



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
Centro de Ciencias Básicas

TESIS

**Sistema Clasificador de Recursos Educativos Basado en el Estilo de
Aprendizaje y en las Competencias de los Alumnos de Educación
Media Superior**

PRESENTA

Ing. Humberto Muñoz Bautista

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS CON
OPCIÓN A LA COMPUTACIÓN**

COTUTORES:

Dr. Alejandro Padilla Díaz

Dr. Julio Cesar Ponce Gallegos

ASESOR:

Dr. José Alberto Hernández Aguilar

Aguascalientes, Aguascalientes a Julio de 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

HUMBERTO MUÑOZ BAUTISTA
MAESTRÍA EN CIENCIAS: CON OPCIÓN A LA COMPUTACIÓN
PRESENTE.

Estimado alumno:

Por medio de este conducto me permito comunicar a Usted que habiendo recibido los votos aprobatorios de los revisores de su trabajo de tesis y/o caso práctico titulado: **“Sistema clasificador de recursos educativos basado en el estilo de aprendizaje y en las competencias genéricas de los alumnos de Educación Media Superior”**, hago de su conocimiento que puede imprimir dicho documento y continuar con los trámites para la presentación de su examen de grado.

Sin otro particular me permito saludarle muy afectuosamente.

ATENTAMENTE

Aguascalientes, Ags., a 25 de julio de 2016

“Se lumen proferre”

EL DECANO

M. en C. JOSÉ DE JESÚS RUÍZ GALLEGOS

c.c.p.- Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio de la presente, en mi calidad de tutor designado del estudiante **HUMBERTO MUÑOZ BAUTISTA** con ID 118529 quien realizó la tesis titulada: **Sistema Clasificador de Recursos Educativos Basado en el Estilo de Aprendizaje y en las Competencias Genéricas de los Alumnos de Educación Media Superior**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que pueda proceder a imprimirla, y así continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y, sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 19 de Julio de 2016

Dr. Alejandro Padilla Díaz



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio de la presente, en mi calidad de tutor designado del estudiante **HUMBERTO MUÑOZ BAUTISTA** con ID 118529 quien realizó la tesis titulada: **Sistema Clasificador de Recursos Educativos Basado en el Estilo de Aprendizaje y en las Competencias Genéricas de los Alumnos de Educación Media Superior**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que pueda proceder a imprimirla, y así continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y, sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 19 de Julio de 2016

Dr. Julio César Ponce Gallegos



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio de la presente, en mi calidad de tutor designado del estudiante **HUMBERTO MUÑOZ BAUTISTA** con ID 118529 quien realizó la tesis titulada: **Sistema Clasificador de Recursos Educativos Basado en el Estilo de Aprendizaje y en las Competencias Genéricas de los Alumnos de Educación Media Superior**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que pueda proceder a imprimirla, y así continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y, sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 19 de Julio de 2016

Dr. José Alberto Hernández Aguilar

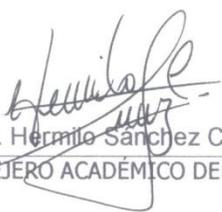


DICTAMEN DE REVISIÓN DE LA TESIS / TRABAJO PRÁCTICO

DATOS DEL ESTUDIANTE	
NOMBRE: HUMBERTO MUÑOZ BAUTISTA	ID (No. de Registro): 118529
PROGRAMA: Maestría en Ciencias con opción a la Computación, Matemáticas Aplicadas.	ÁREA: Computación
TUTOR/TUORES: Dr. Alejandro Padilla Díaz Dr. Julio Cesar Ponce Gallegos Dr. José Alberto Hernández Aguilar	
TESIS (X) TRABAJO PRÁCTICO ()	
OBJETIVO: Elaborar un Sistema Clasificador que ayude como herramienta de soporte al docente en la educación media superior agrupando los recursos educativos con base en los estilos de aprendizaje.	
DICTAMEN	
CUMPLE CON CRÉDITOS ACADÉMICOS:	(X)
CONGRUENCIAS CON LAS LGAC DEL PROGRAMA:	(X)
CONGRUENCIA CON LOS CUERPOS ACADÉMICOS:	(X)
CUMPLE CON LAS NORMAS OPERATIVAS:	(X)
CONINCIDENCIA DEL OBJETIVO CON EL REGISTRO:	(X)

Aguascalientes, Ags. a 25 de Julio de 2016

FIRMAS


Dr. Hermilo Sánchez Cruz
CONSEJERO ACADÉMICO DEL ÁREA


Dr. Hermilo Sánchez Cruz
SECRETARIO TÉCNICO DEL POSGRADO


Dr. en C. Bioq. Juan Jáuregui Rincón
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN
POSGRADO

Código: FO-040200-23
Revisión: 00
Emisión: 21/02/11

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por haberme dado las oportunidades y apoyo que siempre he tenido en mi camino, que me sirvió de sustento y fuerza en los momentos más difíciles para poder lograr una meta más en la vida, por mostrarme siempre el camino para ser una mejor persona.

Quiero agradecer a mis tutores de tesis Dr. . Alejandro Padilla Díaz, Dr. Julio Cesar Ponce Gallegos y Dr. José Alberto Hernández Aguilar, por su apoyo y paciencia para la elaboración de este trabajo de tesis; por sus enseñanzas y consejos en esta maestría y durante el tiempo que me impartieron clases durante la carrera, desde donde me ayudaron a iniciar en el camino de la investigación, con sus consejos en congresos y estancias para mejorar tanto en el ámbito académico y laboral, así como en la vida.

A mis familiares y amigos por los momentos que hemos pasado juntos y porque siempre han estado conmigo en los momentos de risa y preocupación, molestando o dándome ánimos.

A la U.A.A y al CONACYT por el apoyo económico para realizar esta investigación durante los últimos dos años.

A mis abuelitos y mi tía Mari que siempre me enseñaron a ser una mejor persona, a superarme, ser humilde y respetar a los demás; y aunque quisiera que estuviesen aquí físicamente para poder darles un gran abrazo y las gracias por sus enseñanzas y cariño, se que siempre me acompañarán durante toda mi vida para lograr todos los objetivos que me proponga, gracias por todas sus enseñanzas y cariño que me dieron.

Por último de manera especial a mis padres Humberto e Irma, a mis hermanas Karla y Daniela, que me apoyaron incondicionalmente en todos mis objetivos, soportando mis enojos y momentos de estrés, pero siempre ayudándome a ser mejor día a día, ya que sin ellos no podría ser la persona que soy ahora. Gracias por la confianza y el amor que me brindaron, y por la oportunidad de haber hecho realidad un sueño más.

RESUMEN/PALABRAS CLAVE

Las actividades con fines pedagógicos se implementan siguiendo técnicas instruccionales, siendo estas a su vez parte de las estrategias por lo que en la educación existe una gran diversidad de recursos educativos que son utilizados en los procesos de enseñanza y aprendizaje, que forman parte de una notable contribución, en México a nivel medio superior actualmente el modelo educativo se encuentra basado en competencias. Al mismo tiempo la tarea de elegir el mejor recurso educativo adecuado a cierto estilo de aprendizaje y a las competencias que marca la Secretaría de Educación Pública (SEP) a nivel medio superior, recae en la categoría de problemas de toma de decisiones y clasificación, lo que lo hace pertinente para ser resuelto por técnicas de la Inteligencia Artificial, como lo pueden ser los sistemas clasificadores. Los sistemas clasificadores son "un tipo particular de máquina de aprendizaje que aprende reglas", por lo que el sistema es una herramienta para el maestro, la cual trabaja tomando en cuenta el metadato del recurso junto al peso asignado por la función, mostrando así los recursos educativos mejor adaptados al perfil del alumno.

En el presente trabajo se muestra una revisión del marco teórico de los temas, de los sistemas clasificadores, pasando por diversas teorías de los estilos de aprendizaje, los estatutos marcados por la SEP sobre las competencias a nivel medio superior y el uso de recursos educativos, todo esto junto con el desarrollo y obtención de resultados del sistema clasificador de recursos educativos basado en el perfil del usuario, el cual está compuesto por su estilo de aprendizaje y las competencias genéricas de la educación media superior. Este sistema es una herramienta para el maestro, la cual ayudará a encontrar los recursos educativos más apropiados para los alumnos, la herramienta puede ser un apoyo para los planteles que deseen ingresar al Sistema Nacional de Bachillerato (SNB). La búsqueda se realizará en un repositorio incluido en el sistema, el cual contiene diferentes tipos de recursos educativos con sus respectivos metadatos. Estos metadatos junto al peso asignado en el sistema clasificador permiten la recuperación de los recursos mejor adaptados al perfil del alumno.

Palabras Clave: Sistema Clasificador; Recursos Educativos; Estilo de Aprendizaje; Competencias Genéricas; Educación Media Superior.

ABSTRACT/KEYWORDS

The activities for educational purposes are implemented following instructional techniques, these being in turn part of the strategies, so that in education there is great diversity of educational resources that are used in the process of teaching and learning and are part a notable contribution, in Mexico this process in high school level is currently based on competence. At the same time the task of choosing the best suited educational resource to a certain style of learning and skills that marks the Secretaría de Educación Pública (SEP) to high school level, falls in the category of problems of decision making and classification, which does pertinent to be solved by Artificial Intelligence techniques, as can classifiers systems. The Classifiers systems are "a particular type of learning machine that learn rules", so the system is a tool for the teacher, which works taking into account the type of resource defined in the metadata together to the weight assigned by the function , showing the best educational resources tailored to the student profile.

So that in the present paper is shows the reviews the theoretical framework of the topic, definition , application and different types of classifiers systems, also Various theories of learning styles , the Statutes Scored by SEP on Competencies in to high school level, and the use of educational resources in education , all this together with the development and obtained results of a classification system of educational resources based on the user profile , which takes into account their learning style and the skills that the student meets of the middle high education. This system is a tool to support the teacher and it will be a tool that can be support for the campus that wanted to enter the Sistema Nacional de Bachillerato (SNB). The search will be performed in a repository included in the system , which will contain different types of educational resources with their respective metadata. This metadata next to the weight assigned in the classification system will allow the recovery of the best educational resources tailored student profile.

Keywords: *Classifier System; Educational Resources; Learning Style ; Generic skills; Higher Secondary Education .*

ÍNDICE

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Problemática	4
1.3 Justificación.....	6
1.4 Preguntas de Investigación	8
1.5 Objetivo.....	8
1.6 Hipótesis	8
1.7 Publicaciones	9
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Sistemas Clasificadores	10
2.1.1 Introducción a los Sistemas Clasificadores	10
2.1.2 Árboles de Decisión	14
2.1.3 Tipos de los Sistemas Clasificadores.....	17
2.1.4 Clasificador Naïve Bayes	17
2.1.5 Clasificador del vecino más próximo	19
2.1.6 Clasificador Basado en Árboles de Decisión.....	20
2.1.7 Aplicaciones de Sistemas Clasificadores.....	21
2.2 Tecnología de la Información y Comunicación y Competencias en la educación.....	22
2.2.1 Uso de las TIC´s en la Educación.....	22
2.2.2 Competencias en la Educación Media Superior	24
2.3 Recursos Educativos.....	25
2.4 Estilos de Aprendizaje	27
2.4.1 Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann.....	31
2.4.2 Modelo de Felder y Silverman	33
2.4.3 Modelo de Kolb.....	36
2.4.4 Modelo de Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder.....	39
2.4.5 Modelo de los Hemisferios Cerebrales.....	41
2.4.6 Modelo de las Inteligencias Múltiples de Gardner	42
CAPITULO III: ARQUITECTURA DEL SISTEMA CLASIFICADOR PROPUESTO	46
CAPITULO IV: EXPERIMENTACION Y RESULTADOS	53
4.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	53

4.2 DISEÑO DE EXPERIMENTACIÓN.....	53
4.3 RESULTADOS EN RELACIÓN A LA SIMULACIÓN.....	60
4.4 RESULTADOS CON GRUPO CONTROL Y GRUPO PILOTO	64
CONCLUSIONES.....	76
TRABAJO FUTURO	78
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79
Anexo A. Test de Felder y Silverman	86
Anexo B. Examen Diagnóstico.....	92
Anexo C. Examen Final	97
Anexo D. Mapa de actividades para la elaboración de estrategias didácticas para la Formación Profesional (SEP 2013)	98
Anexo E. Ejemplos de Relación de Competencias (SEP 2013)	99
Anexo F. Tabla de Articulación de Competencias (SEP 2013)	100
Anexo G. Ejemplo de Rúbrica de Heteroevaluación.....	101
Anexo H. Ejemplo de Rúbrica de Coevaluación.....	101
Anexo I. Ejemplo de Rúbrica de Autoevaluación.....	102
Anexo J. Artículo CCITA 2015.	103
Anexo K. Artículo LACLO 2015.....	110
Anexo L. Artículo LACLO 2016.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura de un Sistema Clasificador (González y Aguilar, 2008).	11
Figura 2. Estructura de un árbol de decisión(Barrientos et al., 2009).....	14
Figura 3. Modelo para la toma de decisiones (Breiman et al., 1994).	15
Figura 4. Estructura gráfica de modelo naïve Bayes (Fernández, 2004).	17
Figura 5. Árbol de decisión para pronosticar si se practica volleyball (Fuente propia).	21
Figura 6. Mapa mental de modelos y estrategias de enseñanza (Programa Nacional de Educación 2001-2006).	30
Figura 7. Estructura gráfica del Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann (Nava et al., 2012).	31
Figura 8. Fases del modelo de estilos de aprendizaje de Kolb (1984)	37
Figura 9. Arquitectura del Sistema Clasificador propuesto (Muñoz et al., 2015).	46
Figura 10. Interfaz del Sistema SiCRE (Fuente propia).....	48
Figura 11. Test de Felder en el Sistema SiCRE (Fuente propia).	49
Figura 12. Selección de Competencias Genéricas en el Sistema SiCRE (Fuente propia)..	50
Figura 13. Pantalla para consulta de resultados (Fuente propia).....	51
Figura 14. Estructura de la tabla de Clasificación (Fuente propia).	51
Figura 15. Muestra de resultados del sistema SiCRE (Fuente propia).	52
Figura 16. Diagrama de Flujo del sistema SiCRE (Fuente propia).	54
Figura 17 Promedio por alumno de los exámenes diagnóstico y final de la materia de Informática del grupo control (Fuente propia).	68
Figura 18 Promedio por alumno de los exámenes diagnóstico y final de la materia de Informática del grupo piloto (Fuente propia).....	69
Figura 19 Promedio del examen diagnóstico de la materia de Informática (Fuente propia).	70
Figura 20 Promedio del examen final de la materia de Informática (Fuente propia).....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1 Tabla de estilo y tipo de aprendizaje de los alumnos de acuerdo al cuadrante del modelo de Herrmann	32
Tabla. 2. Relación pregunta-estilo de aprendizaje del modelo Felder-Silverman.....	34
Tabla 3. Muestra del vector de resultados para el Test de Felder (Muñoz et al., 2015).	61
Tabla 4. Vector de Competencias Genéricas (Muñoz et al., 2015).....	62
Tabla 5. Resultados del simulador con el sistema clasificador, indicando el recurso asignado en base al estilo de aprendizaje y las competencias que no ha cumplido el usuario (Muñoz et al., 2015).	64
Tabla 6. Resultados de los alumnos de la materia de Informática con el sistema clasificador, indicando el recurso asignado en base al estilo de aprendizaje y las competencias que no ha cumplido el usuario (Muñoz et al., 2015).	67
Tabla 7. Resumen de un factor de resultados de examen diagnóstico (Fuente propia).....	71
Tabla 8. Análisis de varianza de un factor de resultados de examen diagnóstico (Fuente propia).....	71
Tabla 9. Resumen de un factor de resultados de examen final (Fuente propia).	71
Tabla 10. Análisis de varianza de un factor de resultados de examen final (Fuente propia).	71
Tabla 11. Competencias genéricas cumplidas por los alumnos del grupo piloto (Fuente ...	73
Tabla 12. Competencias genéricas cumplidas por los alumnos del grupo piloto posterior al uso de los recursos educativos por el sistema (Fuente propia).	74

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

En la actualidad la educación supone una de las preocupaciones primordiales en México, ya que se requiere que los alumnos cada día tengan una mejor educación, una mayor cantidad de conocimiento y un mayor número de herramientas que les permitan enfrentarse y resolver los problemas a los que se enfrentarán en su vida, por lo que no es de extrañar que como lo menciona Javier de Pedro C. "La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, está desplazando paulatinamente a los métodos tradicionales de enseñanza" (Carracedo y Martínez, 2012) .

En el área de la Computación se cuentan con varias técnicas que se podrían utilizar para mejorar las herramientas de enseñanza en la educación, entre ellas se encuentran los Sistemas Inteligentes que constituyen una fracción de la Inteligencia Artificial, esta área de la computación se utiliza para la resolución de un amplia gama de problemas en las áreas de optimización combinatoria, diseño de artefactos, búsqueda de información, control de dispositivos y aprendizaje automático, entre otros. Por lo que si entramos a ver lo que son los Sistemas Inteligentes, en concreto a los Sistemas Clasificadores estos permitirían conocer cuál es el tipo de conocimientos que mejor se adapte al usuario, esto mediante al aprendizaje que tendría la herramienta durante el uso que haga el usuario de la misma.

De manera cotidiana, cuando encontramos frente a un problema complejo, recurrimos a diferentes personas con más experiencia o expertos en el área del problema, para conocer y analizar sus ideas y puntos de vista. Lo que nos lleva a realizar un análisis de dicha información y agruparla mediante una clasificación para poder tomar una decisión hacia el problema que se desea resolver (Muñoz et al., 2015).

Llevando dicha problemática a un dominio en específico, las actividades con fines pedagógicos se implementan siguiendo técnicas instruccionales, siendo estas a su vez parte de ciertas estrategias (Silva et al., 2014) por lo que en la educación existe una gran diversidad y un gran número de recursos educativos (materiales multimedia) que

se pueden o están utilizando en el proceso de la enseñanza y que forman parte de una notable contribución para el proceso de enseñanza-aprendizaje, en México este proceso está sufriendo una serie de reformas que buscan privilegiar el logro de competencias por parte de los alumnos, en la educación media superior una de tales reformas es la implementación del Sistema Nacional de Bachillerato (SNB), el cual busca utilizar las metodologías del constructivismo: estudio de casos, trabajo en proyectos y solución de problemas, mismos que facilitan el logro de competencias en los alumnos (SEP, 2013).

Según Nisbet y Shucksmith (1987), las estrategias de aprendizaje son secuencias integradas de procedimientos o actividades que se eligen con el propósito deliberado de facilitar la adquisición, almacenamiento y la utilización de la información.

Las estrategias de aprendizaje pueden ser: voluntarias, procedimentales, es decir, involucran procedimientos intencionales, por su carácter deliberado; requieren esfuerzo, esenciales, es decir, necesarias en los comportamientos de personas expertas en un área; y facilitadoras, ya que mejoran el desempeño académico (Donolo et al., 2004).

En un estudio de Donolo, et al. (2004) donde se describió y comparó el uso que hacen alumnos que aprenden en contextos presenciales y en ambiente virtuales de distintas estrategias de aprendizaje, se observó que los alumnos usan distintas estrategias de modo similar en contextos presenciales y virtuales, usando estrategias de elaboración y organización, antes que de repaso; piensan críticamente; informan cierto grado de autorregulación metacognitiva y de regulación del esfuerzo, aunque se preocupan menos de manejar adecuadamente el tiempo y el ambiente donde estudian así como el pedir ayuda a sus compañeros o al profesor.

En la educación media superior una de tales reformas es la implementación del Sistema Nacional de Bachillerato, el cual busca utilizar las estrategias constructivistas: como el estudio de casos, el trabajo en proyectos y la solución de problemas; mismos que desarrollan habilidades y actitudes que facilitan el logro de competencias que forman el perfil de egreso de los alumnos del nivel medio superior (SEP, 2013).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para comprender qué es el SNB, vale la pena decir que la Secretaría de Educación Pública de México (SEP), junto con las secretarías de educación de todas las entidades federativas y de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), vienen implementando una política de reforma educativa a largo plazo para elevar la calidad de la educación. En ese marco se ha llevado a cabo la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), que tiene entre sus principales propósitos impulsar un cambio cualitativo, orientando la educación hacia un nuevo enfoque de desarrollo cognitivo, la implementación de competencias, tanto en los alumnos como en los docentes, la mejora en la gestión administrativa y las condiciones de las instituciones.

Dado que el proceso educativo se realiza en ámbitos y condiciones múltiples, así como en una gran diversidad de modelos educativos, necesariamente este cambio se verá concretado por etapas y durante cierto tiempo, pasando por el nivel de subsistemas y de planteles, hasta que llegue al más importante, a nivel alumno y docente, es decir al nivel del aula. Sitio donde la implementación del Sistema Clasificador será de gran utilidad para ayudar al logro de este proceso.

El Sistema Nacional del Bachillerato es una pieza fundamental de la RIEMS, porque permitirá ir acreditando la medida en la cual los planteles y los subsistemas realizan los cambios previstos en la reforma. Los planteles que ingresan al SNB son los que han acreditado un elevado nivel de calidad en relación a la implementación del modelo educativo basado en competencias. Para ello se someten a una evaluación exhaustiva por parte del Consejo para la Evaluación de la Educación del Tipo Medio Superior (COPEEMS), que es el organismo con independencia técnica creado para ese efecto.

Un plantel que es miembro del SNB puede demostrar que ha concretado hasta un determinado nivel los cambios previstos en la RIEMS, todos ellos de gran profundidad y que darán beneficios a sus educandos. Esos cambios atienden a los siguientes aspectos (SEMS, 2014):

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Planes y programas ajustados a la educación por competencias y al desarrollo de los campos del conocimiento que se han determinado necesarios, conforme a la RIEMS.
 - Docentes que deben reunir las competencias previstas por la RIEMS.
 - Organización de la vida escolar apropiada para el proceso de aprendizaje, la seguridad y en general el desarrollo de los alumnos.
 - Instalaciones materiales suficientes para llevar a cabo el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias.

En base a esto y con la inclusión de la tecnología y el avance de la misma, dentro de nuestra vida diaria, se ha propuesto y desarrollado gran multitud de herramientas para la toma de decisiones, como lo son los sistemas expertos, redes neuronales, programas basados en árboles de decisión y sistemas clasificadores.

Los sistemas clasificadores son Sistemas Basados en Conocimiento con características tomadas del razonamiento humano, tales como auto aprendizaje y adaptación al medio ambiente, logradas estas a través del uso de técnicas inteligentes, como lo son las redes neuronales, la computación evolutiva, la lógica difusa, entre otras. Según Goldberg los sistemas clasificadores son " un tipo particular de máquina de aprendizaje que aprende reglas".(González y Aguilar, 2008)

1.2 Problemática

En la actualidad la tecnología es usada en más ámbitos de nuestra vida diaria y se encuentra más accesible para las personas, esto lo vemos reflejado con los jóvenes que cada día vemos como desde temprana edad cuentan con algún dispositivo móvil; ya sea Smartphone, tabletas o laptops, en los cuales gastan gran parte de su tiempo diariamente. Por lo que se pretende aprovechar el uso de dichos dispositivos no solo para el entretenimiento, sino, también para su educación.

Uno de los problemas con los que se enfrentan los docentes a nivel de bachillerato es tener la atención de los jóvenes para poder realizar las actividades planeadas para su educación, ya que a dicha edad se encuentra que los jóvenes no muestran interés en clases, se encuentran distraídos con los dispositivos móviles, pensando en temas

ajenos a la clase o realizando alguna actividad diferente a la presentada en clase, una de las razones por las que sucede la perdida de interés a la clase, es la que conlleva al tipo de material utilizada para la enseñanza, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y las necesidades que se tienen en la educación media superior, en el presente trabajo se propone el desarrollo de un sistema clasificador con árboles de decisión el cual ayude al docente a brindar los recursos educativos adecuados a los alumnos, basándose en el estilo de aprendizaje, obtenido por medio del Test de Felder y tomando en cuenta aquellas competencias genéricas que le falten por cumplir a los alumnos.

En México el proceso de enseñanza-aprendizaje está sufriendo una serie de reformas que buscan privilegiar el logro de competencias por parte de los alumnos, en la educación media superior una de tales reformas es la implementación del Sistema Nacional de Bachillerato, el cual busca utilizar las metodologías del constructivismo: estudio de casos, trabajo en proyectos y solución de problemas, mismos que facilitan el logro de competencias en los alumnos (SEP, 2013).

Por otro lado uno de los problemas con los que se enfrentan los docentes a nivel bachillerato es tener la atención de los jóvenes para poder realizar las actividades planeadas para su educación, ya que a dicha edad se encuentra que los jóvenes no muestran interés en clases, una de las razones por las que sucede la perdida de interés a la clase, es la que conlleva al tipo de materiales utilizados para la enseñanza (Basogain et al., 2007).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y las necesidades que se tienen en la educación media superior, se propone el desarrollo de un sistema clasificador el cual ayude al docente a brindar los recursos educativos adecuados a los alumnos, basándose en el estilo de aprendizaje, obtenido por medio del Test de Felder y tomando en cuenta aquellas competencias genéricas que le falten por cumplir a los alumnos.

1.3 Justificación

En los próximos apartados se pretende que el lector obtenga un panorama general del trabajo de tesis, uniendo los antecedentes descritos anteriormente junto con el impacto de la propuesta, así como el desarrollo del trabajo y los resultados obtenidos.

La aplicación de técnicas didácticas en el proceso de aprendizaje grupal implica visualizar al instructor y capacitando como seres sociales y miembros de un grupo de aprendizaje. Hablar de aprendizaje grupal permite propiciar que los miembros del grupo, logren un aprendizaje activo, significativo y participativo, así como el desarrollo de habilidades, el sentido de cooperación y el intercambio de ideas y sentimientos; es decir, que los participantes, se desarrollan, crezcan, y establezcan nuevas formas de relacionarse para lograr los aprendizajes que permitan demostrar las competencias propuestas en los cursos.

Bajo esta visión del aprendizaje grupal, el docente, se convierte en un coordinador o guía del proceso de aprendizaje de los participantes para lo cual, necesita conocer los procesos grupales e individuales y la dinámica a la que dan lugar, y saber que su papel con respecto a la información consiste en orientarla; facilitar su adquisición y fomentar su desarrollo; despertar el interés y la motivación por que aquella se incorpore a experiencias previamente obtenidas.

El nuevo entorno de la sociedad del conocimiento brinda oportunidades extraordinarias para innovaciones orientadas al desarrollo de nuevas modalidades educativas más adecuadas, dentro de una concepción de educación integral que abarque la formación de la afectividad, la expresión artística, la interacción social y el ejercicio de los diferentes tipos de inteligencia.

Las últimas investigaciones en la neurofisiología y en la psicología han dado como resultado un nuevo enfoque sobre cómo los seres humanos aprendemos: no existe una sola forma de aprender, cada persona tiene una forma o estilo particular de establecer relación con el mundo y por lo tanto para aprender. Con respecto a este enfoque, se han desarrollado distintos modelos que aproximan una clasificación de estas distintas formas de aprender.

El modelo de Felder y Silverman clasifica los estilos de aprendizaje a partir de cinco dimensiones, las cuales están relacionadas con las respuestas que se puedan obtener a una serie de preguntas propuestas y que permiten conocer a cuál de los cinco dominios pertenece cada alumno encuestado y por ende con que habilidades cognitivas se cuenta en cada uno de los miembros de un grupo de clase.

La riqueza del material contenido en el presente documento, consiste en que su utilidad no sólo es aplicable al aula y a los estudiantes, sino que también es aplicable a cualquier persona, ya que todos nos encontramos en un continuo proceso de aprendizaje y conocer qué estilo prevalece en nosotros nos da una vía para perfeccionar la manera en que aprendemos y de desarrollar aquellos estilos que no hemos ejercitado.

Es aquí donde nuestro sistema cobra relevancia al permitirnos conocer los estilos de aprendizaje que tienen los diferentes alumnos y a partir de los resultados obtenidos de la prueba el docente puede planear el logro de las competencias que se enmarcan en la RIEMS. A partir de ahí el maestro puede asegurarse que las acciones y actividades que elija garantizaran que las destrezas se logren y por ende alcanzar las competencias que se desee lograr.

