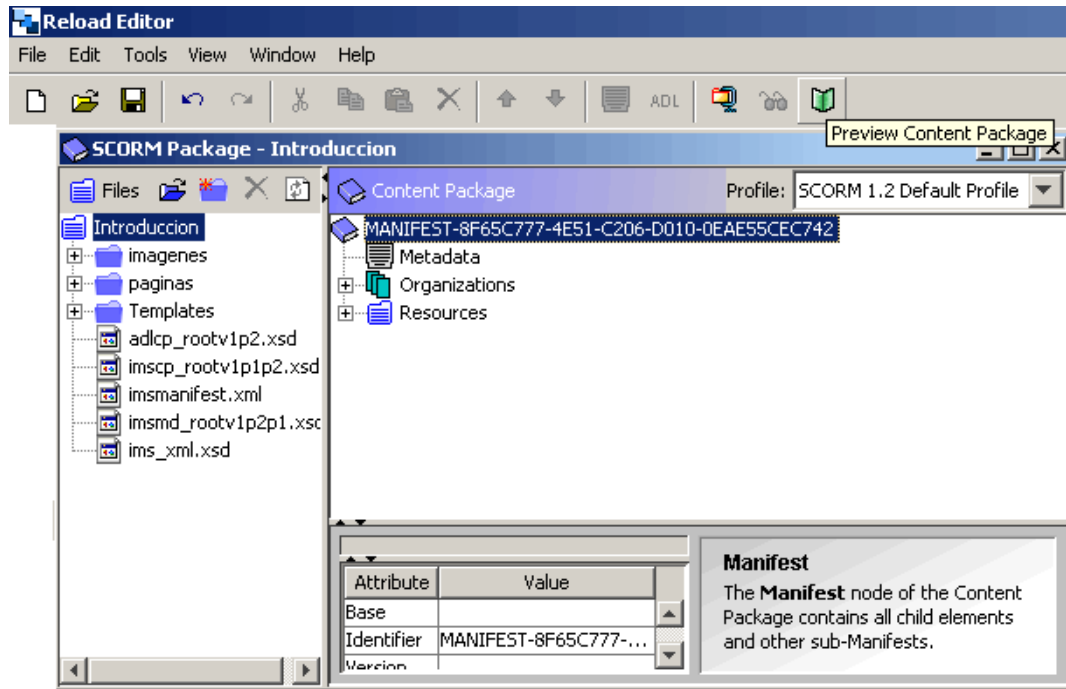


Figura 67. Opción de vista previa de paquetes en Reload.

Al hacer esto Reload lanza el navegador predeterminado y muestra organizado en marcos el objeto de aprendizaje seleccionado.

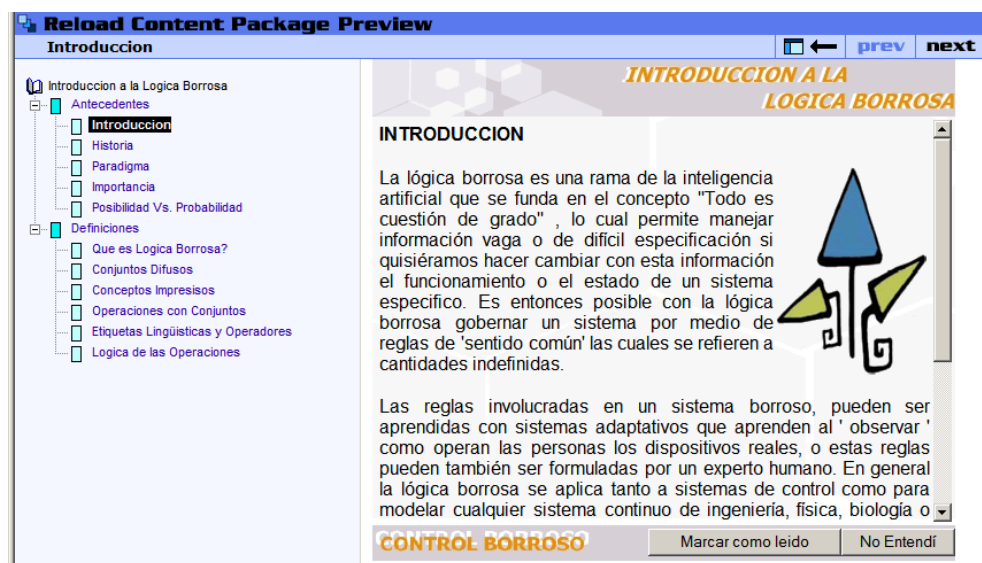


Figura 68. Vista previa del paquete SCORM en Reload

Una vez terminado y revisado el proceso de construcción, solo queda guardar el paquete en formato zip. Para esto en el menú Archivo seleccionamos la opción “*Crear Paquete de Contenido*”, elegimos la ubicación donde guardarlo y el nombre que le queremos dar. Con esto se obtiene un archivo empaquetado con zip que es la representación física del paquete SCORM el cuál podemos distribuir en la red o en este caso utilizarlo dentro del SGA Moodle.

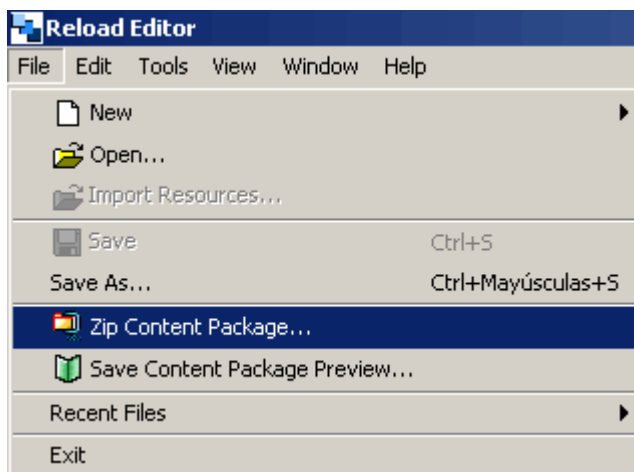


Figura 69. Guardar el paquete SCORM en Reload.

El proceso realizado anteriormente los resume Rafael Lizcano en una diagrama de caso de uso “*Creación de un paquete SCORM*”, que se muestra a continuación.

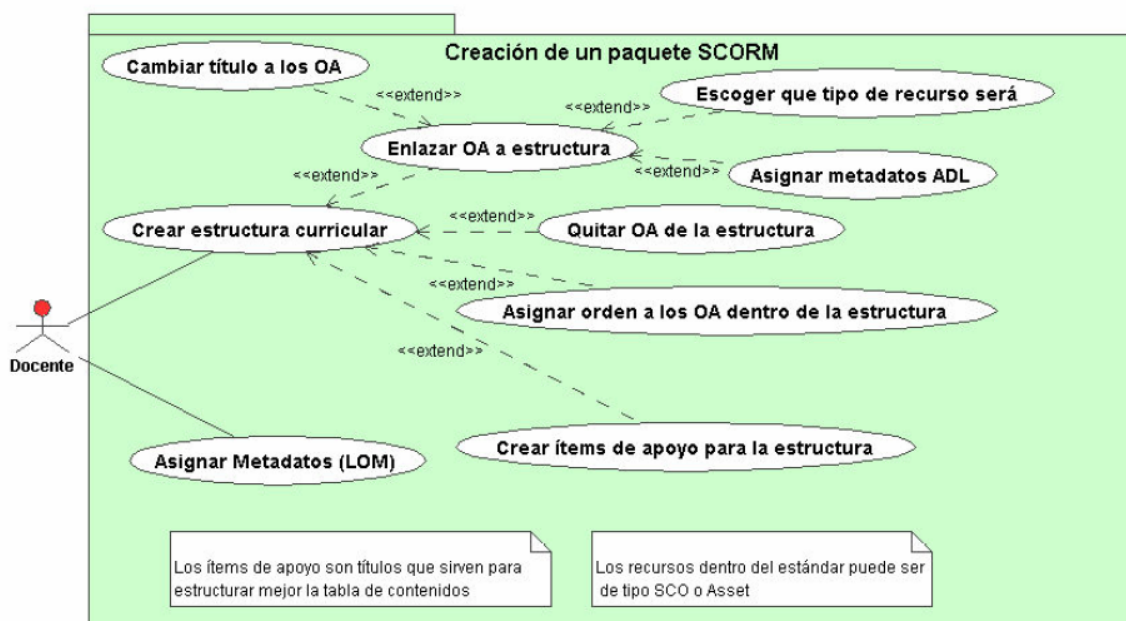


Figura 70. Especificación del caso de uso “*Creación de un paquete SCORM*”⁹⁰

⁹⁰ LIZCANO, Rafael. Op. Cit 161p.

Una vez construido el paquete SCORM en formato comprimido zip, que en este caso se denomina PIF, se puede subir este archivo a cualquier plataforma SGA, en este caso Moodle.

Las acciones para subir los paquetes SCORM que se acaban de mostrar a la plataforma Moodle, se mostraran en detalle en la sección 5.

4. COMPONENTES SOFTWARE PARA APOYAR LA ENSEÑANZA DE LA LÓGICA BORROSA

La principal dificultad o carencia que tienen los pocos cursos de tipo virtual existentes, para cumplir con el objetivo de brindar algún tipo de apoyo al proceso de enseñanza de la lógica borrosa, es la falta de dinamismo.

Resulta que los actuales cursos virtuales carecen de algún tipo de herramienta, que facilite la interacción del estudiante respecto de la comprensión del tema que se trata. Siendo los sistemas de inferencia borrosa la principal aplicación de la lógica borrosa y la mejor forma de entregar ejemplos al respecto, se hace extraño que dichos cursos carezcan de una herramienta de simulación con la cual el estudiante pueda probar las teorías más allá del papel y de su propia imaginación.

Es de esta evidente necesidad que surgen los componentes software desarrollados para esta investigación, con los cuales se busca que el estudiante pueda probar y ver en funcionamiento los procesos descritos en los sistemas de inferencia borrosa.

La metodología empleada para la construcción (análisis, diseño y desarrollo) de los componentes, es uno de los modelos de la Ingeniería del software llamado prototipado evolutivo o desarrollo por prototipos.

...es un modelo del comportamiento del sistema que puede ser usado para entenderlo completamente o ciertos aspectos de él y así clarificar los requerimientos... Un prototipo es una representación de un sistema, aunque no es un sistema completo, posee las características del sistema final o parte de ellas ⁹¹

Las fases que comprende el modelo son:

La Investigación preliminar donde se busca determinar el problema y su ámbito, la importancia y sus efectos potenciales sobre la organización por una parte y, por otro lado, identificar una idea general de la solución para realizar un estudio de factibilidad que determine la factibilidad de una solución software.

Definir los requerimientos del sistema, consiste en registrar todos los requerimientos y deseos que los usuarios tienen en relación al proyecto bajo desarrollo. Esta etapa es la más importante de todo el ciclo de vida, es aquí donde el desarrollador determina los requisitos mediante la construcción, demostración y retroalimentaciones del prototipo.

⁹¹ Barry W. Boehm. Desarrollador del modelo.

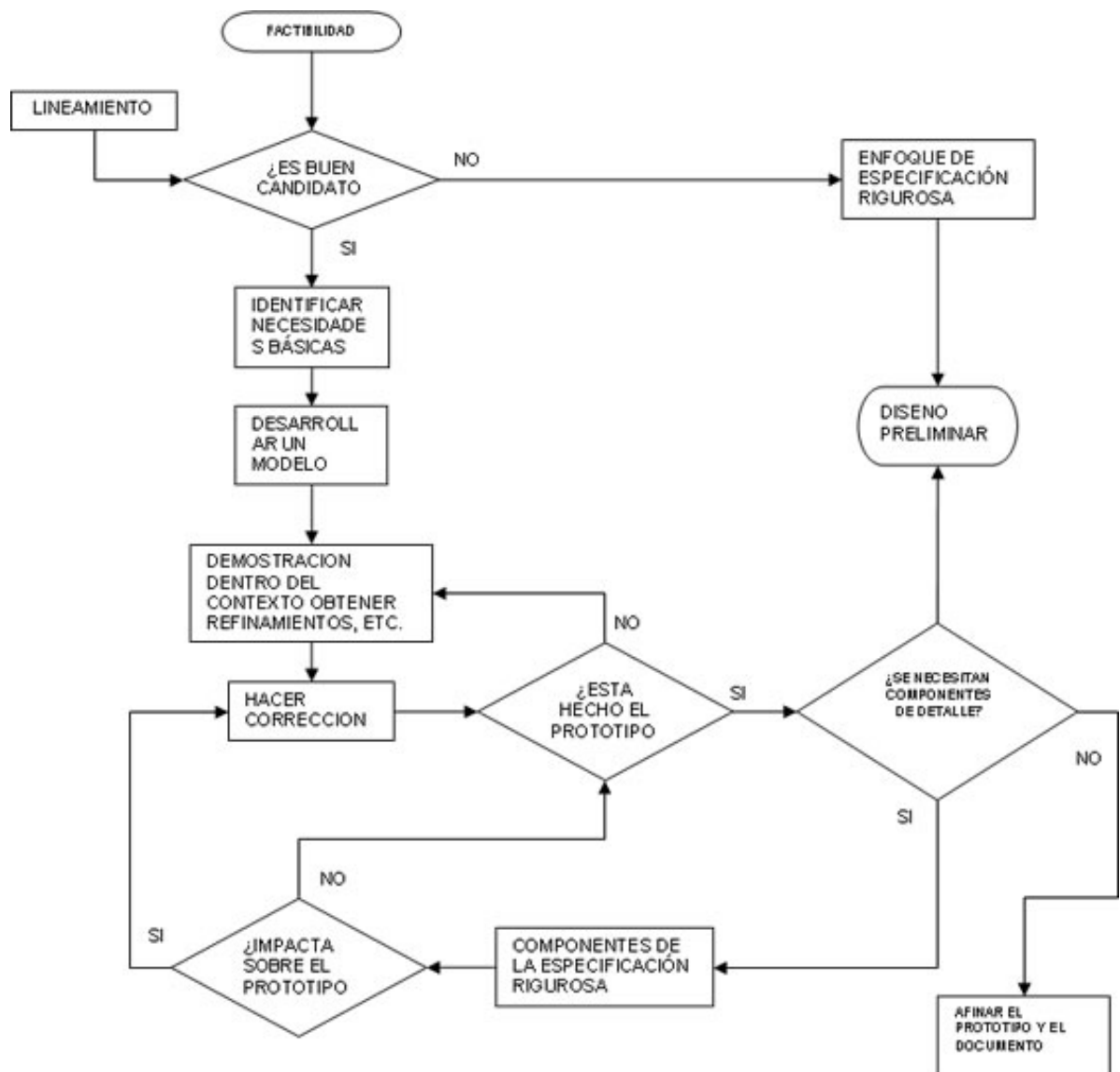


Figura 71. Diagrama de flujo del modelo de prototipado evolutivo⁹²

Diseño técnico. Durante la construcción del prototipo, el desarrollador ha obviado el diseño detallado, el sistema debe ser entonces rediseñado. Esta fase busca la producción de una documentación de diseño que especifica y describe la estructura del software, el control de flujo, las interfaces de usuario y las funciones.

Programación y prueba. Es donde los cambios identificados en el diseño técnico son implementados y probados para asegurar la corrección y completitud de los mismos con respecto a los requerimientos.

⁹² <http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/analisis/25.htm>

4.1. ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE HERRAMIENTAS.

El primer obstáculo fue decidir con cual de las herramientas disponibles se desarrollarían los componentes.

El primer factor es que moodle, el SGA seleccionado para desarrollar este módulo, es una aplicación orientada web y las tecnologías empleadas en el desarrollo de sus diferentes funciones comprenden PHP, JavaScript y HTML. Para diseñar componentes software, que deban estar funcionando en un entorno con las características anteriormente descritas y, brinden un entorno amigable con el usuario en cuanto a diseño, aparecen como principales candidatos los applets de Java y las películas swf de flash.

4.1.1. Applets de Java

Los applets de Java son una de las diversas formas que existen para incluir código del lado del cliente en las páginas web. Son pequeños programas desarrollados en Java, que viajan con las páginas web y el navegador los ejecuta en el espacio de la página⁹³.

Los applets están programados y precompilados en Java, por eso la forma de trabajarlos varía respecto de otros lenguajes script como Javascript. Los applets son algo más complicados de programar que los scripts en Javascript y requieren conocimientos intermedios de Java.

Como principal ventaja que tienen los applets es que son independientes del navegador, incluso independientes del sistema operativo. Los applets de Java son compatibles con todos los sistemas porque basa su funcionamiento en los Byte Codes, que no es más que una precompilación del código fuente de Java.

Estos Byte Codes no son el programa en Java propiamente dicho, sino un archivo que contiene un código intermedio que puede manejar la Máquina Virtual de Java. Cada sistema operativo dispone de una Máquina Virtual de Java que puede interpretar los Byte Codes y transformarlos a sentencias ejecutables en el sistema en cuestión.

Los applets son lentos de procesar y el espacio de ejecución está bien delimitado en la página, pues no se mezclan con otros componentes de la página ni tiene acceso a ellos.

4.1.2. Animaciones de flash SWF

SWF es un formato de archivo de gráficos vectoriales creado por el programa Adobe Flash (antes Macromedia). Los archivos SWF suelen ser suficientemente

⁹³ www.desarrolloweb.com/articulos/731.php

pequeños para ser publicados en internet en forma de animaciones con diversas funciones y grados de interactividad.

Los archivos SWF son compilados y comprimidos a partir de los archivos editables con los que el usuario trabaja en Flash (archivos .fla). Están contruidos principalmente por dos elementos: objetos basados en vectores e imágenes. Una vez creados, los archivos SWF pueden ser ejecutados por el reproductor Macromedia Flash Player, tanto en formato plugin de un navegador o como aplicación autónoma. En muchas ocasiones es posible encapsular los ficheros SWF junto con el reproductor, creando un proyector autónomo que reproduce la animación que contiene cuando se ejecuta (como un .exe).

El objetivo principal del formato SWF es crear archivos pequeños pero que permitan la interactividad y que funcionen en cualquier plataforma, aún sobre un ancho de banda reducido (cómo un navegador web conectado a través de un módem). El plugin que permite reproducir ficheros SWF está disponible en Macromedia para diferentes navegadores y diferentes sistemas operativos, incluido Microsoft Windows, Apple Macintosh y Linux. Este plugin está instalado en un 98% de los ordenadores de los internautas.

El formato es bastante simple, si bien es cierto que está en formato binario y por lo tanto no es de lectura accesible, como el SVG (estándar abierto basado en XML, recomendación del W3C). SWF ha utilizado la compresión Zlib desde el 2002, y en general el objetivo del formato es almacenar todos los datos usando el menor número de bits, minimizando la redundancia.

Aunque la especificación completa del formato está disponible, no es un formato abierto ya que la licencia⁹⁴ de la especificación no permite crear software que reproduzca el formato. Por lo tanto, la ingeniería inversa es la única vía legal para competir con el reproductor oficial.

Por otro lado, la creación de software que 'cree' archivos SWF sí está permitida con la condición que el archivo resultante pueda ser renderizado sin problemas por la última versión pública del reproductor de Macromedia.

4.1.2.1. ActionScript

Es un lenguaje de programación orientado a objetos (OOP), utilizado en las aplicaciones realizadas mayormente con la tecnología Adobe flash para añadir dinamismo al panorama web. Fue lanzado con la versión 4 de Flash, y desde entonces hasta ahora, ha ido ampliándose poco a poco, hasta llegar a niveles de dinamismo y versatilidad muy altos en la versión 8 de Flash.

ActionScript es un lenguaje de script, esto es, no requiere la creación de un programa completo para que la aplicación alcance los objetivos. El lenguaje está

⁹⁴ Información respecto del licenciamiento de los Archivos SWF, disponible en: <http://www.adobe.com/licensing/developer/>

basado en especificaciones de estándar de industria ECMA-262, un estándar para Javascript, de ahí que ActionScript se parezca tanto a Javascript⁹⁵.

La versión más extendida actualmente es ActionScript 2.0, que incluye clases y es utilizada en la última versión de Macromedia Flash y en anteriores versiones de Flex. Recientemente se ha lanzado la beta pública de Flex 2, que incluye el nuevo ActionScript 3, con mejoras en el rendimiento y nuevas inclusiones como el uso de expresiones regulares y nuevas formas de empaquetar las clases. Incluye, además, Flash Player 9, que mejora notablemente el rendimiento y disminuye el uso de recursos en las aplicaciones Macromedia Flash, haciéndolas mucho más ligeras.

Tabla 4: Applets de Java Vs. Animaciones SWF

Applets de Java	Animaciones SWF
Ventajas	
➤ Permiten independencia del navegador, incluso del sistema operativo. Siempre que tenga la maquina virtual de java. ➤ Los errores en la programación, no altera el sistema operativo del cliente. ➤ No requiere instalación de nuevas versiones, simplemente se publica en el servidor y los clientes descargan las últimas versiones de los applets.	➤ Al ser soluciones de tamaño pequeños, se pueden descargar aun en equipos con anchos de banda muy pobres. ➤ Cuenta con la potencia y simplicidad del ActionScript, que es muy parecido a JavaScript. ➤ Se corre en cualquier navegador y sistema operativo, siempre que se cuenta con el plugin de Flash Player.
Desventajas	
➤ El applet no puede leer o escribir el disco duro del cliente. ➤ La descarga del applet consume tiempo. ➤ No interactúan con otros componentes de la página	➤ Se requiere de tiempo de descarga para el plugin si no estaba instalado. ➤ El plugin de flash solo funciona en navegadores de la generación de IE 5.0 o superior. ➤ Se depende de un "SI" o "Aceptar" por parte del cliente para visualizar las películas SWF.

En base a la información anterior, se escoge el programa Flash para crear las herramientas del módulo básico como animaciones SWF; principalmente por que el lenguaje ActionScript es un poco más sencillo de manejar que el lenguaje Java, además la persona encargada de dicho desarrollo⁹⁶ tiene la experiencia en ActionScript necesaria para este desarrollo.

⁹⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/ActionScript>

⁹⁶ El responsable de dicho desarrollo es el autor de la presente investigación.

4.2. ANÁLISIS, DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS COMPONENTES

Para hacer que los componentes fuesen una realidad se necesitó de la intervención crítica, no necesariamente de un grupo de personas; sino de tres de los roles expuestos por Rafael Lizcano en su trabajo de Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Así el conocimiento del experto temático, representado en la persona de Juan Carlos Reyes⁹⁷ quien fue el encargado de la cátedra referente a la Lógica borrosa en la Universidad Industrial de Santander y Rafael Lizcano⁹⁸ conocedor de los estándares y características de los desarrollos orientados a elearning, la experiencia del uso de moodle del administrador del sistema, personificado en Rafael Lizcano y las habilidades del especialista tecnológico y de multimedia.

De la interacción de estos tres actores del proceso, se plantearon y solucionaron las siguientes preguntas:

- ¿Que deben ser los componentes a desarrollar?
- ¿Cómo deben ser los componentes a desarrollar?
- ¿Cómo hacer los componentes a desarrollar?

4.2.1. Análisis. ¿Qué deben ser los componentes?

La principal dificultad que enfrentan los docentes a la hora de enseñar una temática en su mayoría práctica, como lo son los sistemas de inferencia borrosa, es la falta de herramientas de interacción y puesta en práctica, por parte de los estudiantes. Esta es la apreciación de Juan Carlos Reyes.

Entonces al responder la pregunta: qué deben ser los componentes software con los cuales se pueda brindar un apoyo al trabajo realizado por los docentes de esta temática, se llega a una conclusión. Dado que el proceso de los sistemas de inferencia borrosa constan de tres pasos importantes: emborronado, inferencia y desemborronado. Si se puede hacer que el estudiante comprenda cada uno de estos pasos, tendrá muchas más herramientas para entender el proceso en su totalidad.

Para hacer el análisis de cómo deben ser estos componentes, se toma la información técnica y teórica de los conocimientos del experto temático. La información teórica aparece en detalle en la sección 2.7.

4.2.1.1. Requisitos

Dado que el proceso de inferencia borrosa es la clara secuencia de estos tres pasos, es decir el paso siguiente depende del anterior, se decide abordar la temática de los sistemas de inferencia borrosa y el control borroso en si,

⁹⁷ Codirector de la presente investigación.

⁹⁸ Director de la presente investigación.

explicando en detalle cada uno de estos pasos y hacer el apoyo a cada uno de estos temas.

Es así que se entiende que deben desarrollarse tres componentes. Uno que permita emular el proceso de emborronado, otro mostrando como se hace la inferencia y el razonamiento borroso, y finalmente otro para aplicar el desemborronado. Cada uno orientado a permitir al estudiante poner en práctica la teoría y los conceptos empleados en cada uno de los pasos para completar el proceso del control borroso.

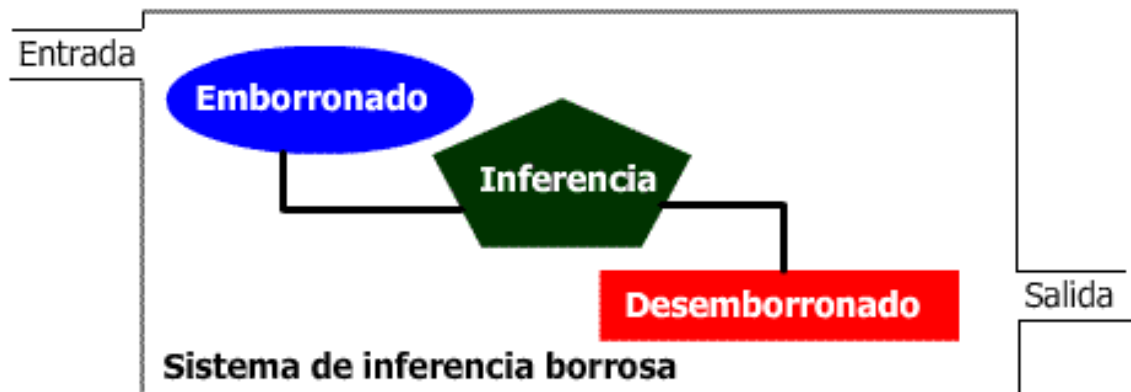


Figura 72. Proceso de inferencia borrosa

De las diversas técnicas existentes para hacer la captura e identificación de los requisitos se emplea la introspección y los diagramas de flujo de datos (DFD). La introspección funciona en este caso pues el cliente, que en este caso es el estudiante, no conoce ni de la existencia de este proyecto, por eso corresponde a los mismos desarrolladores ponerse en el lugar del cliente e identificar las características necesarias para estos componentes. Los DFD, nos permiten identificar los pasos de los procesos que se van a realizar y así identificar requerimientos para cada proceso.

4.2.1.1.1. Primer componente. Emborronado

El proceso de emborronado es el encargado de tomar los valores de entrada, por ejemplo una medición de un termómetro, barómetro o balanza y convertirlo a un valor borroso, habiendo identificado las variables borrosas y definiendo los conjuntos borrosos que la conforman.

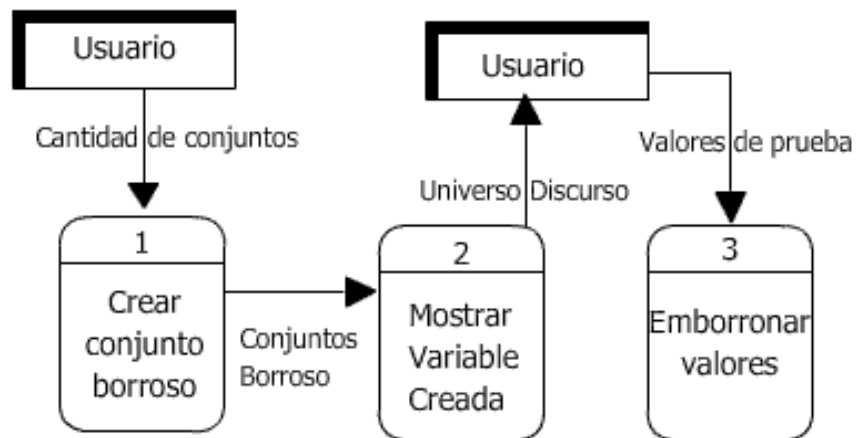


Figura 73. DFD para el emborronado (1)

Entonces para crear una variable borrosa el usuario debe definirla, lo primero es decidir cuantos conjuntos borrosos conforman la variable, asignarle una etiqueta lingüística y definir la función de pertenencia. Con los conjuntos definidos se puede tener certeza del universo discurso que abarca la variable, luego el usuario puede comenzar a probar emborronar valores en la variable que ha creado.

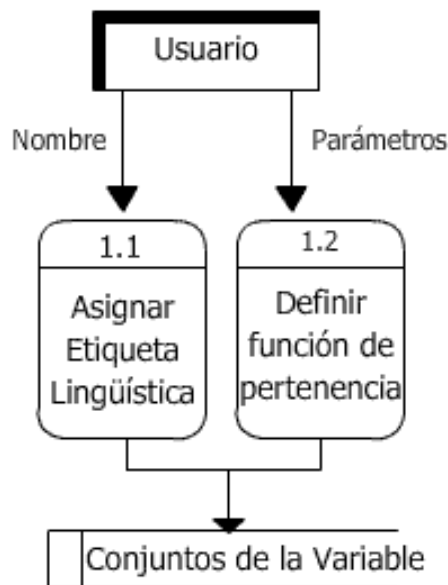


Figura 74. DFD para el emborronado (2)



Figura 75. DFD para el emborronado (3)

4.2.1.1.2. Segundo componente. Inferencia

En este paso se especifican las reglas que definen el comportamiento del sistema de control borroso, ya sea de tipo MANDAMI o TSK y se realiza el razonamiento borroso.

Luego se necesita, que el estudiante defina unas reglas de acuerdo a unas variables borrosas de entrada y salida, si es un sistema tipo mandami; o las funciones de salida si es un sistema TSK, para que pueda posteriormente apreciar el proceso del razonamiento borroso que se realiza con las reglas que ha definido.

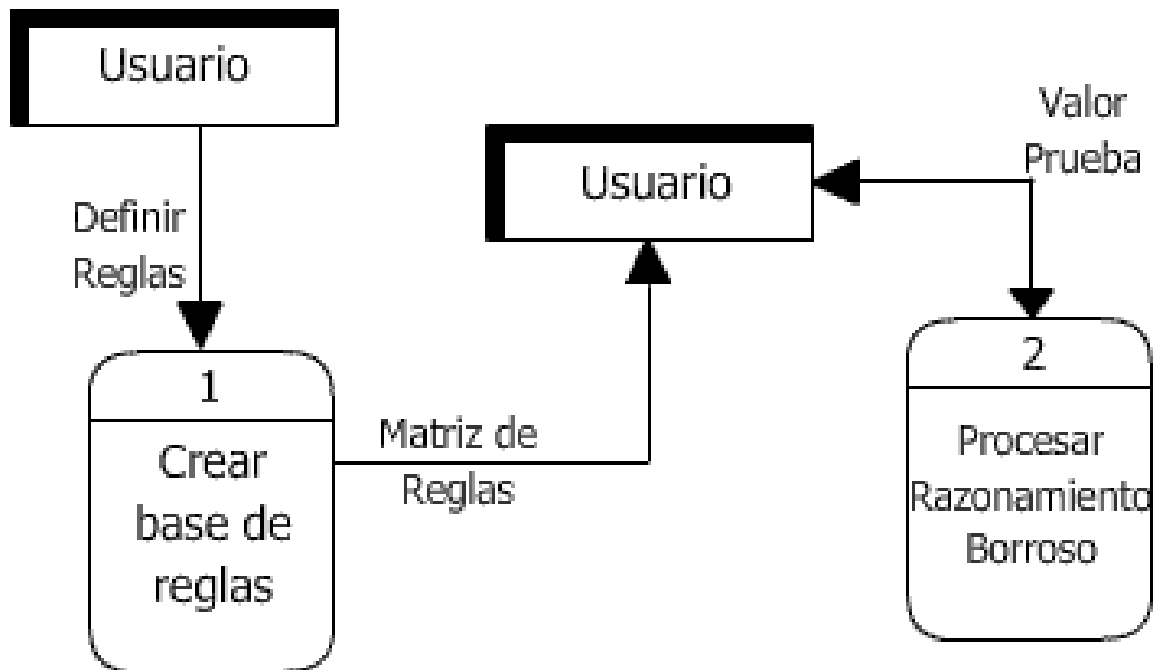


Figura 76. DFD para la inferencia(1)

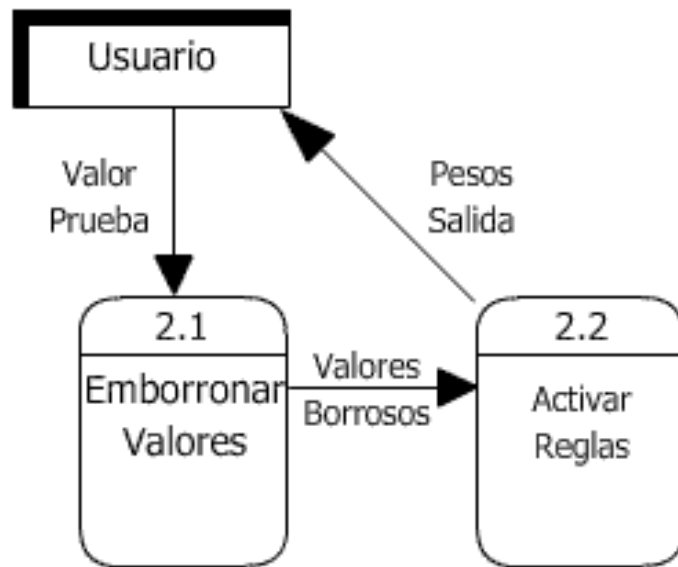


Figura 77. DFD para la inferencia (2)

4.2.1.1.3. Tercer componente. Desemborronado

En este paso se procede a obtener la función del consecuente total mediante la agregación de las funciones de los consecuentes parciales. Para con esta aplicar alguno de los métodos de desemborronado, ya sea el centro de área, la media de máximos, el primer máximo o el ultimo máximo, y obtener el valor de salida.

Siendo este el caso, el estudiante de poder realizar el proceso de desemborronado para unos valores dados, definir el tipo de desemborronado a realizar, y luego poder apreciar el proceso de agregación de función del consecuente total y el resultado del proceso de desemborronado elegido.

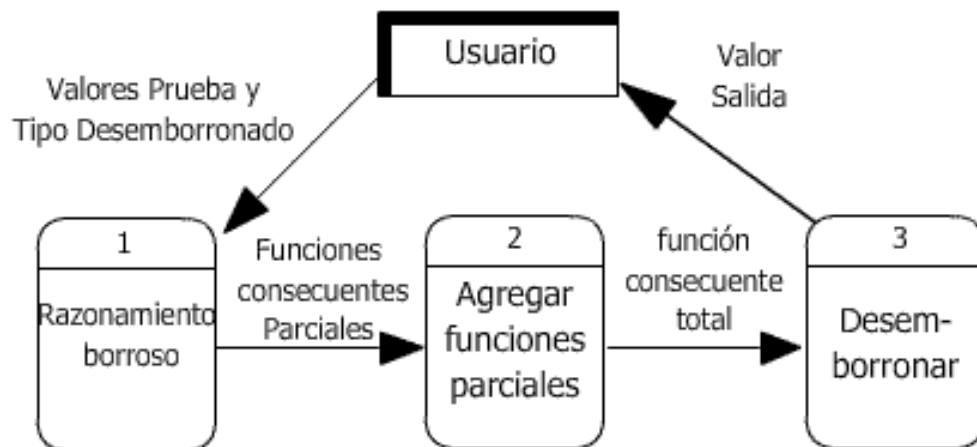


Figura 78. DFD para el desemborronado

4.2.1.2. Especificación de requisitos

Se espera que a partir de los requisitos recopilados en esta sección se pueda realizar un diseño que se ajuste a los mismos. El software que resulta de este proceso, son tres componentes desarrollados en Adobe Flash 8.0, encargados de representar lo más dinámica y gráficamente posible los pasos principales del proceso de inferencia borrosa respectivamente, es decir, se hacen 3 componentes cada uno de los cuales se dedica a la representación del emborronado, inferencia y desemborronado respectivamente.

El objetivo es que las herramientas permitan al usuario poner a prueba la teoría expuesta en el curso virtual de lógica borrosa y que el docente pueda dar una calificación o realimentación del proceso realizado por el estudiante.

Para la realización de dicha especificación se emplean las recomendaciones dictados por el estándar de la IEEE⁹⁹ para especificaciones de requisitos software (ERS).

4.2.1.2.1. Introducción

Objetivo

Propósito de la ERS

Este documento recoge la especificación de requisitos así como la toda la documentación correspondiente del análisis a la aplicación. A partir de él se esta en condiciones de establecer un diseño que se ajuste a los requerimientos aquí expuestos.

Audiencia a la que va dirigido

Se dirige en primer término al responsable del diseño de la aplicación, en este caso es la misma persona al tratarse de un proyecto personal. Posteriormente dirigido al comité encargo de calificar la presente investigación.

Alcance

Identificación del producto mediante un nombre

Como tal, los componentes carecen de un nombre, pero dentro del curso virtual serán referenciados como Laboratorios si no se requiere de calificación y como actividades fuzzy si son sensibles de calificación.

Que hace y que no hace el producto.

⁹⁹ IEEE. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. IEEE/ANSI Standard 830–1998, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993.

El producto genera un espacio de trabajo para el usuario denominado estudiante virtual, donde pueda poner en práctica, mediante simulación, como se realizan los principales pasos del proceso de inferencia borrosa: emborronado, inferencia y desemborronado.

Aplicaciones del software: aplicaciones, objetivos y metas.

El objetivo es disponer de tres herramientas que permitan definir variables borrosas y emborronar valores; definir una base reglas y apreciar el razonamiento borroso; aplicar métodos de desemborronado a las funciones de pertenencia de los consecuentes. Cada una de las herramientas debe notificar cualitativamente al docente del trabajo realizado por el estudiante.

Referencias

[IEEE93] IEEE Std 830-1993 (Revision of IEEE Std 830-1984). Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 345 East 47th Street, New York, NY 10017-2394 USA.

Visión General

Descripción del contenido del resto del documento

Se divide en dos partes. Por una parte la sección Descripción General que describe los factores generales que afectan a las herramientas y sus requerimientos. No se indican los requerimientos específicos si no que se establece un marco de trabajo para dichos requerimientos que son establecidos con toda precisión en la sección Requisitos específicos. En esta se realiza un análisis de la aplicación siguiendo la metodología basada en DFD's e introspección.

4.2.1.2.2. Descripción general

Perspectiva del producto

Indicar si es un producto independiente o parte de un sistema mayor.

Los componentes hacen parte de un sistema mayor. En primera medida son aplicaciones específicas del módulo de actividades fuzzy, el cual a su vez es desarrollado para el SGA Moodle.

Interfaces de sistema

Los componentes deben interactuar correctamente con el SGA Moodle y con la mayoría de navegadores web.

Limitaciones de Memoria

No se establecen limitaciones en cuanto a la cantidad de memoria, tanto secundaria como primaria que el sistema deba utilizar

Operaciones

Modos de operación

Se establecen dos modos principales de operación.

Emplearlos como actividad de evaluación de las temáticas correspondientes, emborronado, inferencia y desemborronado, con su respectiva calificación.

Emplearse como laboratorios en los que el estudiante haga las pruebas a su parecer sin que esto afecte su calificación del curso.

Funciones de respaldo, backup y recuperación

Para el respaldo de los datos no se utilizan en los componentes, se realizan backups desde moodle a nivel de respaldo de todo el curso

Requerimientos para adaptarse a la ubicación

Los componentes son desarrollados para Web, luego el correcto funcionamiento depende de la instalación del plugin de flash player para el navegador empleado.

Funciones del producto

Emborronado

Tabla 5: Funciones del componente emborronado

Input	Número de conjuntos borrosos, etiquetas lingüísticas, función de pertenencia, valor de prueba.
Output	Variable borrosa, Valor borroso
Procesamiento	➤ Determinación del universo discurso ➤ Graficar la función de pertenencia ➤ Graficar Variable Borrosa ➤ Emborronar - o Determinar pertenencia - o Calcular grado de pertenencia

Inferencia

Tabla 6: Funciones del componente inferencia

Input	Valores de antecedentes y consecuentes, Base de reglas, Tipo de inferencia, Valor de prueba
Output	Función de pertenencia de consecuente parcial.
Procesamiento	➤ Razonamiento borroso - o Grados de compatibilidad - o Intensidad del disparo

	o Función de pertenencia del consecuente
--	--

Desemborronado

Input	Método de desemborronado, valor de prueba
Output	Valor de salida
Procesamiento	➤ Función de pertenencia del consecuente total ➤ Desemborronado - o Centro de sumas - o Primer máximo - o Ultimo máximo - o Media de máximos

Características del Usuario

El usuario al que va dirigido es a estudiantes virtuales con conocimientos recién adquiridos de la temática a tratar y con un grado de experiencia intermedio respecto del uso de navegadores Web y aplicaciones en dicho entorno.

Restricciones

El módulo de actividades fuzzy debe basarse en los lineamientos dados por el grupo de desarrollo de Moodle.

Suposiciones y dependencias

Los requerimientos se asumen para clientes con navegadores Web recientes con el plugin de flash player instalado, y una conexión a Internet garantizada.

Requisitos para futuras versiones del sistema.

Tener en cuenta los lineamientos dados para la especificación de clases de ActionScript 2.0 o superior y el estándar de SWF dado por adobe. Se sugiere el empleo de sistemas expertos o técnicas de soft computing en los componentes que lleguen a desarrollarse.

4.2.1.2.3. Requisitos específicos

Requisitos de interfaz externo.

Los componentes requieren interfaces externos con:

- Interfaces con el usuario
- Los componentes deben interactuar con la plataforma en la cual son desarrollados. En este caso es el SGA Moodle.
- La salida debe ser una calificación del proceso realizado por el estudiante, que pueda interactuar con el gradebook de Moodle.

Requisitos funcionales

- Para el desarrollo de esta sección se emplean los DFD.
- Las especificaciones de procesos se harán en español, emulando un pseudocódigo, sin entrar en mayores detalles.