Para poder realizar un sistema que sirva como apoyo a los docentes en la educación media superior agrupando recursos educativos basados en estilos de aprendizaje y las competencias genéricas, haremos uso de los Sistemas Clasificadores, los cuales proporcionan ventajas claras en los problemas de toma de decisiones, dichas ventajas se mencionan a continuación: (Chang et al., 2012)

- Bajo tiempo de clasificación.
- Bajo tiempo de aprendizaje.
- Bajos requerimientos de memoria.
- Sencillez.
- Buenos resultados en muchos dominios.

1.4 Preguntas de Investigación

- ¿Es posible seleccionar los recursos educativos adecuados para el desarrollo de competencias genéricas en los alumnos a nivel Media Superior mediante un Sistema clasificador basado en el estilo de aprendizaje y en las competencias ya desarrolladas por el alumno?.
- ¿Qué beneficios se obtienen al tomar en cuenta el estilo de aprendizaje en la fórmula del peso para la clasificación?

1.5 Objetivo

Objetivo general:

Elaborar un Sistema Clasificador que ayude como herramienta de soporte al docente en la educación media superior agrupando los recursos educativos con base en los estilos de aprendizaje.

Objetivos específicos:

- Clasificar recursos educativos mediante una regla de peso basada en los estilos de aprendizaje y las competencias de los alumnos de educación media superior.
- Diagnosticar el resultado de la clasificación de los recursos educativos.

1.6 Hipótesis

El uso de un Sistema Clasificador basado en el estilo de aprendizaje del alumno, ayudará al docente a brindar un recurso educativo adecuado al alumno para cumplir las competencias genéricas de la educación media superior.

1.7 Publicaciones

1. Sistema Clasificador de Recursos Educativos Basado en el Estilo de Aprendizaje y en las Competencias Genéricas de los Alumnos de Educación Media Superior en CCITA 2015 (Publicado). Se presenta el modelo y la arquitectura de un Sistema Clasificador para ser utilizado por alumnos de la educación media superior y que sirva como apoyo para cumplir las competencias genéricas que marca la SEP.
2. Clasificación de Recursos Educativos a través de un Sistema Basado en el Estilo de Aprendizaje y las Competencias de los Alumnos de Educación Media Superior en LACLO 2015 (Publicado). Presenta una mejora en la regla para la asignación de peso a los recursos educativos clasificados, de manera que evita algunos empates entre recursos para determinar cuál es mejor para el alumno, dando como resultado una mejor clasificación por parte del sistema.
3. Accomplishment of Generic Skills of the Middle Higher Education with the use of System SiCRE en LACLO 2016 (Aceptado). En el artículo se presentan los resultados obtenidos con el uso del sistema SiCRE, los cuales demostraron que el sistema proporciona una correcta clasificación de los recursos educativos adecuados que permiten una mejora de aprendizaje en los alumnos y ayudan a cumplir las competencias genéricas de los mismos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se muestra un panorama general del estado del arte, presentando los conceptos básicos de los sistemas clasificadores, competencias, arboles de decisión, recursos educativos y estilos de aprendizaje, conceptos utilizados para el desarrollo del proyecto.

2.1 Sistemas Clasificadores

2.1.1 Introducción a los Sistemas Clasificadores

En la actualidad los sistemas usados para la toma de decisión son uno de los campos de aplicación más fértiles de las técnicas de la Inteligencia Artificial. "La amplia aplicabilidad de estas técnicas reside en el hecho de que una gran cantidad de problemas (control de sistemas dinámicos, predicción, optimización, clasificación, planificación, búsqueda heurística, diagnóstico) se reduce, o conlleva, un problema de decisión" (Giráldez, 1999). Por tanto el estudio de los sistemas de toma de decisión es especialmente interesante, ya que cuenta con una gran variedad de posibilidades de aplicación, y satisface una necesidad creciente de sistemas de apoyo a la toma de decisión.

Existe una gran variedad de problemas de decisión que pueden resolverse por programas desarrollados con técnicas de Inteligencias Artificial. En este conjunto de problemas se encuentran la clasificación, el diagnóstico , la optimización, la regresión, la búsqueda heurística, la satisfacción de restricciones, el control, entre otros. Asimismo, los paradigmas que se pueden emplear para la construcción de este tipo de sistemas son muy variados: redes de neuronas, algoritmos genéticos, árboles de decisión, programación lógica inductiva, inferencia bayesiana, razonamiento basado en casos, razonamiento borroso, sistemas clasificadores, etc. (Giráldez, 1999).

Todos y cada uno de ellos hacen uso de reglas para llegar a una clasificación, lo que permite un acoplamiento mutuo entre técnicas, logrando como resultado sistemas híbridos para la toma de decisiones.

Tanto en los Sistemas Clasificadores, Sistemas Expertos y Redes Neuronales, se puede observar un uso bastante claro del uso de reglas en su estructura, por tal razón son vistos en los paradigmas provenientes de la Inteligencia Artificial de Inducción de Reglas.

Las ideas básicas de los Sistemas Clasificadores fueron presentadas por Holland en 1975, indicando que los sistemas clasificadores utilizan a los algoritmos genéticos como heurísticas de búsqueda dentro del espacio de todas las reglas posibles (Holland, 1975). Desde entonces, muchos tipos de Sistemas Clasificadores se han propuesto en la literatura (Goldberg, 1989; Lashon *et al.*, 1989; Parodi *et al.*, 1993; Valenzuela, 1991 ;Wilson *et al.* , 1989; Wilson, 2000).

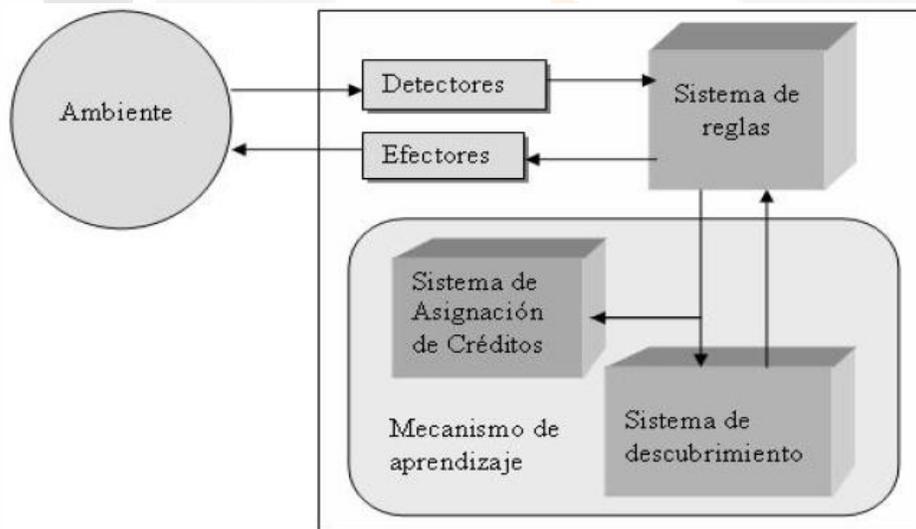


Figura 1. Arquitectura de un Sistema Clasificador (González y Aguilar, 2008).

Los Sistemas Clasificadores son Sistemas Basados en Conocimiento con características tomadas del razonamiento humano, tales como, auto aprendizaje y adaptación al medio ambiente, logradas estas a través del uso de técnicas inteligentes, como lo son las redes neuronales, la Computación Evolutiva, la Lógica Difusa, entre otras. Entre estos sistemas se encuentran extensiones de los Sistemas Expertos (SEs) y los Sistemas Clasificadores.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Los Sistemas Clasificadores cuentan con grandes ventajas en comparación con los clásicos sistemas basados en reglas de producción (ejemplo: los Sistemas Expertos), las cuales son (Cabero, 1998):

- Los sistemas basados en reglas de producción necesitan una representación rígida y exhaustiva del conocimiento a través de un conjunto de reglas simbólicas, mientras que los sistemas clasificadores emplean un módulo de aprendizaje mediante el cual descubre progresivamente nuevas reglas (clasificadores) que se adaptan mejor a las necesidades tanto ambientales como internas.
- Las reglas de un sistema basado en reglas de producción son proporcionadas por humanos, mientras que las reglas de los sistemas clasificadores son aprendidas por el propio agente.
- Cuando una regla de un sistema basado en reglas de producción no cumple ninguna aplicabilidad, está no es retirada de la base de reglas, mientras que el sistema clasificador define un mecanismo que reemplaza aquellos clasificadores más obsoletos por otros potencialmente mejores.
- En un sistema basado en reglas de producción cuando se encuentran varias reglas que pueden ser aplicadas a una situación, el sistema debe recurrir a mecanismos complejos para el tratamiento de la incertidumbre, mientras que en el sistema clasificador se facilita esta tarea por medio de un algoritmo de asignación y distribución de créditos, el cual recompensa aquellos clasificadores más aptos, y penaliza aquellos menos aptos.
- Una de las mayores ventajas del sistema clasificador es su capacidad de aprender en diversos escenarios, trabajar con información incompleta, y clasificar en jerarquías la información que proviene del ambiente.

Los Sistemas Clasificadores son un tipo particular de Máquinas de Aprendizaje (MDA) que tienen la característica de aprender conductas a partir de la activación de reglas, mediante a estímulos o mensajes provenientes del exterior. Para llevar a cabo dicho aprendizaje, los sistemas clasificadores se basan en dos subsistemas, como lo son el subsistema de asignación de crédito y el subsistema descubridor, los cuales integran el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

mecanismo de aprendizaje. El subsistema de asignación de crédito actualiza los pesos de activación de las reglas según su uso, mientras que el subsistema descubridor realiza la tarea de descubrimiento de nuevas reglas. Dentro de los Sistemas Clasificadores se encuentran los llamados Sistemas Clasificadores Difusos, estos son Sistemas Clasificadores con reglas que presentan una connotación difusa.

Las reglas, dada su transparencia, son un tipo de paradigma que goza de gran popularidad dentro de la Inteligencia Artificial. Si bien en sus comienzos dichas reglas se obtenían a partir de la información proporcionada por el experto en el dominio a tratar, desde hace varios años se vienen desarrollando, con relativo éxito, sistemas capaces de inducir reglas. Ejemplos de los mismos pueden ser: GABIL - De Jong y col. (1993) - y SIA - Venturini (1993). (Martín y Callejón, 1998)

En los Sistemas Clasificadores las reglas utilizadas generalmente son de la forma Si <condición> entonces <acción> , las cuales tienen gran capacidad de representación del conocimiento. Un Sistema Clasificador está compuesto por tres componentes principales que coexisten dentro de él, como lo son: un sistema de reglas y mensajes, un sistema de asignación de crédito, y un sistema de descubrimiento (González y Aguilar, 2008) . Dichas conjunto de reglas se pueden ver como una población, en la cual cada regla registrada en el sistema funge el rol de individuo en el sistema, lo que nos permite observar una estructura clara para la implementación de uno de los paradigmas clásicos de la Computación Evolutiva, como lo es el Algoritmo Genético.

Así mismo los Sistemas Clasificadores proporcionan ventajas claras en los problemas de toma de decisiones, dichas ventajas se mencionan a continuación: (Chang et al., 2012)

- Bajo tiempo de clasificación
- Bajo tiempo de aprendizaje
- Bajos requerimientos de memoria
- Sencillez
- Buenos resultados en muchos dominios

Por tal motivo el uso de sistemas clasificadores se ha vuelto una aplicación recurrente en las Ciencias de la Computación, ya que permite la aplicación de múltiples paradigmas de la Inteligencia Artificial.

2.1.2 Árboles de Decisión

Un árbol de decisión es un modelo de predicción cuyo objetivo principal es el aprendizaje inductivo a partir de observaciones y construcciones lógicas. Son muy similares a los sistemas de predicción basados en reglas, que sirven para representar y categorizar una serie de condiciones que suceden de forma sucesiva para la solución de un problema. Constituyen probablemente el modelo de clasificación más utilizado y popular.

Los arboles se puede representar como una estructura que consiste de nodos, ramas y hojas, donde se tiene un nodo inicial llamado raíz, los nodos internos tienen atributos que los asocian con ramas para ir a otro nodo del árbol y por último las hojas que son nodos terminales que cuentan con la decisión a la que se desea llegar. Los árboles de decisión constituyen probablemente el modelo de clasificación más utilizado y popular (Barrientos et al., 2009).

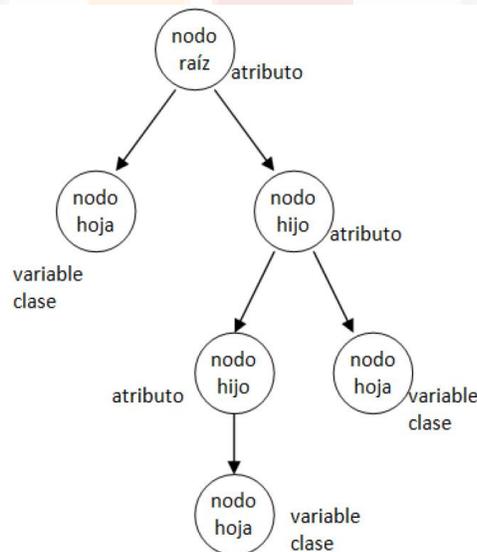


Figura 2. Estructura de un árbol de decisión(Barrientos et al., 2009).

El conocimiento obtenido durante el proceso de aprendizaje inductivo se representa mediante un árbol. Un árbol gráficamente se representa por un conjunto de nodos,

hojas y ramas. El nodo principal o raíz es el atributo a partir del cual se inicia el proceso de clasificación; los nodos internos corresponden a cada una de las preguntas acerca del atributo en particular del problema.

Cada una de las respuestas posibles a los cuestionamientos del sistema es representado por un nodo, conocido como nodo hijo. Las ramas que salen de cada uno de estos nodos se encuentran etiquetadas con los posibles valores del atributo (Russell y Norving, 2003). Los nodos finales o nodos hoja corresponden a una decisión, la cual coincide con una de las variables clase del problema a resolver (figura 2).

Este modelo se construye a partir de la descripción narrativa de un problema, ya que nos brinda una representación gráfica de la toma de decisión, especificando las variables a evaluar, las acciones que se deben tomar y el orden en el que se llevará a cabo la toma de decisión (figura 3). Cada vez que se ejecuta este tipo de modelo, sólo un camino será seguido dependiendo del valor actual de la variable evaluada. Los valores que pueden tomar las variables para este tipo de modelos pueden ser discretos o continuos (Breiman et al., 1994).

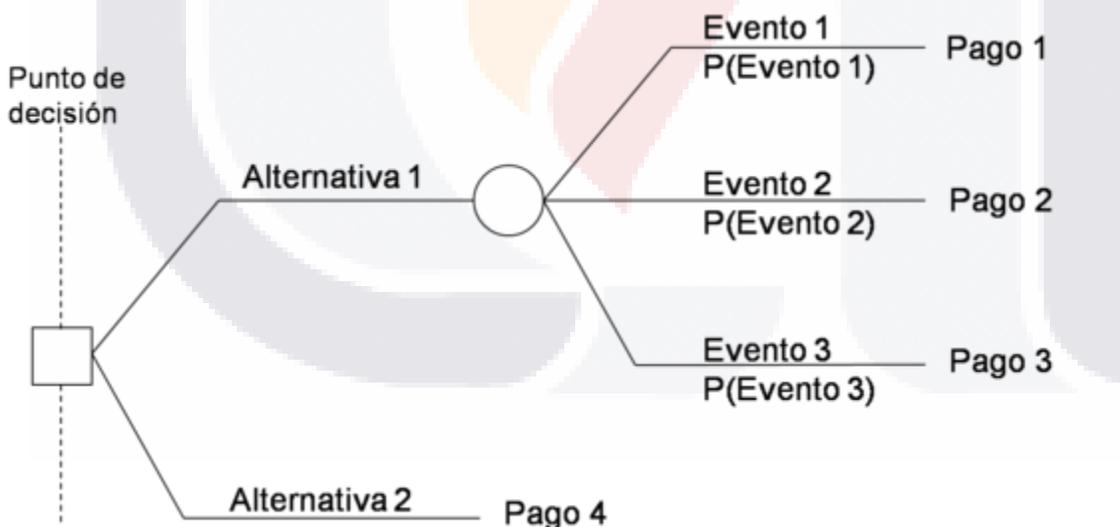


Figura 3. Modelo para la toma de decisiones (Breiman et al., 1994).

Un algoritmo de generación de árboles de decisión consta de 2 etapas: la primera corresponde a la inducción del árbol y la segunda a la clasificación. Durante la primera

etapa se construye el árbol de decisión a partir del conjunto de entrenamiento; por lo general cada nodo interno del árbol se compone de un atributo de prueba y la porción del conjunto de entrenamiento presente en el nodo es dividida de acuerdo con los valores que pueda tomar ese atributo. La construcción del árbol inicia generando su nodo raíz, seleccionando un atributo de prueba y dividiendo el conjunto de entrenamiento en dos o más subconjuntos; para cada cuestionamiento se genera un nuevo nodo y así sucesivamente. Cuando en un nodo se tienen objetos de más de una clase se genera un nodo interno; cuando contiene objetos de una clase solamente, se forma una hoja a la que se le asigna la etiqueta de la clase.

En la segunda etapa del algoritmo cada nuevo objeto es clasificado por el árbol construido; posteriormente se realiza un recorrido del árbol iniciando en el nodo raíz y finalizando en un nodo terminal, a partir de la que se determina la membresía del objeto a alguna clase.

El camino a seguir en el árbol es determinado por las decisiones tomadas en cada nodo interno, mediante al atributo de prueba presente en él.

Ya que los árboles de decisión son una técnica utilizada en el análisis de decisiones secuenciales basada en el uso de resultados y probabilidades asociadas, pueden ser utilizados en cualquier proceso que implique la toma de decisiones; como la construcción de sistemas expertos, sistemas clasificadores, búsquedas binarias y árboles de juegos.

Al utilizar los árboles de decisión en conjunto con un sistema clasificador basado en reglas podemos aprovechar las ventajas que dicha técnica proporciona, las cuales se mencionan a continuación (Bonsón et al., s. f.):

- Resume los ejemplos de partida, permitiendo la clasificación de nuevos casos, siempre y cuando no existan modificaciones sustanciales en las condiciones bajo las cuales se generaron los ejemplos que sirvieron para su construcción.
- Facilita la interpretación de la decisión adoptada.
- Proporciona un alto grado de comprensión del conocimiento utilizado en la toma de decisiones.

- Explica el comportamiento respecto a una determinada tarea de decisión.
- Reduce el número de variables independientes.
- Es una magnífica herramienta para el control de la gestión empresarial.

2.1.3 Tipos de los Sistemas Clasificadores

A continuación pasamos a describir los algunos de los diferentes tipos de clasificadores existentes en la actualidad, para este trabajo utilizaremos el Clasificador por arboles de decisión.

2.1.4 Clasificador Naïve Bayes

El clasificador Naïve Bayes (Duda y Hart, 1973), (Langley et al., 1992) se encuadra en las técnicas bayesianas y hace uso del Teorema de Bayes (Bayes, 1763) para generar el modelo predictivo. Este clasificador tiene su base en la suposición de que todas las variables a evaluar son estadísticamente independientes entre sí; sin embargo, dicha suposición casi nunca es verdadera, pero algunos estudios como el de Michie et al. (1994) exponen que los resultados que pueden ser obtenidos en dichos sistemas llegan a ser similares e incluso superiores a otros clasificadores en algunos problemas.

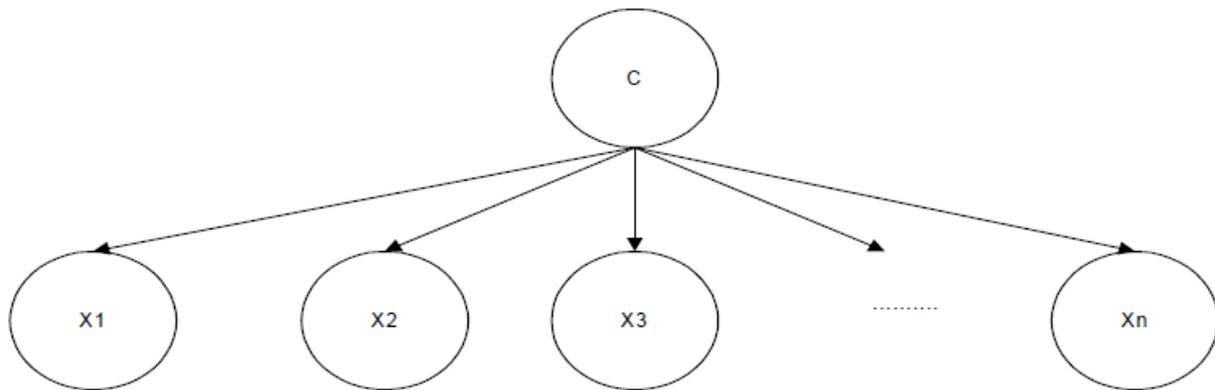


Figura 4. Estructura gráfica de modelo naïve Bayes (Fernández, 2004).

La independencia estadística entre los atributos da lugar a un modelo gráfico donde contamos con un nodo raíz (la variable clase), y tantos nodos hojas como atributos, que tienen como único padre la variable clase. Dicha estructura es mostrada en la Figura 4. Como el mismo nombre no lo indica, el clasificador utiliza el Teorema de Bayes y junto con el conocimiento previo de las probabilidades, este tipo de clasificadores estiman la probabilidad de pertenencia de cada instancia a cada una de las clases posibles. Por último, la clasificación se realiza colocando a la instancia en una clase mediante una regla de decisión.

De acuerdo al Teorema de Bayes (1763), La probabilidad a posteriori del suceso A conocido que se verifica el suceso B, verificándose que su probabilidad sea mayor a 0, se encuentra dada por la regla de Bayes, presentada en la ecuación 1 (Fernández, 2004):

$$P(A|B) = \frac{p(A,B)}{p(B)} = \frac{p(A) p(B|A)}{p(B)} = \frac{p(A) p(B|A)}{\sum_{A'} p(A') p(B|A')} \quad (1)$$

donde:

- A y B: suceso aleatorios.
- p(A) y p(B): probabilidad de los sucesos aleatorios A y B.
- p(B|A): probabilidad condicionada del suceso B dado el suceso A.
- p(A|B): probabilidad a posteriori del suceso A conocido que se verifica el suceso B

La clasificación de una instancia a una clase C^* , una vez conocidos los objetos a clasificar (x_1, \dots, x_m) viene dada por la ecuación 2 (Fernández, 2004):

$$C^* = \underset{c}{\operatorname{arg\,m\acute{a}x}} p(C = c | X_1 = x_1, \dots, X_m = x_m) \quad (2)$$

Los clasificadores Naïve Bayes presentan las ventajas de ser rápidos, fáciles y al mismo tiempo, arrojan buenos resultados, de tal manera que son muy utilizados en los experimentos de clasificación.

2.1.5 Clasificador del vecino más próximo

El clasificador del vecino más próximo (Aha et al., 1991) pertenece a los métodos basados en casos. Éstos se basan en la hipótesis de que los ejemplos de una clase determinada comparten propiedades y características entre sí. De esta forma, haciendo uso de una métrica determinada, las instancias se irán asignando al ejemplo con el que comparta más características (esté más próximo según la métrica considerada). Los fundamentos de este clasificador datan de la década de los 50 (Fix y Hodges, 1951, 1952), aunque la regla no se formuló formalmente hasta 1967 (Cover y Hart, 1967). Desde entonces, este tipo de clasificador se ha vuelto muy popular.

La principal característica de estos clasificadores radica en que no construyen un modelo para todo el espacio de hipótesis, sino que hacen diversas aproximaciones para diferentes zonas del espacio, lo que da como resultado un gran consumo de recursos. Gracias a dicha característica se convierten en sistemas idóneos para problemas complejos y difíciles de modelar. El mecanismo de aprendizaje en este tipo de sistemas no se considera un aprendizaje como tal, ya que almacenan en memoria todos los ejemplos y para cada nueva instancia que se tenga que clasificar se le asocia la clase del ejemplo más próximo almacenado en memoria. La elección de la métrica es muy importante, ya que los resultados pueden variar significativamente con el mismo conjunto de datos. Aunque la distancia Euclidiana suele ser la más usada, dependiendo de las características de los datos, puede ser más apropiada alguna otra.

Otro factor que influye en los resultados es la escala de las variables predictivas. Si las variables se miden en diferentes escalas, suelen normalizarse para que su valor pertenezca al rango [0, 1], mediante la ecuación 3 (Aler, s.f.)

$$x_{ij}^{\eta} = \frac{x_{ij} - \min X_i}{\max X_i - \min X_i} \quad (3)$$

donde x_{ij}^{η} es el valor normalizado de la variable i-ésima del caso j-ésimo (xij), $\min X_i$ es el menor valor de la variable i-ésima y $\max X_i$ el mayor.

Si la variable es categórica, no se requiere normalizar ya que puede considerarse que, cuando tienen el mismo valor, la distancia es 0, y es 1 en otro caso.

Este clasificador puede generalizarse para el caso en que la clase asignada dependa de los k vecinos más próximos. En este caso se asignará la clase mayoritaria presente en los vecinos. Un problema que surge es la elección adecuada de k . Para solventar este problema se han propuesto métodos que estiman, para un conjunto de datos, su valor adecuado (Wettschereck y Dietterich, 1995) y alternativas como la de asociar pesos a los vecinos (Dudani, 1975) en función de su proximidad a la instancia a clasificar.

2.1.6 Clasificador Basado en Árboles de Decisión

Un árbol de decisión es la representación de una estructura jerárquica de un grupo de toma de decisiones. Dicha estructura está formada por un conjunto de nodos, donde cada nodo que no es terminal (conocido como hojas) contiene una condición sobre un atributo. El aprendizaje de esta estructura se lleva a cabo mediante algoritmos de partición o de Divide y Vencerás.

La clasificación de la instancia de un problema determinado se realiza partiendo de la raíz del árbol y en función del valor, en el problema, del atributo asociado al nodo, ir descendiendo por la rama correspondiente hasta alcanzar el nodo hoja, que contiene la información resultante, donde se asignará la instancia a una clase en particular. En la Figura 5 se puede observar un ejemplo de árbol de decisión. En él, el objetivo es pronosticar si se va a poder practicar volleyball o no mediante el valor que tomarán un conjunto de variables predictivas asociadas con el clima de la ciudad.

Dependiendo del pronóstico, tendremos que considerar o no otras variables para conocer si contaremos con un clima idóneo para practicar o no.

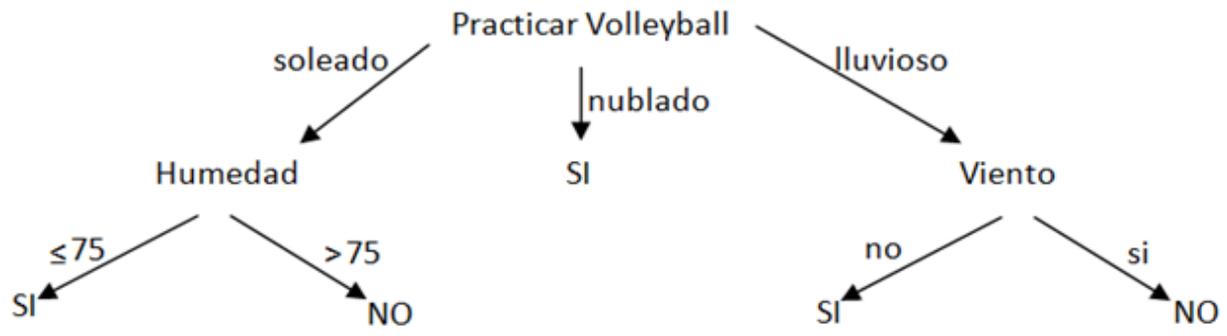


Figura 5. Árbol de decisión para pronosticar si se practica volleyball (Fuente propia).