Flujos de información

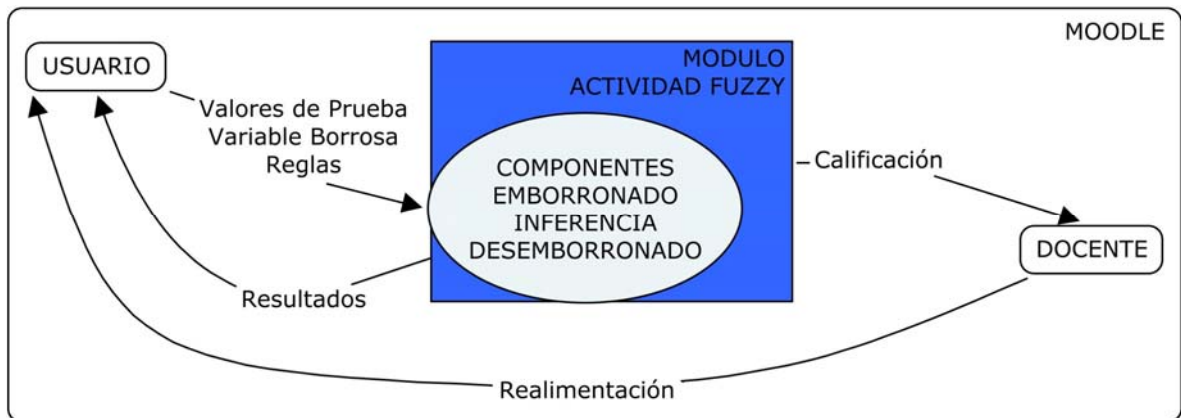


Figura 79. Diagrama de contexto

DFD's

DFD 0

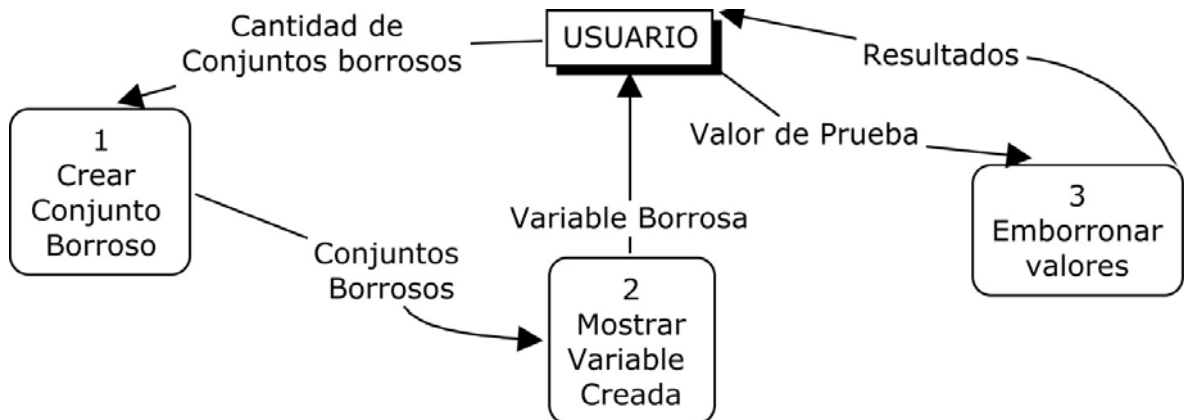


Figura 80. Emborronado, DFD nivel 0

DFD 1

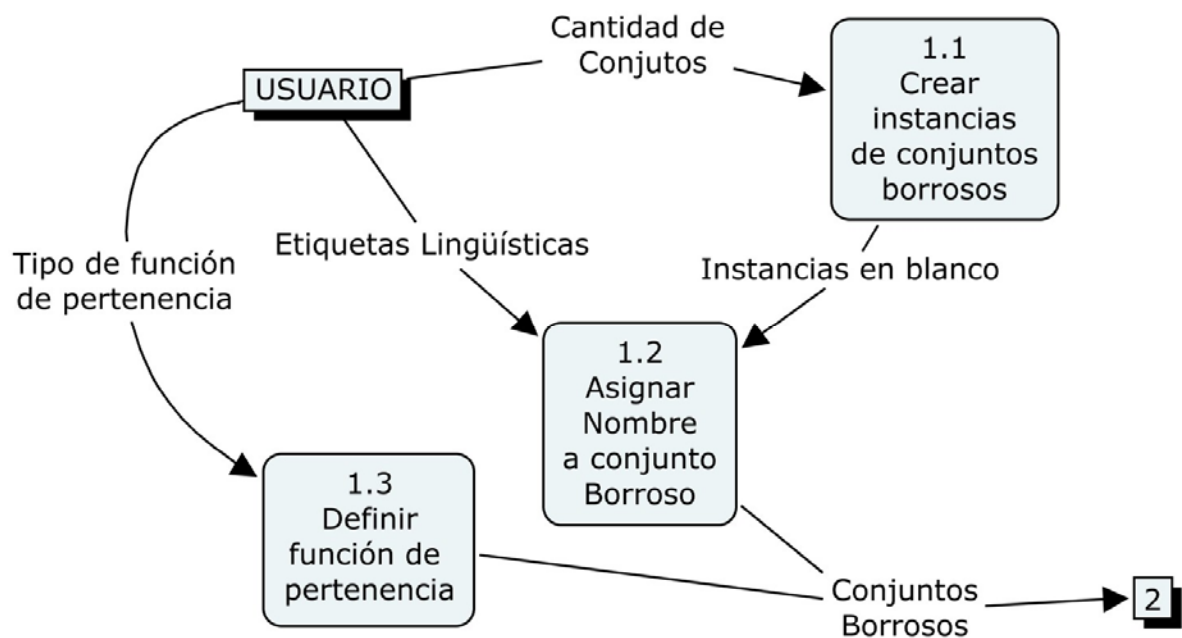


Figura 81. Emborronado, DFD nivel 1

DFD 2

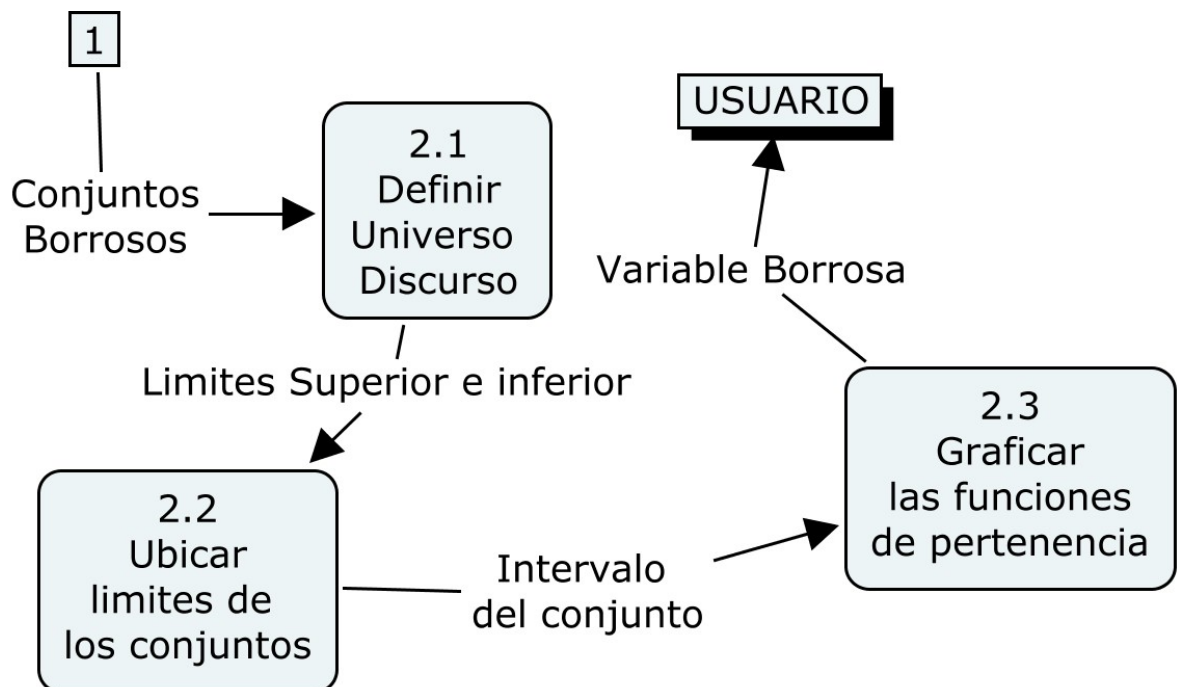


Figura 82. Emborronado, DFD 2

DFD 3

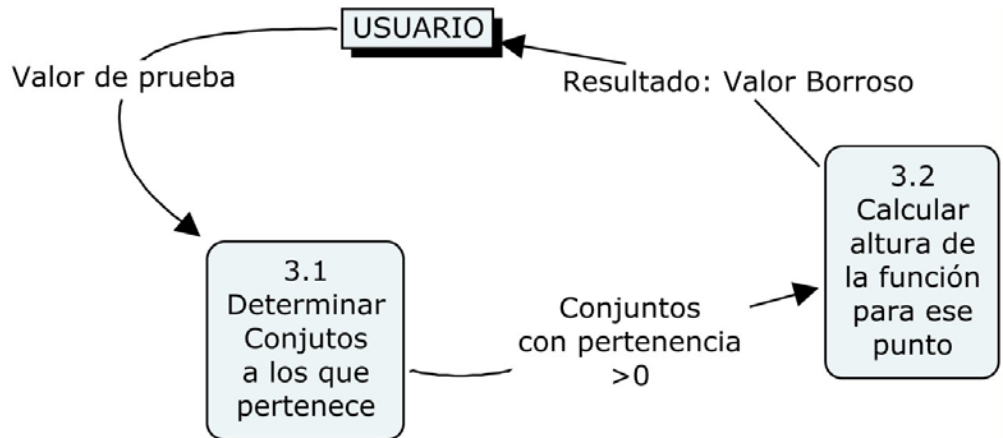


Figura 83. Emborronado, DFD 3

DFD 0

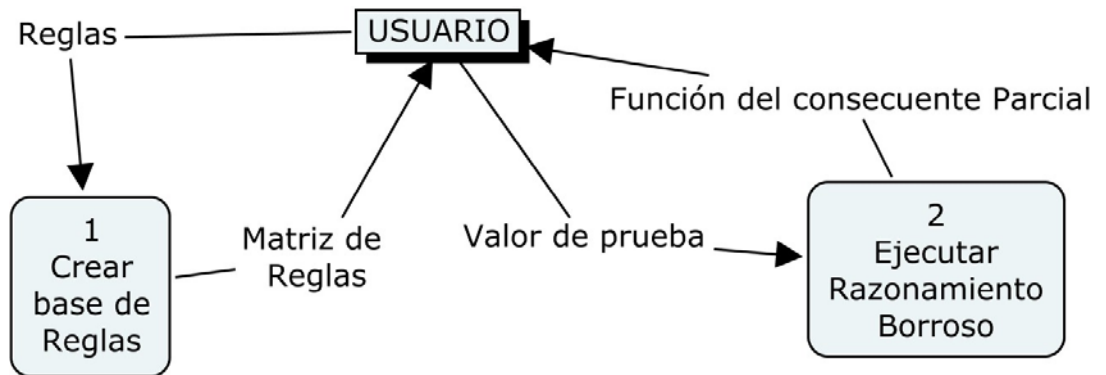


Figura 84. Inferencia, DFD 0

DFD 2

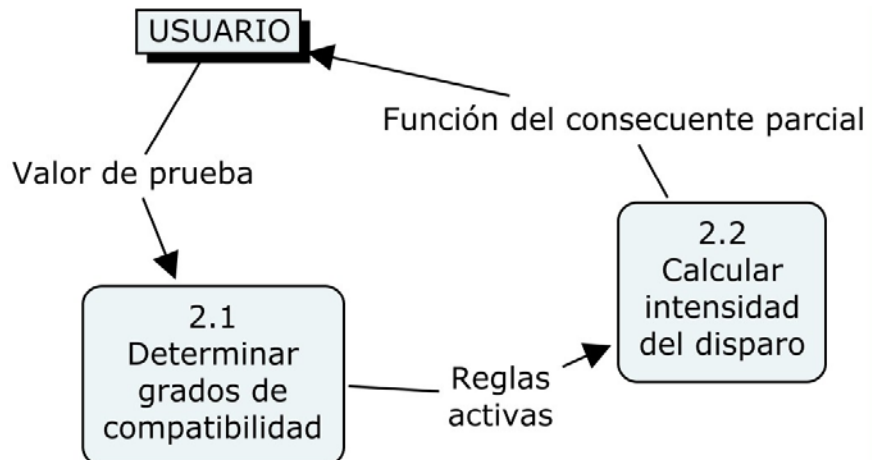


Figura 85. Inferencia, DFD 2

DFD 0

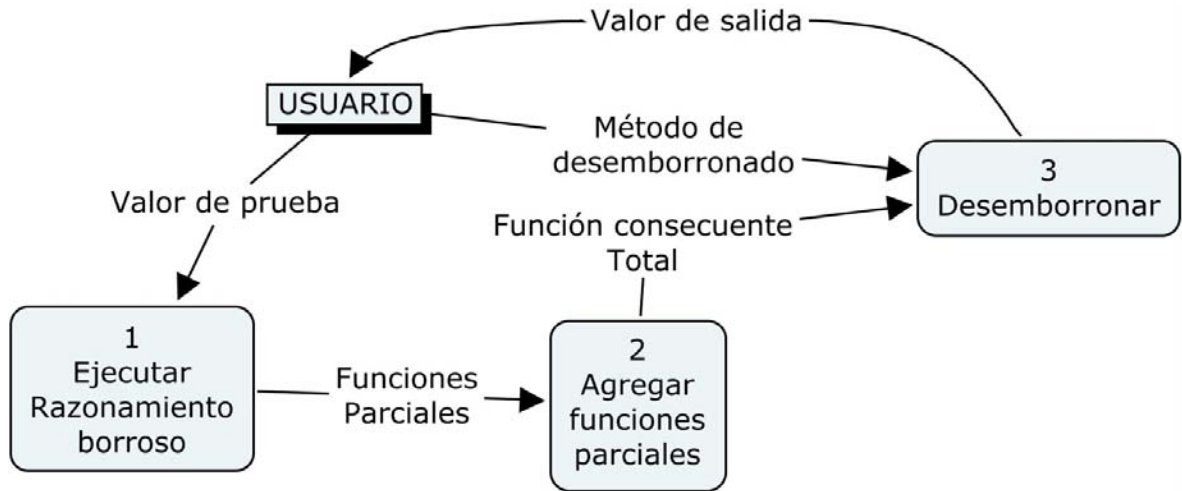


Figura 86. Desemborronado, DFD 0

Descripción de procesos

➤ Emborronado.

1. Crear conjuntos Borrosos
 - 1.1 Crear Instancias de conjuntos
 - viNumConj=cantidad de conjuntos
 - Para cada i, con i=1 hasta viNumConj
 - Instanciar conjunto borroso como Conj(i)
 - Fin para
 - 1.2. Para cada conjunto asignar una etiqueta lingüística.
 - Para cada Conj(i) con i=1 hasta viNumConj
 - Conj(i).etiqueta=variable lingüística
 - Fin para
 - 1.3. Definir un tipo de función de pertenencia y sus parámetros.
 - Para cada i con i=0 hasta viNumConj
 - Conj(i).función= tipo de función
 - En el caso Conj(i).función
 - Caso "triangular"
 - Conj(i).param=[a,b,c]
 - Caso "Trapezoidal"
 - Conj(i).param=[a,b,c,d]
 - Caso "Bell"
 - Conj(i).param=[a,b,c,d]
 - Caso "Gauss"
 - Conj(i).param=[omega, sigma]
 - Caso "Sigmoidal"
 - Conj(i).param=[a,c]

Fin casos
Fin para

2. Mostar la variable borrosa constituida.

2.1. Determinar el universo discurso.

viLimInf=mínimo(mínimo(Conj(i).param),
mínimo(Conj(i+1).param),...,
mínimo(Conj(viNumConj).param))
viLimMax=máximo(máximo(Conj(i).param),
máximo(Conj(i+1).param), ...,
máximo(Conj(viNumConj).param))

2.2 Ubicar límites de conjuntos

Para cada i

LimInf(i)=mínimo(Conj(i).param)
LimMax(i)=máximo(conj(i).param)

Fin para

2.3 Graficar funciones

Para cada i

Dado el caso Conj(i).funcion

Caso “triangular”

Graficar basado en la función:

$$Triangular(x, a, b, c) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \\ 0 & c \leq x \end{cases}$$

Caso “Trapezoidal”

Graficar basado en la función:

$$Trapezoidal(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 0 & d \leq x \end{cases}$$

Caso “Gauss”

Graficar basado en la función:

$$Gaussiana(x, c, \sigma) = e^{-\left[\frac{x-c}{\sigma}\right]^2}$$

Caso “bell”

Graficar basado en la función:

$$Bell(x, a, b, c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x-c}{a}\right|^{2*b}} \quad \text{con } b > 0$$

Caso "Sigmoidal"

Graficar basado en la función:

$$Sig(x, a, c) = \frac{1}{1 + e^{[-a(x-c)]}}$$

Fin casos

Fin para

3. Emborronar valores de prueba.

3.1. Determinar pertenencia

Para cada i

Si ValorPrueba es mayor mínimo(Conj(i).param)

y es menor máximo(Conj(i).param) entonces

Valor prueba pertenece a Conj(i)

Fin para

3.2. Calcular altura

Para cada conj(i) que pertenece

Dado el caso Conj(i).funcion

Con cada caso, calcular la altura de la
ecuación correspondiente

Fin casos

Fin para

➤ Inferencia.

1. Definir la base de reglas.

Iniciar Matriz

i=0 y j=0

Mientras definir_reglas sea cierto

Matriz(i, j)=antecedente1

Matriz(i, j+1)= conector

Matriz(i, j+2)= antecedente2

Matriz(i, j+3)=consecuente

i++

fin mientras

Al presionar terminar reglas hacer definir_reglas falso

2. Razonamiento Borroso.

2.1. Determinar grados de compatibilidad.

Emborronar (valor prueba1, valor prueba2)

Para cada fila de Matriz(i, j)

Si Valor prueba1=Matriz(i, j) y Valor prueba2=Matriz(i,
j+2) entonces ReglasActivas=ReglasActivas unido i.

Si matriz(i, j+1)=AND entonces altura(i)=mínimo
(Valorprueba1, Valor prueba2)

De lo contrario altura(i)=máximo(valor prueba1, valor prueba2)
Fin para

2.2. Determinar la intensidad del disparo.

Para cada regla activada

Graficar función de pertenencia del consecuente con
altura máxima = altura(i)

Fin para

➤ **Desemborronado**

1. Razonamiento Borroso

Igual que para el caso anterior

2. Agregar funciones parciales

Determinar universo discurso de salida

LimInf=mínimo limite de los consecuentes

LimMax= máximo limite de los consecuentes

Dibujar las funciones de pertenencia de consecuentes en el universo de salida, sin sobre pasar la altura máxima altura(i)

Función de pertenencia total= función parcial 1 unida función parcial 2...

3. Desemborronar

Dado el caso "Método de desemborronado"

Caso "Centro de área"

A la función total aplicar la formula

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \cdot \sum_{k=1}^m \mu_{Z^{(k)}}(y_i)}{\sum_{i=1}^l \cdot \sum_{k=1}^m \mu_{B^{(k)}}(y_i)}$$

Caso "Primer máximo"

Se toma el valor del universo discurso, donde se registre el primero de los valores más altos

Caso "ultimo máximo"

Se toma el valor del universo discurso, donde aparezca el valor más alto de los puntos de más altura

Caso "Media de máximos"

Se calcula la media aritmética del conjunto de puntos con la altura más alta.

Fin casos

Requisitos de rendimiento. Recaltar que los componentes se ejecutan en red, garantizar su descarga y reproducción para todo tipo de anchos de banda y conexiones a Internet.

Restricciones de diseño

No aplica

Otros requisitos

No aplica

4.2.2. Diseño. ¿Cómo deben ser los componentes?

De acuerdo con la especificación de requerimientos se proceden a diseñar los componentes.

4.2.2.1. Diseño de Entradas / Salidas e Interfaz de usuario

Las entradas para los componentes son los datos que el usuario debe ingresar para que los diferentes procesos puedan realizarse de manera correcta. De tal manera que dichas entradas son:

➤ **Emborronado**

Las entradas para el proceso de emborronado comprenden el nombre de la variable, la cantidad de conjuntos borrosos que la conforman y las etiquetas lingüísticas, tipo de función de pertenencia y parámetros de la funciones. Una vez definida la variable borrosa, el usuario ingresa un valor de prueba por vez, para ver el emborronado.

Con estos datos se construye la variable y la salida es la variable bien definida con el universo discurso. Luego, con el valor de prueba el componente arroja el valor borroso equivalente.

Dada la función educativa del componente la toma de datos se hace a manera de “wizard”, es decir, paso a paso.

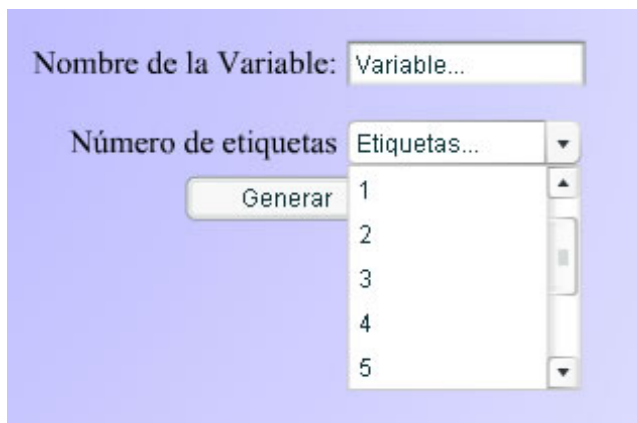


Figura 87. Entrada para el emborronado, paso 1.

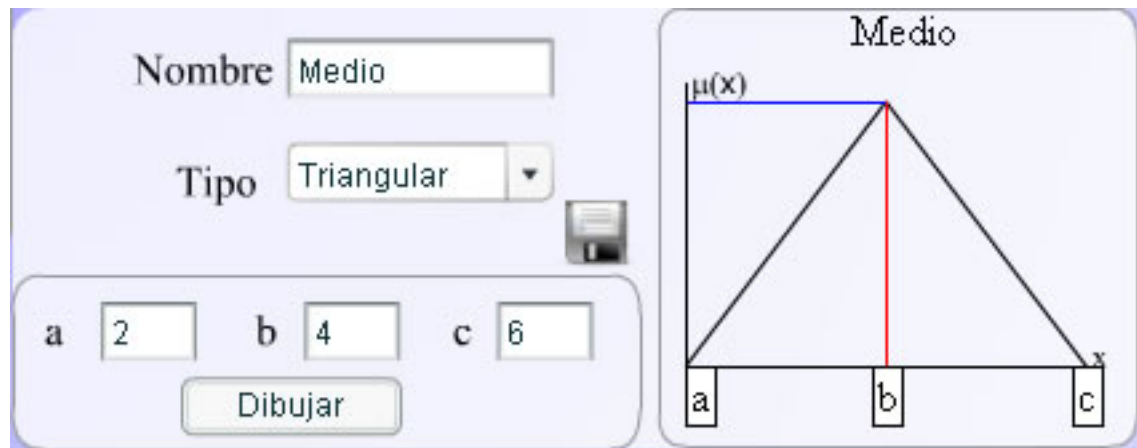


Figura 88. Entrada para el emborronado, paso 2

Una vez definidos estos datos, se puede construir la variable y mostrarla gráficamente.

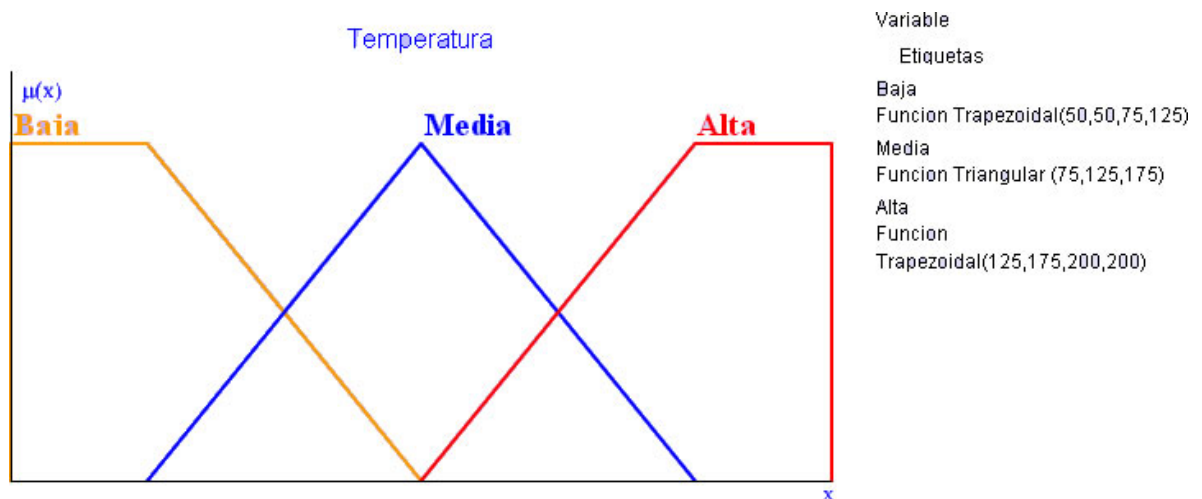


Figura 89. Salida para el emborronado, paso 3

Ya con la variable definida se pueden ingresar valores, en este caso valores de temperatura, para conocer su equivalente borroso.

Figura 90. Entrada para el emborronado, paso 4

Con ese valor de prueba se calcula su equivalente borroso.

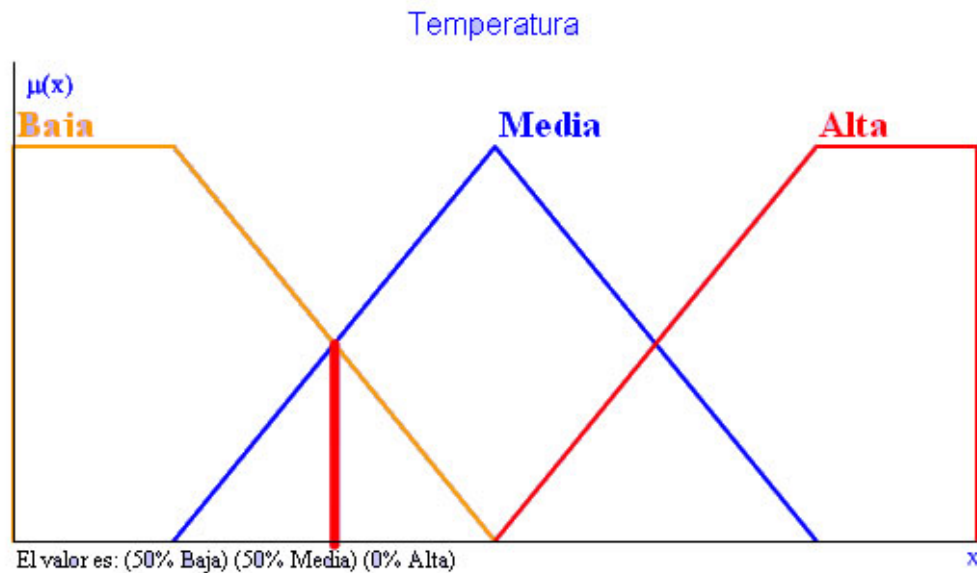


Figura 91. Salida para el emborronado, paso 5

➤ Inferencia

Los datos que se ingresan en el proceso de inferencia, son los valores de los antecedentes y consecuentes así como el conector que relaciona a los antecedentes. Una vez este definida la base de reglas se ingresan valores de prueba para realizar el proceso de razonamiento borroso.

Así se concibe la interfaz de creación de la base de reglas de la siguiente manera:

Figura 92. Entrada para la inferencia, paso 1

Luego de registrar las diversas reglas, se tiene la matriz de reglas o base de reglas.

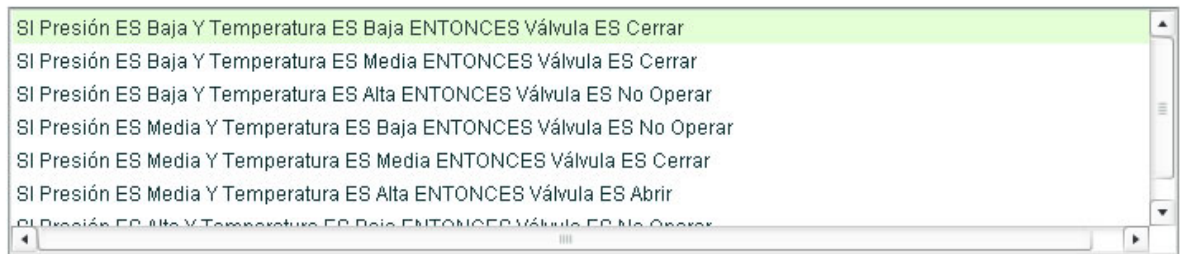


Figura 93. Salida para la inferencia, paso2

Una vez se ha definido la base de reglas, se pide al usuario que ingrese los valores de prueba.

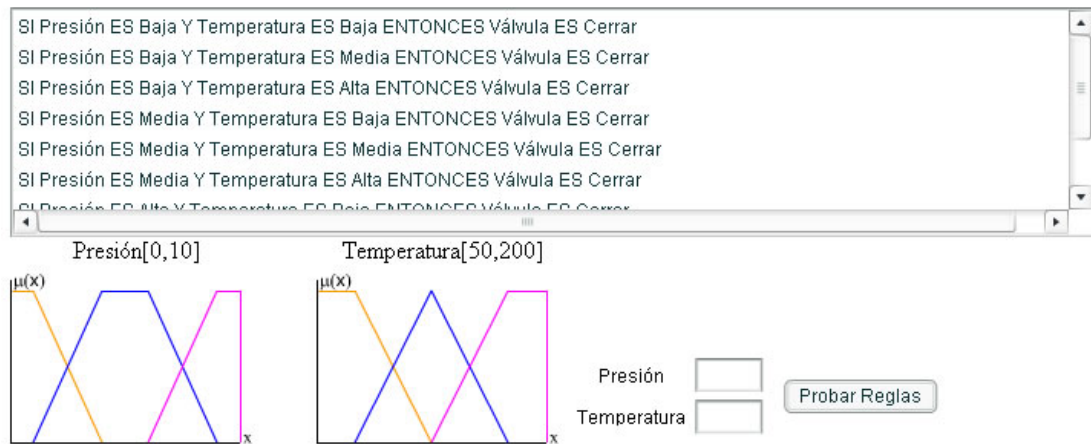


Figura 94. Entrada para la inferencia, paso 3

Con los datos de prueba, inmediatamente se muestran las reglas que se activan y el equivalentes borroso de los valores de entrada.

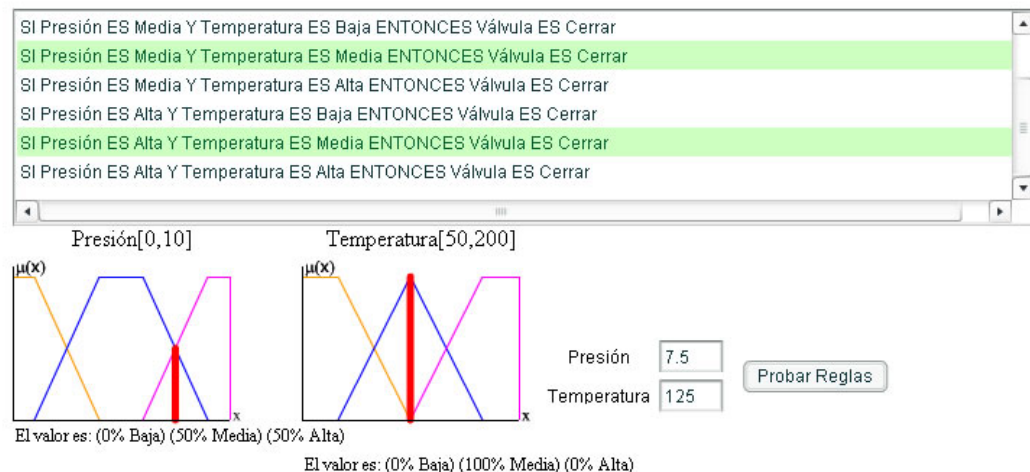


Figura 95. Salida para la inferencia, paso 4

➤ Desemborronado

En el desemborronado se requiere, además de los valores de prueba, seleccionar un método de desemborronado, con estos datos se calculan los valores de salida y la función de pertenencia total.

Por ejemplo seleccionando el método del centro de área, se piden los valores de prueba, que se muestran como valores borrosos y las reglas que activan los mismos.

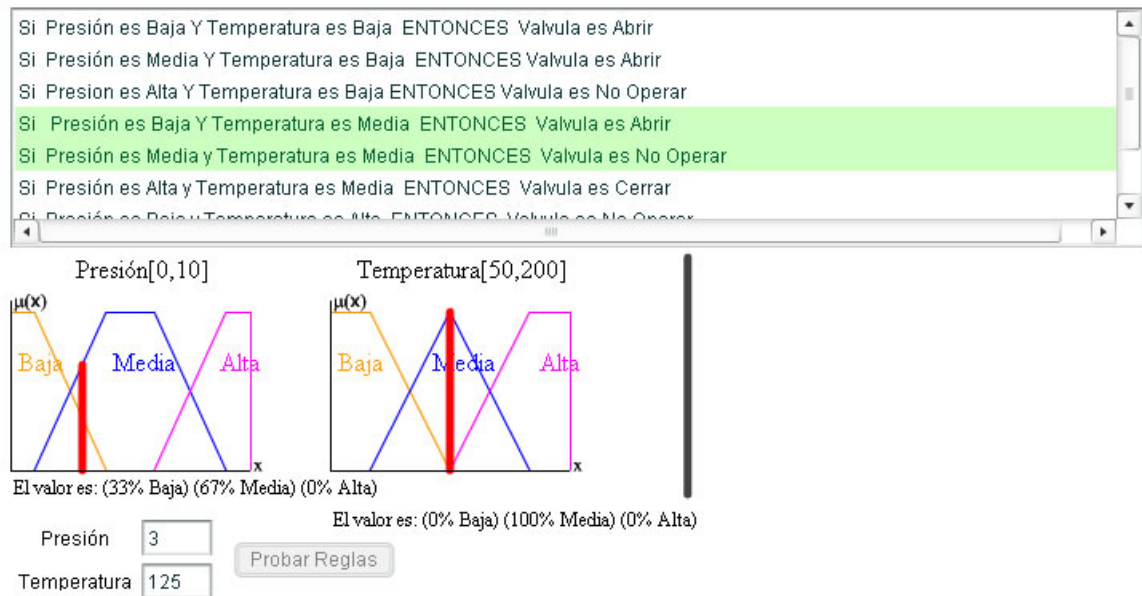


Figura 96. Entrada para el desemborronado, paso 1

Y finalmente se muestra el resultado de desemborronado y la función de pertenencia total.

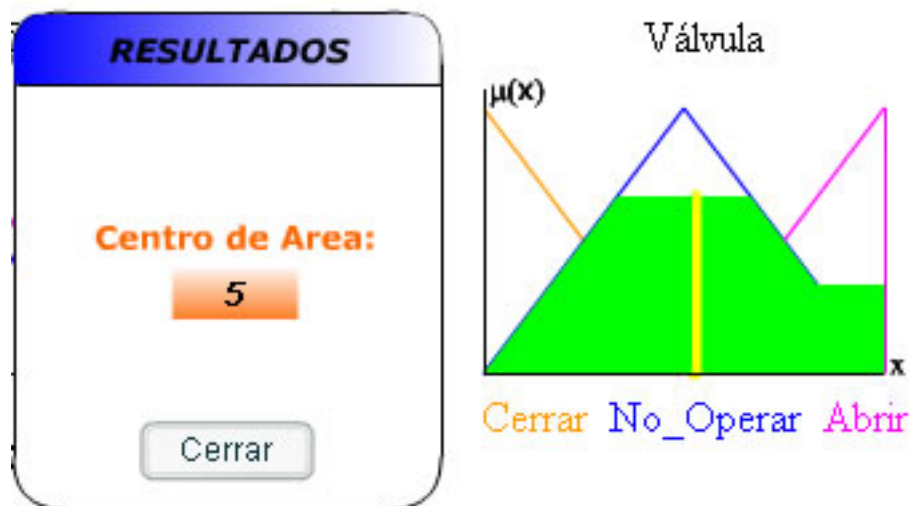


Figura 97. Salida para el desemborronado, paso 2

4.2.2.2. Diseño de procesos

A continuación se muestran como funcionan los procesos de los diferentes componentes y del sistema de calificación el cual es común a todos. Para mostrar dichos funcionalidades se emplean los casos uso.

En esta sección se muestran los procesos para los componentes. Luego en el capítulo cinco, pues en ese capítulo se describe como es la integración con moodle se muestran los diagramas de casos de uso para el curso de moodle y el módulo de actividades fuzzy.

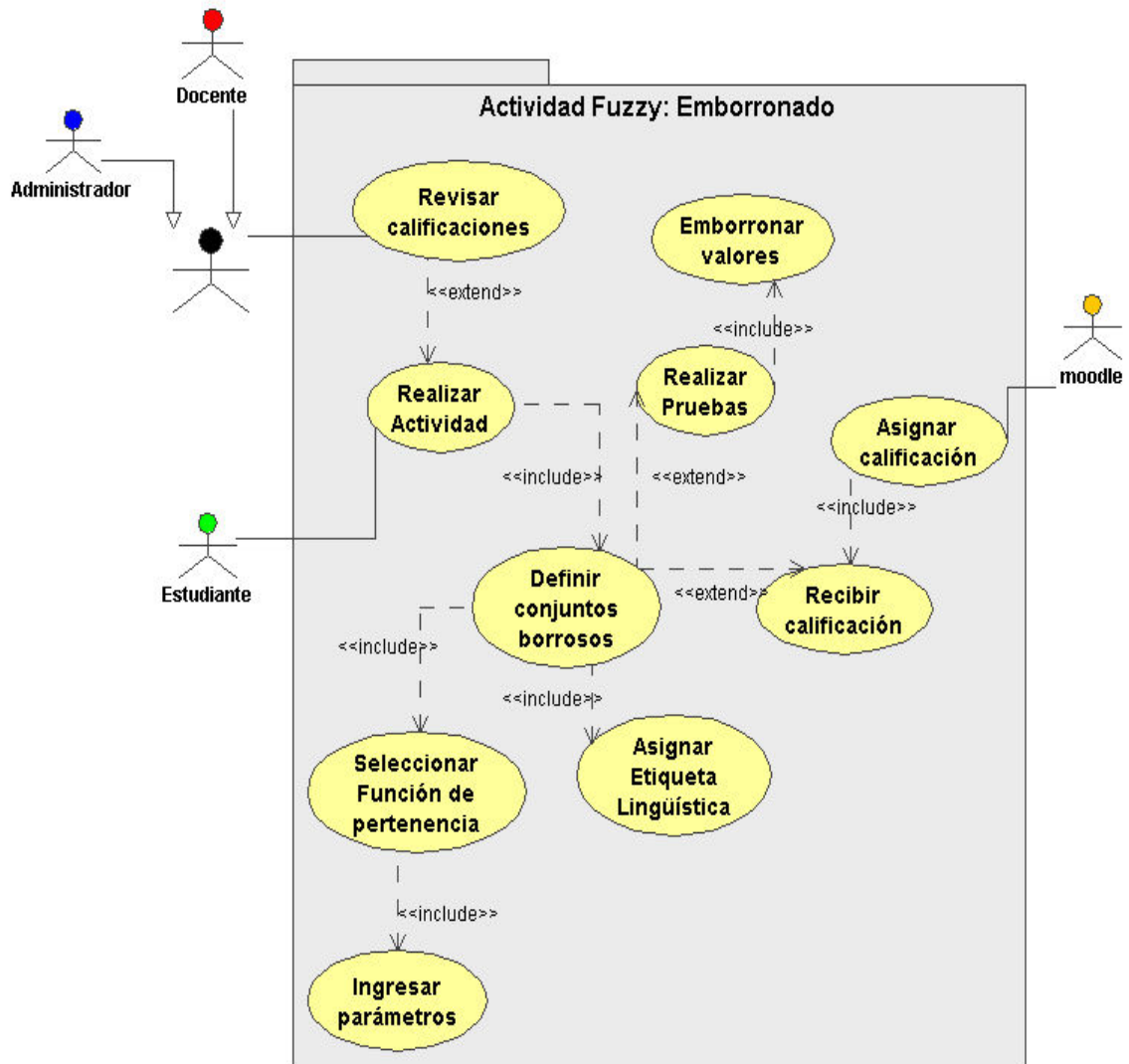


Figura 98. Caso de uso funcionamiento del componente emborronado como actividad fuzzy

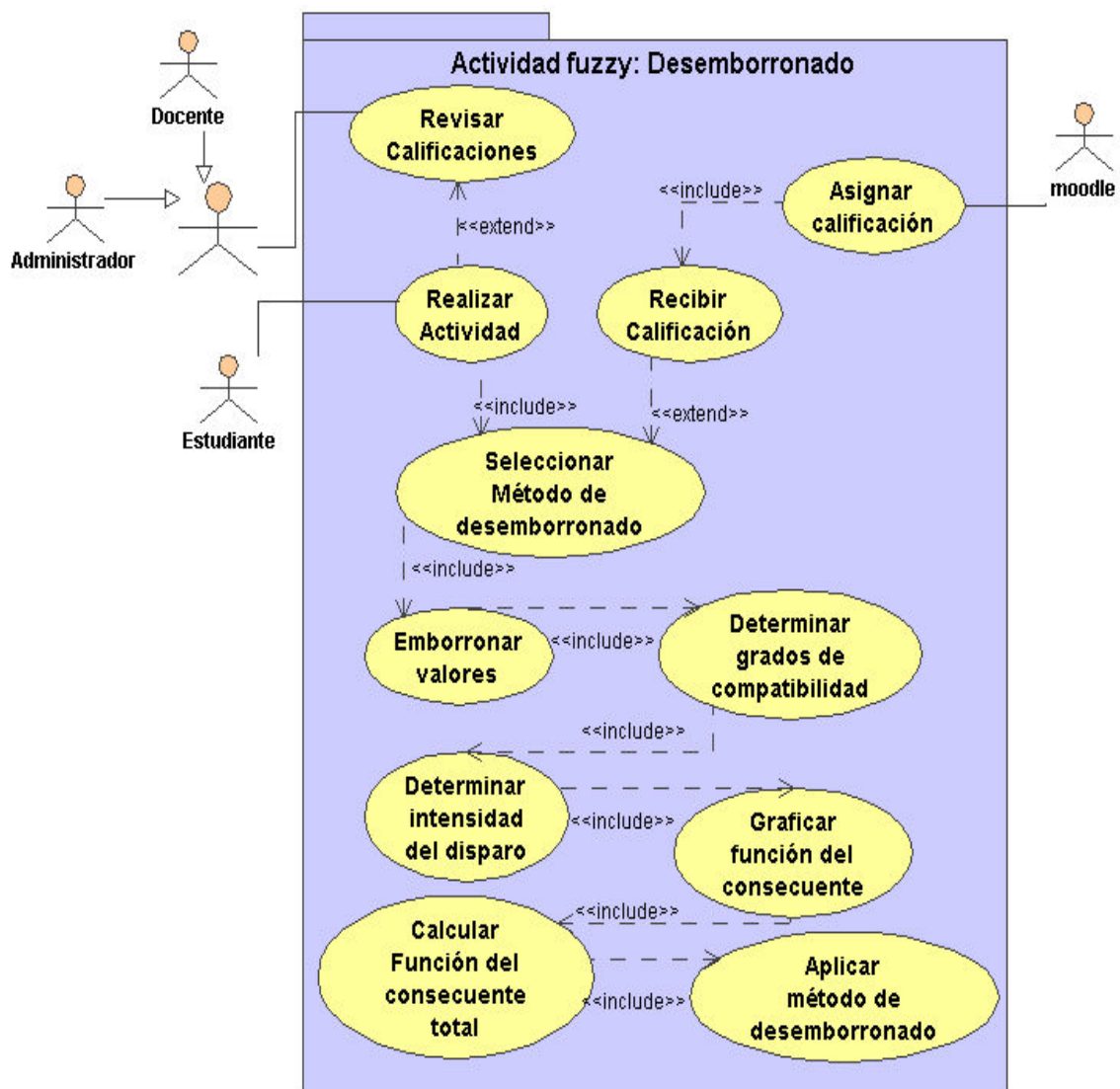


Figura 100. Caso de uso funcionamiento del componente desemborronado como actividad fuzzy

4.2.3. Desarrollo ¿Cómo hacer los componentes?

Como se mencionó anteriormente, para el desarrollo de los componentes se empleó la metodología del prototipado evolutivo. Y el lenguaje en que se desarrollaron es ActionScript 2.0, que es un lenguaje Orientado a Objetos (POO), en el ambiente Adobe Flash 8.0. Para el desarrollo del módulo de actividad fuzzy, se empleo PHP con bases de datos en MySQL, se hace referencia con mayor detalle al desarrollo del módulo en el capítulo 5.

Los prototipos empleados para llegar al estado actual, nacen de las necesidades de cada componente y de la interacción con el paso anterior, es decir, los

prototipos de inferencia no podían concebirse son el emborronado y de igual manera el desemborronado no podría funcionar sin la inferencia.

De acuerdo con los lineamientos dictados por el método, los prototipos se fueron desarrollando de lo más general a lo más específico.

4.2.3.1. Prototipos para el Emborronado.

El primer requisito a cumplir consistía en graficar la variable borrosa totalmente definida. Para esto dado unos conjuntos borrosos ya definidos, se implementa la función graficar conjuntos, que se generaliza para la función triangular, y la dibuja en el intervalo que le corresponde del universo discurso.

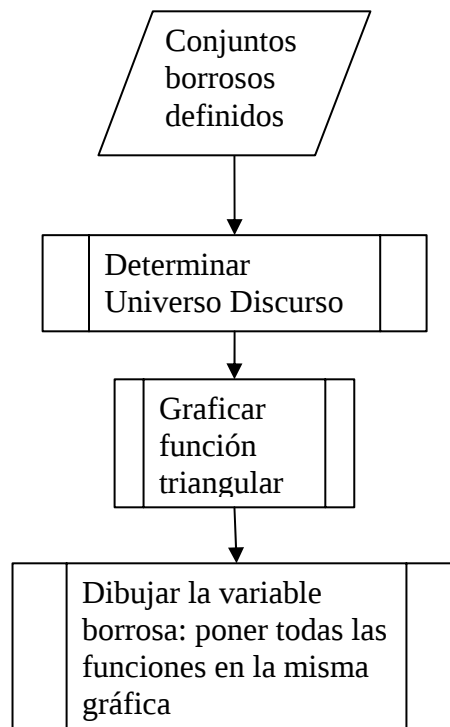


Figura 101. *Prototipo 1, Emborronado*

El siguiente prototipo, se dedica a cumplir con los requerimientos de los diferentes tipos de funciones de pertenencia, pues se permite al usuario seleccionar 5 tipos de funciones de pertenencia: triangular, trapezoidal, sigmoidal, campana de Bell y gaussiana, y asignar la etiqueta lingüística del conjunto.

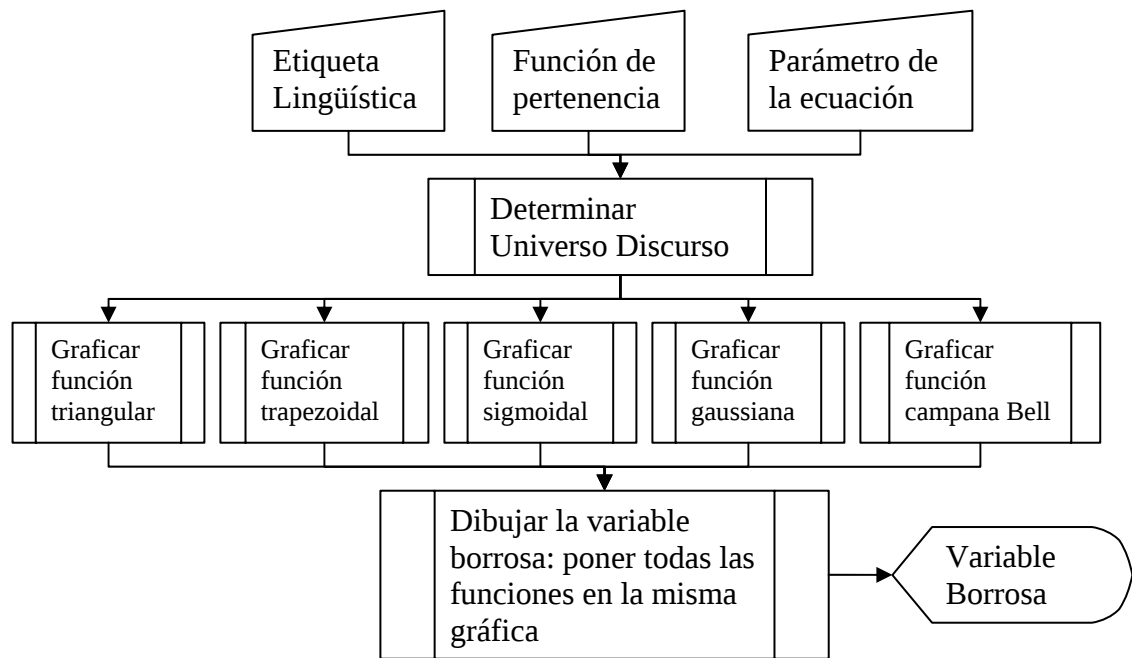


Figura 102. Prototipo 2, emborronado

En este punto el componente, ya grafica la variable borrosa bien definida. El prototipo 3 toma una variable definida y para un valor de prueba, determina su valor borroso.

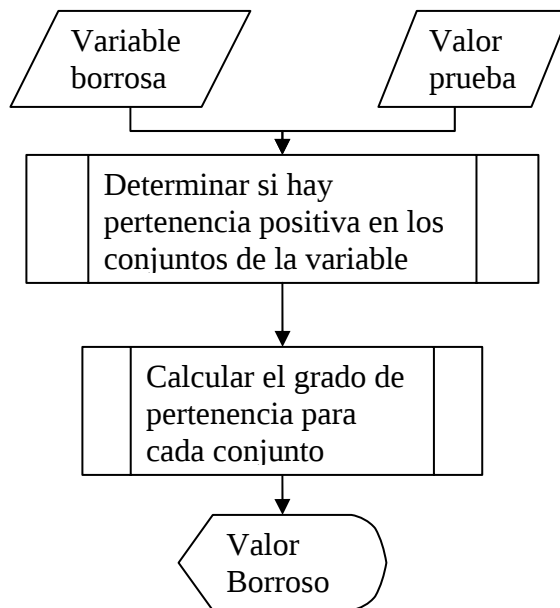


Figura 103. Prototipo 3, emborronado

Finalmente, se integran los prototipos 2 y 3 para completar el proceso y cumplir el último requisito que es común en todos los componentes, pasar la calificación al gradebook de moodle.

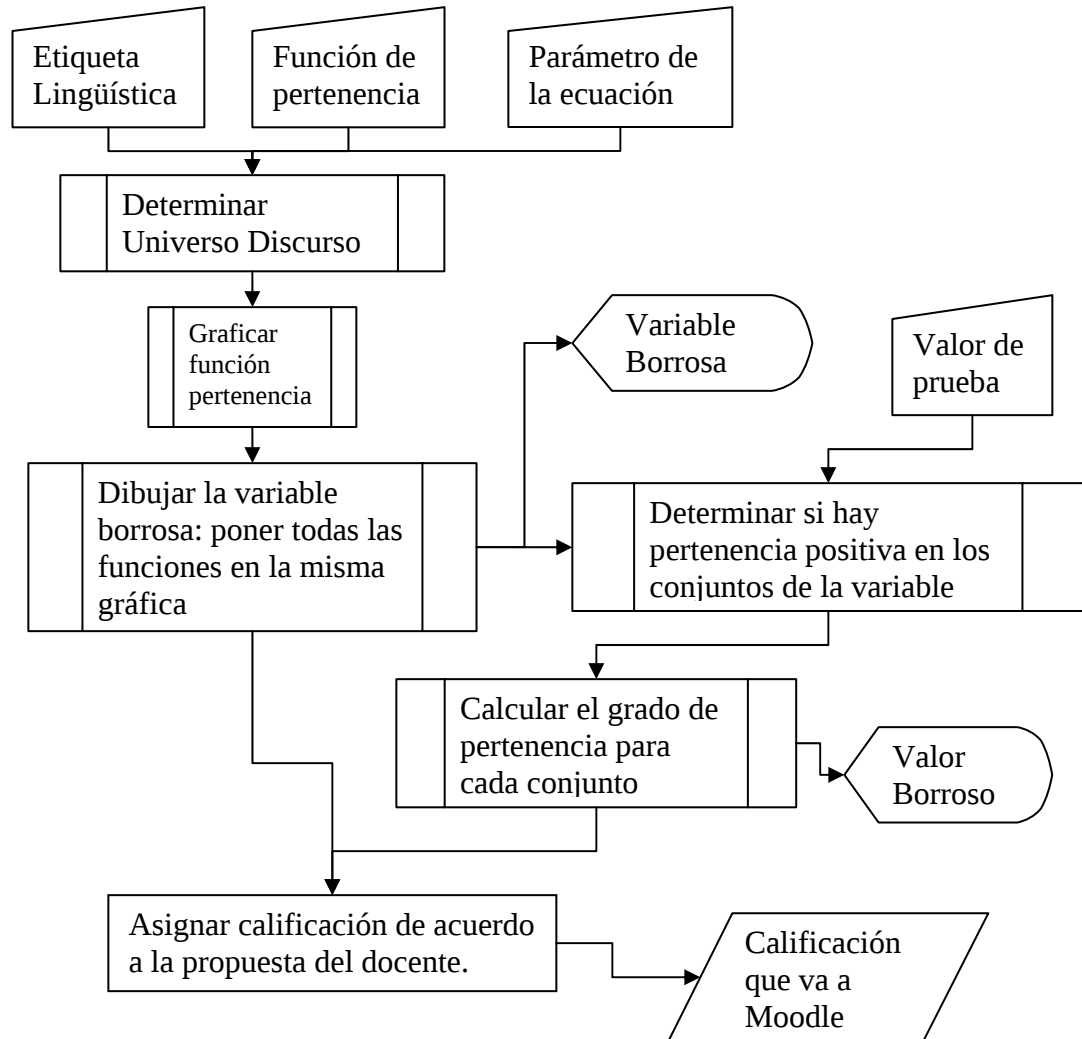


Figura 104. Prototipo 4, emborronado.

4.2.3.2. Prototipos para la inferencia

En el caso de la inferencia el requerimiento más general es tener definida la matriz de reglas. Siendo así, el primer prototipo consiste en definir la matriz de reglas.

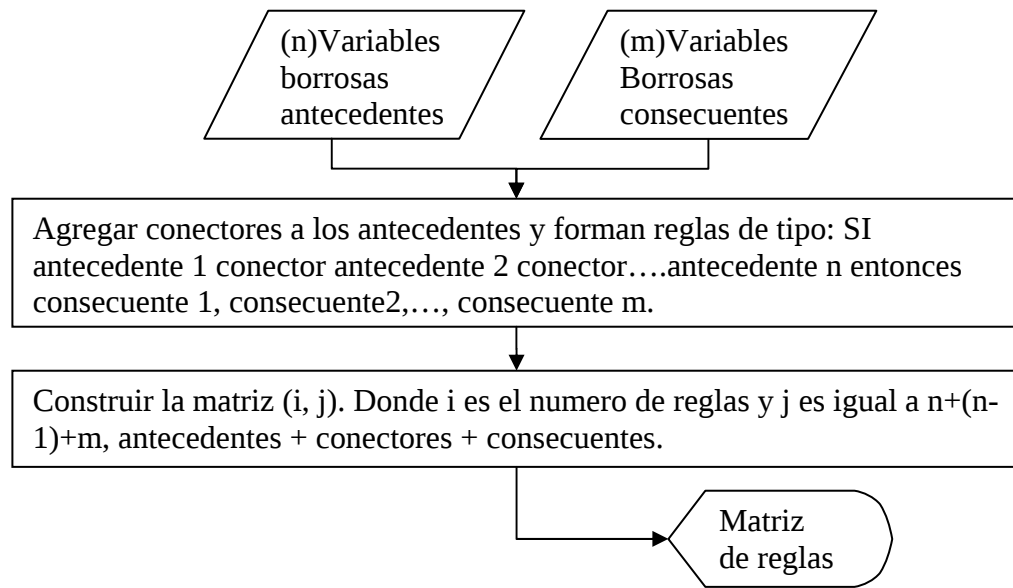


Figura 105. Prototipo 1, inferencia

Una vez se tiene la matriz de reglas, se puede aplicar el razonamiento borroso para unos antecedentes y consecuentes arbitrarios.