Debido a que la clasificación trata con clases disjuntas, un árbol de decisión guiará un ejemplo hasta una única clase, con lo que las particiones existentes en el árbol son disjuntas y una instancia cumple o no una condición. Otras características de este clasificador son su robustez en un gran número de dominios, su bajo coste computacional, sencillez, bajo tiempo de clasificación y aprendizaje, por lo que lo han hecho muy popular.

2.1.7 Aplicaciones de Sistemas Clasificadores

Como podemos darnos cuenta, gracias a que los Sistemas Clasificadores cuentan con una gran diversidad de variantes, ventajas, y características, que se pueden adecuar a diversos problemas, su campo de aplicación es muy basto, hablando en términos de sistemas clasificadores utilizados en problemas similares a los que se abordarán en el trabajo de tesis podemos mencionar los siguientes trabajos. Salazar, Ovalle, y Duque desarrollan un Sistema Multi-Agente para Recomendación de Recursos Educativos(Salazar, 2014), en el sistema la recomendación se realiza en el Agente recomendar de recursos educativos, dicho agente hace uso del servicio proporcionado por el sistema BROA (Búsqueda y Recomendación de Objetos de Aprendizaje), el cual dirige la consulta del recurso educativo basándose en la manera como aprende cada persona utilizando los estilos de Felder y Silverman(Martínez, 2011). Silva, Ponce y Villalpando presentan un Sistema de recomendador (ReTIBO) (Silva et al., 2014) de técnicas instruccionales basado en objetivos pedagógicos, para realizar la recomendación realizan un método donde el profesor define los objetivos de aprendizaje, y seguidamente el Método selecciona los procesos cognitivos implicados

en los objetivos definidos por el profesor, posteriormente, utilizando un modelo matemático, se seleccionan, de una población de 67 técnicas instruccionales, las más adecuadas a los procesos cognitivos y el estilo de aprendizaje.

Siguiendo la línea de la recomendación de recursos educativos, nos encontramos con un trabajo de Primo, Behr y Vicari (Primo, 2013) donde hacen uso del estándar brasileño de metadatos OBAA (OBjetos de Aprendizagem baseados em Agentes) para los Objetos de Aprendizaje, dicho estándar es una extensión del estándar IEEE-LOM hecho para la interoperabilidad entre plataformas digitales como TV digital, plataformas Web y dispositivos móviles. Combinado a dicho estándar analizan el uso de técnicas de la Web semántica para la recomendación. Mediante el uso de dichas técnicas los autores proponen un modelo basado en ontologías para la representación de los metadatos, para lo cual hacen uso de archivos OWL (Web Ontology Language). Lo que les otorga algunas características de interoperabilidad.

2.2 Tecnología de la Información y Comunicación y Competencias en la educación

2.2.1 Uso de las TIC´s en la Educación

Para Cabero las TIC son: “En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconexionadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas”. (Cabero, 1998).

Tomando la definición de Cabero y comparándola con el gran desarrollo tecnológico que se ha producido en los últimos años, podemos observar como la tecnología ha propiciado lo que algunos autores denominan la nueva “revolución” social, con el desarrollo de "la sociedad de la información". Con ello, se desea hacer referencia a que la materia prima "la información" será el motor de esta nueva sociedad, y en torno a ella, surgirán profesiones y trabajos nuevos, o se readaptarán las profesiones existentes. Un claro ejemplo lo vemos en la educación donde día a día la tecnología se

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

utiliza cada vez en mayor medida en donde las TIC permiten el desarrollo de nuevos materiales didácticos de carácter electrónico que utilizan diferentes soportes. Los nuevos soportes de información, como internet o los discos digitales, más allá de sus peculiaridades técnicas, generan una gran innovación comunicativa, aportando un lenguaje propio, unos códigos específicos orientados a generar modalidades de comunicación alternativas (hipertextos, multimedios) y nuevos entornos de aprendizaje colaborativo (sin limitaciones temporales ni espaciales) (Valcárcel y Roderó, 2003).

Por tal motivo el trabajo del aula y fuera de ella en la educación ha experimentado cambios importantes gracias a la inclusión de las TIC en la educación. De acuerdo al informe de la OCDE (2003) todos los países buscan la mejora de la calidad y la eficiencia de la educación, por lo que se recurrió al uso de las TIC para poder alcanzar dicho objetivo. En dicho informe se mencionan los argumentos por los que las escuelas deberían incorporar a los planes de estudio las TIC, tomando argumentos pedagógicos donde permiten ampliar y enriquecer el aprendizaje, desarrollando la capacidad de pensar con creatividad, independencia, la gestión del aprendizaje y la solución de problemas, entre muchas otras cuestiones, argumentos económicos, en los cuales se abordan las necesidades en los sectores laborales de personal competente en el uso de las TIC, y argumentos sociales, donde las TIC son un requisito primordial para ser partícipe de una sociedad en la que los servicios, públicos y privados, se ofrecen cada vez con mayor frecuencia en línea, mediante las redes de computo.

En dichas redes, no solo se tiene un conjunto de máquinas interconectadas por medio de cables o señales inalámbricas, sino que también son relaciones sociales, una red social es un conjunto de personas que se comunican por un conjunto de relaciones sociales. Las personas pueden construir relaciones personales y normas sociales que son completamente reales y significativas para sus miembros en entornos de comunicación mediante computadoras. Se puede crear comunidades virtuales para aprender, permitiendo a los docentes y alumnos comunicarse de una manera sencilla, ayudándose mutuamente, intercambiando ideas y experiencias, coordinando actividades y brindando una identidad y sentimientos de pertenencia a los grupos que se encuentran en comunidades en las que las relaciones son cara a cara.

2.2.2 Competencias en la Educación Media Superior

Las competencias no son un concepto abstracto: se trata de las actuaciones que tienen las personas para resolver problemas integrales del contexto, con ética, idoneidad, apropiación del conocimiento y puesta en acción de las habilidades necesarias; por tanto existen desde el surgimiento humano por formar parte de la naturaleza humana en el marco de la interacción social y el ambiente ecológico. Por tal motivo surgen como una alternativa en la educación para abordar las deficiencias de los modelos y enfoques pedagógicos tradicionales, como el conductismo, el cognoscitivismo y el constructivismo. Esto no quiere decir que las competencias dejen de lado los enfoques tradicionales, si no que aprovechan características de los mismos .

De manera gradual la comunidad pedagógica comenzó a aceptarlas debido a que permitían complementarse con características de dichos enfoques tradicionales y porque brindaban respuesta pertinentes y claras en torno al currículo, el aprendizaje, la evaluación y la gestión educativa docente. Para comprender qué es el SNB, vale la pena decir que la SEP, junto con las secretarías de educación de todas las entidades federativas y de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior(ANUIES), vienen implementando una política de(a) largo plazo para elevar la calidad de la educación. En ese marco se ha llevado a cabo la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), que tiene entre sus principales propósitos impulsar un cambio cualitativo, orientándola hacia el desarrollo de competencias, la mejora en la organización y las condiciones de operación de los planteles. Dado que el proceso educativo se realiza en ámbitos y condiciones múltiples, así como en una gran diversidad de modelos educativos, necesariamente este cambio se verá concretado por etapas y durante cierto tiempo, pasando por el nivel de subsistema y de plantel, hasta que llegue al más importante, que es el nivel del aula. Sitio donde se pretende implementar el Sistema Clasificador para ayudar al logro de la implementación de este proceso. De acuerdo a la SEP, los alumnos serán evaluados durante su proceso educativo mediante la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación; contando con una evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, para lograr un mejor aprendizaje en los alumnos y permitir que los planteles formen parte del Sistema Nacional de Bachillerato.

El Sistema Nacional del Bachillerato es una pieza fundamental de la RIEMS, porque permitirá ir acreditando la medida en la cual los planteles y los subsistemas realizan los cambios previstos en la reforma. Los planteles que ingresan al SNB son los que han acreditado un elevado nivel de calidad en relación a la implementación del modelo educativo basado en competencias. Para ello se someten a una evaluación exhaustiva por parte del Consejo para la Evaluación de la Educación del Tipo Medio Superior (COPEEMS), que es el organismo con independencia técnica creado para ese efecto.

Un plantel que es miembro del SNB puede demostrar que ha concretado hasta un determinado nivel los cambios previstos en la RIEMS, todos ellos de gran profundidad y que darán beneficios a sus educandos. Esos cambios atienden a los siguientes aspectos (SEMS, 2014):

- Planes y programas ajustados a la educación por competencias y al desarrollo de los campos del conocimiento que se han determinado necesarios, conforme a la RIEMS.
- Docentes que deben reunir las competencias previstas por la RIEMS.
- Organización de la vida escolar apropiada para el proceso de aprendizaje, la seguridad y en general el desarrollo de los alumnos.
- Instalaciones materiales suficientes para llevar a cabo el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias.

2.3 Recursos Educativos

De acuerdo a Pere Marqués (2013) un recurso educativo es cualquier material que, en un contexto educativo determinado, sea utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas (Ministerio de Educación Nacional, 2006). Los recursos educativos que se pueden utilizar en una situación de enseñanza y aprendizaje pueden ser o no medios didácticos. Un vídeo para aprender qué son los volcanes y su dinámica será un material didáctico (pretende enseñar), en cambio un vídeo con un reportaje del National Geographic sobre los volcanes del mundo a pesar de que pueda utilizarse como recurso educativo, no es en sí mismo un material didáctico (sólo pretende informar).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Viendo el potencial que brindaban los recursos educativos y a partir del uso y definición de los recursos educativos, surgió la iniciativa del desarrollo de recursos educativos abiertos los cuales son recursos educativos de libre utilización, es decir que no requieren de ningún tipo de pago para poder hacer uso de ellos, la definición de los REA actualmente más empleada es “materiales digitalizados ofrecidos libremente y abiertamente para profesores, alumnos y autodidactas a fin de que sean usados y reutilizados para enseñar, mientras se aprende y se investiga.” (Marquès, 2013) Los REA incluyen los contenidos educativos, el software de desarrollo, el uso y la distribución del contenido, y la implementación de recursos tales como las licencias abiertas. Esto sugiere que los “recursos educativos abiertos” se refieren a recursos digitales acumulados que pueden ser adaptados y que proporcionan beneficios sin restringir las posibilidades para el disfrute de terceros. Esto propició aun más el auge de la utilización y la creación de los recursos educativos, donde considerando la definición de lo que representa un recurso educativo, prácticamente la totalidad de recursos creados por cualquier persona con el fin de enseñar se nombra un recurso educativo, lo que llevo a los investigadores en el área a plantearse la creación de un estándar que permitiera establecer un cierto orden para la creación de dicho material, con el establecimiento de estándares y prácticas para la creación de recursos en medios electrónicos, como presentaciones de powerpoint, documentos de texto, video tutoriales, mapas mentales, gráficos, etc., se delimito una línea entre lo que son los recursos educativos y los objetos de aprendizaje.

Como lo menciona Willey (2006), el término ‘objeto de aprendizaje’ se acuñó en 1994 por Wayne Hodgins y rápidamente fue adoptado en el área académica, donde profesores y encargados del diseño de planes y cursos de estudio lo tomaron como parte de su lenguaje laboral. En lo que se refiere a la historia de los Recursos Educativos Abiertos, los objetos de aprendizaje pusieron de moda la idea de que los materiales digitales pueden diseñarse y producirse para poder reutilizarlos fácilmente en una variedad de situaciones pedagógicas. La imagen de los bloques de Lego o de los átomos se usa en ocasiones para describir cómo pueden usarse y reutilizarse los objetos de aprendizaje en diferentes entornos. Willey (1998) inventó la expresión “contenido abierto” que llamó la atención de los usuarios de Internet y popularizó la

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

idea de que los principios del movimiento de software de código abierto podrían ser aplicados de manera productiva al contenido. Willey también creó la primera licencia abierta ampliamente adoptada para los contenidos (la Licencia de Publicación Abierta). Acerca de los Recursos Educativos Abiertos (OCDE, 2008).

Cuando hablamos de recursos educativos, tenemos que tomar en cuenta que existen aquellos que requieren de un pago para su utilización y aquellos que son de libre acceso, tomando en cuenta este punto podemos tomar el concepto de recurso educativo abierto de la UNESCO: " En su forma más simple, el concepto de Recursos Educativos Abiertos, describe cualquier tipo de recurso (incluyendo planes curriculares, materiales de los cursos, libros de texto, vídeo, aplicaciones multimedia, secuencias de audio, y cualquier otro material que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje) que están plenamente disponibles para ser utilizados por parte de educadores y estudiantes, sin la necesidad de pago alguno por derechos o licencias para su uso. (UNESCO, 2011)" (Ministerio de Educación Nacional, 2012), por lo que podemos tomar que un recurso educativo, es cualquier tipo de recurso que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para el presente trabajo haremos uso de los recursos educativos digitales (Objetos de aprendizaje, Realidad Virtual y Realidad Aumentada), contenidos dentro del repositorio del Sistema Clasificador, el cual los clasificara mediante el sistema de reglas y los pesos asignados por el Sistema de Asignación de Créditos, en base al perfil del usuario, que se encuentra dado por su tipo de aprendizaje y las competencias cumplidas de la educación media superior.

2.4 Estilos de Aprendizaje

Durante el paso de los años se han definido diferentes tipos de alumnos y estilos de aprendizaje, por los expertos en el área, por tal motivo hoy en día contamos con una gran diversidad de modelos para definir lo que son los estilos de aprendizaje.

Según Keefe (1979), los estilos de aprendizaje se definen como comportamientos característicos, cognitivos y psicológicos, que sirven como indicadores relativamente

estables de cómo los aprendices perciben, se relacionan y responden ante un determinado entorno de aprendizaje.

"Cognitive styles have been defined as characteristic cognitive and physiological behaviors that serve as relatively stable indicators of how learners perceive, interact with, and respond to the learning environment".

Con respecto a los tipos de alumnos y sus estilos de aprendizaje, Hudson (1968) y Parlett (1970) distinguen entre los que definen como "syllabus-bound" y "syllabus-free", una distinción que Main (1980) resume así:

"Syllabus-bound students need exams in order to study, do not read widely outside the set work, attend classes regularly and may very well have conscientious study habits; the syllabus-free students, on the other hand, operate better when they can pursue their own lines of work, and often feel restricted by course requirements".

Miller and Parlett (1974), consideran tres categorías de estudiantes: "cue-seekers", "cue-conscious" y "cue-deaf", donde son identificados de acuerdo a la interacción que presentan con su maestro en el aula y la manera en que perciben y captan la información del mismo.

"the cue-seekers, who actively elicit from their tutors information about their course, examinations, etc.; the cue-conscious, who are able to pick up useful hints that are passed on by tutors concerning the organisation of their courses or whatever; and the cue-deaf, who do not respond to such hints or information".

El término "estilo de aprendizaje" hace refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategias para aprender. Dichas estrategias cuentan con una gran variedad de posibilidades en función de lo que se quiera aprender, cada uno tiende a desarrollar ciertas preferencias o tendencias globales, tendencias que definen un estilo de aprendizaje. Son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los alumnos perciben interacciones y

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

responden a sus ambientes de aprendizaje, es decir, tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas, seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésico), etc. Los rasgos afectivos se vinculan con las motivaciones y expectativas que influyen en el aprendizaje, mientras que los rasgos fisiológicos están relacionados con el género y ritmos biológicos, como puede ser el de sueño-vigilia, del estudiante (Woolfolk, 1996).

La idea de que cada persona aprende con diferentes métodos a los demás permite buscar los caminos idóneos para facilitar el aprendizaje, sin embargo hay que tener cuidado de no dejar de lado aquellos estilos de aprendizaje no desarrollados por la persona, ya que los estilos de aprendizaje, aunque son relativamente estables, pueden cambiar; pueden ser diferentes en situaciones diferentes; son capaces de mejorarse; y cuando a los estudiantes se les enseña según su propio estilo de aprendizaje, aprenden con más efectividad.

Las últimas investigaciones en la neurofisiología y en la psicología han dado como resultado un nuevo enfoque sobre cómo los seres humanos aprendemos: no existe una sola forma de aprender, cada persona tiene una forma o estilo particular de establecer relación con el mundo y por lo tanto para aprender (Programa Nacional de Educación 2001-2006). Con respecto a lo anterior, se han desarrollado una gran variedad de modelos y teorías sobre estilos de aprendizaje que brindan una clasificación de las diferentes formas de aprender, los cuales ofrecen un marco conceptual que permite entender los comportamientos diarios en el aula, el tipo de acción que puede resultar más eficaz en determinadas circunstancias y cómo se relacionan con la forma en que están aprendiendo los alumnos.

En la figura 6 se muestra en un mapa mental de algunos de los modelos y las estrategias de enseñanza para cada tipo de estilo de aprendizaje presentado.

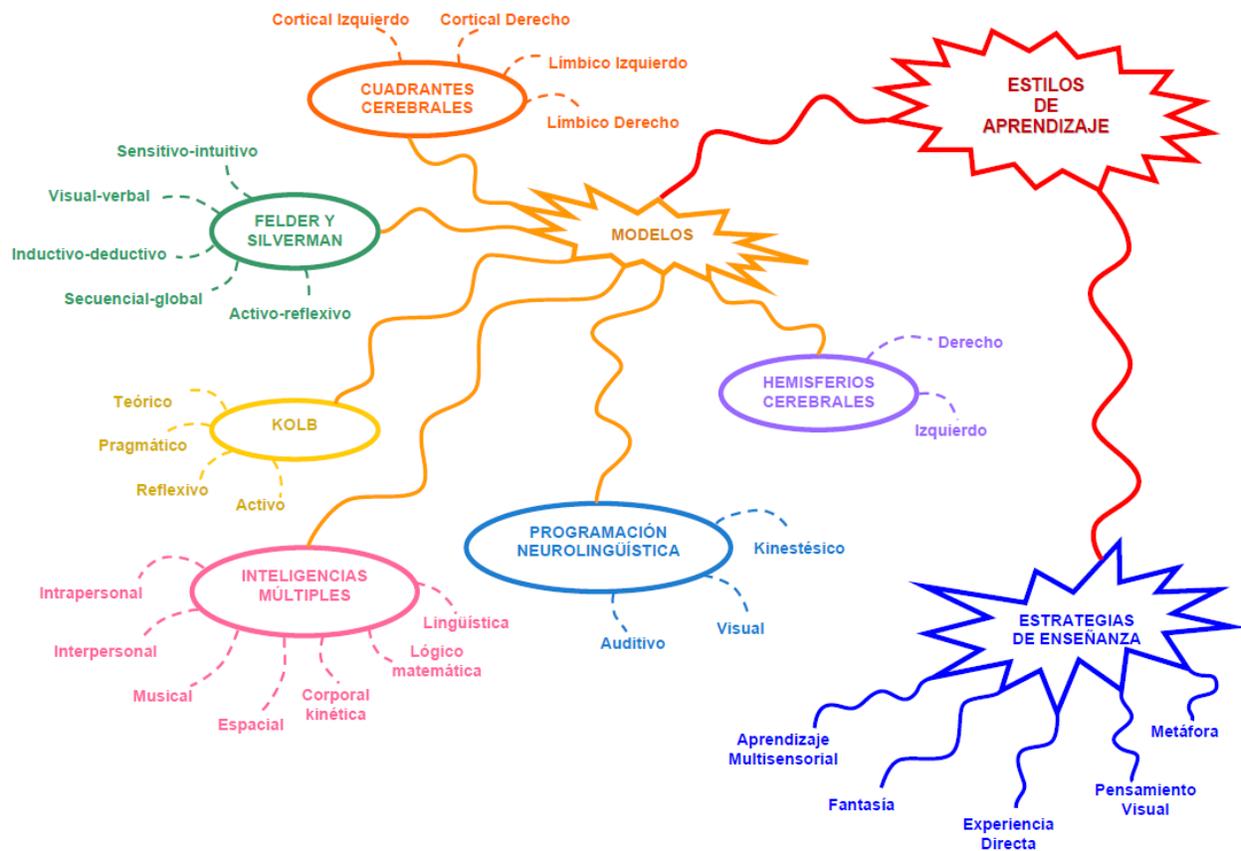


Figura 6. Mapa mental de modelos y estrategias de enseñanza (Programa Nacional de Educación 2001-2006).

A continuación se presentan, de manera general, distintos modelos de estilos de aprendizaje tomados del mapa mental anterior:

- Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann
- Modelo de Felder y Silverman
- Modelo de Kolb
- Modelo de Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder
- Modelo de los Hemisferios Cerebrales
- Modelo de las Inteligencias Múltiples de Gardner

2.4.1 Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann

Ned Herrmann construyó un modelo en función a la manera en que funciona el cerebro humano. Lo presenta como una metáfora y hace una analogía de nuestro cerebro con el globo terráqueo con sus cuatro puntos cardinales. A partir de dicha idea el modelo es presentado en un círculo dividido en cuadrantes, formados del entrecruzamiento de los hemisferio izquierdo y derecho del modelo Sperry, y de los cerebros cortical y límbico del modelo McLean. Los cuatro cuadrantes representan cuatro formas distintas de operar, de pensar, de crear, de aprender y, en suma, de convivir con el mundo. Las características de estos cuatro cuadrantes son:



Figura 7. Estructura gráfica del Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann (Nava et al., 2012).

Con el trabajo de Herrmann como base, Chalvin (1995) realizó una serie de tablas representativas de las características de docentes y alumnos por cada cuadrante, para motivos del presente trabajo se tomo información de las mismas para construir una tabla con la descripción del estilo y tipo de aprendizaje que tienen los alumnos, así como una descripción de los alumnos de acuerdo a cada cuadrante.

Tabla. 1. Tabla de estilo y tipo de aprendizaje de los alumnos de acuerdo al cuadrante del modelo de Herrmann .

CUADRANTES	ESTILO DEL ALUMNO	TIPO DE APRENDIZAJE
<p>Cortical Izquierdo Tienen necesidad de hechos. Dan prioridad al contenido.</p>	<p>Le gustan las clases sólidas, argumentadas, apoyadas en los hechos y las pruebas. Va a clase a aprender, tomar apuntes, avanzar en el programa para conocerlo bien al final del curso. Es buen alumno a condición de que se le dé “materia”.</p>	<p>La teoría.- Tiene dificultades para integrar conocimientos a partir de experiencias informales. Prefiere conocer la teoría, comprender la ley, el funcionamiento de las cosas antes de pasar a la experimentación. Una buena explicación teórica, abstracta, acompañada por un esquema técnico, son para él previos a cualquier adquisición sólida.</p>
<p>Límbico Izquierdo Se atienen a la forma y a la Organización.</p>	<p>Metódico, organizado, y frecuentemente meticuloso; lo desborda la toma de apuntes porque intenta ser claro y limpio. Llega a copiar de nuevo un cuaderno o una lección por encontrarlo confuso o sucio. Le gusta que la clase se desarrolle según una liturgia conocida y rutinaria.</p>	<p>La estructura.- Le gustan los avances planificados. No soporta la mala organización ni los errores del profesor. No es capaz de reflexionar y tomar impulso para escuchar cuando la fotocopia es de mala calidad o la escritura difícil de descifrar. Es incapaz de tomar apuntes si no hay un plan estructurado y se siente inseguro si una b) va detrás de un 1). Necesita una clase estructurada para integrar conocimientos y tener el ánimo disponible para ello.</p>

<p>Límbico Derecho</p> <p>Se atienen a la comunicación y a la relación. Funcionan por el sentimiento e instinto. Aprecian las pequeñas astucias de la pedagogía.</p>	<p>Trabaja si el profesor es de su gusto; se bloquea y despista fácilmente si no se consideran sus progresos o dificultades. No soporta críticas severas. Le gustan algunas materias, detesta otras y lo demuestra. Aprecia las salidas, videos, juegos y todo aquello que no se parezca a una clase.</p>	<p>Compartir.-Necesita compartir lo que oye para verificar que ha comprendido la lección. Dialoga con su entorno. En el mejor de los casos, levanta el dedo y pregunta al profesor volviendo a formular las preguntas (o haciendo que el propio profesor las formule). Suele pedir información a su compañero para asegurarse que él también comprendió lo mismo. Si se le llama al orden se excusa, y balbucea: “Estaba hablando de la lección”, lo cual es cierto pero, aunque a él le permite aprender, perturba la clase.</p>
<p>Cortical Derecho</p> <p>Necesitan apertura y visión de futuro a largo plazo.</p>	<p>Es intuitivo y animoso. Toma pocas notas porque sabe seleccionar lo esencial. A veces impresiona como un soñador, o de estar desconectado, pero otras sorprende con observaciones inesperadas y proyectos originales.</p>	<p>Las ideas.- Se moviliza y adquiere conocimientos seleccionando las ideas que emergen del ritmo monótono de la clase. Aprecia ante todo la originalidad, la novedad y los conceptos que hacen pensar. Le gustan en particular los planteamientos experimentales que dan prioridad a la intuición y que implican la búsqueda de ideas para llegar a un resultado.</p>

2.4.2 Modelo de Felder y Silverman

El modelo propuesto por Felder y Silverman en la década de los años 80' para ser utilizado por profesores y estudiantes universitarios de Ingeniería y Ciencias, consiste en un test que determina y clasifica el estilo de aprendizaje de una persona, el cual

está conformado por 44 reactivos, a partir de los cuales se obtiene el estilo de aprendizaje basado en la recepción y el procesamiento de la información (Ramírez y Rosas, 2014). Dicho test presenta cuatro dimensiones: la Sensorial-Intuitiva representa la forma en que se prefiere recibir la información, la Visual-Verbal hace referencia al tipo de entrada de información que se prefiere; la Activa-Reflexiva implica las formas en que se prefiere procesar la información y la Global-Secuencial implica las formas en que se prefiere comprender la información. Así el modelo presenta ocho estilos de aprendizaje distribuidos en cuatro pares de dimensiones. Para obtener la clasificación se relaciona cada par de dimensiones con la respuesta de las siguientes preguntas (Robayo , 2003):

Tabla. 2. Relación pregunta-estilo de aprendizaje del modelo Felder-Silverman.

PREGUNTA	DIMENSIÓN DEL APRENDIZAJE Y ESTILOS	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTILOS
¿Qué tipo de información perciben preferentemente los estudiantes?	Dimensión relativa al tipo de información: sensitivos-intuitivos	Básicamente, los estudiantes perciben dos tipos de información: información externa o sensitiva a la vista, al oído o a las sensaciones física e información interna o intuitiva a través de memorias, ideas, lecturas, etc.
¿A través de qué modalidad sensorial es más efectivamente percibida la información cognitiva?	Dimensión relativa al tipo de estímulos preferenciales: visuales-verbales	Con respecto a la información externa, los estudiantes básicamente la reciben en formatos visuales mediante cuadros, diagramas, gráficos, demostraciones, etc. o en formatos verbales mediante sonidos, expresión oral y escrita, fórmulas, símbolos, etc.
¿Con qué tipo de organización está más cómodo el estudiante a la hora de trabajar?	Dimensión relativa a la forma de organizar la información: inductivos-deductivos	Los estudiantes se sienten a gusto y entienden mejor la información si está organizada inductivamente donde los hechos y las observaciones se dan y los principios se infieren o deductivamente donde los principios se revelan y las consecuencias y aplicaciones se deducen.
¿Cómo progresa el estudiante en su aprendizaje?	Dimensión relativa a la forma de procesar y comprensión de la información: secuenciales-globales	El progreso de los estudiantes sobre el aprendizaje implica un procedimiento secuencial que necesita progresión lógica de pasos incrementales pequeños o entendimiento global que requiere de una visión integral.
¿Cómo prefiere el estudiante procesar la información?	Dimensión relativa a la forma trabajar con la información: activos-reflexivos	La información se puede procesar mediante tareas activas a través de compromisos en actividades físicas o discusiones o a través de la reflexión o introspección.

Para obtener el estilo de aprendizaje de los alumnos se realiza un test, en donde se clasifica a los alumnos de acuerdo a las respuestas dadas para cada una de las

preguntas, clasificándolos en cada par de estilo de aprendizaje indicando el grado de obtención del estilo de aprendizaje con una escala numérica y descriptiva (equilibrado, moderado, fuerte).