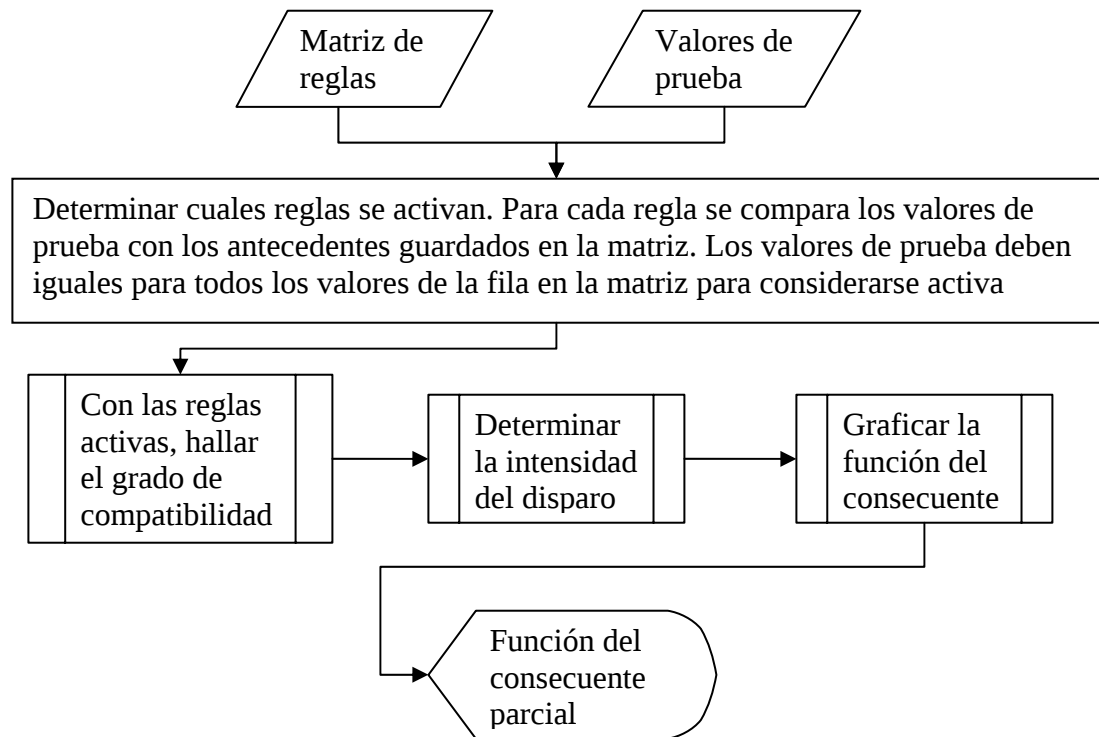


Figura 106. Prototipo 2, inferencia

Para que sea el estudiante quien ingrese los valores de prueba, como se especifica en los requerimientos, primero se aplica el proceso de emborronado a dichos valores. Pues los antecedentes son valores borrosos y el usuario ingresa es valores clásicos (crisp). Además se vincula el procedimiento de la calificación. Resultando el siguiente prototipo.

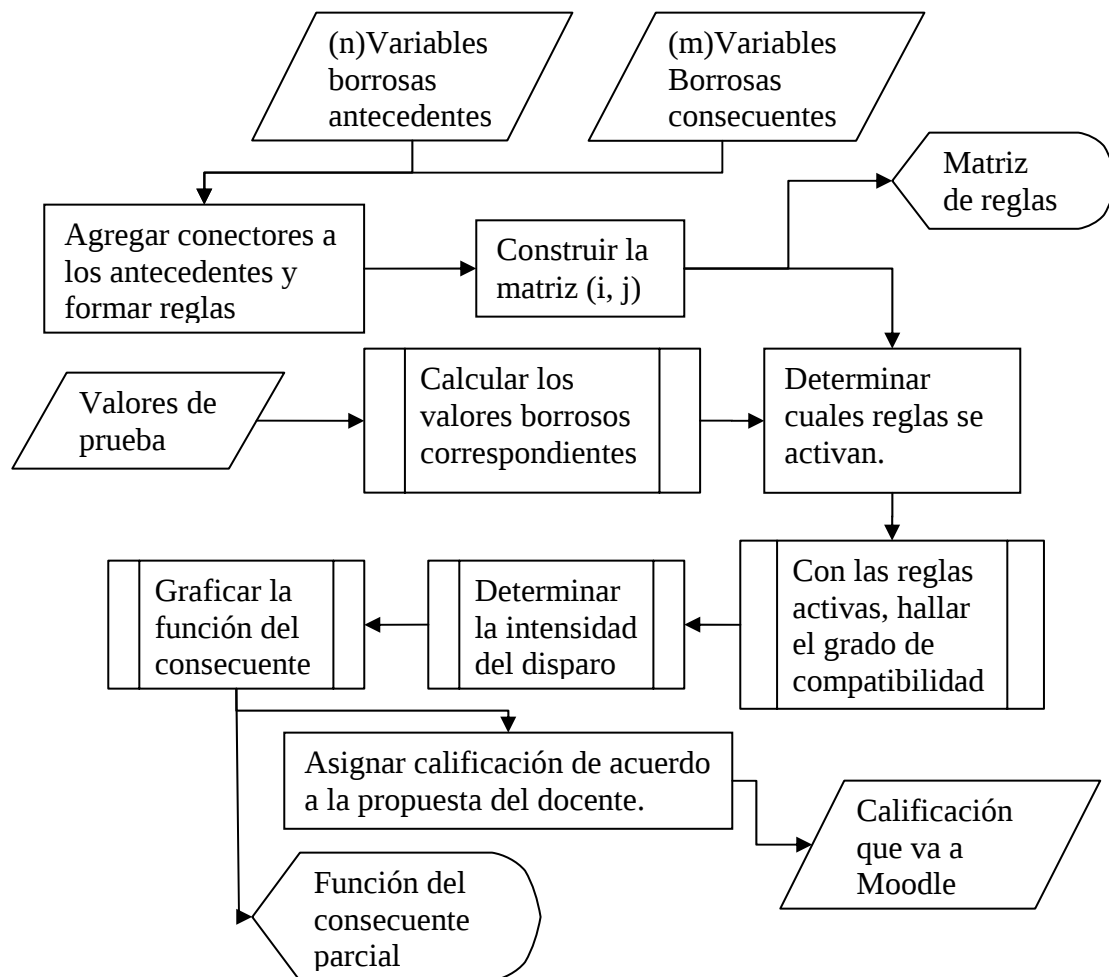


Figura 107. Prototipo 3, inferencia.

4.2.3.3. Prototipos para el desemborronado

El requisito más general para el componente del desemborronado es el aplicar los métodos de desemborronado, pues para poder llegar a aplicarlos, primero se debe emborronar los valores de prueba y a estos aplicarles el proceso de razonamiento borroso con base en una matriz de reglas. Y finalmente, pasar las calificaciones a moodle. Es así que los prototipos del desemborronado se organizan así:

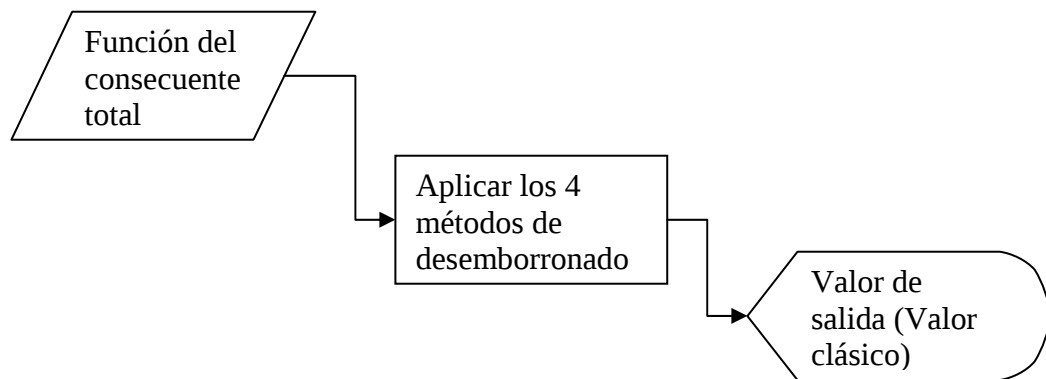


Figura 108. Prototipo 1, desemborronado

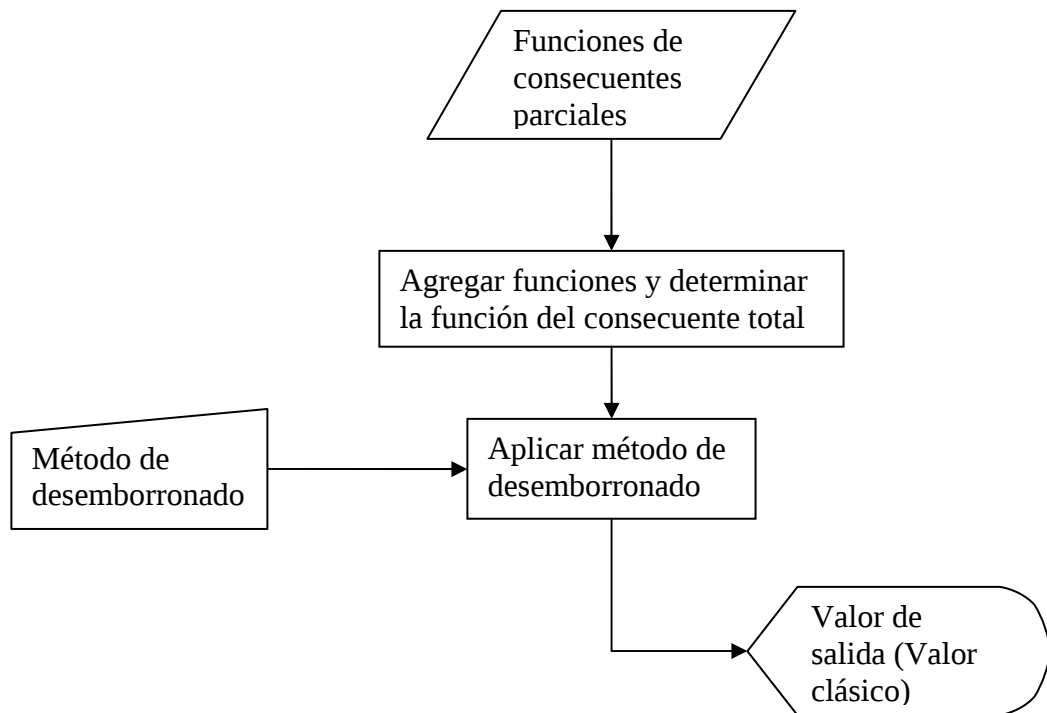


Figura 109. Prototipo 2, desemborronado

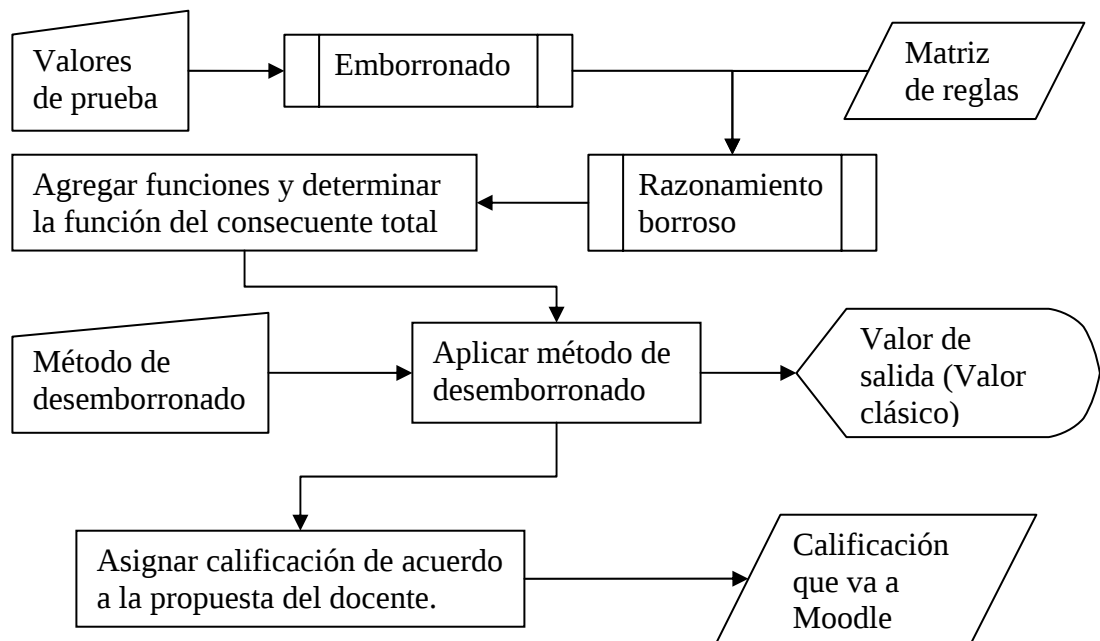


Figura 110. Prototipo 3, Desemborronado

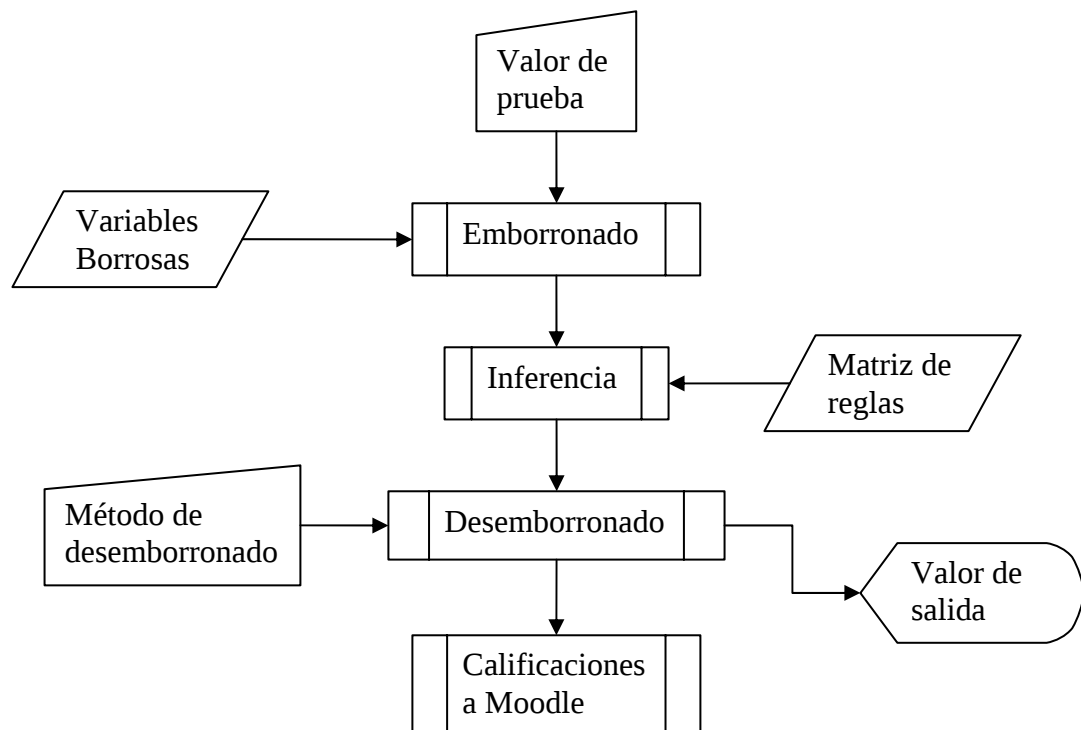


Figura 111. Prototipo general

5. MÓDULO DE APOYO A LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LÓGICA BORROSA EN LA PLATAFORMA MOODLE

5.1. ARQUITECTURA DE MOODLE¹⁰⁰

Desde la perspectiva de un administrador de sistemas, Moodle ha sido diseñado de acuerdo con los siguientes criterios:

Moodle debe poder ejecutarse en la más amplia variedad posible de Sistemas Operativos: La plataforma de aplicaciones Web que funciona en la mayoría de las plataformas es PHP combinada con MySQL, y este es el entorno en el que Moodle ha sido desarrollado (sobre Linux, Windows, y Mac OS X). Moodle también usa la librería ADOdb para la abstracción de bases de datos, lo que significa que Moodle puede usar más de diez marcas diferentes de bases de datos, no puede crear tablas en todas esas bases de datos.

Moodle debe ser fácil de instalar, aprender y modificar: Los primeros prototipos de Moodle (1999) se construyeron usando Zope, un avanzado servidor de aplicaciones Web orientado a objetos. Desafortunadamente aunque la tecnología era bastante buena, tenía una curva de aprendizaje muy elevada y no era muy flexible en términos de administración del sistema. El lenguaje PHP, por otro lado, es fácil de aprender (especialmente si ha hecho algo de programación usando cualquier otro lenguaje de script). Posteriormente se evitó usar un diseño orientado a clases, con la finalidad, una vez más, de mantenerlo fácil de entender para los principiantes. La reutilización del código se archiva en librerías con funciones claramente tituladas y con una disposición de los archivos de script, consistente.

Debe ser fácil de actualizar desde una versión a la siguiente: Moodle sabe cuál es su versión (así como las versiones de todos los módulos) y se ha construido un mecanismo interno para que Moodle pueda actualizarse a sí mismo de forma apropiada a las nuevas versiones (por ejemplo, puede renombrar las tablas de las bases de datos o añadir nuevos campos).

Debe ser modular para permitir el crecimiento: Moodle tiene una serie de características modulares, incluyendo temas, actividades, interfaces de idioma, esquemas de base de datos y formatos de cursos. Esto le permite a cualquiera añadir características al código básico principal o incluso distribuirlas por separado.

¹⁰⁰ LIZCANO, Rafael. Op. Cit 183p.

Debe poder usarse junto a otros sistemas: Una de las cosas que hace Moodle es mantener todos los archivos para un curso en un único directorio en el servidor. Esto podría permitir que el administrador de un sistema proporcione similares formas de acceso a un nivel de archivo para cada profesor, tal como Appletalk, SMB, NFS, FTP, WebDAV y demás. Los módulos de autenticación le permiten a Moodle usar LDAP, IMAP, POP3, NNTP y otras bases de datos como fuentes de información de los usuarios.

5.2. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS ¹⁰¹

Moodle utiliza una base de datos con tablas definidas, con un SQL simple, lo cual permite el funcionamiento de este, con una amplia variedad de motores de bases de datos. Actualmente solo se soportan MySQL y PostgreSQL.

El proceso de estudio de la estructura de almacenamiento de Moodle, tiene sus principios durante el proceso de instalación, en este punto Rafael Lizcano por medio de la herramienta DB-Designer¹⁰² elaboró un proceso de identificación de todos sus componentes a través de la importación de sus tablas al ambiente gráfico proporcionado por la herramienta, proporcionando así un documento completo y fácil de entender para los desarrolladores de Moodle principiantes.

Ese estudio arrojó como resultado que la base de datos(MySQL) de Moodle en su versión 1.3 constaba de 83 tablas y en su versión 1.5 consta de 132 tablas, donde cada una de ellas deben contener un campo autonumérico **Id**(INT10) como clave primaria. La tabla principal que contiene instancias de cada módulo debe tener el mismo nombre que el módulo y contener, por lo menos, los siguientes campos: **id** - descrito anteriormente, **course** - el identificador del curso al que la instancia pertenece y **name** - el nombre completo de la instancia; además, los nombres de las tablas van precedidos del prefijo **mdl_** y los nombres de los campos (columnas) deben ser sencillos, cortos y en minúscula, siguiendo las mismas reglas que los nombres de las variables. Las columnas que tengan referencia al campo **id** de otra tabla se debe llamar con el nombre de la tabla + campo **Id**. Los campos booleanos son identificados como enteros cortos (INT4) con los valores 0 ó 1 para permitir la expansión de los valores, además, la mayoría de las tablas tienen un campo **timemodified**(INT10) que será actualizado con la fecha actual (timestamp de UNIX) obtenida con la función **time()** de PHP.

5.2.1. Diagrama Entidad - Relación de Moodle.

Cabe anotar que Moodle no posee integridad referencial en su base de datos a cambio esta es manejada por medio de programación. Las tablas analizadas para la elaboración del diagrama fueron 26 del total de 132 de la versión 1.5 de Moodle.

¹⁰¹ http://docs.moodle.org/es/Documentaci%C3%B3n_para_Desarrolladores

¹⁰² <http://fabforce.net/dbdesigner4/>

Tabla 7: Relaciones del modelo de datos de Moodle¹⁰³

Relación	Cardinalidad	Descripción
Rel_01	1...n	Un usuario puede tener muchas preferencias
Rel_02	1...1	Un usuario puede tener solo un tipo administrador.
Rel_03	1...1	Un usuario puede tener solo un tipo creador.
Rel_04	1...n	Muchos usuarios estudiantes se encuentran una sola vez en la tabla mdl_users
Rel_05	1...n	Muchos usuarios profesores se encuentran una sola vez en la tabla mdl_users
Rel_06	1...n	Una categoría para muchos cursos
Rel_07	1...n	Un Usuario para muchos cursos
Rel_08	1...n	Un Curso para muchos usuarios.
Rel_09	1...n	Un Curso posee muchas secciones
Rel_10	1...n	Un curso posee muchos recursos
Rel_11	1...n	Un curso posee muchos módulos
Rel_12	1...n	Una tarea posee muchas asignaciones de tarea
Rel_13	1...n	Un usuario posee muchas tareas asignadas
Rel_14	1...n	Un curso posee muchas tareas
Rel_15	1...n	Un usuario interviene en muchas discusiones un foro
Rel_16	1...n	Un foro posee muchas discusiones
Rel_17	1...n	Un curso posee muchos foros
Rel_18	1...n	Un foro posee muchas suscripciones
Rel_19	1...n	Un usuario posee muchas suscripciones a foros
Rel_20	1...n	Un forum_post posee muchos ratings
Rel_22	1...n	Un forum_post posee muchos forum_queue
Rel_23	1...n	Una discusión posee muchos forum_queue
Rel_24	1...n	Un Usuario esta en varios chats
Rel_25	1...n	Un chat tiene muchos usuarios
Rel_26	1...n	Un curso tiene muchos chats
Rel_27	1...n	Un chat tiene muchos mensajes
Rel_29	1...n	Un foro tiene muchas preferencias
Rel_30	1...n	Un usuario tiene muchas preferencias para cada foro
Rel_31	1...n	Una discusión posee muchas lecturas de foro.

¹⁰³ LIZCANO, Rafael. Op. Cit. 185p.

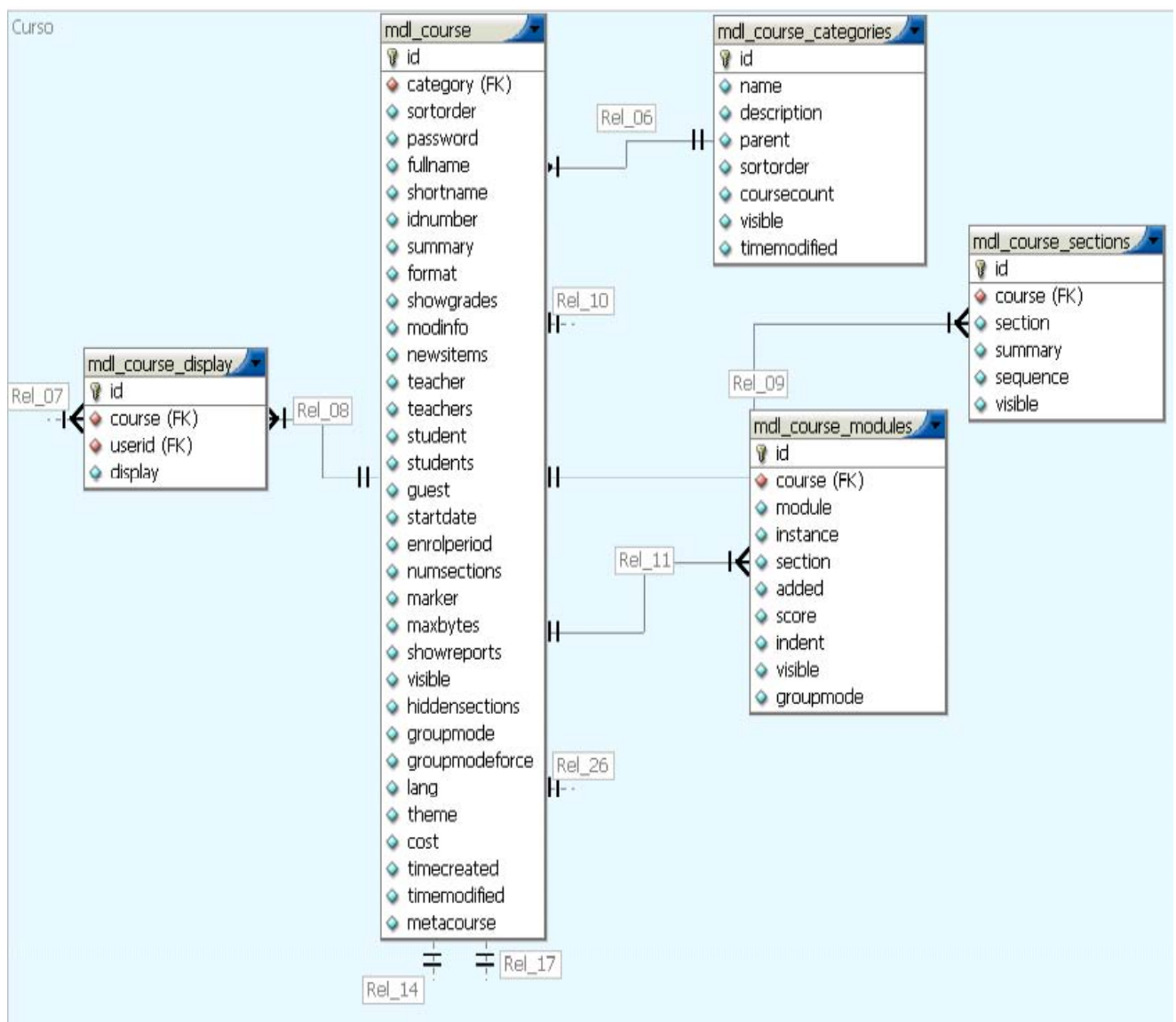


Figura 112. Diagrama E–R Cursos¹⁰⁴

¹⁰⁴ Ibid 186p.