A continuación se describen los pares de estilos de aprendizaje del Test de Felder (DGB, 2004):

Sensitivo-Intuitivo

1) Sensitivos: Concretos, prácticos, orientados hacia hechos y procedimientos; les gusta resolver problemas siguiendo procedimientos muy bien establecidos; tienden a ser pacientes con detalles; gustan de trabajo práctico (trabajo de laboratorio, por ejemplo); memorizan hechos con facilidad; no gustan de cursos a los que no les ven conexiones inmediatas con el mundo real.

Intuitivos: Conceptuales; innovadores; orientados hacia las teorías y los significados; les gusta innovar y odian la repetición; prefieren descubrir posibilidades y relaciones; pueden comprender rápidamente nuevos conceptos; trabajan bien con abstracciones y formulaciones matemáticas; no gustan de cursos que requieren mucha memorización o cálculos rutinarios.

Visual-Verbal

2) Visuales: En la obtención de información prefieren representaciones visuales, diagramas de flujo, diagramas, etc.; recuerdan mejor lo que ven.

Verbales: Prefieren obtener la información en forma escrita o hablada; recuerdan mejor lo que leen o lo que oyen.

Activo-Reflexivo

3) Activos: tienden a retener y comprender mejor nueva información cuando hacen algo activo con ella (discutiéndola, aplicándola, explicándosela a otros). Prefieren aprender ensayando y trabajando con otros.

Reflexivos: Tienden a retener y comprender nueva información pensando y reflexionando sobre ella, prefieren aprender meditando, pensando y trabajando solos.

Secuencial-Global

4) Secuenciales: Aprenden en pequeños pasos incrementales cuando el siguiente paso está siempre lógicamente relacionado con el anterior; ordenados y lineales; cuando tratan de solucionar un problema tienden a seguir caminos por pequeños pasos lógicos.

Globales: Aprenden grandes saltos, aprendiendo nuevo material casi al azar y “de pronto” visualizando la totalidad; pueden resolver problemas complejos rápidamente y de poner juntas cosas en forma innovadora. Pueden tener dificultades, sin embargo, en explicar cómo lo hicieron.

2.4.3 Modelo de Kolb

En su modelo de estilos de aprendizaje, Kolb menciona que para aprender algo debemos trabajar o procesar la información que recibimos. Kolb dice que, por un lado, podemos partir:

- a) de una experiencia directa y concreta: alumno activo.
- b) o bien de una experiencia abstracta, que es la que tenemos cuando leemos acerca de algo o cuando alguien nos lo cuenta: alumno teórico.

Las experiencias que tengamos, concretas o abstractas, se transforman en conocimiento cuando las elaboramos de alguna de las siguientes maneras:

- a) reflexionando y pensando sobre ellas: alumno reflexivo.
- b) Experimentando de forma activa con la información recibida: alumno pragmático.

Según el modelo de Kolb un aprendizaje óptimo es el resultado de trabajar la información en cuatro fases (McLoughlin y Catherine, 1999):

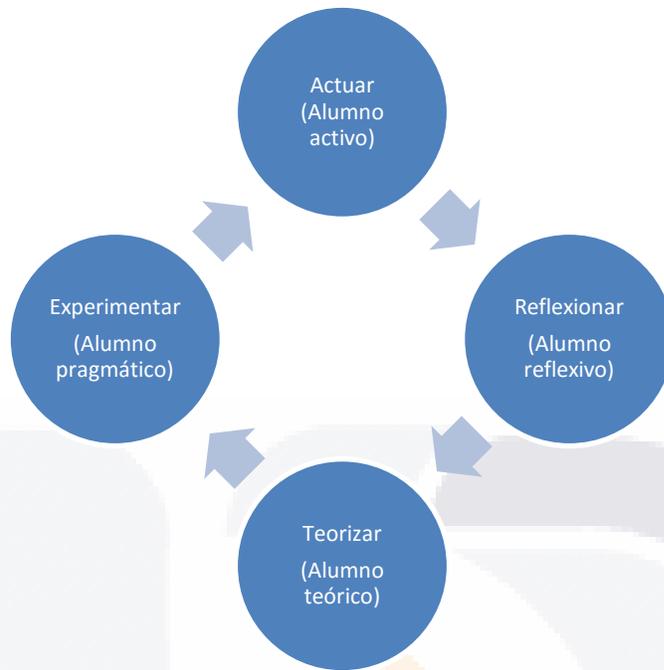


Figura 8. Fases del modelo de estilos de aprendizaje de Kolb (1984) .

En la vida real, podemos observar que la mayoría de los alumnos tiende a desarrollar una fase (tomando como base el modelo de Kolb) sobre las demás, por lo que cada fase representa un tipo de alumno con su estilo de aprendizaje.

Dependiendo de la fase de aprendizaje en la que los alumnos se hagan especialistas, será el estilo de aprendizaje que tengan como dominante, denotando el material a utilizar en clase dando como resultado que la información provista sea más fácil o más complicada de aprender de acuerdo a la manera que se presente en el aula.

De acuerdo a Kolb (1984) la descripción de los alumnos de acuerdo a la fase dominante con la que cuentan es la siguiente:

Alumnos Activos: Los alumnos activos se involucran totalmente y sin prejuicios en las experiencias nuevas. Disfrutan el momento presente y se dejan llevar por los acontecimientos. Suelen ser entusiastas ante lo nuevo y tienden a actuar primero y pensar después en las consecuencias. Llenan sus días de actividades y tan pronto

disminuye el encanto de una de ellas se lanza a la siguiente. Les aburre ocuparse de planes a largo plazo y consolidar proyectos, les gusta trabajar rodeados de gente, pero siendo el centro de la actividades. La pregunta que quieren responder con el aprendizaje es ¿cómo?.

Alumnos Reflexivos: Los alumnos reflexivos tienden a adoptar la postura de un observador que analiza sus experiencias desde muchas perspectivas distintas. Recogen datos y los analizan detalladamente antes de llegar a una conclusión. Para ellos lo más importante es esa recogida de datos y su análisis concienzudo, así que procuran posponer las conclusiones todo lo que pueden. Son precavidos y analizan todas las implicaciones de cualquier acción antes de ponerse en movimiento. En las reuniones observan y escuchan antes de hablar procurando pasar desapercibidos. La pregunta que quieren responder con el aprendizaje es ¿por qué?

Alumnos Teóricos: Los alumnos teóricos adaptan e integran las observaciones que realizan en teorías complejas y bien fundamentadas lógicamente. Piensan de forma secuencial y paso a paso, integrando hechos dispares en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar la información y su sistema de valores premia la lógica y la racionalidad. Se sienten incómodos con los juicios subjetivos, las técnicas de pensamiento lateral y las actividades faltas de lógica clara. La pregunta que quieren responder con el aprendizaje es ¿qué?

Alumnos Pragmáticos: A los alumnos pragmáticos les gusta probar ideas, teorías y técnicas nuevas, y comprobar si funcionan en la práctica. Les gusta buscar ideas y ponerlas en práctica inmediatamente, les aburren e impacientan las largas discusiones discutiendo la misma idea de forma interminable. Son básicamente gente práctica, apegada a la realidad, a la que le gusta tomar decisiones y resolver problemas. Los problemas son un desafío y siempre están buscando una manera mejor de hacer las cosas. La pregunta que quieren responder con el aprendizaje es ¿qué pasaría si...?

2.4.4 Modelo de Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder

Este modelo, también llamado visual-auditivo-kinestésico (VAK) (Dilts et al., 2001), se basa en que tenemos tres grandes sistemas para representar mentalmente la información, el visual, el auditivo y el kinestésico. Las personas que tienen predominante el sistema visual siempre recuerdan imágenes abstractas (como letras y números) y concretas. Las personas auditivas son aquellas que aprenden mejor mediante escuchar en nuestra mente voces, sonidos y música. Cuando las personas recuerdan una canción, una melodía o una conversación, o cuando son capaces de identificar a una persona u objeto mediante su voz o algún sonido en particular están utilizando el sistema de representación auditivo. Por último, cuando recordamos mediante movimientos o acciones realizadas por nuestro cuerpo estamos utilizando el sistema de representación kinestésico.

A continuación se especifican las características de cada uno de estos tres sistemas de acuerdo a Bandler y Grinder (Gómez et al., 2012).

Sistema de representación visual.- Los alumnos visuales aprenden mejor cuando leen o ven la información de alguna manera. En una conferencia, por ejemplo, preferirán leer las fotocopias o transparencias a seguir la explicación oral, o, en su defecto, tomarán notas para poder tener algo que leer.

Cuando pensamos en imágenes (por ejemplo, cuando “vemos” en nuestra mente la página del libro de texto con la información que necesitamos) podemos traer a la mente mucha información a la vez. Por eso la gente que utiliza el sistema de representación visual tiene más facilidad para absorber grandes cantidades de información con rapidez.

Visualizar nos ayuda a demás a establecer relaciones entre distintas ideas y conceptos. Cuando un alumno tiene problemas para relacionar conceptos muchas veces se debe a que está procesando la información de forma auditiva o kinestésica.

La capacidad de abstracción y la capacidad de planificar están directamente relacionadas con la capacidad de visualizar.

Sistema de representación auditivo.- Cuando recordamos utilizando el sistema de representación auditivo lo hacemos de manera secuencial y ordenada. Los alumnos auditivos aprenden mejor cuando reciben las explicaciones oralmente y cuando pueden hablar y explicar esa información a otra persona. El alumno auditivo necesita escuchar su grabación mental paso a paso. Los alumnos que memorizan de forma auditiva no pueden olvidarse ni una palabra, porque no saben seguir.

El sistema auditivo no permite relacionar conceptos o elaborar conceptos abstractos con la misma facilidad que el sistema visual y no es tan rápido. Es, sin embargo, fundamental en el aprendizaje de los idiomas, y naturalmente, de la música.

Sistema de representación kinestésico.- Cuando procesamos la información asociándola a nuestras sensaciones y movimientos, a nuestro cuerpo, estamos utilizando el sistema de representación kinestésico. Utilizamos este sistema, naturalmente, cuando aprendemos un deporte, pero también para muchas otras actividades.

Aprender utilizando el sistema kinestésico es lento, mucho más lento que con cualquiera de los otros dos sistemas, el visual y el auditivo.

El aprendizaje kinestésico también es profundo. Una vez que sabemos algo con nuestro cuerpo, que lo hemos aprendido con la memoria muscular, es muy difícil que se nos olvide.

Los alumnos que utilizan preferentemente el sistema kinestésico necesitan, por tanto, más tiempo que los demás. Decimos de ellos que son lentos. Esa lentitud no tiene nada que ver con la falta de inteligencia, sino con su distinta manera de aprender.

Los alumnos kinestésicos aprenden cuando hacen cosas como, por ejemplo, experimentos de laboratorio o proyectos. El alumno kinestésico necesita moverse. Cuando estudian muchas veces pasean o se balancean para satisfacer esa necesidad de movimiento. En el aula buscarán cualquier excusa para levantarse o moverse.

Se estima que un 40% de las personas es visual, un 30% auditiva y un 30% kinestésica (Mercedes, 2015).

2.4.5 Modelo de los Hemisferios Cerebrales

Nuestro cerebro cuenta con dos hemisferios (derecho e izquierdo), cada uno responsable de la mitad opuesta del cuerpo en el que se sitúan, es decir el hemisferio derecho se encarga de controlar las acciones de la parte izquierda de nuestro cuerpo, mientras que el hemisferio izquierdo controla la parte derecha. Cada hemisferio se encuentra especializado en determinadas acciones que debemos realizar durante nuestra vida diaria.

- El hemisferio izquierdo se encuentra más enfocado en el manejo de los símbolos: lenguaje, álgebra, símbolos químicos, partituras musicales. Es el hemisferio analítico y lineal, que funciona de una manera lógica.
- El hemisferio derecho es el imaginativo y emocional, es más efectivo en la percepción del espacio, es más global, sintético e intuitivo.

La idea de que cada hemisferio se especializa en un determinado modo de pensamiento dio como resultado el modelo de los hemisferios cerebrales para el estilo de aprendizaje. Esto quiere decir que determinadas personas son más lógicas que emocionales, es decir su hemisferio izquierdo es más dominante que su hemisferio derecho, o viceversa. La utilización de uno u otro hemisferio se refleja en la forma de pensar y actuar de las personas; quien sea dominante en el hemisferio izquierdo será más analítica, en cambio quien tenga tendencia hemisférica derecha será más emocional.

Aunque cada persona utiliza permanentemente todo su cerebro, existen interacciones continuas entre los dos hemisferios, y generalmente uno es más activo que el otro. En la determinación de la dominancia de los hemisferios influyen factores sociales (De la Parra, 2004). Cada hemisferio procesa la información que recibe de manera diferente, es decir, contamos con diversas formas de pensamiento asociadas con cada hemisferio.

El hemisferio izquierdo se representa como el hemisferio analítico debido a que se especializa en reconocer las partes que constituyen un conjunto. El proceso del hemisferio izquierdo es lineal y secuencial; avanza gradualmente, es decir, los procesos los realiza paso a paso. Es especialmente eficiente para procesar información verbal y para codificar y decodificar el habla.

Mientras que el hemisferio izquierdo se encarga de separar las partes que constituyen un todo, el derecho se especializa en combinar esas partes para crear un todo. Busca y construye relaciones entre partes separadas. El hemisferio derecho no es secuencial, sino que trabaja de manera paralela. Es especialmente eficiente en el proceso visual y espacial (imágenes). Su capacidad de lenguaje es extremadamente limitada, y las palabras parecen desempeñar escasa importancia, en su funcionamiento.

El hemisferio lógico forma la imagen del todo a partir de las partes y es el encargado de analizar los detalles. El hemisferio lógico piensa en palabras y en números, es decir cuenta con la capacidad para la matemática y para leer y escribir. Dicho hemisferio emplea un tipo de pensamiento convergente obteniendo nueva información al usar datos ya disponibles, formando nuevas ideas o datos convencionalmente aceptables.

El hemisferio global, normalmente el derecho, procesa la información de manera global, partiendo del todo para entender las distintas partes que lo componen. El hemisferio global es intuitivo en vez de lógico, piensa en imágenes y sentimientos.

2.4.6 Modelo de las Inteligencias Múltiples de Gardner

De acuerdo a este modelo todos somos capaces de conocer el mundo de siete modos diferentes, por medio del lenguaje, del análisis lógico-matemático, de la representación espacial, del pensamiento musical, del uso del cuerpo para resolver problemas o hacer cosas, de una comprensión de los demás individuos y de una comprensión de nosotros mismos. Sin embargo cada uno de nosotros contamos con diferente desarrollo de estas inteligencias y en las formas en que recurre a esas mismas inteligencias y se las combina para llevar a cabo diferentes labores, para solucionar problemas diversos y progresar en distintos ámbitos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Gardner propuso en su libro “Estructuras de la mente” la existencia de por lo menos siete inteligencias básicas. Donde propuso que la inteligencia se encuentra más relacionada con la capacidad para resolver problemas y crear productos en un ambiente que represente un rico contexto y de actividad natural, que con la práctica de realizar ciertas tareas aisladas que nunca se habían realizado antes y que probablemente nunca realizaría después en ambiente natural de aprendizaje diferente al de la vida diaria.

Gardner proveyó un medio para determinar la amplia variedad de habilidades que poseen los seres humanos, agrupándolas en siete categorías o “inteligencias” (Marie, 2013):

1) Inteligencia lingüística: la capacidad para usar palabras de manera efectiva, sea en forma oral o de manera escrita. Esta inteligencia incluye la habilidad para manipular la sintaxis o significados del lenguaje o usos prácticos del lenguaje. Algunos usos incluyen la retórica (usar el lenguaje para convencer a otros de tomar un determinado curso de acción), la mnemónica (usar el lenguaje para recordar información), la explicación (usar el lenguaje para informar) y el metalenguaje (usar el lenguaje para hablar del lenguaje).

2) La inteligencia lógico matemática: la capacidad para usar los números de manera efectiva y razonar adecuadamente. Esta inteligencia incluye la sensibilidad a los esquemas y relaciones lógicas, las afirmaciones y las proposiciones (si-entonces, causa-efecto), las funciones y las abstracciones.

Los tipos de procesos que se usan al servicio de esta inteligencia incluyen: la categorización, la clasificación, la inferencia, la generalización, el cálculo y la demostración de la hipótesis.

3) La inteligencia corporal-kinética: la capacidad para usar todo el cuerpo para expresar ideas y sentimientos (por ejemplo un actor, un mimo, un atleta, un bailarín) y la facilidad en el uso de las propias manos para producir o transformar cosas (por ejemplo un artesano, escultor, mecánico, cirujano). Esta inteligencia incluye habilidades físicas como la coordinación, el equilibrio, la destreza, la fuerza, la flexibilidad y la velocidad así como las capacidades auto perceptivas, las táctiles y la percepción de medidas y volúmenes.

4) La inteligencia espacial: la habilidad para percibir de manera exacta el mundo visual-espacial (por ejemplo un cazador, explorador, guía) y de ejecutar transformaciones sobre esas percepciones (por ejemplo un decorador de interiores, arquitecto, artista, inventor). Esta inteligencia incluye la sensibilidad al color, la línea, la forma, el espacio y las relaciones que existen entre estos elementos. Incluye la capacidad de visualizar, de representar de manera gráfica ideas visuales o espaciales.

5) La inteligencia musical: la capacidad de percibir (por ejemplo un aficionado a la música), discriminar (por ejemplo, como un crítico musical), transformar (por ejemplo un compositor) y expresar (por ejemplo una persona que toca un instrumento) las formas musicales. Esta inteligencia incluye la sensibilidad al ritmo, el tono, la melodía, el timbre o el color tonal de una pieza musical.

6) La inteligencia interpersonal: la capacidad de percibir y establecer distinciones en los estados de ánimo, las intenciones, las motivaciones, y los sentimientos de otras personas. Esto puede incluir la sensibilidad a las expresiones faciales, la voz y los gestos, la capacidad para discriminar entre diferentes clases de señales interpersonales y la habilidad para responder de manera efectiva a estas señales en la práctica (por ejemplo influenciar a un grupo de personas a seguir una cierta línea de acción).

7) La inteligencia intrapersonal: el conocimiento de sí mismo y la habilidad para adaptar las propias maneras de actuar a partir de ese conocimiento. Esta inteligencia

incluye tener una imagen precisa de uno mismo (los propios poderes y limitaciones), tener conciencia de los estados de ánimo interiores, las intenciones, las motivaciones, los temperamentos y los deseos, y la capacidad para la autodisciplina, la autocomprensión y la autoestima.



CAPITULO III: ARQUITECTURA DEL SISTEMA CLASIFICADOR PROPUESTO

Para el presente trabajo tomamos como base la arquitectura de un sistema clasificador presentado en la Figura1, adaptándolo a las necesidades para la clasificación de recursos educativos basado en los tipos de aprendizaje y competencias de la educación media superior, dando como resultado la siguiente arquitectura, compuesta por cuatro módulos.

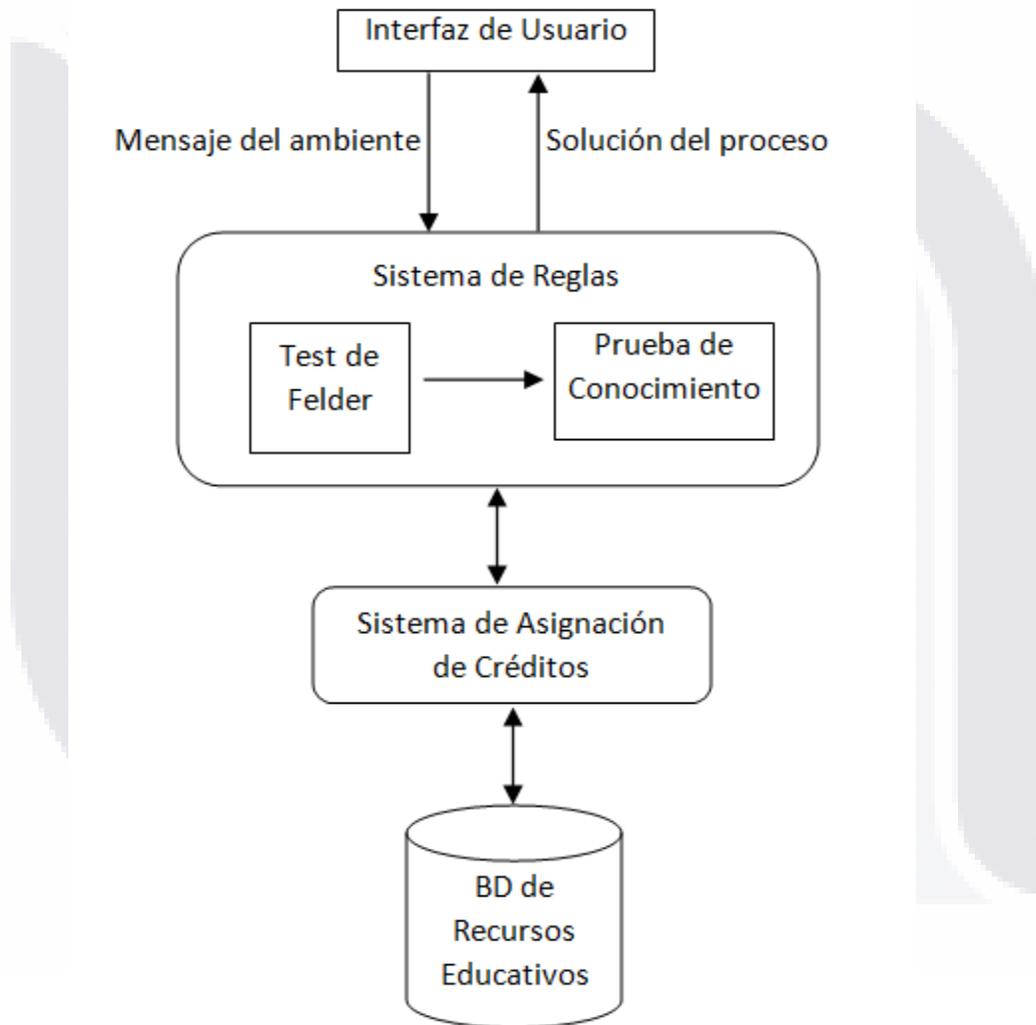


Figura 9. Arquitectura del Sistema Clasificador propuesto (Muñoz et al., 2015).

Interfaz de Usuario. Es la encargada de presentar los medios al usuario para que este proporcione la información necesaria al sistema y una vez se tenga el resultado se encargara de mostrarlos al usuario.

Sistema de Reglas. Coordina el flujo de información dentro del sistema clasificador a partir de la información recibida del ambiente, para luego procesar tal información y generar una acción. Este subsistema cuenta con el módulo de una prueba de conocimientos, que servirá para obtener las competencias cumplidas por el usuario, y el módulo de test de Felder, el cual permite conocer el tipo de aprendizaje con el que cuenta el usuario. Mediante estas evaluaciones el sistema creará el árbol de decisión para su posterior análisis.

Sistema de Asignación de Créditos. Es el encargado de evaluar el crédito correspondiente de cada regla usada para obtener el recurso educativo correspondiente al perfil del usuario. Cuando la interfaz de usuario recibe toda la información del ambiente, la información pasa por el sistema de reglas para construir el árbol de decisión, para acotar la clasificación del sistema y reducir el cálculo del peso para cada recurso educativo; como nodos terminales el árbol de decisión contendrá los recursos educativos adecuados al perfil del usuario. Una vez se tenga el árbol de decisión se evaluarán los pesos para cada tipo de recurso educativo recomendados para el perfil del usuario mediante la siguiente función de peso.

$$P = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{11} a_i \cdot c_j \tag{4}$$

donde:

P=peso del recurso educativo en cuestión.

a= valor adecuado para el estilo de aprendizaje del usuario.

c= valor de las competencias a cumplir.

$i = \{1,2,3\} \forall i \in a$

$j = \{1,2, \dots, 11\} \forall j \in c$

BD de Recursos Educativos. Repositorio de recursos educativos, el cual contiene recursos de realidad aumentada, realidad virtual y objetos de aprendizaje para obtener el más adecuado de acuerdo al perfil del usuario. Cada recurso educativo contara con diversas propiedades, dichas propiedades servirán para asignarla al usuario mediante los pesos obtenidos en el sistema de asignación de crédito y las reglas cumplidas en el sistema de reglas.

El uso Sistema Clasificador de Recursos Educativos Basado en el Estilo de Aprendizaje y en las Competencias Genéricas de los Alumnos de Educación Media Superior (SiCRE), se puede apreciar a continuación con algunas imágenes de la interfaz gráfica. En la figura 10 podemos observar el inicio del sistema, donde inmediatamente nos solicita el nombre del alumno para poder registrar los resultados, una vez se tecle el nombre del alumno, podemos presionar el botón "Test de Felder" para continuar con el flujo del sistema.

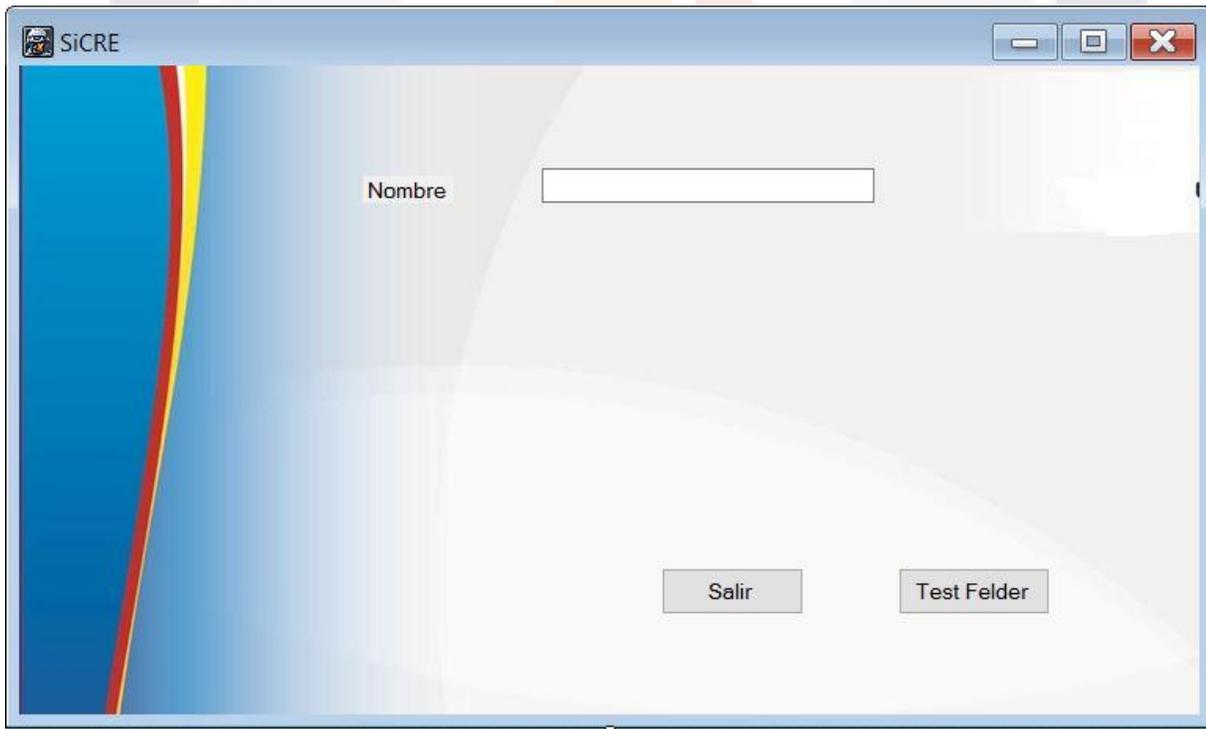


Figura 10. Interfaz del Sistema SiCRE (Fuente propia).

Al dar click en el botón del Test de Felder, el sistema iniciará a realizarnos dicho test para obtener el estilo de aprendizaje del alumno, en la figura 11 podemos observar la pregunta 1 del Test, junto con las posibles respuestas y los botones de navegación para el mismo.

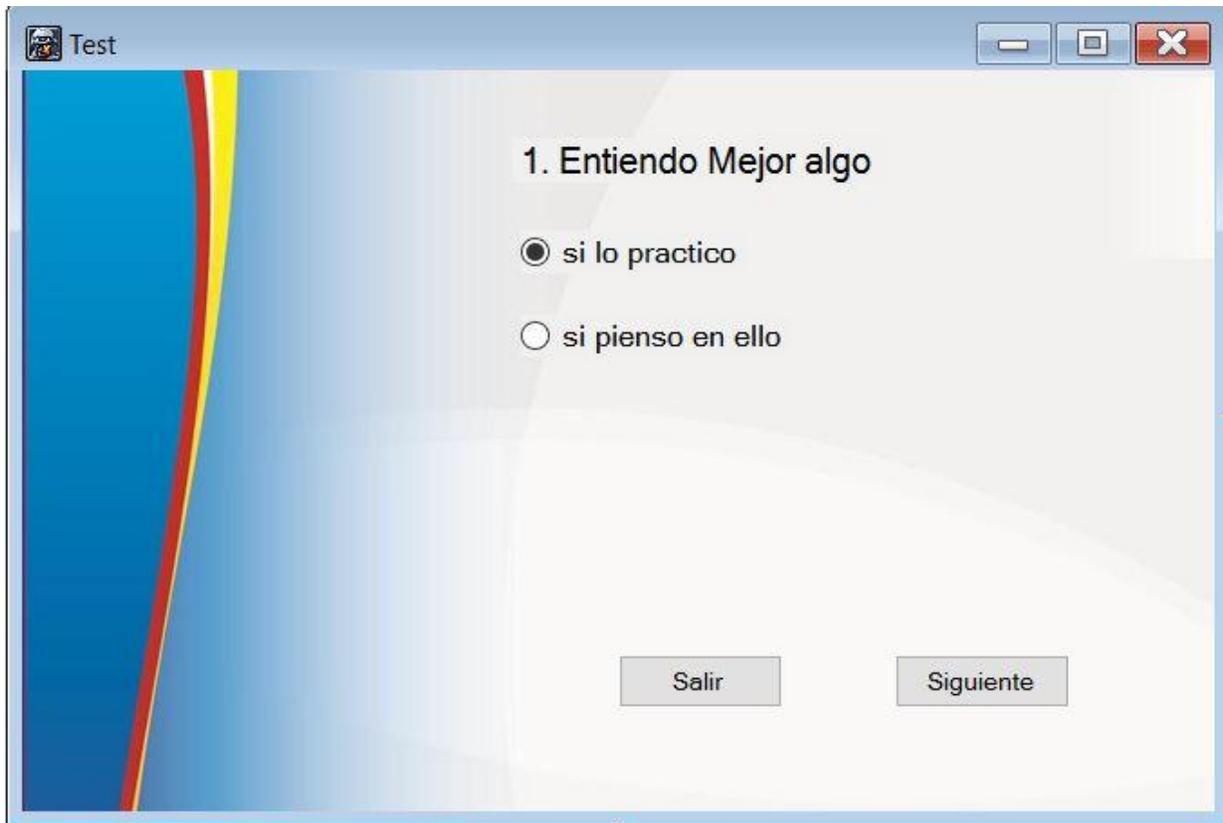


Figura 11. Test de Felder en el Sistema SiCRE (Fuente propia).

Una vez se termine de contestar el Test de Felder, el sistema nos mostrará la pantalla (figura 12) para que el docente seleccione aquellas competencias genéricas con las que cuenta el alumno, para poder asignar un peso a los recursos educativos.

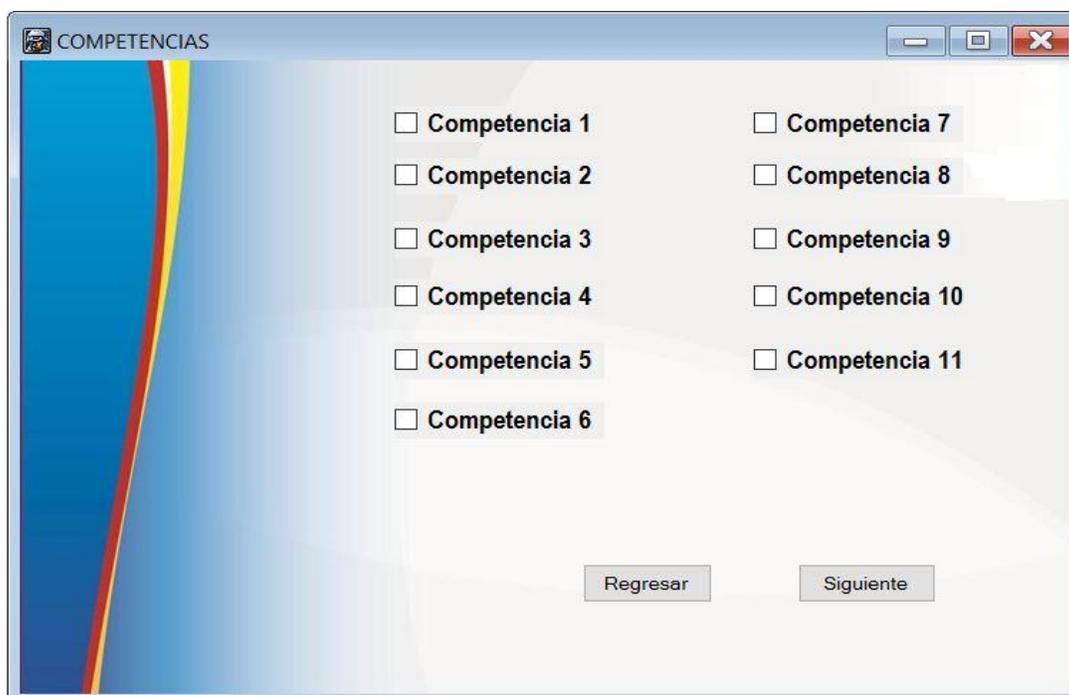


Figura 12. Selección de Competencias Genéricas en el Sistema SiCRE (Fuente propia).

A partir de este punto el sistema cuenta con la información necesaria para poder iniciar la construcción del árbol de decisión y la asignación de pesos a los recursos educativos en el mismo, al dar el botón siguiente el sistema nos mostrará los resultados de la clasificación para el alumno en forma de tabla, indicando el estilo de aprendizaje, las competencias que le faltan al alumno por cumplir y la lista de los recursos educativos clasificados de mayor a menor peso, indicando con el numero uno el recurso educativo mejor clasificado de acuerdo al peso obtenido, basado en su estilo de aprendizaje y las competencias que requiere cumplir, tenemos una muestra de resultados en la figura 15.

El sistema cuenta con la opción de consultar los resultados de los alumnos, en la figura 13 podemos apreciar la pantalla para la consulta de los resultados, donde con el nombre del alumno nos mostrará el tipo de aprendizaje y las competencias cumplidas del mismo, al dar click en el botón aceptar nos mostrará la clasificación de los recursos educativos del alumno consultado (figura 15).

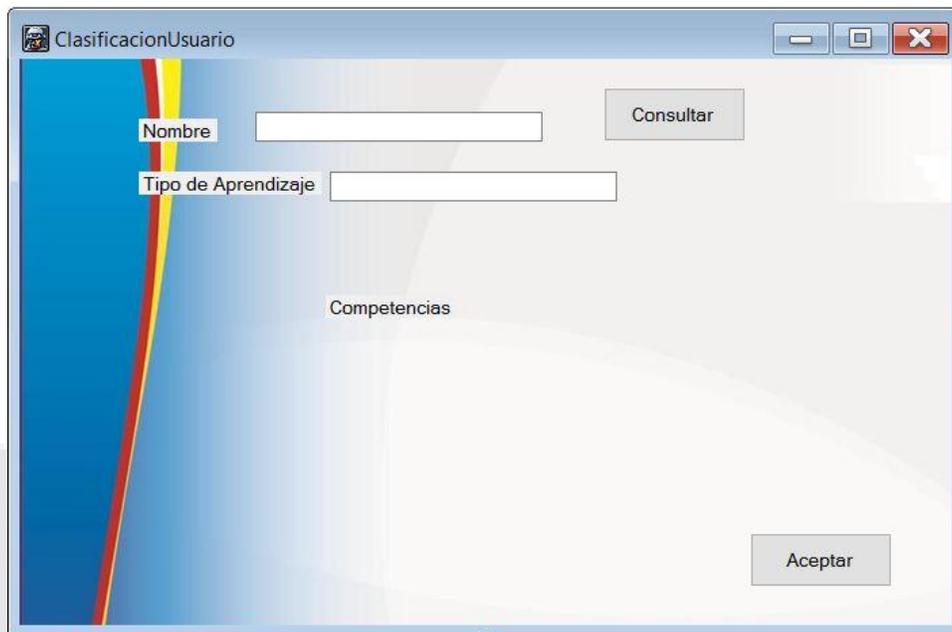


Figura 13. Pantalla para consulta de resultados (Fuente propia).

La figura 14 nos muestra la estructura de la tabla de clasificación de los recursos educativos antes de obtener los resultados de los alumnos.

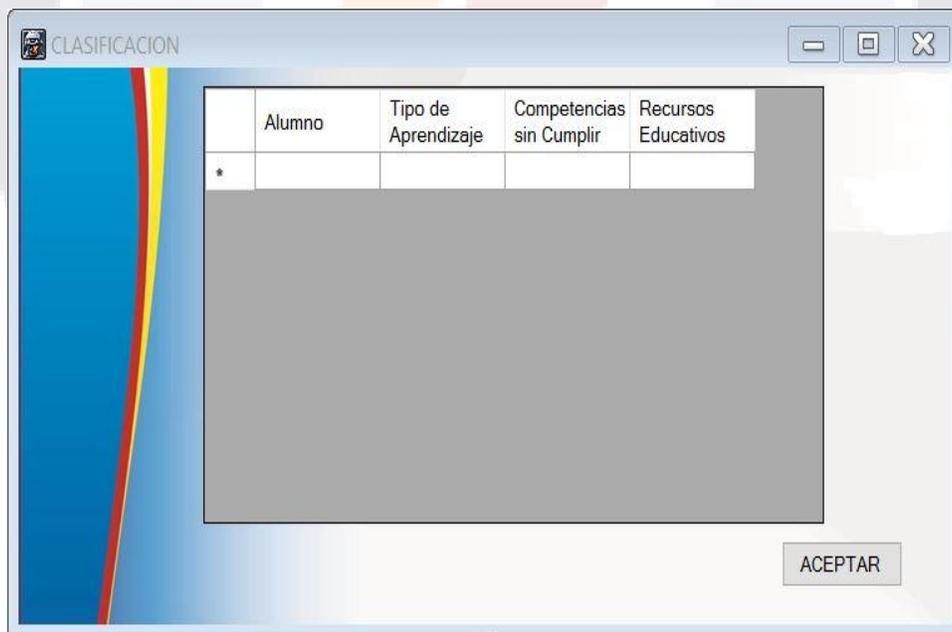


Figura 14. Estructura de la tabla de Clasificación (Fuente propia).

Alumno	Tipo de Aprendizaje	Competencias sin cumplir	Clasificación de Recurso Educativo
1	Visual (11)	1,7,8,11	1.VideoTutorial
	Sensorial (7)		2.Software educativo
	Activo-reflexivo		3.Hipertexto
	Secuencial-Global		4. Caso de Uso
2	Activo (9)	8 y 10	1. Experimento Práctico
	Visual(7)		2. Software educativo
	Sensorial(7)		3. Juegos
	Secuencial-Global		4.Tutorial

ACEPTAR

Figura 15. Muestra de resultados del sistema SiCRE (Fuente propia).

CAPITULO IV: EXPERIMENTACION Y RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Se realizó un experimento con dos grupos de jóvenes de educación media superior con edades entre 17 y 19 años, a los cuales se les impartirá la enseñanza de los mismos temas del programa de la materia de Informática. Al primer grupo se le enseñará de la manera tradicional mientras que al segundo grupo (grupo piloto) se le impartirá el curso utilizando el software SiCRE que se desarrolló.

Posteriormente se llevó a cabo una evaluación a los jóvenes de ambos grupos para poder determinar qué grupo fue el que obtuvo mejores conocimientos, si el tradicional o el grupo piloto (esto mediante el uso de la evaluación continua).

4.2 DISEÑO DE EXPERIMENTACIÓN

Para la experimentación del presente trabajo se llevó a cabo la implementación del sistema mediante una simulación de los resultados para el test de Felder, de tal manera que nos permitiera comprobar el funcionamiento adecuado del mismo, mediante la ejecución de diversas corridas del programa se logró realizar el ajuste pertinente para evitar empates en la clasificación. Posterior al ajuste inicial y a la simulación del mismo, se llevó el sistema SiCRE a su área aplicación, con los grupos piloto y de control, en la siguiente figura (figura 16) se muestra el diagrama de flujo llevado a cabo por el sistema.

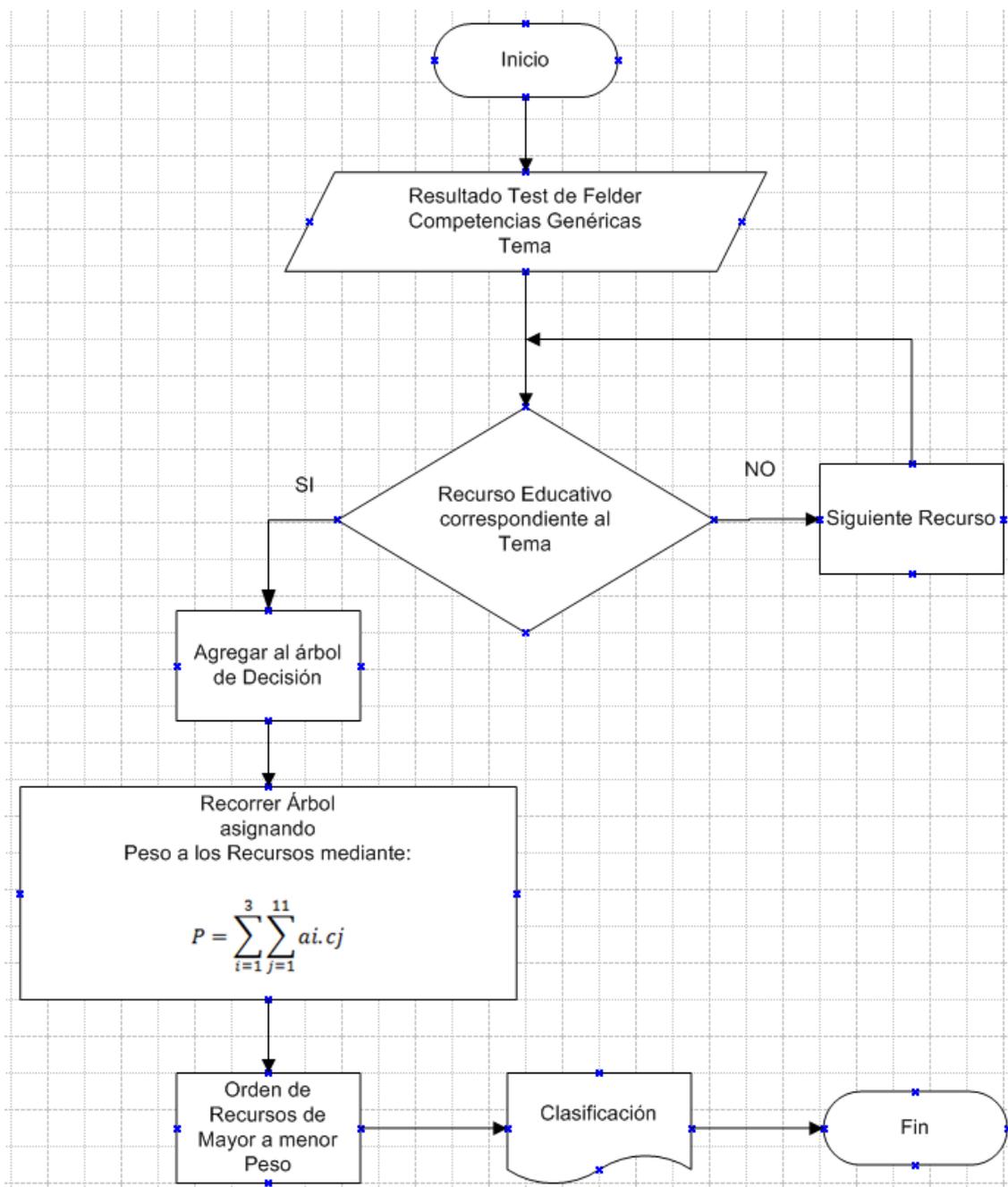


Figura 16. Diagrama de Flujo del sistema SiCRE (Fuente propia).

Para llevar a cabo el proceso de la simulación del sistema se hizo uso de un equipo de computo con el Sistema Operativo Windows 10 de 64 bits para la instalación del ejecutable realizado mediante el programa Visual Studio 2013 versión Ultimate, para la ejecución del sistema requerimos del uso de las siguientes variables:

- Vector de Respuesta para las preguntas del test de Felder (VTF)
- Vector de Competencias Genericas del alumno (VCG)
- Selección del tema a realizar (ST)
- Vector auxiliar de Competencias Genericas del alumno (VACG)
- Tema
- Tipo de Estilo de Aprendizaje (TEA)
- Matriz de Metadatos para los recursos educativos (MMRE)
- Matriz de Clasificación (MC)

VTF: en dicho arreglo se guarda la opción para cada una de las 44 preguntas del test de Felder, siendo como posible valor "a" y "b", para obtener la relación de respuesta con el número de pregunta se utiliza el indice del vector.

VCG: arreglo en el que se almacena las competencias genéricas del alumno de nivel medio superior, el valor aceptado es "0", cuando el alumno no cumple con la competencia y "1", cuando el alumno ya cuenta con la competencia en cuestión.

ST: Checklist que nos indica que tema se realizará en clase, teniendo las opciones: Word, Excel, Powerpoint, Access y Outlook e Internet Explorer.

VACG: arreglo del mismo tamaño que el arreglo VCG, que permite guardar los valores de importancia para cumplir las competencias faltantes.

Tema: variable que guarda el tema que se verá en clases, para agregar los recursos educativos correspondientes al tema.

TEA: variable que guarda el estilo de aprendizaje del alumno.

MMRE: arreglo que contiene la información de los recursos educativos para ser evaluados.

MC: arreglo resultante que contiene la información de la clasificación de los recursos educativos.

Una vez se tengan dichos datos de entrada se iniciará con la construcción del árbol de decisión del sistema, mediante el tema a ver en clase, las competencias genéricas que le falten por cumplir al alumno y el estilo de aprendizaje. Las siguientes reglas son un ejemplo de como se toman los valores resultantes del test de Felder y se ajustan para pasar los valores al sistema, de manera que permitan obtener los recursos educativos correspondientes al tipo de aprendizaje.

- Si el usuario contesta la mayoría de preguntas (más de 7) con la clasificación Activo, el usuario tiene aprendizaje de tipo Activo, se cargarán los recursos educativos para el tipo de aprendizaje Activo
- Si el usuario contesta la mayoría de preguntas (más de 7) con la clasificación Reflexivo, el usuario tiene aprendizaje de tipo Reflexivo, se cargarán los recursos educativos para el tipo de aprendizaje Reflexivo
- Si el usuario contesta el mismo número de preguntas (con valor menor a 5) clasificadas para ambos tipos el usuario aprende de igual manera tanto Activo y Reflexivo, se cargarán los recursos educativos para el tipo de aprendizaje tanto Activo como Reflexivo.
- Si el usuario contesta el mismo número de preguntas (con valor menor a 5) clasificadas para ambos tipos el usuario aprende de igual manera tanto visual y auditiva, el conjunto de preguntas que se le podrá realizar será de cualquiera de la base de conocimientos.
- Si el usuario contesta un número de preguntas entre 5 y 9 clasificadas para el estilo Activo, el usuario tiene su estilo de Aprendizaje de tipo activo con grado moderado, se cargarán se cargarán los recursos educativos para el tipo de aprendizaje tanto Activo como Reflexivo, sin embargo para calcular el peso los recursos educativos para estilo Activo tendrán mayor peso.
- Si el usuario contesta un número de preguntas entre 5 y 9 clasificadas para el estilo Reflexivo, el usuario tiene su estilo de Aprendizaje de tipo activo con grado moderado, se cargarán los recursos educativos para el tipo de aprendizaje tanto

Activo como Reflexivo, sin embargo para calcular el peso los recursos educativos para estilo Reflexivo tendrán mayor peso.

A continuación se muestra un fragmento de código perteneciente a este tipo de reglas:

```
if (numero < 5 && (letra.Equals("a") || letra.Equals("b")))
{
    respuesta = "Activo";
    respuestaequilibrio= "Reflexivo"
    grado=2;
}
else
{
    if (numero > 5 && numero < 9 && letra.Equals("a"))
    {
        respuesta = "Activo";
        grado=2;
    }
    else
    {
        if (numero > 7 && letra.Equals("a"))
        {
            respuesta = "Activo";
            grado=3;
        }
        else
        {
            if (numero > 5 && numero < 9 && letra.Equals("b"))
            {
                respuesta = "Reflexivo";
                grado=2;
            }
            else
            {
                if (numero > 7 && letra.Equals("b"))
                {
                    respuesta = "Reflexivo";
                    grado=3;
                }
            }
        }
    }
}
```

```

    }
  }
}
return respuesta;
}

```

```

contauxguardado=0;
for (i=0;i=30;i++) // 30 recursos educativos
{
    if (MMRE[i][0].Equals(respuesta)|| MMRE[i][0].Equals(respuestaequilibrio))
    {
        MC[j][0]= MMRE[j][1];
        vauxguardado[contauxguardado]=i;
        j++;
        contauxguardado++;
    }
}

```

Al mismo tiempo, para seguir con la construcción del árbol de decisión se toma en cuenta las competencias faltantes para los alumnos y el tipo de tema a ver en clase, para lo que tomamos las siguientes reglas para agregar o no los recursos educativos al árbol de decisión:

- Si el alumno no cuenta con la competencia genérica j (con valores de 1 a 11), agregar aquellos recursos educativos pertinentes para cumplir con la competencia faltante.
- Tomar el valor del Tema a ver en clase y agregar los recursos educativos pertenecientes a dicho tema.

```

for (j=0;j=30;j++)// 30 recursos
{
    for (i=0;i=11;i++)// 11 competencias
    {

```

```

if (MMRE[j][i+3].Equals(VCG[i])&& VCG[i]=0)
    {
        MC[j][1]= MMRE[j][1];
        vauxguardado[contauxguardado]=i;
        contauxguardado++;
        j++;
    }
if (MMRE[j][i+2].Equals(tema)
    {
        MC[j][2]= MMRE[j][2];
        vauxguardado[j]=i;
        contauxguardado++;
        j++;
    }
}
}
}

```

Una vez creado el árbol de decisión se procede a calcular los pesos de cada uno de los recursos educativos agregados al árbol, mediante la siguiente fracción de código

```

inverso= 11
if (VCG[j] == 0)
    {
        VACG[j]=inverso;
        inverso--;
    }
else
    VACG[j]=0;

```

Una vez que tengamos creado el árbol de decisión procedemos a obtener el peso de cada uno de los recursos para su clasificación de mayor a menor peso, para poder ordenarlos y mostrarlos al usuario, de esta manera obtendremos en los primeros lugares aquellos recursos educativos más adecuados respecto al perfil del usuario.

```

j=0;
for(i=0;i= array.Length;i++)

```

```

{
if (MC[i][0].Equals(respuesta) || MMRE[i][0].Equals(respuestaequilibrio))
{
    MC[i][12]=2*grado;
}
else
{
    MC[i][12]=1*1;
}

MC[i][12]= MC[i][12]* (VCG[j])*VACG[j]);
j++;
}

```

4.3 RESULTADOS EN RELACIÓN A LA SIMULACIÓN

Durante el presente trabajo se llevó a cabo una serie de ejecuciones del sistema clasificador para poder observar el comportamiento de la arquitectura propuesta y comprobar que el funcionamiento del clasificador resulte adecuado, los presentes resultados forman parte del trabajo "Clasificación de Recursos Educativos a través de un Sistema Basado en el Estilo de Aprendizaje y las Competencias de los Alumnos de Educación Media Superior" (Muñoz et al., 2015). Para dichas pruebas se llevo a cabo una simulación para obtener las respuestas tanto para el Test de Felder (Martínez, 2011) como para las competencias que se deberían cumplir, para ello se utilizó la clase Random de C# la cual permite generar números pseudoaleatorios, posteriormente con estos resultados el sistema de asignación de créditos calcula el peso de los recursos educativos de la base de datos, para este primer ejercicio se tomaron objetos de aprendizaje del repositorio FLOR, los cuales dentro de sus metadatos cuentan con el tipo de recurso de aprendizaje al que pertenecen. Mediante la generación de dichos números aleatorios se obtuvo un vector que contiene las respuestas para el Test de Felder, una muestra se puede observar en la Tabla 3. Dicha simulación realizaría el trabajo de la interacción entre la interfaz de usuario y el sistema de reglas.

Tabla 3. Muestra del vector de resultados para el Test de Felder (Muñoz et al., 2015).

Índice	Estilo de Aprendizaje
1	Visual de Grado Fuerte
2	Reflexivo Moderado
3	Equilibrio Visual - Verbal
4	Secuencial de Grado Fuerte
5	Secuencial Moderado
6	Activo de Grado Fuerte

Posteriormente, se genera un segundo vector con respuestas de números aleatorios para simular la obtención de las competencias genéricas que expresan el perfil del estudiante de educación media superior, las cuales están conformadas por 11 competencias (SEP, 2013). En este vector se coloca un 0 cuando el alumno no cumple la competencia y un 1 cuando la competencia se cumple, se puede observar un vector sobre las competencias en la Tabla 4, donde la correspondencia con las competencias genéricas para la educación media superior es la siguiente (SEP, 2013):

1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.
2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.
3. Elige y practica estilos de vida saludables.
4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.

5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.
7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.
8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.
9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.
10. Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.
11. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.

Tabla 4. Vector de Competencias Genéricas (Muñoz et al., 2015).

Índice (Competencia)	Respuesta
1	0
2	1
3	1
4	1
5	1
6	0
7	0
8	1
9	1
10	0
11	0

Tomando como base estos resultados, se calcula el peso de los Recursos Educativos, mediante la ecuación 1 mostrada anteriormente, donde al objeto de aprendizaje se le asigna un valor de prioridad (a_j , entre 1 y 3) determinado por el tipo

de aprendizaje para el que se recomienda, si el objeto de aprendizaje cuenta con el metadato correspondiente al tipo de aprendizaje obtenido se le asigna un valor de 3, mientras que si no tiene nada de relación se le otorga un 1. Mientras que para el valor c_j se asigna un valor de prioridad (entre 1 y 11) de acuerdo al orden de cumplimiento de la competencia; para el vector anterior, las competencias que no se cumplen son la 1,6,7,10 y 11, y como se desea que las competencias sigan en orden a la competencia 1 se le asignará el valor más alto, es decir 11, a la competencia 6 se le asigna un 10, a la competencia 7 se le asigna un 9, a la competencia 10 se le asigna un 8 y a la competencia 11 un 7, por lo que aquellos objetos de aprendizaje que resulten útiles para cumplir con la competencia 4, tendrán un valor más alto para la prioridad c_j .

Para determinar los valores correspondientes a las variables a_j y c_j , el sistema de reglas toma los valores del Test de Felder y de las competencias del alumno seleccionadas por el maestro, a partir de las cuales hace la asignación de créditos evaluando los resultados y construyendo el árbol de decisión con los recursos de aprendizaje que cumplan con las reglas del sistema. Un ejemplo de regla del sistema sería la siguiente (Muñoz et al., 2015):

- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= video o animación Entonces $a_j= 3$
- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= libro electrónico con imágenes Entonces $a_j= 2$
- Si competencia1=0 y metadato tipo= resolución de problemas Entonces $c_j=11$

Una vez terminados de asignar dichos valores, se realizará el cálculo correspondiente para obtener el peso del objeto de aprendizaje, el cual permitirá su clasificación, de tal manera que aquel objeto de aprendizaje que obtenga el valor más alto, será el que se adecue mejor a las necesidades del usuario, de acuerdo a su estilo de aprendizaje y a las competencias que requiere cumplir. Algunos resultados obtenidos de las simulaciones, se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados del simulador con el sistema clasificador, indicando el recurso asignado en base al estilo de aprendizaje y las competencias que no ha cumplido el usuario (Muñoz et al., 2015).