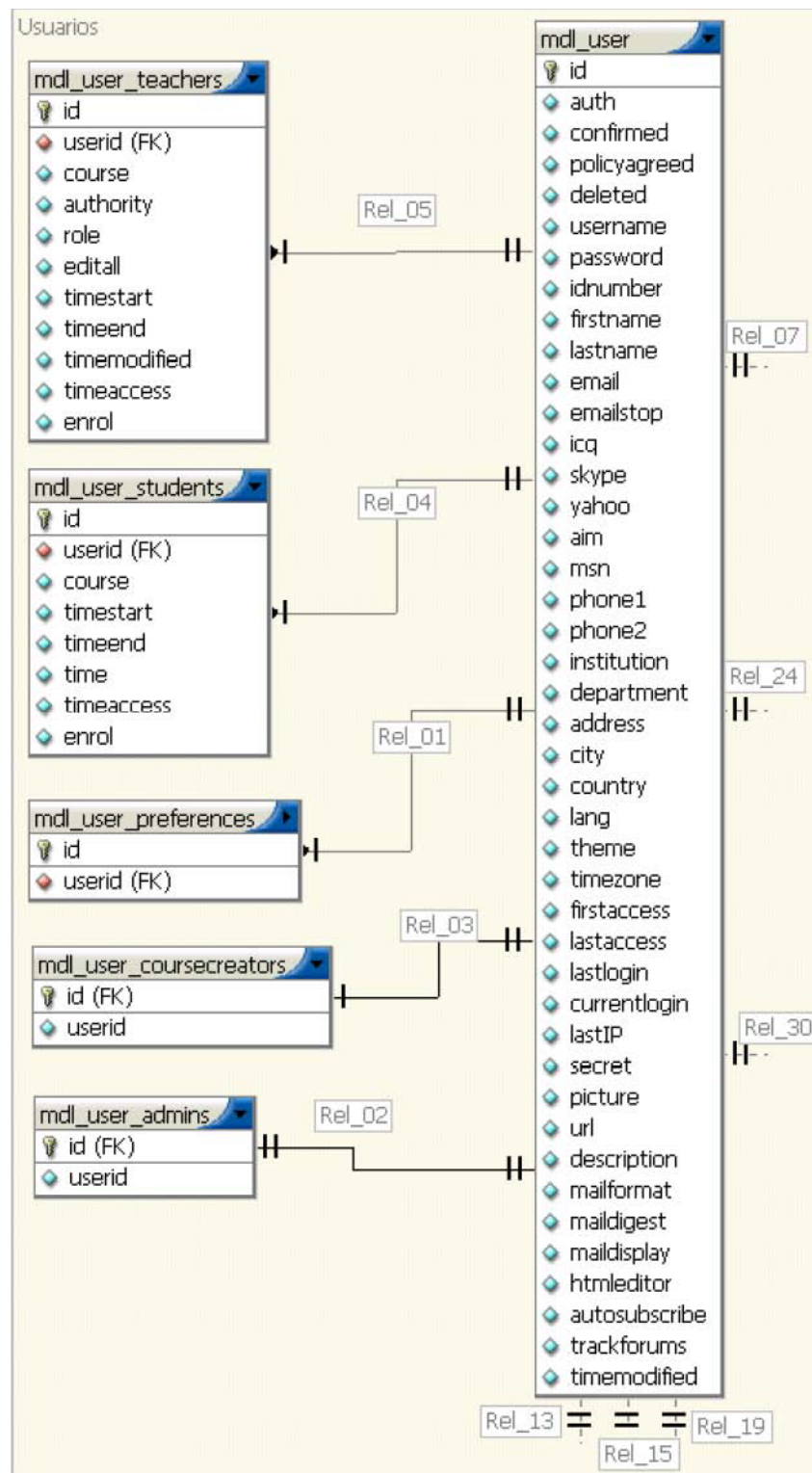


Figura 113. Diagrama E-R Usuarios¹⁰⁵

¹⁰⁵ Ibid 187p.

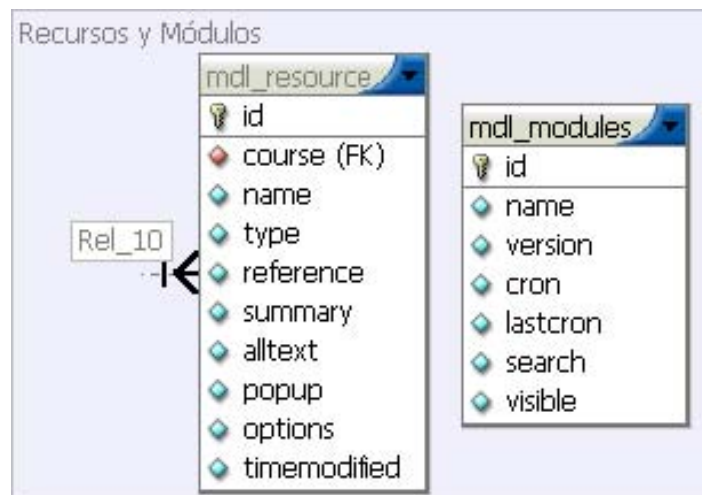


Figura 114. Diagrama E-R Recursos¹⁰⁶

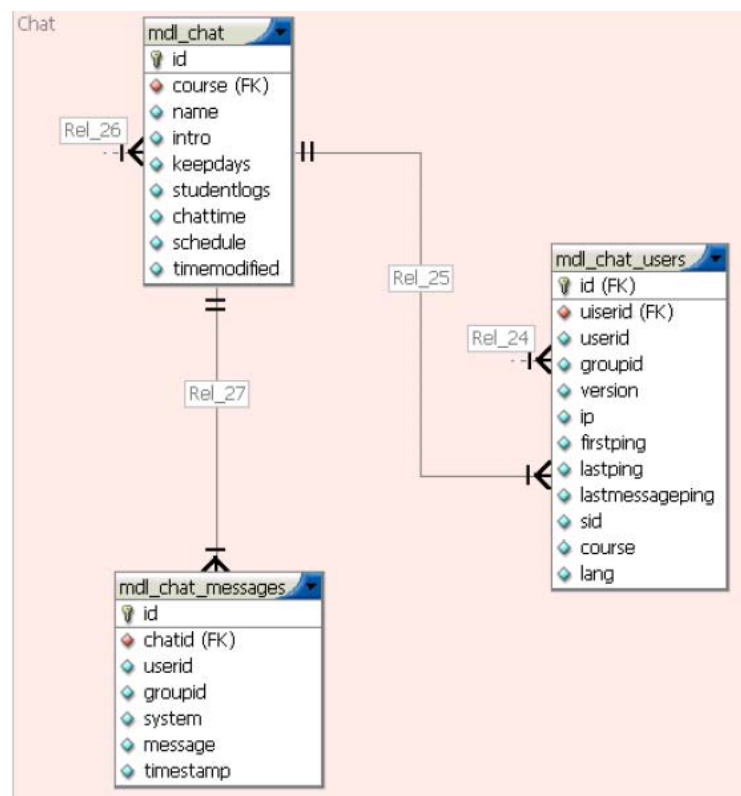


Figura 115. Diagrama E-R Chat¹⁰⁷

¹⁰⁶ Ibid 188p.

¹⁰⁷ Ibid.

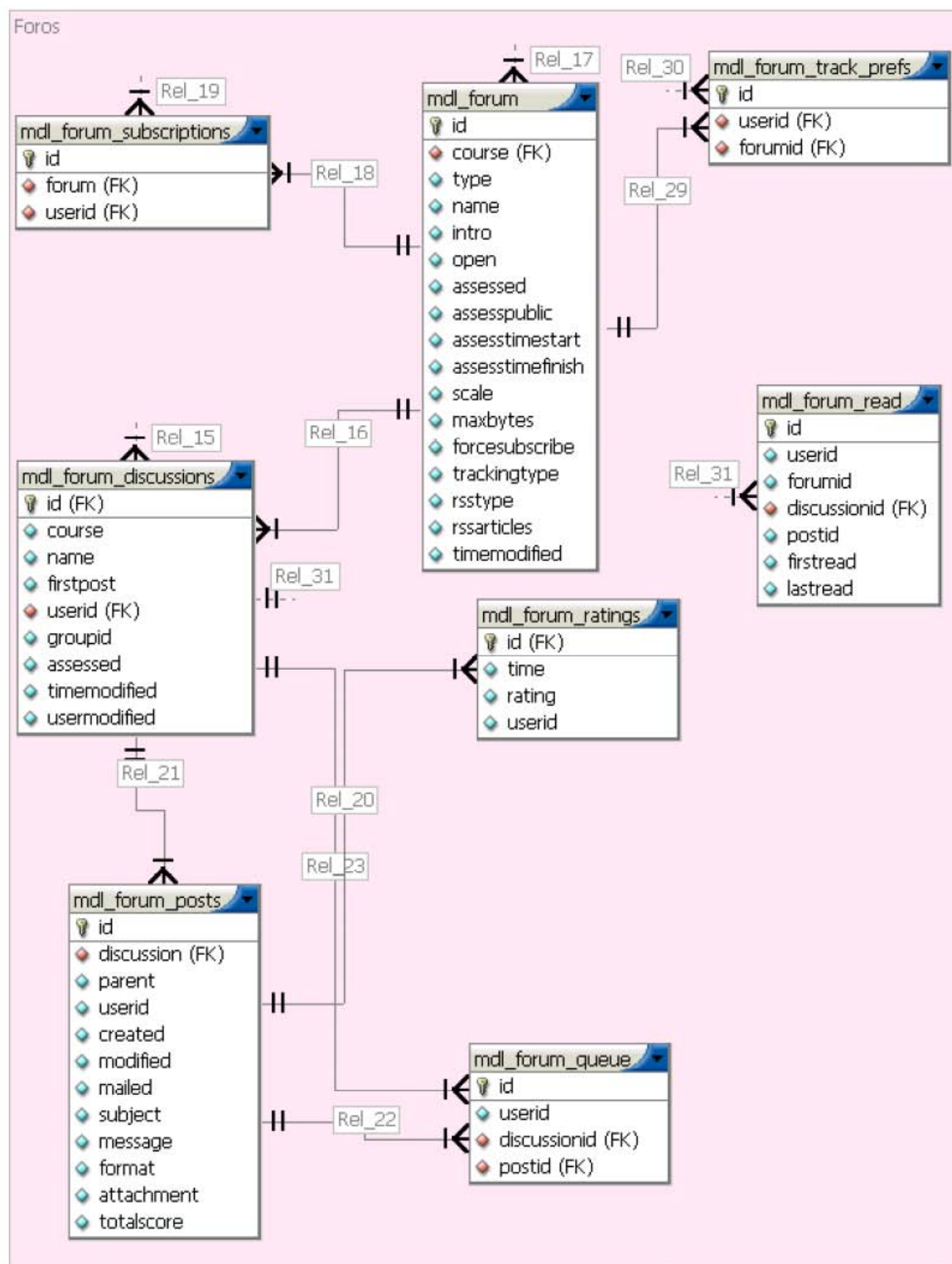


Figura 116. Diagrama E-R Foros¹⁰⁸

¹⁰⁸ Ibid 189p.

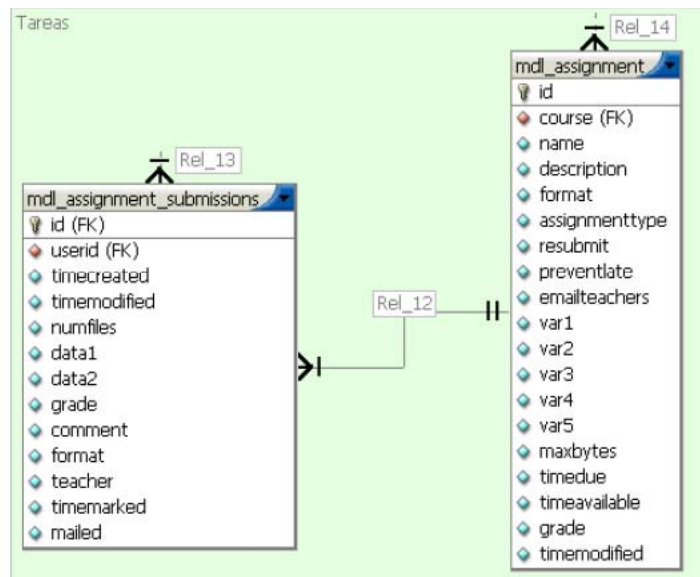


Figura 117. Diagrama Entidad – Relación Tareas¹⁰⁹

5.2.2. Diccionario de Datos

A continuación se presenta el diccionario de datos para las tablas más importantes.

Tabla 8: Tabla mdl_user de la BD Moodle¹¹⁰

Nombre de la tabla:		mdl_user
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	Identificación del usuario PRIMARY KEY
auth	Varchar(20)	Método de autenticación
confirmed	Tinyint(1)	Confirmación del usuario
policyagreed	Tinyint(1)	Forzar cambio de password
deleted	Tinyint(1)	Usuario Eliminado 1 sino 0
username	Varchar(100)	Nombre de usuario
password	Varchar(32)	Clave del usuario
idnumber	Varchar(64)	Código externo para el usuario
firstname	Varchar(20)	Nombres del usuario
Lastname	Varchar(20)	Apellidos del usuario
email	Varchar(100)	Correo electrónico del usuario
emailstop	Tinyint(1)	Dirección de correo activada
icq	Varchar(15)	identificador o cuenta icq
skype	Varchar(50)	identificador o cuenta skype
Yahoo	Varchar(50)	Cuenta de correo yahoo
aim	Varchar(50)	Identificador o cuenta aim

¹⁰⁹ Ibid 190p.

¹¹⁰ Ibid.

Nombre de la tabla:		mdl_user
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
msn	Varchar(50)	Cuenta de correo MSN, Hotmail o passport
phone1	Varchar(20)	Primer Teléfono del usuario
phone2	Varchar(20)	Segundo Teléfono del usuario
institution	Varchar(40)	Nombre de la institución
department	Varchar(30)	Departamento de residencia del usuario
Address	Varchar(70)	Dirección de residencia del usuario
city	Varchar(20)	Ciudad de residencia del usuario
country	char(2)	País de residencia del usuario
lang	Varchar(10)	Idioma que maneja el usuario
theme	Varchar(50)	Identificador del tema
timezone	Varchar(100)	Zona horaria donde se encuentra el usuario
firstaccess	int(10)	Timestamp primer acceso
lastaccess	int(10)	Timestamp ultimo acceso
lastlogin	int(10)	Campo no descrito
currentlogin	int(10)	Campo no descrito
lastIP	Varchar(15)	Dirección IP del equipo
secret	Varchar(15)	Campo no descrito
picture	Tinyint(1)	Imagen utilizada por el usuario
url	Varchar(255)	Pagina web del usuario
description	Text	Breve descripción de las funciones de usuario
mailformat	Tinyint(1)	Formato del correo electrónico
maildigest	Tinyint(1)	Tipo de resumen del correo
maildisplay	Tinyint(2)	Tipo de visualización del correo electrónico
htmleditor	Tinyint(1)	Formato del editor de HTML
Autosubscribe	Tinyint(1)	Auto suscripción a los foros
Trackforums	Tinyint(1)	Rastreo de foros
timemodified	int(10)	Fecha de la última modificación

Tabla 9: Tabla mdl_users_admin de la BD Moodle ¹¹¹

Nombre de la tabla:		mdl_users_admin
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
Id	Int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
userid	Int(10)	Índice que refiere a la tabla de usuarios

Tabla 10: Tabla mdl_users_coursecreators de la BD Moodle¹¹²

Nombre de la tabla:		mdl_users_coursecreators
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
Id	Int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
userid	Int(10)	Índice que refiere a la tabla de usuarios

¹¹¹ Ibid 191p.

¹¹² Ibid.

Tabla 11: Tabla mdl_users_preferences de la BD Moodle¹¹³

Nombre de la tabla:		mdl_users_preferences
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
Id	Int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
userid	Int(10)	Clave Foránea para la tabla mdl_users INDEX
name	Varchar(50)	Nombre de la preferencia
value	Varchar(255)	Valor de la preferencia

Tabla 12: Tabla mdl_users_students de la BD Moodle¹¹⁴

Nombre de la tabla:		mdl_users_students
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
Id	Int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
userid	Int(10)	Clave Foránea para la tabla mdl_users INDEX
course	Int(10)	Índice que hace referencia a la tabla de cursos
timestart	Int(10)	Fecha Inicio
timeend	Int(10)	Fecha Fin
time	Int(10)	Fecha timestamp
timeaccess	Int(10)	Fecha de acceso
enrol	Varchar(20)	Papel del usuario

Tabla 13: Tabla mdl_users_teachers de la BD Moodle¹¹⁵

Nombre de la tabla:		mdl_users_teachers
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	Int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
userid	Int(10)	Clave Foránea para la tabla mdl_users INDEX
course	Int(10)	Índice que hace referencia a la tabla mdl_course
authority	Int(10)	Autoridad del professor
role	Varchar(40)	Rol del profesor
editall	Int(1)	Activar la edición del curso
timestart	Int(10)	Fecha de Inicio
timeend	Int(10)	Fecha de Fin
timemodified	Int(10)	Fecha y hora de modificación
timeaccess	Int(10)	Ultima fecha y hora de acceso
enrol	Varchar(20)	Campo no definido

Tabla 14: Tabla mdl_course de la BD Moodle¹¹⁶

Nombre de la tabla:		mdl_course
Atributo	Tipo de Dato	Descripción

¹¹³ Ibid 192p.

¹¹⁴ Ibid.

¹¹⁵ Ibid.

¹¹⁶ Ibid.

Nombre de la tabla:		mdl_course
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
category	int(10)	Clave foránea que refiere a la categoría del curso
sortorder	int(10)	Campo no definido
password	varchar(50)	Clave para el curso
fullname	varchar(254)	Nombre completo del curso
shortname	varchar(15)	Nombre corto del curso
idnumber	varchar(100)	identificador externo del curso
summary	text	Descripción del curso
format	varchar(10)	Formato del curso(semana, temas o social)
showgrades	smallint(2)	Visualizar calificaciones
modinfo	longtext	Almacena u script con las diferentes actividades del curso
newsitems	smallint(5)	Número de ítems de noticias para un curso
teacher	varchar(100)	Palabra para el profesor del curso
teachers	varchar(100)	Palabra para los profesores del curso
student	varchar(100)	Palabra para el estudiante del curso
students	varchar(100)	Palabra para los estudiantes del curso
guest	tinyint(2)	Acceso a Invitados
startdate	int(10)	Fecha de inicio del curso
enrolperiod	int(10)	Periodo de vigencia de matricula
numsections	smallint(5)	Número de secciones para un curso
marker	int(10)	Campo no definido
maxbytes	int(10)	Tamaño máximo del archivo del curso
showreports	int(4)	Visualización de informes
visible	int(1)	Visibilidad del curso
hiddensections	int(2)	Como se deben mostrar las secciones (ocultas o colapsadas)
groupmode	int(4)	Modo de grupo de un curso
groupmodeforce	int(4)	Forzar modo de grupo
lang	varchar(10)	Idioma del curso
theme	varchar(50)	Plantilla del curso
cost	varchar(10)	Campo no definido
timecreated	int(10)	Fecha de creación del curso
timemodified	int(10)	Ultima fecha de modificación
metacourse	int(1)	Si el curso es meta curso

Tabla 15: Tabla *mdl_course_categories* de la BD Moodle¹¹⁷

Nombre de la tabla:		mdl_course_categories
Atributo	Tipo de Dato	Descripción

¹¹⁷ Ibid 193p.

Nombre de la tabla:		mdl_course_categories
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
name	varchar(255)	Nombre de la categoría
description	text	Descripción de la categoría
parent	int(10)	Campo no definido
sortorder	int(10)	Campo no definido
coursecount	int(10)	Contador de cursos por categoría
visible	tinyint(1)	Visibilidad del curso
timemodified	int(10)	Fecha de modificación

Tabla 16: Tabla mdl_course_categories de la BD Moodle¹¹⁸

Nombre de la tabla:		mdl_course_display
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
course	int(10)	Índice que refiere a la tabla mdl_course
userid	int(10)	Índice que refiere a la tabla mdl_users
display	int(10)	Visibilidad del curso

Tabla 17: Tabla mdl_course_modules de la BD Moodle¹¹⁹

Nombre de la tabla:		mdl_course_modules
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
course	int(10)	Índice que refiere a la tabla mdl_course
module	int(10)	Campo que refiere al identificador de la tabla mdl_modules
instance	int(10)	Campo que refiere al identificador de las tablas mdl_resource, mdl_forum, mdl_chat, mdl_assignment
section	int(10)	Campo que refiere al identificador de la tabla mdl_couse_sections
added	int(10)	Fecha de creación de la instancia
score	tinyint(4)	Campo no definido
indent	int(5)	Campo no definido
visible	tinyint(1)	Visibilidad del módulo
groupmode	tinyint(4)	Modo de grupo

Tabla 18: Tabla mdl_course_sections de la BD Moodle¹²⁰

Nombre de la tabla:		mdl_course_sections
Atributo	Tipo de Dato	Descripción

¹¹⁸ Ibid 194p.

¹¹⁹ Ibid.

¹²⁰ Ibid.

id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
course	int(10)	Índice que refiere a la tabla mdl_course
section	int(10)	Número de la sección
summary	text	Descripción de la sección
sequence	text	Campo donde se almacenan los identificadores existente en la tabla mdl_course_modules
visble	tinyint(1)	Visibilidad de las secciones.

Tabla 19: Tabla mdl_forum de la BD Moodle¹²¹

Nombre de la tabla:		mdl_forum
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
course	int(10)	Índice que refiere a la tabla mdl_course
type	enum('single', 'news', 'general', 'social', 'eachuser', 'teacher')	Tipo de foro
name	varchar(255)	Título o nombre del foro
intro	text	Texto introductorio del foro
open	tinyint(2)	Permitir que los estudiante habrán nuevos temas
assessed	int(10)	Acciones usuario modo calificación
assesspublic	int(4)	Modo de vista calificaciones
assesstimestart	int(10)	Fecha inicial restricción calificaciones
assesstimefinish	int(10)	Fecha final restricción calificaciones
scale	int(10)	Escala de calificaciones
maxbytes	int(10)	Tamaño máximo del archivo adjunto
forcesubscribe	tinyint(1)	Forzar suscripción al foro
trackingtype	tinyint(2)	Leer rastreo de foro
rsstype	tinyint(2)	Tipos de registros
rssarticles	tinyint(2)	Registro de artículos
timemodified	int(10)	Ultima fecha de modificación del foro

Tabla 20: Tabla mdl_chat de la BD Moodle¹²²

Nombre de la tabla:		mdl_chat
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
course	int(10)	Índice que refiere a la tabla mdl_course
name	varchar(255)	Título o Nombre de la sala

¹²¹ Ibid 195p.

¹²² Ibid.

intro	text	Introducción a la conversación.
keepdays	int(11)	Guardar sesiones pasadas
studentlogs	int(4)	Todos pueden ver sesiones pasadas
chattime	int(10)	Próxima cita
schedule	int(4)	Repetir sesiones
timemodified	int(10)	Ultima fecha de modificación.

Tabla 21: Tabla mdl_assignment de la BD Moodle¹²³

Nombre de la tabla:		mdl_assignment
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
course	int(10)	Índice que refiere a la tabla mdl_course
name	varchar(255)	Título de la tarea
description	text	Descripción de la tarea
format	tinyint(4)	Formato de la tarea
assignmenttype	varchar(50)	Tipo de la tarea
resubmit	tinyint(2)	Permitir reenvío de tarea
preventlate	tinyint(2)	Impedir envíos retrasados
emailteachers	tinyint(2)	Alertar por Mail a los profesores
var1	int(10)	Comentarios en línea
var2	int(10)	Comentarios en línea
var3	int(10)	Comentarios en línea
var4	int(10)	Comentarios en línea
var5	int(10)	Comentarios en línea
maxbytes	int(10)	Tamaño máximo del archivo adjunto
timedue	int(10)	Fecha de entrega de la tarea
timeavailable	int(10)	Fecha de disponibilidad de la tarea
grade	int(10)	Escala de calificación
timemodified	int(10)	Ultima fecha de modificación.

Tabla 22: Tabla mdl_resource de la BD Moodle¹²⁴

Nombre de la tabla:		mdl_resource
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
course	int(10)	Índice que refiere a la tabla mdl_course
name	varchar(255)	Nombre del recurso
type	varchar(30)	Tipo del recurso
reference	varchar(255)	Referencia del recurso
summary	text	Descripción del recurso
alltext	text	Texto alterno
popup	text	Ventana emergente para el recurso

¹²³ Ibid 196p.