Simulación	Tipo de Aprendizaje del Usuario	Competencias sin cumplir	Tipo de recurso del Objeto de Aprendizaje con la Clasificación 1
1	Visual de Grado Fuerte	1,6,7,10,11	Video
2	Reflexivo Moderado	4,5,7	hipertexto
3	Equilibrio Visual-Verbal	2,5,8,9	Animación
4	Secuencial de Grado Fuerte	3,8	Software educativo
5	Secuencial Moderado	-	Software educativo
6	Activo de Grado Fuerte	11	Experimento práctico

4.4 RESULTADOS CON GRUPO CONTROL Y GRUPO PILOTO

En esta sección se expresan los resultados encontrados a través del desarrollo de la metodología utilizada en el proyecto, contando con el respaldo de un especialista en el área de la enseñanza y las competencias en la educación media superior. En primera instancia se presenta el modelo implementado para la creación del sistema clasificador, y posteriormente se mencionan las contribuciones aportadas por el trabajo.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para el experimento (pruebas) se llevó a cabo una serie de ejecuciones del sistema clasificador que permitieran observar el comportamiento de la arquitectura propuesta y comprobar que el funcionamiento del clasificador resulte adecuado. Dichas pruebas se realizaron con un grupo piloto de 20 alumnos en la materia de Informática, en la cual se impartieron 5 temas generales, para los que se utilizaron 30 recursos educativos (videos, presentaciones electrónicas, documentos pdf, entre otros) que se clasificaron de acuerdo al estilo de aprendizaje de los alumnos.

La información que alimenta al sistema clasificador es:

- El estilo de aprendizaje (obtenido mediante el Test de Felder); que le permite al maestro saber el estilo de aprendizaje de cada uno de sus alumnos.
- Las competencias genéricas (11 según SEP); el maestro denota con un 0 cuando el alumno NO cumple la competencia y con un 1 cuando la competencia se cumple, por lo tanto se alcanza el perfil del estudiante de educación media superior,
- El tema que se impartirá en clase es elección del maestro, considerando los 30 recursos educativos existentes por tema (Word, Excel, PowerPoint, Outlook e Internet Explorer, Access).

De esta manera el sistema construye un árbol de decisión y clasifica los recursos educativos que más le convienen al maestro para facilitar el aprendizaje de sus alumnos, y así lograr el mayor número de competencias.

El proceso del sistema es el siguiente: el sistema crea un árbol de decisión basado en el tema de la materia a impartir y calcula el peso de los recursos educativos, mediante la ecuación 1 mostrada anteriormente, al recurso educativo se le asigna un valor de prioridad (a_j , entre 1 y 3) determinado por el tipo de aprendizaje para el que se recomienda, si el objeto de aprendizaje cuenta con el metadato correspondiente al tipo de aprendizaje obtenido se le asigna un valor de 3, mientras que si no tiene nada de relación se le otorga un 1. Para el valor c_j se asigna un valor de prioridad (entre 1 y 11) de acuerdo al orden de cumplimiento de la competencia; por lo que aquellos recursos educativos que resulten útiles para cumplir con las competencias faltantes del alumno, tendrán un valor más alto para la prioridad c_j .

Para determinar los valores correspondientes a la variable a_j y c_j , el sistema de reglas toma los valores del Test de Felder y de las competencias del alumno para evaluar los resultados y construir el árbol de decisión con los recursos educativos que cumplan con las reglas del sistema. Un ejemplo de regla del sistema sería el siguiente (Muñoz et al. , 2015):

- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= documento pdf Entonces $a_j= 1$
- Si estilo de aprendizaje= "Secuencial Global" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= Caso de Uso Entonces $a_j= 3$
- Si tema= "Word" y tema de recurso educativo= Word Entonces agregar a árbol
- Si competencia2=1 Entonces quitar de árbol
- Si competencia8=0 y metadato tipo= actividades equipo Entonces $c_j= 11$

Una vez terminados de asignar dichos valores se realiza el cálculo correspondiente para obtener el peso del objeto de aprendizaje, el cual permitirá su clasificación, de tal manera que aquel objeto de aprendizaje que obtenga el valor más alto, será el que se adecue mejor a las necesidades del usuario, de acuerdo a su estilo de aprendizaje y a las competencias que requiere cumplir. Algunos resultados obtenidos de los alumnos, se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados de los alumnos de la materia de Informática con el sistema clasificador, indicando el recurso asignado en base al estilo de aprendizaje y las competencias que no ha cumplido el usuario (Muñoz et al. ,2015).

Alumno	Tipo de Aprendizaje	Competencias sin cumplir	Clasificación de Recurso Educativo
1	Visual (11)	1,7,8,11	1.VideoTutorial
	Sensorial (7)		2.Software educativo
	Activo-reflexivo		3.Hipertexto
	Secuencial-Global		4. Caso de Uso
2	Activo (9)	8 y 10	1. Experimento Práctico
	Visual(7)		2. Software educativo
	Sensorial(7)		3. Juegos
	Secuencial-Global		4.Tutorial

A la par se impartió la misma materia de Informática a un grupo control con 20 alumnos de manera tradicional para poder comparar el resultado al final de la materia obtenido por ambos grupos. Durante la realización de la experimentación se llevaron a cabo evaluaciones diagnóstico, sumatoria y final, de tal manera que nos permitió conocer cómo iban aprendiendo los alumnos y que competencias se estaban cumpliendo durante la impartición del curso.

Al inicio del curso se llevó a cabo un examen diagnóstico para el grupo control y el grupo de prueba, para identificar los conocimientos previos con los que contaban los alumnos, mientras que para conocer las competencias con las que contaban o no contaban los mismos, se realizaron una serie de actividades que nos mostraban si el alumno contaba con la competencia esperada; mientras que para el final del curso de igual manera se realizó un examen a ambos grupos; con los resultados de los exámenes diagnósticos y exámenes finales, mostrados en la Figura 17 (para el grupo

control) y la Figura 18 (para el grupo piloto), en las figuras se observa que el grupo control obtuvo mejor calificación en el examen diagnóstico; sin embargo al comparar el incremento de promedio e incluso las calificaciones finales de ambos grupos, se observa claramente que el grupo piloto, donde se utilizó el sistema SiCRE (Sistema Clasificador de Recursos Educativos) aumentó su promedio, incluso más que el grupo control posterior a la impartición del curso de manera tradicional.

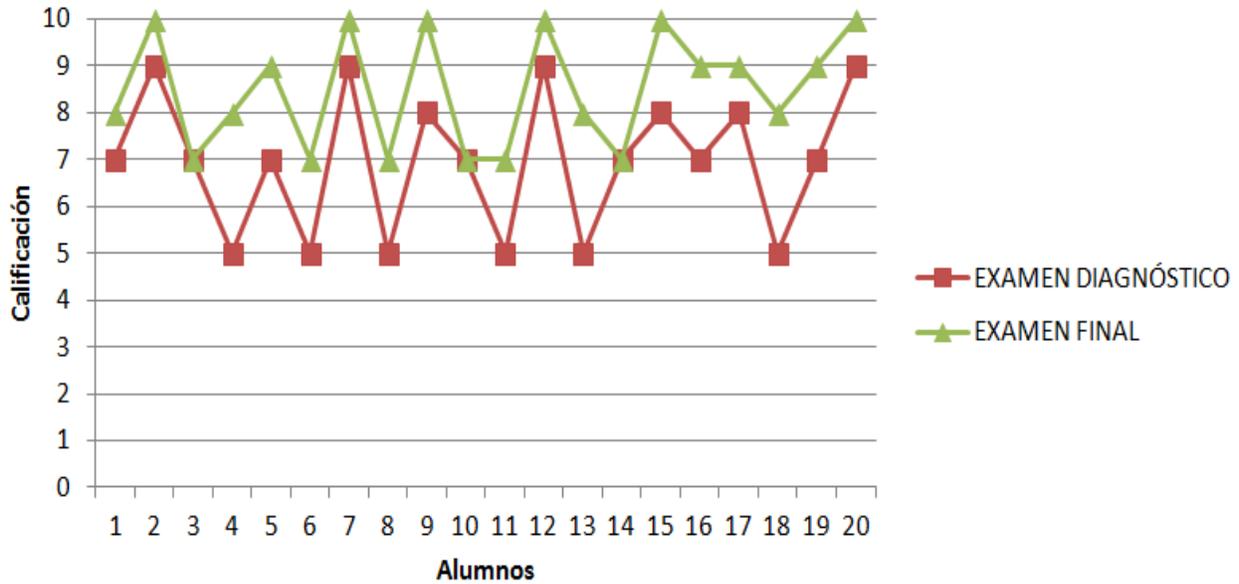


Figura 17 Promedio por alumno de los exámenes diagnóstico y final de la materia de Informática del grupo control (Fuente propia).

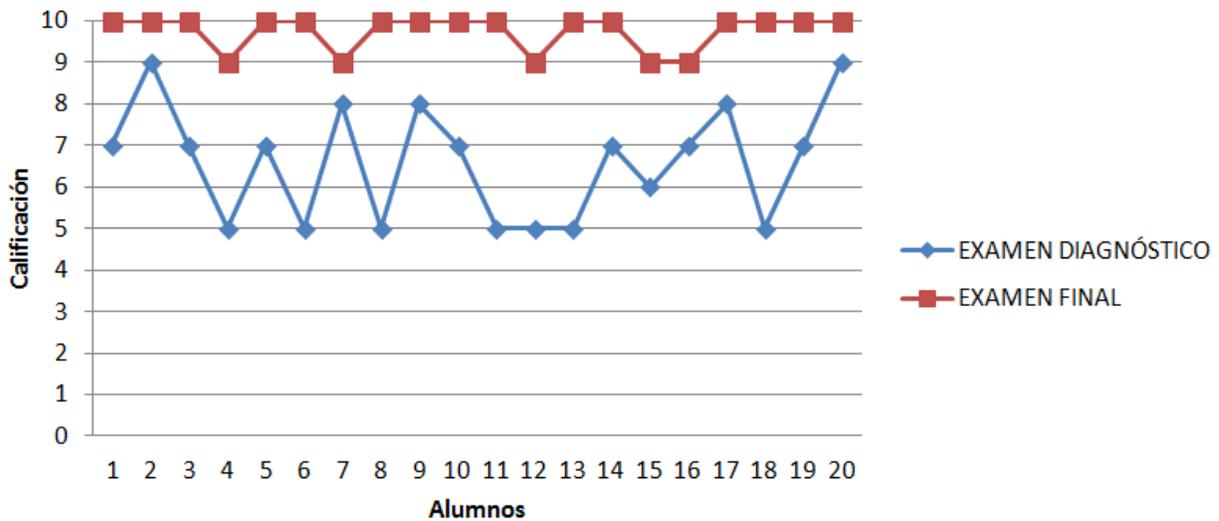


Figura 18 Promedio por alumno de los exámenes diagnóstico y final de la materia de Informática del grupo piloto (Fuente propia).

En la Figura 19 se representa el promedio por grupo de la calificación del examen diagnóstico para ambos grupos, donde se observa que el grupo control obtuvo una mejor calificación; sin embargo cuando observamos la Figura 20 nos damos cuenta que para el promedio final de los grupos, el grupo control aumentó su promedio con 3.15 puntos con respecto a su examen diagnóstico y superó el promedio final del grupo control por 1.6 puntos, percatándonos que hubo una mejora mayor en el grupo piloto. Tal y como lo muestran los gráficos siguientes.

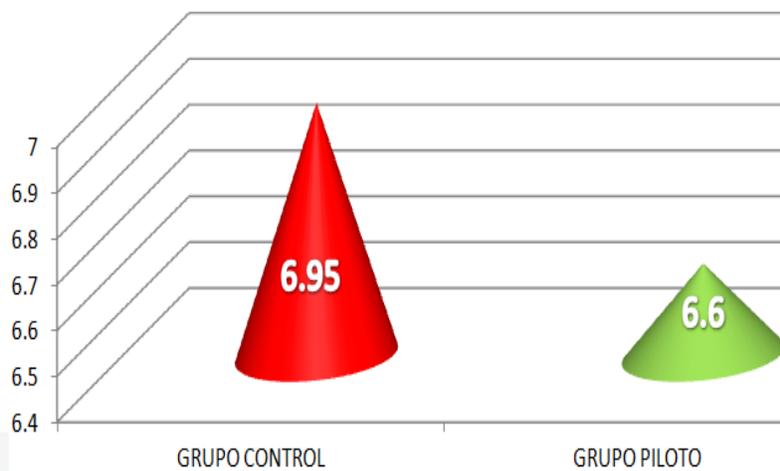


Figura 19 Promedio del examen diagnóstico de la materia de Informática (Fuente propia).

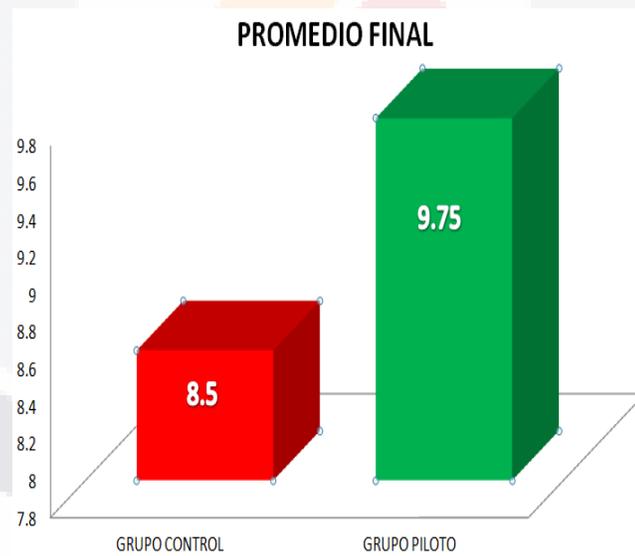


Figura 20 Promedio del examen final de la materia de Informática (Fuente propia).

Para poder comprobar que el sistema realmente hace una diferencia en la educación de los alumnos se llevó a cabo una prueba de hipótesis mediante un estudio ANOVA, el cual fue realizado mediante el análisis de datos de Microsoft Office Excel 2003, teniendo como resultado las siguientes tablas:

Tabla 7. Resumen de un factor de resultados de examen diagnóstico (Fuente propia).

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Control	20	139	6.95	2.26052632
Piloto	20	139	6.95	2.02894737

Tabla 8. Análisis de varianza de un factor de resultados de examen diagnóstico (Fuente propia).

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.9	1	0.9	0.4196319	0.5210157	4.09817166
Dentro de los grupos	81.25	38	2.14473684			
Total	82.4	39				

Tabla 9. Resumen de un factor de resultados de examen final (Fuente propia).

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Control	20	170	8.5	1.5263158
Piloto	20	195	9.75	0.1973684

Tabla 10. Análisis de varianza de un factor de resultados de examen final (Fuente propia).

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	15.625	1	15.625	18.129771	0.000130425	4.098171661
Dentro de los grupos	32.75	38	0.861842105			
Total	48.375	39				

Para realizar el estudio ANOVA se plantean las siguientes hipótesis:

- H_0 : La media de la calificación de los grupos control y piloto son la misma.
- H_1 : La media de la calificación del grupo control es mayor a la del grupo piloto.

La tabla 7 y 8 corresponden al estudio ANOVA para los exámenes diagnóstico, mientras que las tablas 9 y 10 corresponden para los resultados de los exámenes finales posterior a la utilización del sistema SiCRE por el grupo control. En la tabla 7 podemos observar que tanto el grupo control como el piloto cuentan con el mismo promedio y una varianza muy similar, únicamente con una diferencia de 0.23157895, y al mismo tiempo la tabla 8 nos muestra que el Valor crítico para F es mucho mayor al valor F, lo que nos lleva a rechazar H_1 y aceptar H_0 , de tal manera que se puede concluir que la media de las calificaciones de los grupos es la misma.

Pasando al estudio ANOVA para las calificaciones finales tenemos que en la tabla 9 se muestra el total de alumnos, suma de calificación de los alumnos, promedio y varianza por grupo. Donde se puede observar que la varianza de los datos del grupo piloto es mucho menor a la varianza del grupo control, esto debido a que en el grupo piloto en su mayoría las calificaciones fluctúan entre 9 y 10, siendo esta última la más predominante, mientras que las calificaciones del grupo control van desde 7 a 10, teniendo un cambio entre dicho rango, lo que provoca que se tenga mayor varianza en los datos.

Para la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos por la herramienta de análisis de datos proporcionada por el programa Microsoft Excel 2003, donde se puede observar los valores arrojados por el estudio ANOVA; al comparar el valor de F con el Valor Crítico para F, tenemos que H_0 , es rechazada debido a que el valor de F es mayor al Crítico, tomando como verdadera H_1 , indicando que los cambios entre los factores en las pruebas tuvieron un efecto estadísticamente significativo y que el sistema utilizado hizo la diferencia en el aumento de aprendizaje entre los grupos.

Sin embargo la parte central del trabajo es el cumplimiento de las competencias genéricas de la educación media superior, las cuales se enlistan en las Competencias Genéricas de la SEP (2013).

A continuación se muestran las tablas de las competencias genéricas logradas por cada alumno al inicio (Tabla 11) y al final (Tabla 12) del curso, donde los espacios marcados con una x representan el cumplimiento de la competencia para cada uno de los alumnos del grupo, lo que nos permite observar el avance desarrollado por los individuos de estudio para el caso dado, al realizar la prueba de evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, con lo que mostramos que la planeación docente puede enriquecerse con esta estrategia y que facilita para el maestro la planeación didáctica del semestre, así como el logro de los objetivos propuestos y enmarcados en la reforma integral de la educación media superior (RIEMS, 2014). Por lo tanto podemos asegurar que según nuestro estudio el proceso permite logros significativos y avances cualitativos en el proceso enseñanza-aprendizaje que se realiza en la RIEMS de los alumnos de nivel bachillerato y por ende en todo el sistema educativo, ya que mostró ser una herramienta eficaz y eficiente que permite el desarrollo de habilidades y aptitudes tanto de docentes como de alumnos del sistema educativo.

Tabla 11. Competencias genéricas cumplidas por los alumnos del grupo piloto (Fuente propia).

AL/Comp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	x	x					x		x	x	x
2	x	x		x	x		x		x	x	
3	x				x		x		x	x	x
4		x	x					x	x		
5	x		x		x		x		x	x	
6		x						x	x	x	x
7	x		x	x	x				x		x
8		x						x	x		x
9	x		x		x				x	x	
10	x				x		x		x	x	x
11		x		x					x		x
12		x	x					x	x		x
13		x	x	x					x	x	
14	x				x		x		x	x	x
15	x	x	x						x	x	x
16	x				x		x		x	x	x
17	x		x		x				x	x	x
18		x							x		x
19	x				x		x		x	x	
20	x		x	x	x		x		x	x	

Tabla 12. Competencias genéricas cumplidas por los alumnos del grupo piloto posterior al uso de los recursos educativos por el sistema (Fuente propia).

AL/Comp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

De tal forma coincidimos con lo citado por Frida Díaz Barriga (2002) que señala: "Se dice que detrás de cada decisión sobre la tarea evaluativa que realiza el profesor, se manifiesta, implícita o explícitamente, una cierta concepción del aprendizaje y, por supuesto, de la enseñanza", al citar a Quinquer en su libro "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo" (Díaz y Hernández, 2002).

Por ello debe señalarse en forma enfática que la planeación y el conocimiento de las habilidades de sus alumnos es parte integral de una buena enseñanza, de hecho podríamos decir sin ningún menoscabo que no es posible concebir adecuadamente a la enseñanza sin la planeación (Díaz y Hernández, 2002). En consecuencia, una mejora en las propuestas de enseñanza y aprendizaje también requiere necesariamente un cambio significativo en los modos de entender y realizar la planeación.

Al comparar ambas tablas podemos observar que al inicio del curso el grupo en general contaba con el cumplimiento de poco menos del 50% de las competencias, mientras que al final del curso la mayoría de los alumnos cumple con totalidad las competencias genéricas que marca la SEP. Lo que nos representa que con la utilización de los recursos educativos arrojados por el sistema, los alumnos pudieron aprender y cumplir prácticamente en la totalidad de las competencias genéricas que nos indica la SEP que se deben cumplir en la educación media superior.



CONCLUSIONES

En el presente trabajo se presenta la arquitectura y una simulación de prueba de un sistema clasificador de objetos de aprendizaje. Dicha arquitectura se muestra como una arquitectura compuesta por cuatro módulos donde se permite separar los componentes de presentación, calculo y almacenamiento, teniendo un desarrollo por niveles, lo que permitiría agregar más reglas, pruebas y recursos educativos al clasificador posteriormente. Con los resultados obtenidos en las simulaciones se puede tomar en cuenta que el sistema realiza una clasificación pertinente de acuerdo a los datos de entrada, por lo que en un futuro se pretende extender las reglas de clasificación y el número de recursos educativos que se clasificarían, para obtener un sistema clasificador mucho más completo. Una de las ideas principales de la clasificación es generar un resultado satisfactorio para que sirva como guía de tomas de decisiones en la forma de generar conocimiento y también en la forma de conocer el comportamiento de los individuos bajo cierto análisis detallado que se puede dar con la simulación y la clasificación de competencias individuales. Además de proporcionar una herramienta al sistema educativo nacional que permita no solo medir el logro de las competencias en el nivel bachillerato, sino que evalúe a los planteles en su ingreso al SNB, y a los distintos niveles educativos que conforman la secretaria de educación pública (SEP) mediante la medición del cumplimiento de las competencias establecidas. Los resultados obtenidos de la experimentación demuestran que el sistema SiCRE realiza una clasificación pertinente de acuerdo a los datos de entrada, permitiendo al docente proporcionar los recursos educativos acordes a los estilos de aprendizaje de su grupo de alumnos y con ello lograr el cumplimiento de las competencias genéricas que marcan el perfil de egreso de los alumnos de educación media superior emanados de la reforma educativa propuesta por la SEP.

Como se puede ver en las figuras cuatro y cinco en el grupo control se tuvo una mejora del 1.55 mientras que en el grupo piloto en el que se utilizo el sistema SiCRE se alcanzó una mejora del 3.15, con lo que podemos ver una mejora en cuanto al aprovechamiento de los temas.

Las estrategias del proceso enseñanza-aprendizaje como las realizadas en el presente estudio son especialmente importantes para lograr el desarrollo de las competencias puesto que constituirían herramientas para el desarrollo de habilidades que permitan al docente motivar o promover las habilidades de los alumnos, en tal sentido consideramos que estos resultados podrían ser usados para el planteamiento de un plan de intervención tendiente a desarrollar en el alumno habilidades cognitivas y metacognitivas.

En ese sentido estamos de acuerdo con Monereo (1994) en que se necesitan alumnos y profesores estratégicos y con competencias, que hayan tomado conciencia de los complejos procesos cognitivos y metacognitivos.

Mediante la elaboración del sistema SiCRE se obtuvo una herramienta capaz de dar una clasificación adecuada de recursos educativos basados en el perfil del alumno, lo que permite al docente contar con una herramienta de apoyo para ayudar a los alumnos a cumplir las competencias genéricas y tener una mejor obtención de conocimiento pertinente a la materia evaluada, usando los recursos educativos que favorezcan su estilo de aprendizaje predominante.

TRABAJO FUTURO

Durante la realización del presente trabajo se pudo percatar de puntos para mejora del sistema SiCRE, los cuales mencionamos a continuación:

- Análisis de Casos específicos para mejoramiento del sistema: cuando llega un caso en el que la formula de peso obtiene el mismo valor para diferentes recursos educativos, por tener un perfil igual, se debe agregar un criterio de desempate de tal manera que el sistema arroje una clasificación sin la presencia de recursos empatados en la misma.
- Teniendo en cuenta las ventajas de los sistemas clasificadores y las bondades de las metaheurísticas, se pretende hacer una adaptación e inclusión del algoritmo del Lobo gris (metaheurística recientemente propuesta en el 2014 por Seyedali Mirjalili, Seyed Mohammad Mirjalili, Andrew Lewis), ajustando sus parámetros, a un sistema clasificador para tratar de obtener un sistema capaz de arrojar mejores resultados que los obtenidos por sistemas actuales.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aler M., R., *CLASIFICADORES KNN-I* (s.f.), Recuperado el 10 de noviembre de 2015, del sitio web del Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-informatica/analisis-de-datos/transparencias/KNNyPrototipos.pdf>
- Barrientos, R. E., Cruz, N., Acosta, G. H., Rabatte, I., Gogeoascoechea, Ma. C., Pavón, P. y Blázquez, S. L. (2009). "Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico". *Revista Médica de la Universidad Veracruz*, 9(2), 19-24.
- Bernhard Reitinger, Christopher Zach, and Dieter Schmalstieg. (2007). Augmented reality scouting for interactive 3d reconstruction. In William R. Sherman, Ming Lin, and Anthony Steed, editors, *VR*, pages 219–222. IEEE Computer Society.
- Breiman L, Friedman JH, Olshen RA, Stone CJ. (1994). *Classification and Regression Trees*, Wadsworth (New York).
- Cabero, J. (1998). Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas. Lorenzo, M. y otros (coords): *Enfoques en la organización y dirección de instituciones educativas formales y no formales*, 197-206.
- Carracedo, J., Martínez, C. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 7(2), 102-108. Recuperado de : <http://rita.det.uvigo.es/201205/uploads/IEEE-RITA.2012.V7.N2.pdf>.
- Chalvin, M. J., 1995. *Los dos cerebros en el aula*, Ed. TEA, Madrid, España.
- David Gómez Sánchez, Rosalba Oviedo Marín, Adoración Gómez Sánchez, Héctor López Gama (2012). ESTILOS DE APRENDIZAJE EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS CON BASE EN EL MODELO DE HEMISFERIOS CEREBRALES. *TLATEMOANI Revista Académica de Investigación Editada por Eumed.net* No. 11 – Diciembre 2012 España ISSN: 19899300.
- De la Parra Paz, Eric, (2004). *Herencia de vida para tus hijos. Crecimiento integral con técnicas PNL*, Ed. Grijalbo, México.

- Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. 2ª. ed.) México: McGraw Hill.
- Dilts, Robert, y Epstein, Todd (2001): Aprendizaje dinámico con PNL, Barcelona, España, Editorial Urano.
- D. Michie, D. J. Spiegelhalter, C. C. Taylor, and J. Campbell, (1994). Machine Learning, Neural and Statistical Classification. Ellis Horwood.
- Donolo, D., Chiecher, A. & Rinaudo, M. (2004). Estudiantes, estrategias y contextos de aprendizaje presenciales y virtuales. http://www.virtual.unlar.edu.ar/jornadas-conferencias-seminarios/jornada-interprov-ead/2003_3ra/ponencias-y-trans/est-cog-y-estr-apr.pdf.
- D. W. Aha and D. K. and M. K. Albert. (1991) Instance-based learning algorithms. Machine Learning, 6(37–66).
- D. Wettschereck and T. G. Dietterich. (1995) An experimental comparison of the nearest-neighbor and nearest-hyperrectangle algorithms. Machine Learning, 19(1):5–27.
- E. Fix and J. Hodges. (1951) Discriminatory analysis, nonparametric discrimination consistency properties. Technical report, US Air Force, School of Aviation Medicine.
- E. Fix and J. Hodges. (1952) Discriminatory analysis, nonparametric discrimination: Small sample performance. Technical report, US Air Force, School of Aviation Medicine.
- Enrique Bonsón Ponte, Tomás Escobar Rodríguez, M^a del Pilar Martín Zamora. Sin fecha . SISTEMAS DE INDUCCIÓN DE ÁRBOLES DE DECISIÓN: UTILIDAD EN EL ANÁLISIS DE CRISIS BANCARIAS, Grupo de Inteligencia Artificial en Contabilidad y Administración de Empresas Universidad de Huelva.
- Enylton Machado Cohelo. (2005) Spatially Adaptive Augmented Reality. PhD thesis, Georgia Institute of Technology.

Fernández, E. (2004). Análisis de clasificadores bayesianos. *Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.*

FLOR, <http://laflor.laclo.org/>. Accedido el 15 de abril de 2015.

Giráldez Beltrón, José Ignacio. (1999). MODELO DE TOMA DE DECISIONES Y APRENDIZAJE EN SISTEMAS MULTI-AGENTE (Tesis Doctoral). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, España.

Goldberg D. (1989) Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Adison – Wesley Publishing Company Inc. New York.

González , Aguilar J. (2008). Sistemas Clasificadores en Sistemas de Control: Prueba del Mecanismo Adaptativo, XIII CLCA/VI CAC, Mérida – Venezuela.

Holland, J. (1975) : Adaptation in Natural and Artificial Systems. University of Michigan Press.

Kolb, David A. (1984). Experimetal Learning. Experience as the source of learning and Development, Prentice Hall P T R, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 1984.

Lashon B., D. Goldberg, and J. Holland (1989) Classifier Systems and Genetic Algorithms, Artificial Intelligence, Vol. 40, 1989, pp. 235-282.

Leonardo Trujillo-Reyes. (2008) Cómputo evolutivo aplicado en el diseño de métodos para la detección y descripción de regiones de interés. PhD thesis, Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada, B.C..

L. Chang, M.M. Duarte, L.E. Sucar, E.F. Morales, (2012). A Bayesian approach for object classification based on clusters of SIFT local features In Expert Systems with Applications, volume 39.

Marie Shannon, Alicia.(2013). LA TEORÍA DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES EN LA ENSEÑANZA DE ESPAÑOL. (Tesis de Maestría). Universidad de Salamanca, España.

Marquès Graells, P. (2013). Los medios didácticos y los recursos educativos. Martín, J. A. G., & Callejón, J. M. P. (1998). Sistemas expertos probabilísticos(Vol. 20). Univ de Castilla La Mancha.

Martínez, V. J. S. (2011) : La Minería de Datos en Educación Matemática Relación entre Estilos de Aprendizaje y Desempeño Académico. Universidad Nacional De Colombia.

M. Billinghurst, H. Kato, and I. Poupyrev, "The MagicBook: a transitional AR interface", Computers & Graphics, vol. 25, núm. 5, pp. 745-753, 2001.

McLoughlin, Catherine, (1999).The implications of the research literature on learning styles for the design of instructional material, Australian Journal of Education Technologym 15(3) University of New England, págs 222-24.

Ministerio de Educación Nacional. (2012). Recursos Educativos Digitales Abiertos. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Graficando Servicios Integrados. <http://www.colombiaaprende.edu.co/reda/REDA2012.pdf>. Accedido el 25 de abril de 2015.

Mercedes, Aldo. (2015). El modelo VAK y el proceso enseñanza-aprendizaje. Recuperado de <http://www.aldomercedes.com/2015/10/el-modelo-vak-y-el-proceso-ensenanza.html>.

Ministerio de Educación Nacional. (2006a). Primer Concurso Nacional de Objetos de Aprendizaje. Recuperado el 19 de septiembre de 2011, de Colombia Aprende - Docentes de Superior - Banco Nacional de Recursos Educativos: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99368.html>.

Monereo, C. (1994). Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación a la escuela.Barcelona: Graó.

Morgan Kauffmann , (1989). A critical review of classifier systems, In J. D. Schaffer, editor, Proceedings of the Third International Conference on Genetic Algorithms, pp. 244-255.

Muñoz, H., Padilla, A. y Ponce, J. C.(2015). "Clasificación de Recursos Educativos a través de un Sistema Basado en el Estilo de Aprendizaje y las Competencias de los Alumnos de Educación Media Superior". Aportaciones en el uso de las Tecnologías para el aprendizaje, CCITA 2015, ISBN: 978-0-9915776-2-0, 204-211.

Muñoz, H., Muñoz H., Padilla, A. y Ponce, J. C.(2015). "Clasificación de Recursos Educativos a través de un Sistema Basado en el Estilo de Aprendizaje y las

Competencias de los Alumnos de Educación Media Superior". Anais da X Conferência Latino-Americana de Objeto e Tecnologias de Aprendizagem, ISSN 1982-1611, 217-226.

Nava, A. A. P., Cedeño, M. S. A., & Rivera, S. M. M. (2012). Estilos de aprendizaje en estudiantes y profesores de segundo semestre de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de Colima. In *Estilos de aprendizaje: investigaciones y experiencias:[V Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje]*, Santander, 27, 28 y 29 de junio de 2012.

Nisbet, J. & Shucksmith, J. (1987). Estrategias de aprendizaje. Madrid: Santillana.

OCDE (2008). El conocimiento libre y los recursos educativos abiertos, I.S.B.N.-13: 978-84-691-8082-2, pp. 36.

Parodi A. and P. Bonelli (1993) A New Approach to Fuzzy Classifier System, Proceedings of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms (ICGA'93), San Mateo,, p.p. 223-230. Valenzuela R.

P. Langley, W. Iba, and K. Thompson. (1992) An analysis of bayesian classifiers. In Proceedings of the 10th National Conference on Artificial Intelligence, pages 223–228.

Perea Robayo M (2003), Material de estudio para el Diplomado Virtual en Estilos de Aprendizaje de la Universidad del Rosario (Colombia).

P. Esteban, J. Restrepo, H. Trefftz, J. E. Jaramillo, and N. Álvarez, "La realidad aumentada: un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables", XVI Simposio Iberoamericano de enseñanza Matemática, Matemáticas para el siglo XXI, 15, 16 y 17 de septiembre de 2004, Castellón, España.

Primo, T. T., Behr, A. y Vicari, R. M. (2013) "A Semantic Web Approach to Recommend Learning Objects", en Highlights on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems, in Computer and Information Science, J. M. Corchado, J. Bajo, J. Kozlak, P. Pawlewski, J. M., Molina, V. Julian, R., A., Silveira, R., Unland, y S. Giroux, Eds., Springer Berlin Heidelberg, Volume 365, 2013, pp 340-350.

R. O. Duda and P. E. Hart. (1973).Pattern Classification and Scene Analysis.

- Ruiz D. (2011). REALIDAD AUMENTADA, EDUCACIÓN y MUSEOS, REVISTA ICONO 14, 2011, Año 9 Vol. 2, pp. 212-226. ISSN 1697-8293. Madrid (España).
- Russell, S. and P. Norvig, (2003) Artificial Intelligence: A Modern Approach. Second ed. Upper Saddle River (N J): Prentice Hall/ Pearson Education.
- Salazar, O. M., Ovalle, D. A. y Duque N. D. (2014), "Sistema Multi-Agente para Recomendación de Recursos Educativos utilizando Servicios de Awareness.
- S. Dudani. (1975) The distance-weighted k-nearest-neighbor rule. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC-6(4):325–327.
- Secretaría de Educación Pública (2013). Las Competencias Genéricas en el Estudiante del Bachillerato General. <http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/00-otros/cg-e-bg.pdf>. Accedido el 15 de abril de 2015.
- Sprock, A. M. S.; Gallegos, J. C. P.; Calderón, M. D. V. (2014). Sistema recomendador de técnicas instruccionales basado en objetivos pedagógicos (ReTIBO). Educere, 18(60), 281-287.
- Subsecretaría de Educación Media Superior-SEMS (2014) " SNB - Sistema Nacional de Bachillerato ", http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema_nacional_bachillerato, Abril.
- T. Bayes. (1763) An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. Philosophical Trans. Royal Society of London, 53:370–418.
- T. M. Cover and P. E. Hart. (1967) Nearest neighbor pattern classification. IEEE Transactions on Information Theory, IT-13(1):21–27.
- Valcárcel, A. G., & Rodero, L. G. (2003). Uso pedagógico de materiales y recursos educativos de las TIC: sus ventajas en el aula. Universidad de Salamanca. Colección EDUC. AR CD Recuperado el, 2.
- Wilson S. and D. Goldberg ,(1991). The Fuzzy Classifier System: Motivations and First Results”, In H.-P. Schwefel and R. Mnner editors, Parallel Problem Solving from Nature II, Springer, Berlin, pp. 330-334.
- Wilson S. (2000) Get Real! XCS with Continuous-Valued Inputs, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1813, pp. 209-219.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Woolfolk A, (1996). Psicología Educativa, Ed. Prentice-Hall, México.

X. Basogain, M. Olabe, K. Espinosa, C. Rouèche, and J. C. Olabe, "Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente", ONLINE EDUCA MADRID 2007: 7.ª Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías. ONLINE EDUCAMADRID'2007 Proceedings, pp. 24-29, 2007.

Yasunari del V. Ramírez L. y David Rosas Espín (2014), APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE ESTILOS DE APRENDIZAJE AL DISEÑO DE CONTENIDOS DIDÁCTICOS EN ENTORNOS VIRTUALES, Revista científica electronica de educacion y comunicacion en la sociedad del conocimiento, granada, españa, numero 14, vol 2, 2014, ISB: 1695-324x.

Z. Pan, A. D. Cheok, H. Yang, J. Zhu, and J. Shi, "Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments", Computers & Graphics, 30(1), 20-28, 2006.

ANEXOS

Anexo A. Test de Felder y Silverman

INSTRUCCIONES

• Encierre en un círculo la opción "a" o "b" para indicar su respuesta a cada pregunta. Por favor seleccione solamente una respuesta para cada pregunta.

• Si tanto "a" y "b" parecen aplicarse a usted, seleccione aquella que se aplique más frecuentemente.

1. Entiendo mejor algo

- a) si lo práctico.
- b) si pienso en ello.

2. Me considero

- a) realista.
- b) innovador.

3. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga sobre la base de

- a) una imagen.
- b) palabras.

4. Tengo tendencia a

- a) entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa.
- b) entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles.

5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda

- a) hablar de ello.
- b) pensar en ello.

6. Si yo fuera profesor, yo preferiría dar un curso

- a) que trate sobre hechos y situaciones reales de la vida.
- b) que trate con ideas y teorías.

7. Prefiero obtener información nueva de

- a) imágenes, diagramas, gráficas o mapas.
- b) instrucciones escritas o información verbal.

8. Una vez que entiendo

- a) todas las partes, entiendo el total.
- b) el total de algo, entiendo como encajan sus partes.

9. En un grupo de estudio que trabaja con un material difícil, es más probable que
 - a) participe y contribuya con ideas.
 - b) no participe y solo escuche.
10. Es más fácil para mí
 - a) aprender hechos.
 - b) aprender conceptos.
11. En un libro con muchas imágenes y gráficas es más probable que
 - a) revise cuidadosamente las imágenes y las gráficas.
 - b) me concentre en el texto escrito.
12. Cuando resuelvo problemas de matemáticas
 - a) generalmente trabajo sobre las soluciones con un paso a la vez.
 - b) frecuentemente sé cuáles son las soluciones, pero luego tengo dificultad para imaginarme los pasos para llegar a ellas.
13. En las clases a las que he asistido
 - a) he llegado a saber cómo son muchos de los estudiantes.
 - b) raramente he llegado a saber cómo son muchos estudiantes.
14. Cuando leo temas que no son de ficción, prefiero
 - a) algo que me enseñe nuevos hechos o me diga cómo hacer algo.
 - b) algo que me dé nuevas ideas en que pensar.
15. Me gustan los maestros
 - a) que utilizan muchos esquemas en el pizarrón.
 - b) que toman mucho tiempo para explicar.
16. Cuando estoy analizando un cuento o una novela
 - a) pienso en los incidentes y trato de acomodarlos para configurar los temas.
 - b) me doy cuenta de cuáles son los temas cuando termino de leer y luego tengo que regresar y encontrar los incidentes que los demuestran.
17. Cuando comienzo a resolver un problema de tarea, es más probable que
 - a) comience a trabajar en su solución inmediatamente.
 - b) primero trate de entender completamente el problema.
18. Prefiero la idea de
 - a) certeza.
 - b) teoría.
19. Recuerdo mejor
 - a) lo que veo.
 - b) lo que oigo.

20. Es más importante para mí que un profesor
 - a) exponga el material en pasos secuenciales claros.
 - b) me dé un panorama general y relacione el material con otros temas.
21. Prefiero estudiar
 - a) en un grupo de estudio.
 - b) solo.
22. Me considero
 - a) cuidadoso en los detalles de mi trabajo.
 - b) creativo en la forma en la que hago mi trabajo.
23. Cuando alguien me da direcciones de nuevos lugares, prefiero
 - a) un mapa.
 - b) instrucciones escritas.
24. Aprendo
 - a) a un paso constante. Si estudio con ahínco consigo lo que deseo.
 - b) en inicios y pausas. Me llega a confundir y súbitamente lo entiendo.
25. Prefiero primero
 - a) hacer algo y ver qué sucede.
 - b) pensar cómo voy a hacer algo.
26. Cuando leo por diversión, me gustan los escritores que
 - a) dicen claramente los que desean dar a entender.
 - b) dicen las cosas en forma creativa e interesante.
27. Cuando veo un esquema o bosquejo en clase, es más probable que recuerde
 - a) la imagen.
 - b) lo que el profesor dijo acerca de ella.
28. Cuando me enfrento a un cuerpo de información
 - a) me concentro en los detalles y pierdo de vista el total de la misma.
 - b) trato de entender el todo antes de ir a los detalles.
29. Recuerdo más fácilmente
 - a) algo que he hecho.
 - b) algo en lo que he pensado mucho.
30. Cuando tengo que hacer un trabajo, prefiero
 - a) dominar una forma de hacerlo.
 - b) intentar nuevas formas de hacerlo.

31. Cuando alguien me enseña datos, prefiero
 - a) gráficas.
 - b) resúmenes con texto.
32. Cuando escribo un trabajo, es más probable que
 - a) lo haga (piense o escriba) desde el principio y avance.
 - b) lo haga (piense o escriba) en diferentes partes y luego las ordene.
33. Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, primero quiero
 - a) realizar una "tormenta de ideas" donde cada uno contribuye con ideas.
 - b) realizar la "tormenta de ideas" en forma personal y luego juntarme con el grupo para comparar las ideas.
34. Considero que es mejor elogio llamar a alguien
 - a) sensible.
 - b) imaginativo.
35. Cuando conozco gente en una fiesta, es más probable que recuerde
 - a) cómo es su apariencia.
 - b) lo que dicen de sí mismos.
36. Cuando estoy aprendiendo un tema, prefiero
 - a) mantenerme concentrado en ese tema, aprendiendo lo más que pueda de él.
 - b) hacer conexiones entre ese tema y temas relacionados.
37. Me considero
 - a) abierto.
 - b) reservado.
38. Prefiero cursos que dan más importancia a
 - a) material concreto (hechos, datos).
 - b) material abstracto (conceptos, teorías).
39. Para divertirme, prefiero
 - a) ver televisión.
 - b) leer un libro.
40. Algunos profesores inician sus clases haciendo un bosquejo de lo que enseñarán. Esos bosquejos son
 - a) algo útiles para mí.
 - b) muy útiles para mí.
41. La idea de hacer una tarea en grupo con una sola calificación para todos
 - a) me parece bien.
 - b) no me parece bien.

42. Cuando hago grandes cálculos
- a) tiendo a repetir todos mis pasos y revisar cuidadosamente mi trabajo.
 - b) me cansa hacer su revisión y tengo que esforzarme para hacerlo.
43. Tiendo a recordar lugares en los que he estado
- a) fácilmente y con bastante exactitud.
 - b) con dificultad y sin mucho detalle.
44. Cuando resuelvo problemas en grupo, es más probable que yo
- a) piense en los pasos para la solución de los problemas.
 - b) piense en las posibles consecuencias o aplicaciones de la solución en un amplio rango de campos.



HOJA DE CALIFICACIÓN

Asigne UN PUNTO en la casilla correspondiente de acuerdo con el número de la pregunta y su respuesta.

Pregunta N°	Act - Ref		Pregunta N°	Sens - Int		Pregunta N°	Vis - Verb		Pregunta N°	Sec - Glob	
	A	B		A	B		A	B		A	B
1			2			3			4		
5			6			7			8		
9			10			11			12		
13			14			15			16		
17			18			19			20		
21			22			23			24		
25			26			27			28		
29			30			31			32		
33			34			35			36		
37			38			39			40		
41			42			43			44		
	A	B		A	B		A	B		A	B
Total Columna											
Restar Menor al Mayor											
Asignar letra Mayor											

HOJA DE PERFIL

	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11	
ACTIVO													REFLEXIVO
SENSORIAL													INTUITIVO
VISUAL													VERBAL
SECUENCIAL													GLOBAL

Anexo B. Examen Diagnóstico

1) ¿Es cualquier parte que se puede ver o tocar en la computadora?

- Hardware
- Software
- Puertos

2) ¿Es un conjunto de programas que no se pueden tocar?

- Hardware
- Software
- Puertos
- Todas las Anteriores

3) ¿Controla la actividad principal de una computadora?

- Sistema Operativo
- Software
- Programas

4) Tipo de dispositivo que permite introducir información a la computadora

- Entrada-Salida
- Salida
- Entrada

5) Tipo de Software que permite realizar tareas específicas

- De Aplicación
- De Sistema
- De Programación

6) Dispositivo que permite mostrar la información al usuario

- Entrada-Salida
- Salida
- Entrada

7) Es un Cliente de Correo electrónico

- Outlook
- Safari
- Flash

8) Programa que me permite realizar Bases de Datos

- Photoshop
- Access
- Adobe

9) Dispositivo que se encarga de ejecutar todas las operaciones aritméticas y lógicas en una computadora

- Unidad Aritmético Lógica
- Microprocesador
- Tarjeta Madre

10) cual es la forma correcta de encender una computadora

- 1. cpu 2. monitor 3.regulador
- 1. impresora 2. cpu 3.monitor
- 1.regulador 2.cpu 3.monitor
- 1.regulador 2.monitor 3.cpu
- 1.regulador 2.monitor 3.cpu 4.impresora

11) Dentro de este tipo de dispositivo se encuentra el teclado, el ratón y el scanner

- Dispositivo de Salida
- Dispositivo de Entrada
- Ambos

12) Dentro de este tipo de dispositivo se encuentra la impresora y el monitor

- Dispositivo de Salida
- Dispositivo de Entrada
- Ambos

13) Dispositivo interno de la computadora que almacena archivos e información

- Disco Duro
- Memoria
- Disco de 3.5
- CD ROM

14) Cambiar nombre, copiar, pegar, son acciones que se pueden llevar a cabo con

- Programas
- Archivos y carpetas
- El escritorio

15) Es el comando que me permite guardar un documento dándole una ubicación

- Guardar
- Guardar como
- Ambas

16) La aplicación de Microsoft Word está considerada como

- Sistema Operativo
- Procesador de textos
- Hoja de cálculo
- Antivirus

17) Es parte de las tablas en Word

- Celdas
- Líneas
- Cuadros

18) ¿Los Archivos de Excel tienen la extensión?

- xls,xlsx
- txt
- doc, docx

19) Conjunto de recursos informáticos a nivel mundial?

- red Inalámbrica
- Intranet
- Internet
- Web 2.0

20) Es un navegador de Internet

- Chrome
- Yahoo
- Windows

21) Programa que permite realizar presentaciones electrónicas

- Paint
- PowerPoint
- Word Perfect

22) Programa de autoedición para personalizar publicaciones

- Publisher
- OneNote
- Outlook

23) Muestra los programas y procesos que se están ejecutando en la computadora

- Administrador de Tareas
- Inicio
- Escritorio

24) Combinación de teclas para deshacer una acción

- Control + Z
- Alt + Q
- Control + U

25) ¿Cual es una dirección de Correo Electrónico Correcto?

- www.micorreo.yahoo.com.mx
- micorreo.yahoo.com.mx
- micorreo@gmail.com.mx

26) Es un ejemplo de un motor de búsqueda de internet

- Microsoft
- Google
- Monografias.com

27) Esta vista permite visualizar el documento tal y como se va a imprimir

- Anterior
- Preliminar
- Borrador

28) Interfaz gráfica que permite a los usuarios controlar y manipular las funciones del sistema

- Panel de Control
- Escritorio
- Papelera de reciclaje

29) Estos son ejemplos de periféricos

- Celdas, Tablas, formatos
- Word, PowerPoint, Excel
- Scanner, Impresora, Mouse

30) Combinación de teclas para copiar en computadoras MAC

- Command + C
- Control + C
- Control + Alt + Suprimir

31) Ejemplos de Sistemas Operativos

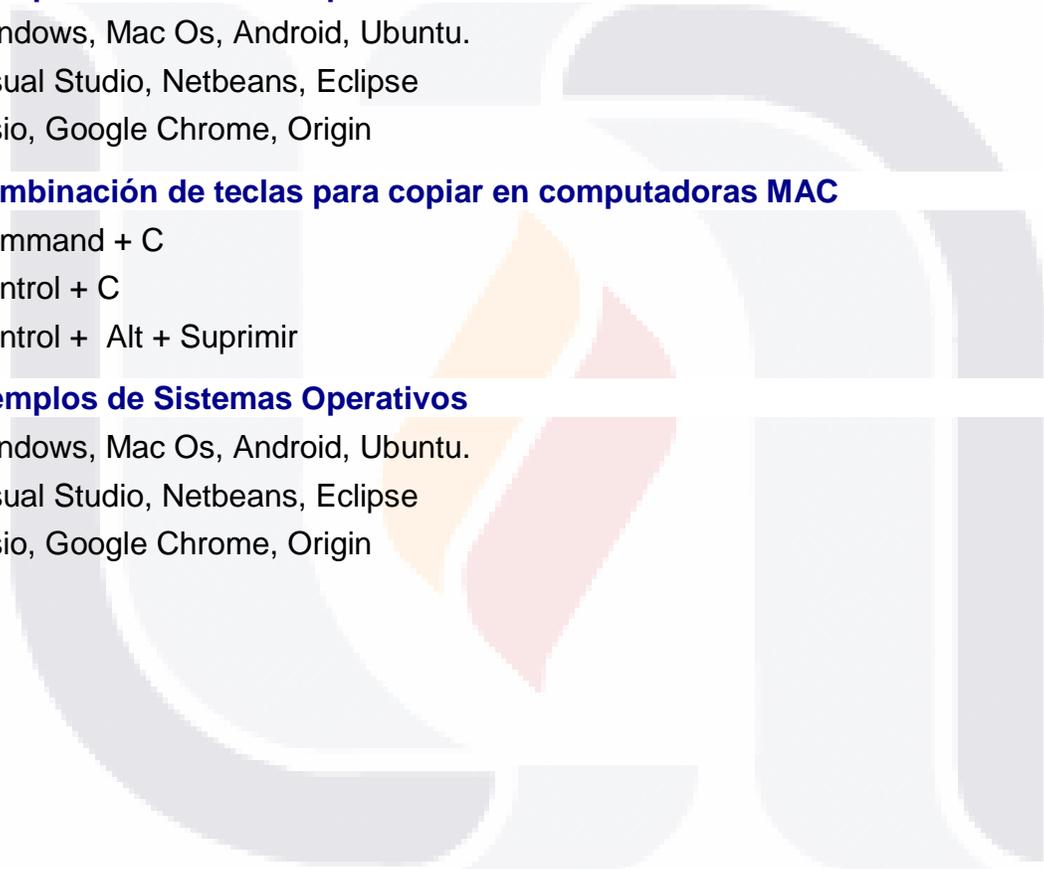
- Windows, Mac Os, Android, Ubuntu.
- Visual Studio, Netbeans, Eclipse
- Visio, Google Chrome, Origin

30) Combinación de teclas para copiar en computadoras MAC

- Command + C
- Control + C
- Control + Alt + Suprimir

31) Ejemplos de Sistemas Operativos

- Windows, Mac Os, Android, Ubuntu.
- Visual Studio, Netbeans, Eclipse
- Visio, Google Chrome, Origin



Anexo C. Examen Final

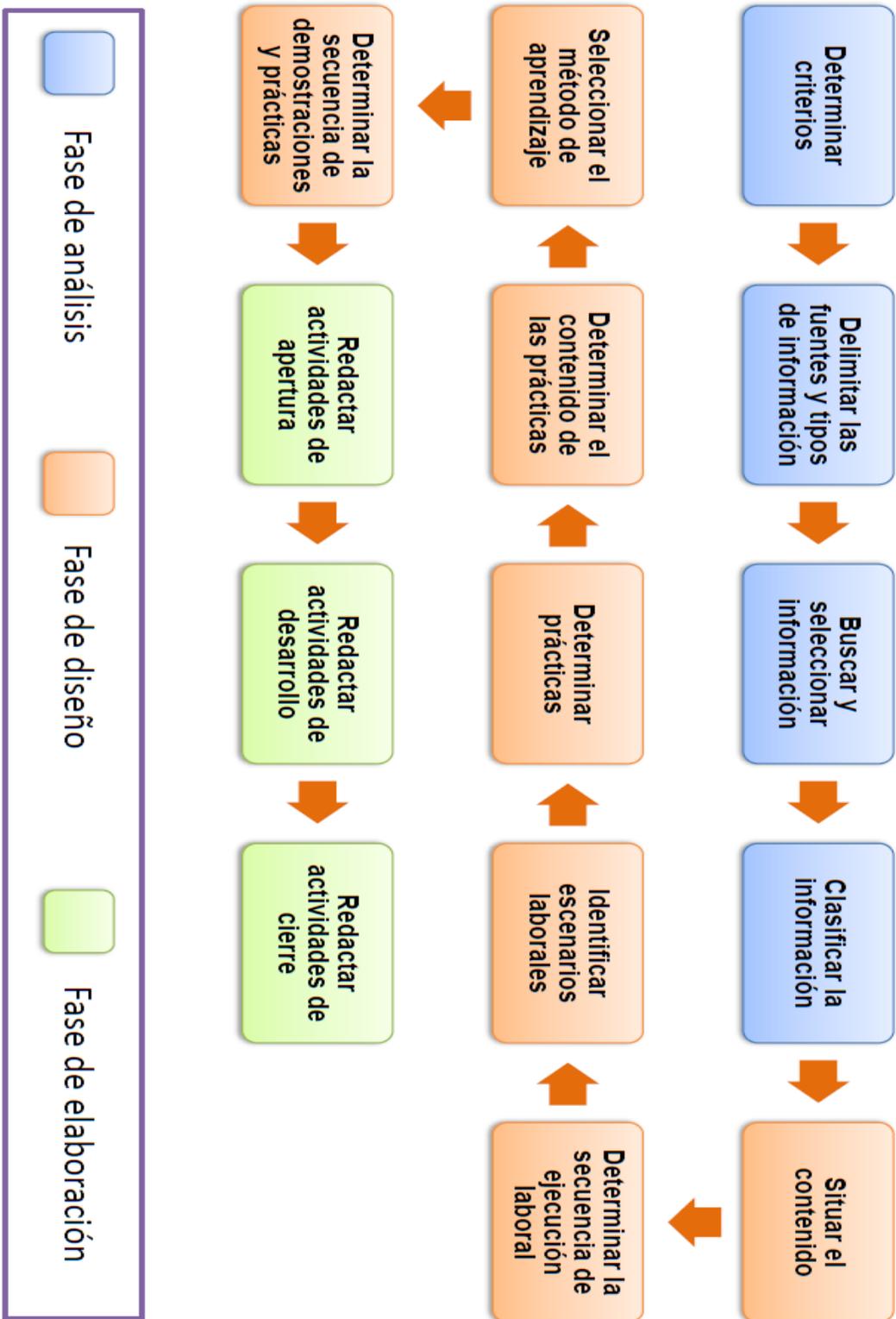
1. Realizar un libro de Excel para la solución del problema propuesto (incluir el uso de gráficos y funciones de Excel).
2. Realizar una Base de Datos en Access a partir de los datos del archivo de Excel mencionado anteriormente.
3. Crear los formularios pertinentes para realizar las siguientes acciones:
 - Agregar registro.
 - Eliminar registro.
 - Actualizar información de registro.

Nota: Cada formulario deberá contar con la opción de cerrar formulario, buscar registro e imprimir informe de la información mostrada.