¹²⁴ Ibid.

options	varchar(255)	Opciones para el recurso
timemodified	int(10)	Última fecha de modificación

Tabla 23: Tabla mdl_event de la BD Moodle¹²⁵

Nombre de la tabla:		mdl_event
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
name	varchar(255)	Nombre del evento
description	text	Descripción del evento
format	int(4)	Formato del evento
courseid	int(10)	identificador del curso
groupid	int(10)	identificador del grupo
userid	int(10)	Identificación del usuario
repeatid	int(10)	Número de repeticiones del evento
modulename	varchar(20)	Nombre del módulo
instance	int(10)	Campo que refiere al identificador de las tablas mdl_resource, mdl_forum, mdl_chat, mdl_assignment
eventtype	varchar(20)	Tipo de evento
timestart	int(10)	Fecha de inicio del evento
timeduration	int(10)	Fecha de duración del evento
visible	tinyint(4)	Visibilidad del evento
timemodified	int(10)	Última fecha de modificación

Tabla 24: Tabla mdl_modules de la BD Moodle¹²⁶

Nombre de la tabla:		mdl_modules
Atributo	Tipo de Dato	Descripción
id	int(10)	identificador de la tabla PRIMARY KEY
name	varchar(255)	Nombre del módulo
version	int(10)	Versión del módulo
cron	int(10)	Configuración del Cron ¹²⁷
lastcron	int(10)	Cron posterior
search	varchar(255)	Palabras para buscar módulo
visible	tinyint(1)	Visibilidad del módulo

5.3. ESTILO DE CÓDIGO¹²⁸

En cualquier proyecto colaborativo se necesitan de estándares, para darle consistencia y estabilidad al proyecto.

¹²⁵ Ibid.

¹²⁶ Ibid 197p.

¹²⁷ Script que permite revisiones continuas a los módulos de Moodle.

¹²⁸ http://docs.moodle.org/es/Manual_de_Estilo_de_C%C3%B3digo

Es así como moodle ha desarrollado el manual de estilo de código, donde se presentan los lineamientos de estructuras de bases de datos, formatos de archivos y recomendaciones para el código. Con ese documento se busca que todos los desarrollos realizados por la comunidad de moodlers tengan estabilidad, otorgando a moodle una consistencia de forma.

A continuación se presentan dichas normas.

5.3.1. Reglas Generales

- Todos los archivos con código deberían utilizar la extensión .php.
- Todas las plantillas deberían utilizar la extensión .html.
- Todos los archivos de texto deberían utilizar el formato de texto Unix (la mayoría de los editores de texto tienen esto como una opción).
- Todas las etiquetas php deben ser 'completas' como `<?php ?>` ... no 'reducidas' como `<? ?>`.
- Todos los avisos de copyright deben ser mantenidos. Puede incluir los suyos propios si resulta necesario.
- Todos los archivos deben incluir el archivo principal config.php.
- Cada archivo debería comprobar que el usuario está autenticado correctamente, utilizando las funciones `require_login()` y `isadmin()`, `isteacher()`, `iscreator()` o `isstudent()`.
- Todos los accesos a la base de datos deberían utilizar las funciones definidas en `lib/datalib.php` cuando sea posible - esto permite la compatibilidad con un gran número de bases de datos. Debería encontrar que prácticamente todo es posible utilizando estas funciones. Si quiere escribir código SQL entonces deberá comprobar que: funciona en cualquier plataforma; restringido a funciones específicas de su código (normalmente un archivo `lib.php`); y claramente comentado.
- No cree o utilice variables globales distintas de las estándar `$CFG`, `$SESSION`, `$THEME`, `$SITE`, `$COURSE` y `$USER`.
- Todas las variables deberían ser inicializadas o, al menos, comprobada su existencia utilizando `isset()` o `empty()` antes de ser utilizadas.
- Todas las cadenas deberían ser traducibles - cree nuevos textos en los archivos `"lang/es_utf8"` con palabras reducidas en inglés y su traducción completa al Español y recupérelas en su código utilizando las funciones `get_string()` or `print_string()`.
- Todos los ficheros de ayuda deben ser traducibles - cree nuevos textos en el directorio `"lang/es_utf8/help"` y llámelos utilizando la función `helpbutton()`. Si necesita actualizar un fichero de ayuda:
 - ❖ para un pequeño cambio, donde la traducción antigua del fichero podría tener todavía sentido, está permitido que haga el cambio, pero debería notificárselo a translation@moodle.org
 - ❖ para un cambio importante tendrá que crear un nuevo fichero añadiéndole en el nombre un número incrementado (p.ej. `filename2.html`) para que los traductores puedan ver fácilmente que se trata de una nueva versión del

archivo. Obviamente el nuevo código y los índices de las páginas de ayuda deben ser modificados para apuntar a las versiones más recientes.

- La información que llega desde el navegador (enviada con los métodos GET o POST) automáticamente tiene las "magic_quotes" aplicadas (sin importar la configuración de PHP) por lo que puedes insertarla con total seguridad en la base de datos. El resto de la información (obtenida desde los archivos, o desde la base de datos) debe ser escapada con la función addslashes() antes de insertarla en la base de datos.
- **MUY IMPORTANTE:** Todos los textos dentro de Moodle, especialmente aquellos que han sido introducidos por los usuarios, deben ser mostrados utilizando la función format_text(). Esto asegura que el texto es filtrado y limpiado correctamente.
- Las acciones de los usuarios deberían ser grabadas utilizando la función add_to_log(). Estos registros son utilizados para la generación de los "Informes de Actividad" y los Registros.

5.3.2. Estilo del Código

Las especificaciones de código que se mencionan, son las recomendadas por los desarrolladores de moodle, deben ser cumplidas cabalidad de la mejor manera posible.

1. El sangrado del texto debe ser siempre de 4 espacios. No emplear tabuladores NUNCA.
2. Los nombres de las variables deben ser siempre fáciles de leer, procurando que sean palabras en minúsculas con significado en inglés. Si realmente se necesita más de una palabra, póngalas juntas, pero procure mantenerlas tan breves como sea posible. Utilice nombres en plural para las matrices de objetos.

Tabla 25: Ejemplos de definición de variables

BIEN	\$quiz
BIEN	\$errorstring
BIEN	\$assignments (para los arreglos)
BIEN	\$i (solamente en los bucles)
MAL	\$Quiz
MAL	\$aReallyLongVariableNameWithoutAGoodReason
MAL	\$error_string

3. Las constantes tienen que definirse siempre en mayúsculas, y empezar siempre por el nombre del módulo al que pertenecen. Deberían tener las palabras separadas por guiones bajos.

```
define("FORUM_MODE_FLATOLDEST", 1);
```

4. Los nombres de las funciones tienen que ser palabras sencillas en minúsculas y en Inglés, y empezar con el nombre del módulo al que pertenecen para evitar

conflictos entre módulos. Las palabras deberían separarse por guiones bajos. Los parámetros, si es posible, tendrán valores por defecto. Compruebe que no haya espacio entre el nombre de la función y lo siguiente (paréntesis).

```
function forum_set_display_mode($mode=0) {
    global $USER, $CFG;

    if ($mode) {
        $USER->mode = $mode;
    } else if (empty($USER->mode)) {
        $USER->mode = $CFG->forum_displaymode;
    }
}
```

5. Los bloques de código siempre deben estar encerrados por llaves (incluso si solo constan de una línea). Moodle utiliza este estilo:

```
if ($quiz->attempts) {
    if ($numattempts > $quiz->attempts) {
        error($strtoomanyattempts, "view.php?id=$cm->id");
    }
}
```

6. Las cadenas tienen que ser definidas utilizando comillas simples siempre que sea posible, para obtener un mejor rendimiento.

```
$var = 'some text without any variables';
$var = "with special characters like a new line \n";
$var = 'a very, very long string with a '.$single.' variable in it';
$var = "some $text with $many variables $within it";
```

7. Los comentarios deben ser añadidos de forma que resulten prácticos, para explicar el flujo del código y el propósito de las funciones y variables.

Cada función (y cada clase) debería utilizar el popular formato phpDoc. Esto permite que la documentación sea generada automáticamente.

Los comentarios en línea deberían utilizar los caracteres //, alineados con cuidado por encima de las líneas de código que comenta.

```
/**
 * La descripción debe ir primero, con asteriscos al costado
 * como en este ejemplo. Si desea referirse a otra función,
 * hágalo así: {@link clean_param()}. Luego, agregue las
 * descripciones para cada parámetro así:
 * @param int $postid El tipo PHP va seguido del nombre
 * @param array $scale El tipo PHP va seguido del nombre
```

```

* @param array $ratings El tipo PHP va seguido del nombre
* @return mixed
*/
function forum_get_ratings_mean($postid, $scale, $ratings=NULL) {
    if (!$ratings) {
        $ratings = array(); // Initialize the empty array
        if ($rates = get_records("forum_ratings", "post", $postid)) {
            // Process each rating in turn
            foreach ($rates as $rate) {
                ....etc
            }
        }
    }
}

```

8. El espacio en blanco se puede utilizar con bastante libertad. Generalmente, debería haber un espacio entre llaves y líneas normales y ninguno entre llaves y variables o funciones:

```

foreach ($objects as $key => $thing) {
    process($thing);
}

if ($x == $y) {
    $a = $b;
} else if ($x == $z) {
    $a = $c;
} else {
    $a = $d;
}

```

9. Cuando se realiza una COPIA de un objeto, utilice siempre la función clone() originalmente solo disponible en php5 (en caso contrario simplemente tendrá una referencia al primer objeto). Moodle le garantiza que este método funcionará también bajo php4.

MAL: \$b = \$a;
BIEN: \$b = clone(\$a);

Si la "cosa" que quiere copiar no es un objeto, pero puede contener objetos (p.ej. un array de objetos) utilice la función fullclone() en su lugar.

5.3.3. Estructuras de la base de datos

1. Cada tabla debe tener un campo autonumérico id (INT10) como clave primaria.
2. La tabla principal que contiene instancias de cada módulo debe tener el mismo nombre que el módulo y contener, por lo menos, los siguientes campos:
 - ❖ id - descrito arriba.
 - ❖ course - el identificador del curso al que la instancia pertenece.

❖ name - el nombre completo de la instancia.

3. El resto de las tablas asociadas con un módulo que contiene información sobre 'cosas', deberían ser llamadas modulo_cosas (énfasis en el plural).
4. Los nombres de los campos (columnas) deberían ser sencillos y cortos, siguiendo las mismas reglas que los nombres de las variables.
5. Cuando sea posible, las columnas que contengan una referencia al campo id de otra tabla (por ejemplo, módulo) debería ser llamado moduloid. (notece que esta norma es nueva y no es seguida por tablas antiguas).
6. Los campos booleanos serán implementados como enteros cortos (por ejemplo, INT4) con los valores 0 o 1, para permitir la futura expansión de los valores si fuera necesario.
7. La mayoría de las tablas deben tener un campo timemodified (INT10) que será actualizado con la fecha actual (timestamp de UNIX) obtenida con la función time() de PHP.
8. Defina siempre un valor por defecto para cada campo (y haga que tenga sentido).
9. Cada tabla debe comenzar con el prefijo de la base de datos (\$CFG->prefix). En muchos casos esto es gestionado automáticamente. Además, bajo PostgreSQL, el nombre de cada índice debe empezar también con el prefijo.

5.3.4. Normas de Seguridad (y control de la información de formularios y URLs)

1. No se base en 'register_globals'. Cada variable debe ser correctamente inicializada en cada fichero de código. Debe ser obvia la procedencia de cada variable.
2. Inicialice todos los arrays y objetos aunque estén vacíos.
\$a = array() o \$obj = new stdClass();.
3. No utilice la función optional_variable(). En su lugar, utilice la función optional_param(). Seleccione la opción PARAM_XXXX apropiada al tipo de parámetro que espera. Para comprobar y definir un valor opcional para una variable, utilice la función set_default().
4. No utilice la función require_variable(). En su lugar, utilice la función required_param(). Seleccione la opción PARAM_XXXX apropiada al tipo de parámetro que espera.

5. Utilice `data_submitted()`, con cuidado. La información todavía debe ser limpiada antes de utilizarla.
6. No utilice `$_GET`, `$_POST` o `$_REQUEST`. En su lugar, utilice las funciones `required_param()` o `optional_param()` apropiadas.
7. No compruebe las acciones con código como: `if (isset($_GET['algo']))`. Utilice, por ejemplo, `$algo = optional_param( algo, -1, PARAM_INT )` y entonces compruebe que está dentro de los valores esperados, por ejemplo, `if ($something>=0) {....`
8. Cuando sea posible agrupe todas sus llamadas a `required_param()`, `optional_param()` y el resto de inicialización de variables en el principio de cada fichero (o función) para que sea fácilmente localizable.
9. Utilice el mecanismo 'sesskey' para proteger el envío de formularios de ataques. Un ejemplo de uso: cuando el formulario es generado, incluya `<input type="hidden" name="sesskey" value="<?php echo sesskey(); ?>" />`. Cuando el formulario es procesado, compruebe `if (!confirm_sesskey()) {error('Bad Session Key');}`.
10. Todos los nombres de ficheros deben ser 'limpiados' utilizando la función `clean_filename()`, si esto no ha sido realizado con el uso de las funciones `required_param()` o `optional_param()` con anterioridad.
11. Cualquier información leída desde la base de datos debe tener la función `addslashes()` aplicada antes de volver a enviar la información a la base de datos. Un objeto completo puede ser procesado con la función `addslashes_object()`.
12. Cuando sea posible, la información que se almacenará en la base de datos debe venir de peticiones POST (por ejemplo, información de un formulario) en lugar de utilizar peticiones GET (por ejemplo, información de la URL).
13. No utilice información obtenida de `$_SERVER` si puede evitarlo. Presenta algunos problemas de portabilidad.
14. Si no ha sido realizado en ningún otro lugar, se debe asegurar que la información enviada a la base de datos ha sido filtrada mediante la función `clean_param()` utilizando la opción `PARAM_XXXX` apropiada.
15. Si escribe código SQL, se debe asegurar completamente de que es correcto. En particular, hay que comprobar la falta de comillas en las variables utilizadas. Es un punto de entrada para ataques de tipo 'SQL injection'.
16. Comprobar toda la información (especialmente la que es enviada a la base de datos) en cada archivo que es utilizada. Nunca confíe en que otro código estará haciendo ese trabajo.

17. Los bloques de código que se incluyan deben presentar una estructura PHP correcta (por ejemplo, con una declaración de una clase, de funciones, etc.) - los bloques de código lineales ("espaguetti") suelen tender a utilizar variables sin inicializar (y son menos legibles).

5.4. ACTIVIDAD FUZZY. INTEGRACIÓN DE FLASH CON PHP

El resultado de la integración de flash (en el caso de los componentes software mencionados en el capítulo 4) con PHP, es una actividad para moodle.

En una búsqueda de información referente a posibles avances en la solución de dicho obstáculo, se encontró que ya se habían dado varios pasos en la consecución de dicho objetivo. El más renombrado de estos trabajos, es el plugin de flash para moodle, desarrollado por el moodler¹²⁹ Jaime Pratt egresado de la Universidad de Sussex Inglaterra con maestría en ingeniería electrónica.

En esta sección se mostrará como se empleo el plugin de flash y las normas de moodle para permitir que los componentes desarrollados en Flash pudieran correr en moodle.

5.4.1. Creación de actividades¹³⁰

Moodle tiene siete módulos de actividades básicos: tarea, consulta, foro, cuestionarios, encuesta, glosario y recurso. Cada módulo se encuentra en un directorio aparte en la carpeta /moodle/mod/"actividad".

De acuerdo con moodle hay varios archivos y estructuras de carácter obligatorio, que todas las actividades existentes y por desarrollar debe tener.

- ❖ mod.html: un formulario para establecer o actualizar una instancia de este módulo.
- ❖ version.php: define alguna meta-información y proporciona código de actualización.
- ❖ icon.gif: un icono de 16x16 para el módulo.
- ❖ db/: volcados SQL de todas las tablas y datos requeridos de una base de datos (para cada tipo de base de datos).
- ❖ index.php: una página para presentar la lista de todas las instancias en un curso.
- ❖ view.php: una página para ver una instancia en particular.
- ❖ 'lib.php: cualquiera/todas las funciones definidas para el módulo deben estar aquí. Si el módulo se llama "chisme", entonces las funciones requeridas incluyen:

¹²⁹ Uno de los roles de Moodle. Se le concede a todos aquellos que hacen algún tipo de colaboración para el SGA Moodle.

¹³⁰ http://docs.moodle.org/es/M%C3%B3dulos_de_actividades_%28desarrollador%29

- o `chisme_add_instance()` - código para añadir una nueva instancia de chisme
- o `chisme_update_instance()` - código para actualizar una instancia existente
- o `chisme_delete_instance()` - código para borrar una instancia
- o `chisme_user_outline()` - dada una instancia, devuelve un resumen de una contribución de un usuario
- o `chisme_user_complete()` - dada una instancia, imprime detalles sobre la contribución de un usuario

Otras funciones interesantes pero no obligatorias son:

- o `chisme_delete_course()` - para borrar todo lo que sea necesario tras borrar todas las instancias de un curso
- o `chisme_process_options()` - para pre-procesar la información de los ajustes de la instancia
- ❖ Para evitar posibles conflictos, cualquiera de las funciones de un módulo debe ser nombrada comenzando con `chisme_` (el nombre del módulo más un guión bajo) y cualquier constante que usted defina debe comenzar con `CHISME_`
- ❖ `config.html` - (opcional) un formulario para ajustar las preferencias globales del módulo
- ❖ Finalmente, cada módulo tendrá algunos archivos de idioma que contienen cadenas para ese módulo. Lea más abajo.

Al crear un nuevo módulo, el nombre del mismo debe ser una palabra sencilla, en inglés, que no incluya números u otros caracteres especiales.

La comunidad moodle proporciona una plantilla de ejemplo con la cual crear una actividad. En la descarga se obtiene un archivo README de cómo emplearla. Dicha plantilla se puede descargar de:

<http://download.moodle.org/download.php/modules/NEWMODULE.zip>

5.4.2. Loader¹³¹

El loader es la aplicación estrella del plugin de flash. Esta desarrollado en flash 6.0 con ActionScript 2.0, razón por la cual el plugin solo puede comunicar a php con películas flash publicadas para la versión del flash player 6.0 o anteriores.

Dicha aplicación fue desarrollada bajo licenciamiento GPL (General Public License). Este programa es software libre y se puede distribuir y/o modificar bajo los términos dados por la fundación del software libre versión 2 o posterior.

¹³¹ <http://jamie.org>

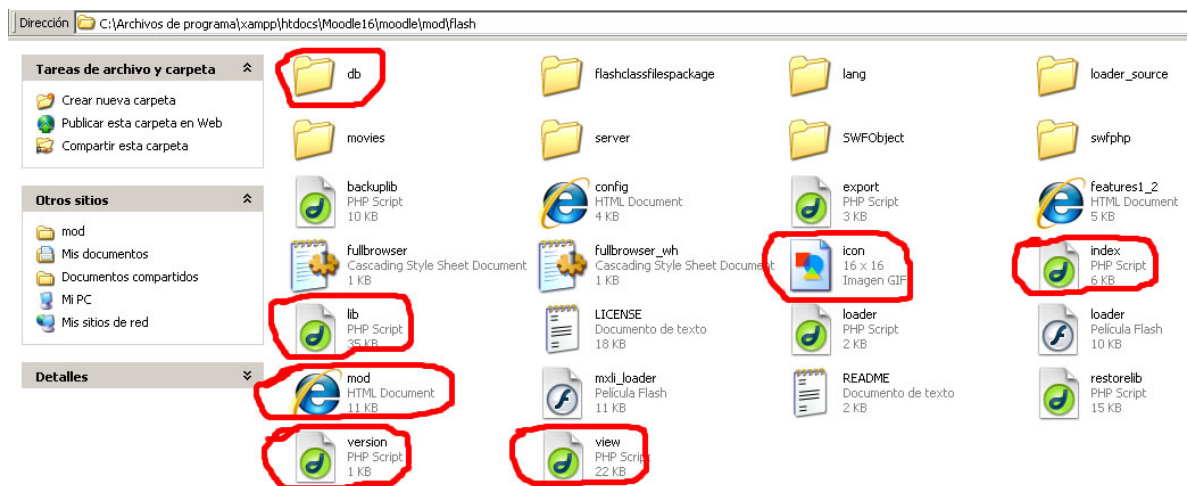


Figura 118. Estructura del plugin de flash

Como se aprecia en la figura anterior, el plugin de flash tiene todos los archivos requeridos por los lineamientos de desarrollo. Además están los archivos que regulan el funcionamiento del Loader.

Se pueden entender en detalle en el sitio de Jaime Pratt: <http://jamie.org> a continuación se da una descripción rápida.

Los archivos: fullbrowser.ccs y fullbrowser_wh.css, son los encargados de dar la apariencia del frame de contenido donde aparece la película flash dentro de la ventana de moodle (cuando no se aplican temas).

Los archivos config.html y features1_2.html, contienen los formularios de configuración a la hora de crear actividades en moodle y realizar la configuración en la sección de administración de moodle.

Los archivos restorelib.php, backuplib.php y export.php contienen las funciones de restauración, respaldo y exportación de los listados de notas de las actividades realizadas en flash que corren con el plugin.

Finalmente están las películas loader.swf, mxli_loader.swf y loader.php, estos archivos contienen las funciones de carga, dimensionado y reproducción de las películas que se corren con este módulo, además el loader.php contiene una rutina que detecta si la máquina posee el plugin del flash player para el navegador correspondiente.

En la carpeta db, se encuentra la estructura de tablas para el manejo de las películas.

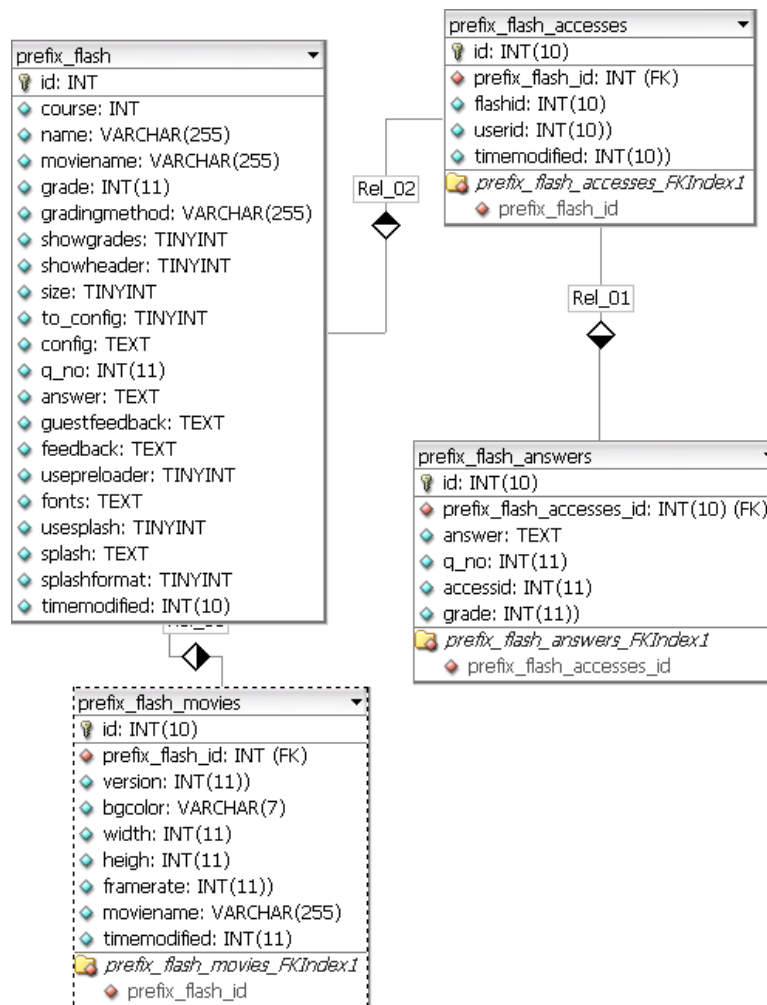


Figura 119. Diagrama E-R para el plugin flash

Tabla 26: Relaciones para el módulo flash

Relación	Cardinalidad	Descripción
Rel_01	1...n	Un registro de acceso puede tener varias respuestas
Rel_02	1...n	Una actividad flash puede tener varios accesos
Rel_03	1...n	Una película puede estar en varias actividades.

En la carpeta flashclassfilespackage, se encuentran las clases FPlib, FPtextpane las cuales se encargan de pasar las configuraciones a la base de datos de moodle, y la clase org que contiene los archivos PHPObject.mxi, archivos que realizan la interfaz de comunicación entre AS 2.0 y php, dichos archivos están hechos con el programa coldfusion, que es la tecnología de servidor (así como asp y php) de adobe.

La carpeta lang contiene las publicaciones para el idioma, en este caso se creo la especificación de lenguaje español utf8 (carpeta es_utf8) pues no existía la versión en español para dicho módulo. Para crear la especificación de español se

crea, dentro de lang, la carpeta es_utf8 y ahí se coloca el archivo flash.php con la traducción al español de los vocablos empleados en el módulo.

```

1 <?PHP
2 $string['modulename'] = 'Actividad Fuzzy';
3 $string['modulenameplural'] = 'Actividades Fuzzy';
4
5 // for config form
6 $string['movie'] = 'Película';
7 $string['nextpage'] = 'Siguiente';
8 $string['gradingmethod'] = 'Metodo de calificación';
9 $string['noofquestions'] = 'Número de Preguntas';
10 $string['gradingmethod_0'] = 'Sin calificación';
11 $string['gradingmethod_ave'] = 'Promedio de cada intento';
12 $string['gradingmethod_best'] = 'Mejor nota de cada intento';
13 $string['gradingmethod_best_q'] = 'Las calificaiones del mejor intento';
14 $string['gradingmethod_last'] = 'Calificación de el ultimo Intento';
15 $string['gradingmethod_first'] = 'Solo el primer intento es calificado';
16 $string['showgrades'] = 'Mostrar calificaciones en la página de resultados';
17 $string['showheader'] = 'Mostrar el encabezado y el pie de página al reproducir la película';
18 $string['noheader'] = "No";
19 $string['yesheader'] = "Si";
20 $string['size'] = 'Tamaño de la Película';
21 $string['browsersize'] = '100%% De el Explorador';
22 $string['moviesize'] = "Ajustar a la definición dada en las opciones de publicación";
23
24 $string['splash'] = 'Texto para la pagina de salida (Splash)';
25 $string['usesplash'] = 'Usar una pagina de salida(Splash) en HTML';

```

Figura 120. Especificación del idioma español para la actividad flash

En la carpeta Server se encuentra la clase de identificación de los usuarios frmcredentials, la cual se encarga de validar a los estudiantes y tomar los datos de las tablas de usuario de la base de datos de moodle.

En las carpetas SWFObjectc y swfphp, están las clases que se comunican dentro de las películas flash como instancias moodleobject, dentro de cada película flash que se desee publicar en el módulo desarrollado por Jaime Pratt, debe ir un código que instancia estas clases.

La carpeta movies contiene las películas desarrolladas para esta investigación, según las recomendaciones dadas por Jaime Pratt, en esta carpeta debe estar una carpeta por cada película flash que se quiera emplear en el módulo flash y dentro de esa carpeta deben estar tres archivos sin excepción: el archivo html y swf que contienen la película y un archivo service.php que tiene las funciones de calificación que se van a emplear en la película. Los archivos html y swf deben tener el mismo nombre de la carpeta que los contiene en minúsculas.

Así que como se denominaron los componentes emborronado, inferencia y desemborronado; existen tres carpetas: una carpeta con el nombre emborronado, otra con el nombre inferencia y otra con el nombre desemborronado. Dentro de la carpeta emborronado están los archivos: emborronado.html, emborronado.swf y service.php.

5.4.3. Pasando calificaciones a Moodle

Dentro de la carpeta movies, además de las películas, está el archivo `send_answer.php` el cual contiene el método que se llama desde `service.php` en cada película.

El método `send_response` se encarga de hacer las debidas validaciones en la base de datos, como que el registro no exista ya, y graba la calificación de la prueba enviada desde el `service.php`.

Tabla 27: *Enviar las notas a moodle - send_answer.php*

```
<?php
class send_answer
{
    var $_frmCredentials;//holds the array sent from the gateway.

    /*The constructor function is passed one extra hidden parameter when
    *it is called from Flash. This is appended by the gateway
    *and is an array containing the courseid, accessid, course module id
    *and the flash id.
    *It is the last
    *parameter passed to the constructor.
    */
    function send_answer($lastparam)
    {
        $this->_frmCredentials=$lastparam;
        //detect if answers have already been submitted for this access id
        //protects against refresh page resulting in the test being taken again with the
        same access id.
        if (record_exists("flash_answers", "accessid", intval($lastparam['accessid'])))
        {
            die;
        };
    }

    /*This puts an answer into the db so it can be exported later
    *also stores an associated grade.
    *$answer is expected to be an array with elements 'time', 'answer' etc.
    *these correspond to the %code%s which will be replaced in the feedback
    */
    function answer($qNo, $answer, $grade)
    {
        $accessid=intval($this->_frmCredentials['accessid']);
        $courseid=$this->_frmCredentials['courseid'];
        $cmid=$this->_frmCredentials['cmid'];
        $toddb=new object;
        $toddb->q_no=intval($qNo);
        $toddb->accessid=$accessid;
```

```

        $todb->answer=addslashes (serialize($answer));
        $todb->grade=$grade;
        $answer_to_log=(is_array($answer->answer)?join($answer->answer,
        '):$answer->answer;
        add_to_log($courseid, "flash", "answer",
        "view.php?id=$cmid&access=$accessid", "$accessid", $cmid);
        insert_record("flash_answers", $todb);
    }
}
?>

```

Luego el contenido del archivo service.php es bastante parecido entre una película y otra. Para el caso del emborronado, el archivo service.php tiene el siguiente contenido:

Tabla 28: Archivo service.php – para el emborronado

```

<?php
global $CFG;
require("$CFG->dirroot/mod/flash/movies/send_answer.php");
class service {
    var $fromcredentials;
    var $entries;

    function service($fromcredentials) {
        global $USER;
        $this->question="Bienvenido ".$USER->firstname.", se ha conectado";
        $this->fromcredentials=$fromcredentials;

    }

    function send_response($response, $time, $solucion){
        if ($response=="yes"){
            flash_save_response($this->fromcredentials['accessid'],$this-
            >fromcredentials['courseid'], $this-
            >fromcredentials['cmid'],1,array('answer'=>$solucion, 'time'=>intval($time)/1000),
            100);
            return "Correct";

        } else {
            flash_save_response($this->fromcredentials['accessid'],$this-
            >fromcredentials['courseid'], $this-
            >fromcredentials['cmid'],1,array('answer'=>$solucion, 'time'=>intval($time)/1000),
            0);
            return "Wrong";
        }
    }
}

```

```
}  
?>
```

La función `service` es la que se ejecuta tan pronto como se instancia el objeto de comunicación `flash-php moodleobject`, permite que todas las propiedades y funciones declaradas dentro de `service.php`, pueden ser referenciadas como propiedades y funciones propias de la instancia de `moodleobject`.

Luego la función `answer`, pasa la calificación, tiempo que se tardó el usuario en realizar la actividad (siendo el caso, cuanto le llevo al usuario realizar la actividad emborronado), y la respuesta.

El código necesario para crear instancias del objeto `moodleobject` se presenta a continuación:

En el fotograma 1 de la escena1 debe existir el siguiente código, luego los demás clips y objetos de flash pueden hacer referencia a este objeto como `_root.moodleService`.

```
import org.jamiep.phpobject.*  
PHPObject.defaultGatewayKey = "secret";  
PHPObject.defaultGatewayUrl = POGatewayURL;  
moodleService = new PHPObject();  
moodleService.setCredentials(POMovieSess);
```

Luego se llaman a las funciones del objeto `moodle service`, como si fuese cualquier otro de la colección de AS 2.0.

```
moodleService.onInit = function() {  
    _root.campo.text = moodleService.question;  
    startTime = getTimer();  
};
```

```
moodleService.send_response_onResult = function(feedback) {  
    _root.sendbutton.texto.text = "finalizar";  
    _root.sendbutton.onRelease = moodleService.cleanUp;  
};
```

```
_root.sendbutton.onRelease = function() {  
    moodleService.send_response("yes", ((getTimer()-startTime)), _root.Variable);  
};
```

Con las consideraciones anteriores y gracias a la estrategia de desarrollo en grupo propuesta por moodle, se considera terminada la elaboración de la actividad fuzzy. De manera resumida se puede decir que la actividad fuzzy es la unión del módulo flash con el desarrollo de los componentes realizados en flash y las funciones de grabado de notas desarrolladas en php.

5.5. APLICACIÓN DEL MÓDULO FUZZY. CURSO VIRTUAL

Ya se ha descrito como se parte de una investigación referente a como se están empleando las TIC para apoyar la enseñanza de la lógica borrosa, se construyen unos objetos de aprendizaje con la temática de la lógica borrosa, se desarrollan componentes software en AS 2.0 como películas flash, hasta llegar a la implementación de un módulo de actividad para moodle. Pues la mejor forma de compartir esos resultados a la comunidad en general, es poniendo dicho material a su disposición.

Es así como surge el Curso de lógica borrosa en la plataforma SGA Moodle. Se crea dicho curso basado en los lineamientos arrojados por la investigación de Ambientes Virtuales de Aprendizaje realizada por Rafael Lizcano¹³².

El curso lo conforman cinco unidades de aprendizaje, además la unidad cero denominada sección general.

Unidad de aprendizaje 1: Esta unidad se denomina Introducción y, como su nombre lo indica, pretende presentar a los estudiantes los primeros conceptos referentes. En esta unidad se emplea uno de los objetos de aprendizaje empaquetados en SCORM, el cual presenta dicha temática.

Unidad de aprendizaje 2: en esta unidad se presentan los conceptos de los conjuntos borrosos y sus operaciones, por tal motivo se emplea un paquete SCORM con el OA de Conjuntos Borrosos.

¹³² LIZCANO, Rafael. Op. Cit 110p.

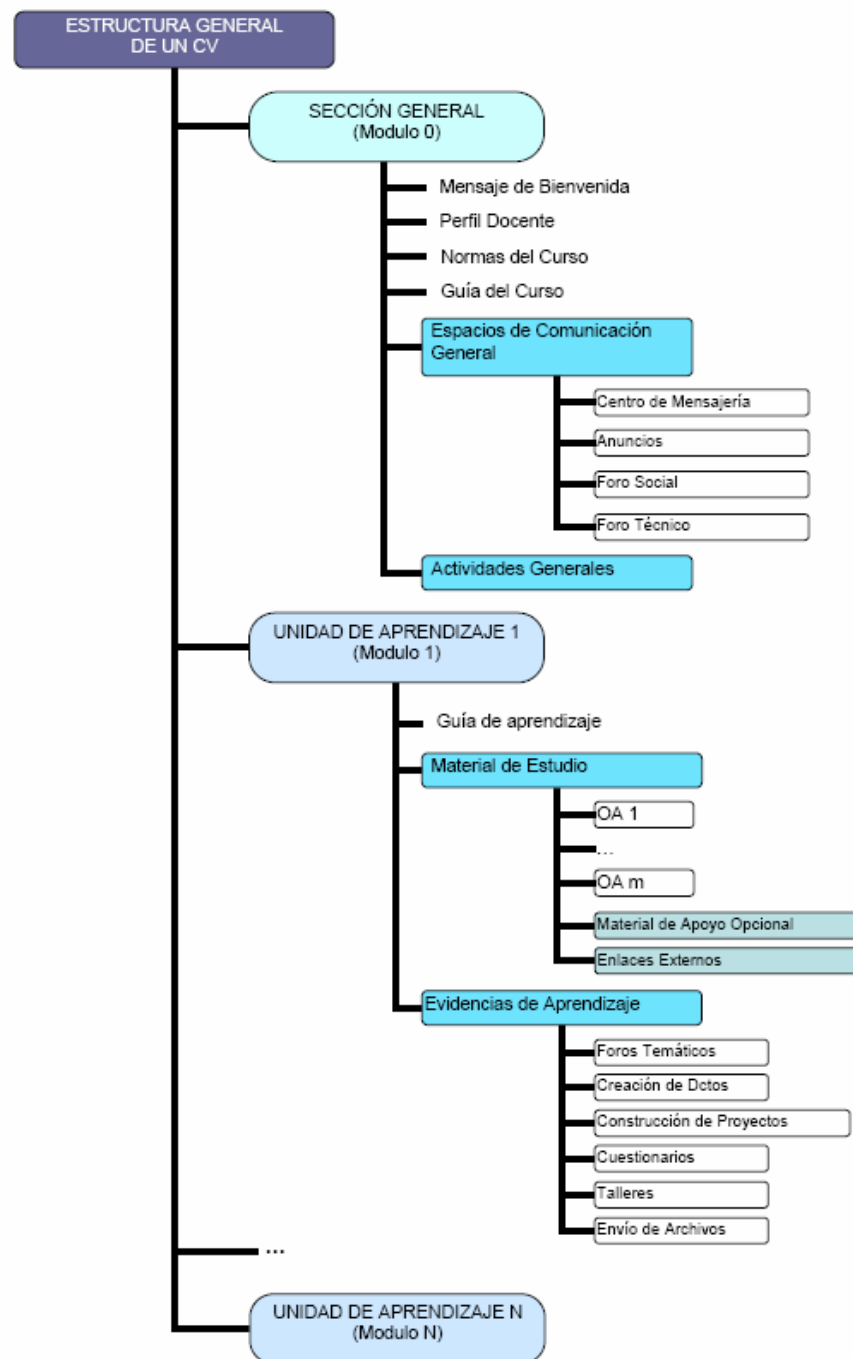


Figura 121. Estructura general de un curso virtual¹³³

Unidad de Aprendizaje 3: En esta unidad y las siguientes se maneja los conceptos de Sistemas de inferencia borrosa y el proceso que llevan a cabo, como fue sugerido por Juan Carlos Reyes, el experto temático en el campo de la lógica, los sistemas de inferencia borrosa se explican abordando sus principales pasos.

¹³³ LIZCANO, Rafael Op Cit. 112p.

Siendo así en esta unidad se emplean el SCORM de emborronado y se propone como evaluación la actividad fuzzy correspondiente al emborronado.

Unidad de aprendizaje 4: continuando con la explicación de los sistemas de inferencia borrosa, en esta unidad se aborda la temática correspondiente a la inferencia y el proceso de razonamiento borroso, así que el material de estudio lo comprende el paquete SCORM de la inferencia y la actividad fuzzy de inferencia.

Unidad de aprendizaje 5: finalmente para completar de explicar el proceso de los sistemas de inferencia borrosa, se aborda el último paso el desemborronado, donde se presenta el material de estudio en el SCORM desemborronado y la actividad fuzzy desemborronado.

	
ESPACIOS DE COMUNICACION GENERAL	
 Novedades  Foro Social: El Recreo  Foro Técnico: La Alianza  Guía de aprendizaje del curso	
1	INTRODUCCIÓN
 Guía de Aprendizaje	
MATERIAL DE ESTUDIO	
 Introducción a la Lógica Borrosa	
ENLACES EXTERNOS	
 La Lógica Borrosa y sus aplicaciones	
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
 Debate: Para que cambiar la logica clasica  Redaccion: Ventajas de aplicar la logica borrosa	
2	CONJUNTOS BORROSOS
 Guía de Aprendizaje	
MATERIAL DE ESTUDIO	
 Teoría de Conjuntos Borrosos  Material de Apoyo opcional	
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	

Figura 122. Apariencia general del curso de lógica borrosa

CONCLUSIONES

Este trabajo aporta a la Universidad Industrial de Santander y a otras instituciones de educación superior, un avance en pro de las metodologías de enseñanza virtual. Las Tic aplicadas a la educación es una práctica que esta tomando mucha fuerza en el ámbito internacional de la enseñanza y al dominar esta tecnología en la institución, las limitantes de tipo físico cada vez serán menores.

La lógica borrosa y las tecnologías de softcomputing en general, son las metodologías más empleadas en las diferentes áreas de la aplicación del control (domótica, robótica, sistemas de control), al presentar un apoyo extra al proceso de enseñanza aprendizaje de dichas tecnologías, se incentiva la práctica de dichas permitiendo que cada vez más aplicaciones de este estilo se vean en los trabajos de investigación.

El establecimiento y regulación de los estándares esta permitiendo integrar al planeta en una gran sociedad que se puede comunicar en igualdad de condiciones, pues en retrospectiva los conflictos de comunicación han existido de la mano con la humanidad y en la mayoría de los casos se han sabido superar gracias al establecimiento de normas y reglamentos para facilitar los canales de comunicación; de la misma manera sucede con los estándares en la computación, así como Internet se convirtió en realidad gracias al protocolo TCP/IP, se esta apreciando el mismo proceso con los estándares de empaquetamiento de los objetos de aprendizaje como SCORM.

Las ventajas que aportan los desarrollos orientados web los hacen bastante atractivos, para desarrollos futuros. La escalabilidad, reusabilidad, independencia de sistema operativo, entro otras son capacidades que no se pueden ignorar a la hora de diseñar aplicaciones de la magnitud de moodle. Además la variedad de herramientas, como el paquete adobe Macromedia, phpdesigner, dbeditor, reload, cmaps; y de tecnologías como asp.net, php, java, javascript, html, xml, ActionScript, entre otras; de licenciamiento tanto libre como privativo de las que se dispone, son innumerables.

Para el caso de la educación, más específicamente del elearning, se aprecia que el uso de las TIC no debe convertirse en una carrera por implementar las mejores tecnologías, es una evolución que va de la mano con la que realizan las metodologías y estrategias de enseñanza.

De la experiencia de ejecutar el rol de moodler se aprecia que el desarrollo colaborativo, es una práctica que esta tomando fuerza; pues las ventajas de tipo técnico y social como tener la opinión de varios puntos de vista expertos y el apoyo de varios compañeros es de gran valor a la hora de plantear soluciones.

RECOMENDACIONES

Para emplear y obtener el potencial de los cursos virtuales se requiere de la investigación en este nuevo campo de acción, el de relacionar la pedagogía con la tecnología. Las ventajas que se pueden obtener de este proceso son importantes y los avances que se logran solo se limitan por la imaginación de sus desarrolladores.

Se invita a la comunidad de estudiantes de la escuela de sistemas para que continúen realizando investigación y aplicaciones orientadas al apoyo del proceso enseñanza aprendizaje, tanto de temas relacionadas con el plan de estudio como de planes foráneos. Pues al poseer el punto de vista tanto de estudiante así como de desarrollador, es de gran apoyo en los procesos de análisis y desarrollo, y más importante se identifican las debilidades en el proceso actual y son ellas las que se deben apoyar.

Es importante que los docentes apliquen y sobre todo fomenten el uso y desarrollo de tecnologías informáticas orientadas al apoyo de los procesos de enseñanza, pues son ellos los expertos tanto en la cátedra como en la pedagogía y son las personas indicadas para identificar y solucionar las falencias en los procesos actuales.

Se invita a continuar con los desarrollos realizados en la presente investigación, así como los componentes software pueden continuar evolucionando en prototipos posteriores pues, solo se tocaban los conceptos básicos de los sistemas de inferencia borrosa y la teoría de control; de igual manera el módulo de actividad fuzzy tiene mucho potencial para seguir creciendo pues se identificó que una actualización necesaria para dicho modulo es la de cambiar la especificación de la clase FlashObject, para poder reproducir animación en la ultima versión del flash player 8.5.

Las investigaciones en el sentido de cómo apoyar una temática de educación con tecnologías de información, son importantes y el equipo a nivel mundial trabajando en ellas es numeroso. En el transcurso de esta investigación se llego a plantear, quizá como investigación para maestría, que si se pueden emplear las TIC para apoyar la enseñanza de la lógica borrosa, por que no emplear la lógica borrosa para apoyar las TIC, pues ella permitiría por ejemplo, mejorar los criterios de calificación ya no serian bien o mal, si no que se podrían considerar mas factores de acuerdo con las ventajas de los conjuntos borrosos.

BIBLIOGRAFÍA

AEDO, Ignacio. DELGADO, Carlos. SANTACRUZ-VALENCIA, Lina. Objetos de aprendizaje: tendencias dentro de la web semántica. (pdf). Universidad Carlos III de Madrid. nov 2005 (cited febrero 2006). <http://www.rediris.es/rediris/boletin/66-67/ponencia18.pdf>

ÁLVAREZ, Miguel. Que son los applets de java. (php) noviembre 2004. (cited septiembre 2006). <http://www.desarrolloweb.com/articulos/731.php>

APROA. ¿Qué es un objeto de aprendizaje? (HTML). Chile. Visitado en Octubre de 2006. <http://www.aproa.cl/1116/propertyvalue-5538.html>

BARON DUARTE, María del Pilar. BARAJAS MORA, Leandro G. Sistema de control integrado neurofuzzy. Santa Fe de Bogota, 1998, 148p. Trabajo de grado (Ingeniero Electronico) Universidad Distrital Fransisco Jose de Caldas. Facultad de Ingenieria. Disponible en: <http://www.leandrobarajas.com/pdf/SCINEF-Full.pdf>

BANKHACKER, Elearning: soluciones de elearning (online). nov 2005 (cited febrero de 2006). <http://e-learning.bankhacker.com/>

BORDONS, Carlos. Introducción al control borroso. (pdf). Sevilla, España. Noviembre 2005 (cited febrero 2006). http://www.esi2.us.es/~bordons/trans_borroso.pdf

CABERO, Julio. TIC, educación y cultura: cuestionamientos necesarios. (HTML). España, actualización marzo 2004, visita enero 2007. <http://www.pangea.org/jei/edu/f/tic-edu-cues.htm>

DEPARTAMENTO de Lenguajes y ciencias de la comunicación universidad de Málaga <http://www.lcc.uma.es/~ppgg/FSS/FSS6.pdf>

DUBOIS D., and H. PRADE Fuzzy sets and Systems: Theory and applications, academics press, New York, 1980.

EDUCATION and training. Un programa para la integración efectiva de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los sistemas de educación y formación en Europa (2004 – 2006). (html). mayo 2006 (cited mayo 2006). http://ec.europa.eu/education/programmes/elearning/programme_es.html

GIO UPM. LMS (Learning Management System / Sistema de Gestión de Aprendizaje). (asp). (cited septiembre 2006). <http://tecnologias.gio.etsit.upm.es/elearning/lms--learning-management-system--sistema-de-gestion-de-aprendizaje--25.asp>

HABER R., Introducción al control borroso. Editorial: GIALBACOL, 2000.

HINOSTROZA, Patricio. Scorm: una vision introductoria. (html). Chile. Diciembre 2005 (cited agosto 2006). <http://www.aproa.cl/1116/article-68376.html>

IBÁÑEZ, José Emiliano. Educación transformadora, TIC y Educación. (HTML), España. Actualización 7 abril 2004, visita Enero 2007. <http://www.pangea.org/jei/edu/tic-edu.htm>

IEEE. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. IEEE/ANSI Standard 830–1998, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993.

LAGO, Ramiro. Que es un applet. (html). España. (cited diciembre 2006). http://www.proactiva-calidad.com/java/intro_applet/que_es_un_applet.html

LEON, José. El docente virtual. (Doc en linea); Medellín Colombia, Octubre de 2005, visita Noviembre 2006. <http://weblog.educ.ar/educacion-tics/archives/El%20papel%20%20tutor%20virtual.doc>

LIZCANO REYES, Rafael. Ambiente virtual de aprendizaje de soporte a la Educación superior, ES-AVA. Bucaramanga, 2006, 257p. Trabajo de grado (Maestría en informática). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Sistemas.

LÓPEZ, Clara. Estándares y especificaciones para elearning. (HTML). México, actualización noviembre de 2005, visitado diciembre 2006. <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/noviem/elearning.htm>

MARQUES, Perú. Las TIC y sus aportaciones a la sociedad. (html) UAB, España. Diciembre 2005. (cited febrero 2006). <http://dewey.uab.es/pmarques/tic.htm>

MARTÍNEZ, Alejandra. Diseño por prototipos. (html). México. enero 2006 (cited febrero de 2006). <http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/analisis/25.htm>

MEESAD, Phayung. Fuzzy Systems. (html). (cited argots 2006). <http://kmitnb05.kmitnb.ac.th/~pym/fuzzy.html>

MERCHÁN, Carlos. SALAZAR, Claudia. Elementos favorables para el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje (html). Bucaramanga. (cited febrero de 2006) <http://www.libredebate.com/doc/doc200411230600.html>

MONTEGO, Miguel. Breve curso de lógica borrosa y control borroso. (html) (cited septiembre 2006). <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/TecInfo/08/fuzzy.htm>

MOODLE. (online). Actualizado constantemente. (cited enero 2007) <http://www.moodle.org>

OLIVAS, José. La lógica Borrosa y sus aplicaciones. (pdf). España. 2001 (cited marzo 2006). <http://www.astic.es/nr/astic/boletic-todos/boletic24/artimono2.pdf#SEACC=%22logica%20borrosa%22>

PHP. Referente Manual. (online) Actualizado frecuentemente (cited octubre 2006). <http://www.php.net>

PRESSMAN, Roger. Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. 6ª edición. España Mc Graw Hill, 2002. 539p.

PULIDO, Gloria. SIERRA, Herica. Coordinación de educación virtual y a distancia – EVAD. (html) Colombia. 2005 (cited agosto 2006). http://www.laseguridad.ws/campus/file.php/1/Manualestudiente_HTML/MEVparte1.html

RELOAD. Reusable eLearning Object Authoring & Delivery. (online). actualizado frecuentemente. (cited agosto 2006). http://reload.ces.strath.ac.uk/download/1_3.html

REYES FIGUEROA, Juan Carlos. Aplicaciones de la lógica borrosa. En: Semana técnica Internacional. (X, 2005, Bucaramanga). Aplicaciones de la lógica borrosa. Bucaramanga. EISI, 2005.

REYES FIGUEROA, Juan C. “Técnicas Adaptativas de Razonamiento Aproximado” apuntes de clase. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. (2005).

SALAZAR, Luis. Fundación Bolivariana de Informática y Telemática. ¿Qué son las TIC? (Venezuela), (php), editado 2005, visitado Enero 2007 http://fundabit.me.gob.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=196&Itemid=80.

TORRES, José Luis. Especificación de requisitos en ingeniería del software. (html). México. (cited enero 2007). <http://www.ewh.ieee.org/r9/guadalajara/boletin/sep01/requerimientos.htm>

VIVANCOS, Jordi. Objetos didácticos digitales y estándares abiertos elearning. (PDF) Barcelona, 2005. http://www.xtec.net/~jvivanco/odd/odd_cas_2005.pdf

WIKIPEDIA. Tecnologías de la Información y la Comunicación. (online). (cited febrero 2006). http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADas_de_la_Informaci%C3%B3n_y_la_Comunicaci%C3%B3n#_note-0

ZAPATA, Miguel. Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II. Febrero, 2005. En: <http://www.um.es/ead/red/M2/zapata47.pdf>