4. Realizar un Documento de Texto en Word que incluya la información de cada una de las actividades anteriores. Dicho Documento deberá contar con lo siguiente:
 - Portada:
 - Nombre de la Materia: Conceptos y Protocolos de Enrutamiento
 - Nombre del Tema: Proyecto Final "Nombre de Proyecto"
 - Nombre del Maestro
 - Nombre de los Alumnos
 - Fecha
 - Índice (deberá actualizarse automáticamente mediante títulos)
 - Introducción (Propuesta del proyecto).
 - Pasos de Desarrollo del Proyecto.
 - Conclusión individual y por equipo.
 - Bibliografía (Formato APA, la bibliografía deberá ser de fuentes confiables, no se aceptará bibliografía de wikipedia, monografías, elrincondelvago y páginas similares).

Nota: El documento debe contar con numeración de páginas, encabezados, bordes de página, el uso de los estilos de título y hacer uso de las opciones de formato vistas durante el curso.

Anexo D. Mapa de actividades para la elaboración de estrategias didácticas para la Formación Profesional (SEP 2013)



Anexo E. Ejemplos de Relación de Competencias (SEP 2013)

Competencia genérica	Atributo	Explicación de la relación	Contenidos de TIC relacionados		
			Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.	6.1. Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.	Los contenidos y las competencias se relacionan cuando el alumno selecciona fuentes de información relevantes para su proyecto formativo respetando los derechos de autoría	Comprende la regulación jurídica como usuarios y consumidores de información en internet, para respetar la cobertura legal del derecho de autor y no infringirla.	Emplea buscadores en internet para localizar y elegir las fuentes de información para un propósito específico utilizando filtros con múltiples palabras clave y algún operador lógico.	Elige fuentes de información relevante y confiable respetando los derechos de autor para integrar al proyecto formativo.
4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.	Aplica distintas estrategias comunicativas según quienes sean sus interlocutores, el contexto en el que se encuentra y los objetivos que persigue.	Los contenidos y las competencias se relacionan cuando el alumno establece comunicación sincrónica y asincrónica para la gestión y desarrollo del proyecto formativo	Reconoce las convenciones que ordenan el comportamiento en espacios virtuales (netiqueta).	Utiliza el correo electrónico o el chat con propósitos académicos y/o personales.	Establece comunicación asincrónica necesaria para la gestión y desarrollo del proyecto formativo.
9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.	Atributo. Actúa de manera propositiva frente a fenómenos de la sociedad y se mantiene informado.	El alumno participa en un proyecto formativo para desarrollar una actitud responsable en problemas de interés mediante la creación de un blog o configuración de un facebook donde utiliza texto, video y fotografías para proponer soluciones al proyecto formativo.	Describe el impacto que tienen las redes sociales en los diferentes ámbitos (personal, familiar, educativo, laboral y comercial).	Utiliza redes sociales (youtube, blogs, twitter, facebook) con propósitos académicos.	Sustenta una postura personal sobre la seguridad en las redes sociales, reconociendo los propios prejuicios y modifica sus puntos de vista al conocer nuevas evidencias.

Anexo F. Tabla de Articulación de Competencias (SEP 2013)

Competencias disciplinares	Campo de comunicación						Campo de ciencias sociales	Campo de matemáticas
	1. Identifica, ordena e interpreta las ideas, datos y conceptos explícitos e implícitos en un texto, considerando el contexto en el que se generó y en el que se recibe.	4. Produce textos con base en el uso normativo de la lengua, considerando la intención y situación comunicativa.	5. Expresa ideas y conceptos en composiciones coherentes y creativas, con introducciones, desarrollo y conclusiones claras.	6. Argumenta un punto de vista en público de manera precisa coherente y creativa.	8.- Valora el pensamiento lógico en el proceso comunicativo en su vida cotidiana y académica.	12. Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para investigar, resolver problemas, producir materiales y transmitir información.		
Competencias genéricas								
1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.								
Administra los recursos disponibles teniendo en cuenta las restricciones para el logro de sus metas.	X	X			X		X	
4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.								
Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas.	X	X	X			X		X
Aplica distintas estrategias comunicativas según quienes sean sus interlocutores, el contexto en el que se encuentra y los objetivos que persigue.	X	X	X			X		
Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas.	X	X	X			X		
5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.								
Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.	X	X	X			X		X
Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.	X	X	X	X	X	X		X
Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo como cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.		X	X			X		
6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.								
Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.	X	X	X			X		
Reconoce los propios prejuicios, modifica sus puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.	X	X	X	X	X	X		
7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.								
Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimiento.	X	X	X	X	X	X		
8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.								
Asume una actitud constructivista congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.	X	X	X	X	X	X	X	X
Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.	X					X		
9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.								
Actúa de manera propositiva frente a fenómenos de la sociedad y se mantiene informado.	X	X	X	X	X	X	X	

Anexo G. Ejemplo de Rúbrica de Heteroevaluación.

Competencias	Escala de calificación o niveles					
	10 Excepcional	9 Admirable	8 Aceptable	7 En transición	6 Necesita Mejorar	5 Ausente
Competencia 1						
Competencia 2						
Competencia 3						
Competencia 4						
Competencia 5						
Competencia 6						
Competencia 7						
Competencia 8						
Competencia 9						
Competencia 10						
Competencia 11						

Anexo H. Ejemplo de Rúbrica de Coevaluación.

Dimensiones o categorías	Escala de calificación o niveles				
	10 Muy Buena	9 Buena	8 Regular	7 Mala	6 Muy Mala
La adquisición del conocimiento de mi compañero mediante la estrategia utilizada fue:					
El conocimiento que obtuvo mi compañero del tema de clase fue:					
En qué medida mi compañero cumplió con las actividades solicitadas.					
Consideré que el cumplimiento de los objetivos por parte de mi compañero fue:					
La participación e interés de mi compañero con la estrategia utilizada fue:					
Considero que el compromiso de mi compañero en la fase de preparación fue:					

Anexo I. Ejemplo de Rúbrica de Autoevaluación.

Dimensiones o categorías	Escala de calificación o niveles				
	10 Muy Buena	9 Buena	8 Regular	7 Mala	6Muy Mala
La adquisición del conocimiento mediante la estrategia utilizada fue:					
El conocimiento que obtuve del tema de clase fue:					
En qué medida cumplí con las actividades solicitadas.					
Consideró que el cumplimiento de los objetivos fue:					
Mi participación e interés con la estrategia utilizada fue:					
Considero que mi compromiso en la fase de preparación fue:					

Anexo J. Artículo CCITA 2015.

Sistema Clasificador de Recursos Educativos Basado en el Estilo de Aprendizaje y en las Competencias Genéricas de los Alumnos de Educación Media Superior

Humberto Muñoz Bautista¹, Alejandro Padilla Díaz¹, Julio Cesar Ponce Gallegos¹

¹Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad #940 Ciudad Universitaria C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., México
hmuntista@gmail.com, { apadilla, jcponce }@correo.uaa.mx

Resumen. En el presente trabajo muestra el desarrollo de un sistema clasificador de recursos educativos basándose en el perfil del usuario, el cual está dado por su estilo de aprendizaje (obtenido del test de Felder) y las competencias genéricas con que cuenta de la educación a nivel media superior. Este sistema es una herramienta para el maestro, la cual ayuda a encontrar los recursos educativos más apropiados para los alumnos de acuerdo a su perfil. La clasificación se realiza en base a un repositorio incluido en el sistema, el cual contendrá diferentes tipos de recursos educativos. El sistema clasificador trabaja tomando en cuenta el tipo de recurso definido en el metadato junto al peso asignado por la función, mostrando así los recursos educativos mejor adaptados al perfil del alumno.

Palabras Clave: Sistema Clasificador, recursos educativos, perfil de usuario, estilo de aprendizaje.

1 Introducción

De manera cotidiana, cuando nos encontramos frente a un problema complejo, recurrimos a diferentes personas con más experiencia o expertos en el área, para conocer y analizar sus ideas y puntos de vista. Lo que nos lleva a realizar un análisis de dicha información y agruparla mediante una clasificación para poder tomar una decisión hacia el problema que se desea resolver.

Llevando dicha problemática a un dominio en específico, las actividades con fines pedagógicos se implementan siguiendo técnicas instruccionales, siendo estas a su vez parte de ciertas estrategias [1] por lo que en la educación existe una gran diversidad y número de recursos educativos (materiales multimedia) que se son utilizados en el proceso de la enseñanza-aprendizaje y que forman parte de una notable contribución, en México este proceso a nivel medio superior actualmente se encuentra basado en competencias [2].

En base a esto y con la inclusión de la tecnología y el avance de la misma, dentro de nuestra vida diaria, se ha propuesto y desarrollado gran multitud de herramientas para la toma de decisiones, como lo son los sistemas expertos, redes neuronales, programas basados en árboles de decisión y sistemas clasificadores.

Los sistemas clasificadores son Sistemas Basados en Conocimiento con características tomadas del razonamiento humano, tales como auto aprendizaje y adaptación al medio ambiente, logradas estas a través del uso de técnicas inteligentes, como lo son las redes neuronales, la computación evolutiva, la lógica difusa, entre otras [3]. Según Goldberg los sistemas clasificadores son " un tipo particular de máquina de aprendizaje que aprende reglas". [3]

2 Estado del Arte

2.1 Sistemas Clasificadores

Los sistemas Clasificadores son una de las técnicas de inteligencia artificial que nos permite tratar los problemas de aprendizaje. Estos sistemas tienen sus inicios en 1975, cuando Holland presenta las ideas básicas de los mismos, indicando que los sistemas clasificadores utilizan a los algoritmos genéticos como heurísticas de búsqueda dentro del espacio de todas las reglas posibles [4].

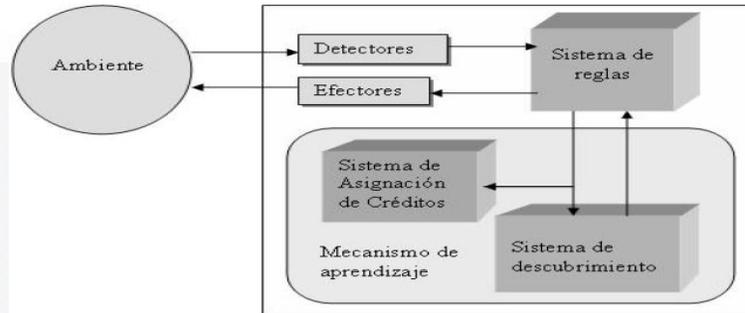


Fig. 1 Arquitectura de un Sistema Clasificador [3].

2.2 Árboles de Decisión

Los árboles de decisión son un modelo de predicción con el objetivo principal de tener un aprendizaje inductivo a partir de observaciones y construcciones lógicas.

El árbol de decisión se puede representar como una estructura que consiste de nodos, ramas y hojas, donde se tiene un nodo inicial llamado raíz, los nodos internos tienen atributos que los asocian con ramas para ir a otro nodo del árbol y por último las hojas que son nodos terminales que cuentan con la decisión a la que se desea llegar. Los árboles de decisión constituyen probablemente el modelo de clasificación más utilizado y popular [5].

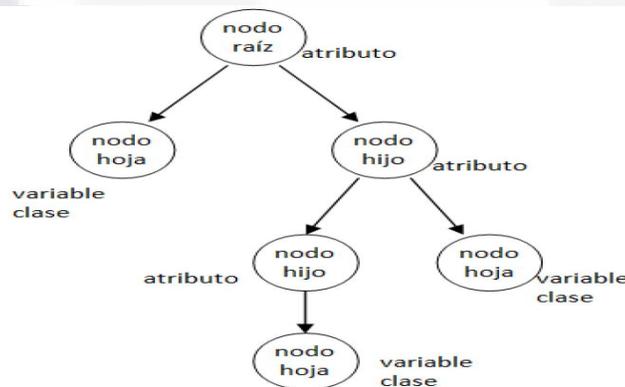


Fig. 2. Estructura de un árbol de decisión.

2.3 Recursos Educativos

Cuando hablamos de recursos educativos, tenemos que tomar en cuenta que existen aquellos que requieren de un pago para su utilización y los que son de libre acceso, tomando en cuenta este punto podemos tomar el concepto de recurso educativo abierto de la UNESCO: " En su forma más simple, el concepto de Recursos Educativos Abiertos, describe cualquier tipo de recurso (incluyendo planes curriculares, materiales de los cursos, libros de texto, vídeo, aplicaciones multimedia, secuencias de audio, y cualquier otro material que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje) que están plenamente disponibles para ser utilizados por parte de educadores y estudiantes, sin la necesidad de pago alguno por derechos o licencias para su uso. (UNESCO, 2011)" [6], por lo tanto un recurso educativo, es cualquier tipo de recurso que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para el presente trabajo haremos uso de los recursos educativos digitales (Objetos de aprendizaje, Realidad Virtual y Realidad Aumentada), contenidos dentro del repositorio del Sistema Clasificador, el cual los clasificara mediante el sistema de reglas y los pesos asignados por el Sistema de Asignación de Créditos, en base al perfil del usuario, que se encuentra dado por su tipo de aprendizaje y las competencias cumplidas de la educación media superior.

2.4 Test de Felder

El test de Felder es una prueba que determina el estilo de aprendizaje de una persona, fue propuesto por Felder & Silverman, el cual está conformado por 44 reactivos, a partir de los cuales se obtiene el estilo de aprendizaje basado en la recepción y el procesamiento de la información [7]. El cual presenta cuatro dimensiones: la Sensorial-Intuitiva hace referencia a la forma en que se prefiere recibir la información, la Visual-Verbal hace referencia al tipo de entrada que se prefiere; la Activa-Reflexiva implica las formas en que se prefiere procesar la información y la Global-Secuencial implica las formas en que se prefiere comprender la información. Es así que el modelo presenta ocho estilos distribuidos en cuatro dimensiones bipolares.

3 Arquitectura del Sistema Clasificador

Para el presente trabajo tomamos como base la arquitectura de un sistema clasificador presentado en la Fig.1, adaptándolo a las necesidades para la clasificación de recursos educativos basado en los tipos de aprendizaje y competencias de la educación media superior, dando como resultado la siguiente arquitectura, compuesta por cuatro módulos.

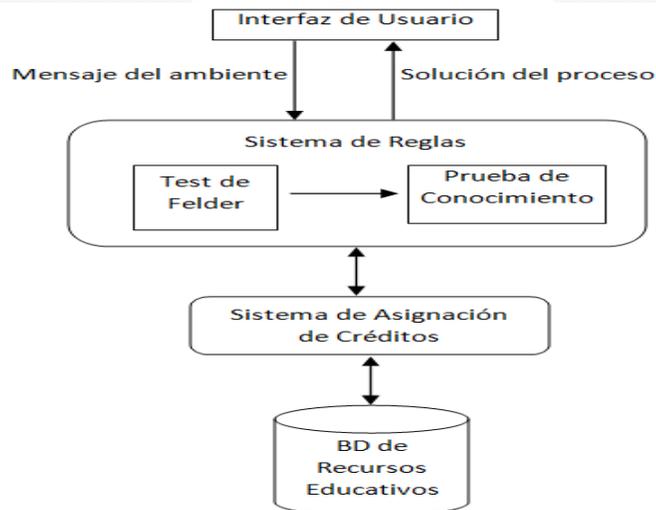


Fig. 3. Arquitectura del Sistema Clasificador propuesto.

Interfaz de Usuario. Es la encargada de presentar los medios al usuario para que este proporcione la información necesaria al sistema y una vez se tenga el resultado se encargara de mostrarlos al usuario.

Sistema de Reglas. Coordina el flujo de información dentro del sistema clasificador a partir de la información recibida del ambiente, para luego procesar tal información y generar una acción. Este subsistema cuenta con el modulo de una prueba de conocimientos, que servirá para obtener las competencias cumplidas por el usuario, y el modulo de test de Felder, el cual permite conocer el tipo de aprendizaje con el que cuenta el usuario. Mediante estas evaluaciones el sistema creara el árbol de decisión para su posterior análisis.

Sistema de Asignación de Créditos. Es el encargado de evaluar el crédito correspondiente de cada regla usada para obtener el recurso educativo correspondiente al perfil del usuario. Cuando la interfaz de usuario recibe toda la información del ambiente, la información pasa por el sistema de reglas para construir el árbol de decisión, para acotar la clasificación del sistema y reducir el cálculo del peso para cada recurso educativo; como nodos terminales el árbol de decisión contendrá los recursos educativos adecuados al perfil del usuario. Una vez se tenga el árbol de decisión se evaluarán los pesos para cada tipo de recurso educativo recomendados para el perfil del usuario mediante la siguiente función de peso.

$$p = \frac{\sum_{j=1}^n a_j x c_j}{n} \quad (1)$$

donde:

P=peso del recurso educativo en cuestión.

n= número de posibles recursos educativos agregados al árbol de decisión.

aj= valor adecuado para el estilo de aprendizaje del usuario.

cj= valor de las competencias a cumplir.

BD de Recursos Educativos. Repositorio de recursos educativos, el cual contiene recursos de realidad aumentada, realidad virtual y objetos de aprendizaje que clasificará el sistema de acuerdo al perfil del usuario. Cada recurso educativo cuenta con propiedades que indican el tipo de recurso del que se trata, contexto al que pertenece y que competencia favorece, dichas propiedades sirven para asignar al usuario el recurso educativo en cuestión mediante los pesos obtenidos en el sistema de asignación de crédito y las reglas cumplidas en el sistema de reglas.

4 Resultados

Durante el presente trabajo se llevó a cabo una serie de ejecuciones del sistema clasificador para poder observar el comportamiento de la arquitectura propuesta y poder comprobar que el funcionamiento del clasificador resultaba adecuado. Para dichas pruebas se hizo uso de una simulación para obtener las respuestas tanto para el Test de Felder como para las competencias que se deberían cumplir, esto mediante la clase Random de C# para generar números pseudoaleatorios, posteriormente con estos resultados el sistema de asignación de créditos calculaba el peso de los recursos educativos de la base de datos, para este primer ejercicio se tomaron objetos de aprendizaje del repositorio FLOR [8], los cuales dentro de sus metadatos cuentan con el tipo de recurso de aprendizaje al que pertenecen. Mediante la generación de dichos números aleatorios se obtuvo un vector que contiene las respuestas para el Test de Felder, una muestra se puede observar en la Tabla 1. Dicha simulación realizaría el trabajo de la interacción entre la interfaz de usuario y el sistema de reglas.

Tabla 1. Muestra del vector de resultados para el Test de Felder.

Índice	Estilo de Aprendizaje
1	Visual de Grado Fuerte
2	Reflexivo Moderado
3	Equilibrio Visual- Verbal
4	Secuencial de Grado Fuerte
5	Secuencial Moderado
6	Activo de Grado Fuerte

Posteriormente se generaba un segundo vector con respuestas de números aleatorios para simular la obtención de las competencias genéricas que expresan el perfil del estudiante de educación media superior, las cuales están conformadas por 11 competencias [2]. Para dicho vector se coloca un 0 cuando no se cumple la competencia y un 1 cuando la competencia se cumple, se puede observar un vector sobre las competencias en la Tabla 2, donde la correspondencia con las competencias genéricas para la educación media superior es la siguiente:

1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.
2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.
3. Elige y practica estilos de vida saludables.
4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.
5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.
7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.
8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.
9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.
10. Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.
11. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.

Tabla 2. Vector de Competencias Genéricas.

Índice (Competencia)	Respuesta
1	0
2	1
3	1
4	1
5	1
6	0
7	0
8	1
9	1
10	0
11	0

Tomando como base estos resultados, se calcula el peso de los Recursos Educativos, mediante la ecuación 1 mostrada, asignándole un valor de prioridad al recurso que está dado por 1 y 4 dependiendo del estilo de aprendizaje para el cual se va a recomendar (**aj**), si el recurso cuenta con el metadato correspondiente al tipo de aprendizaje obtenido se le asigna un valor de 4, de otra manera se le otorga un 1. Mientras que para el valor **cj** se asigna un valor de prioridad (entre 1 y 11) de acuerdo al orden de cumplimiento de la competencia; para el vector anterior, las competencias que no cumple el alumno son: 1,6,7,10 y 11, y como se desea que las competencias se cumplan en orden ascendente de acuerdo a las competencias genéricas, se le asigna la prioridad de manera inversa empezando por el valor más alto que sería 11, a la competencia 1, el valor de 10 a la competencia 6 y así sucesivamente hasta asignarle a todas las competencias no cumplidas un valor.

Para determinar los valores correspondientes a las variables **aj** y **cj**, el sistema de reglas toma los valores del Test de Felder y las competencia, a partir de las cuales hace la asignación de créditos y construye el árbol de decisión con los recursos de aprendizaje que cumplan con las reglas del sistema. Un ejemplo de regla del sistema sería la siguiente:

- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= video o animación Entonces $aj= 4$
- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= libro electrónico con imágenes Entonces $aj= 2$
- Si $competencia1=0$ y metadato tipo= resolución de problemas Entonces $cj=11$

Una vez terminados de asignar dichos valores se realizará el cálculo correspondiente para obtener el peso del objeto de aprendizaje, el cual permitirá su clasificación, de tal manera que aquel objeto de aprendizaje que obtenga el valor más alto, será el que se adecue mejor a las necesidades del usuario, de acuerdo a su estilo de aprendizaje y a las competencias que requiere cumplir. Algunos resultados obtenidos de las simulaciones, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados del sistema clasificador, indicando el recurso asignado en base al estilo de aprendizaje y las competencias que necesita el alumno.

Simulación	Tipo de Aprendizaje del Usuario	Competencias sin cumplir	Tipo de recurso del Objeto de Aprendizaje con la Clasificación 1
1	Visual de Grado Fuerte	1,6,7,10,11	Video
2	Reflexivo Moderado	4,5,7	Hipertexto
3	Equilibrio Visual- Verbal	2,5,8,9	Animación
4	Secuencial de Grado Fuerte	3,8	Software educativo
5	Secuencial Moderado	-	Software educativo
6	Activo de Grado Fuerte	11	Experimento práctico

5 Conclusiones

En el presente trabajo se presenta la arquitectura y una simulación de prueba de un sistema clasificador de objetos de aprendizaje. Dicha arquitectura se muestra como una arquitectura compuesta por cuatro módulos donde se permite separar los componentes de presentación, cálculo y almacenamiento, teniendo un desarrollo por niveles, lo que permitiría agregar más reglas, pruebas y recursos educativos al clasificador posteriormente. Con los resultados obtenidos en las simulaciones se puede tomar en cuenta que el sistema realiza una clasificación pertinente de acuerdo a los datos de entrada, por lo que en un futuro se pretende extender las reglas de clasificación y el número de recursos educativos que se clasificarían, para obtener un sistema clasificador mucho más completo. Una de las ideas principales de la clasificación es generar un resultado satisfactorio para que sirva como guía de tomas de decisiones en la forma de generar conocimiento y también en la forma de conocer el comportamiento de los individuos bajo cierto análisis detallado que se puede dar con la simulación y la clasificación de competencias individuales.

Referencias

1. Sprock, A. M. S.; Gallegos, J. C. P.; Calderón, M. D. V.: Sistema recomendador de técnicas instruccionales basado en objetivos pedagógicos (ReTIBO). *Educere*, 18(60), 281-287 (2014)
2. Secretaría de Educación Pública. Las Competencias Genéricas en el Estudiante del Bachillerato General. <http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/00-otros/cg-e-bg.pdf> (2013). Accedido el 15 de abril de 2015
3. González ;, Aguilar J.: *Sistemas Clasificadores en Sistemas de Control: Prueba del Mecanismo Adaptativo*, XIII CLCA/VI CAC, Mérida – Venezuela. (2008)
3. Holland, J.: *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press (1975)
5. Barrientos, M. R. E.; Cruz, R. N.; Acosta, M. G. H.; Rabatte, S. I.; Gogeochea, T, Ma. C.; Pavón, L. P.; Blázquez, M. S. L. : Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico. *Revista Médica de la Universidad Veracruz*, 9(2), 19-24 (2009)
6. Ministerio de Educación Nacional. *Recursos Educativos Digitales Abiertos*. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Graficando Servicios Integrados. <http://www.colombiaprende.edu.co/rede/REDA2012.pdf> (2012). Accedido el 25 de abril de 2015
7. Martínez, V. J. S.; : *La Minería de Datos en Educación Matemática Relación entre Estilos de Aprendizaje y Desempeño Académico*. Universidad Nacional De Colombia (2011)
8. FLOR, <http://laflor.laclo.org/>. Accedido el 15 de abril de 2015

Clasificación de Recursos Educativos a través de un Sistema Basado en el Estilo de Aprendizaje y las Competencias de los Alumnos de Educación Media Superior.

Humberto Muñoz Bautista¹, Humberto Muñoz Suárez², Alejandro Padilla Díaz¹, Julio Cesar Ponce Gallegos¹

¹Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad #940 Ciudad Universitaria C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., México

²Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios N° 168, Río Rhin s/n Fraccionamiento Colinas del Río C.P. 20010, Aguascalientes, Ags., México

hmuntista@gmail.com, humusuel@hotmail.com, {apadilla, jcponce}@correo.uaa.mx

***Abstract.** This paper shows the development of a classification system of educational resources based on the user profile, which takes into account their learning style (obtained from test Felder) and the skills that the student meets of the middle high education. This system will be a tool to assess the campus that wanted to enter the SNB, the tool allows you to find the most appropriate educational resources for students according to their profile and generic skills of the middle high education. The search will be performed in a repository included in the system, which will contain different types of educational resources with their respective metadata. This metadata next to the weight assigned in the classification system will allow the recovery of the best educational resources tailored student profile.*

***Resumen.** En el presente trabajo se muestra el desarrollo de un sistema clasificador de recursos educativos basado en el perfil del usuario, el cual toma en cuenta su estilo de aprendizaje (obtenido del test de Felder) y las competencias que el alumno cumple de la educación media superior. Este sistema será una herramienta que permita evaluar al plantel que desee ingresar al SNB, la herramienta permite encontrar los recursos educativos más apropiados para los alumnos de acuerdo a su perfil y a las competencias genéricas de la educación media superior. La búsqueda se realizará en un repositorio incluido en el sistema, el cual contendrá diferentes tipos de recursos educativos con sus respectivos metadatos. Estos metadatos junto al peso asignado en el sistema clasificador permitirán la recuperación de los recursos educativos mejor adaptados al perfil del alumno.*

1. Introducción

De manera cotidiana, cuando nos encontramos frente a un problema complejo, recurrimos a diferentes personas con más experiencia o expertos en el área del problema, para conocer y analizar sus ideas y puntos de vista. Lo que nos lleva a realizar un análisis de dicha información y agruparla mediante una clasificación para poder tomar una decisión hacia el problema que se desea resolver.

Llevando dicha problemática a un dominio en específico, las actividades con fines pedagógicos se implementan siguiendo técnicas instruccionales, siendo estas a su vez parte de ciertas estrategias[Silva, Ponce y Villalpando 2014] por lo que en la educación existe una gran diversidad y un gran número de recursos educativos (materiales multimedia) que se pueden o están utilizando en el proceso de la enseñanza y/o que forman parte de una notable contribución para el proceso de enseñanza-aprendizaje, en México este proceso está sufriendo una serie de reformas que buscan privilegiar el logro de competencias por parte de los alumnos, en la educación media superior una de tales reformas es la implementación del Sistema Nacional de Bachillerato, el cual busca utilizar las metodologías del constructivismo: estudio de casos, trabajo en proyectos y solución de problemas, mismos que facilitan el logro de competencias en los alumnos[SEP 2013].

Para comprender qué es el SNB, vale la pena decir que la SEP, junto con las secretarías de educación de todas las entidades federativas y de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior(ANUIES), vienen implementando una política de(a) largo plazo para elevar la calidad de la educación. En ese marco se ha llevado a cabo la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), que tiene entre sus principales propósitos impulsar un cambio cualitativo, orientándola hacia el desarrollo de competencias, la mejora en la organización y las condiciones de operación de los planteles. Dado que el proceso educativo se realiza en ámbitos y condiciones múltiples, así como en una gran diversidad de modelos educativos, necesariamente este cambio se verá concretado por etapas y durante cierto tiempo, pasando por el nivel de subsistema y de plantel, hasta que llegue al más importante, que es el nivel del aula. Sitio donde se pretende implementar el Sistema Clasificador para ayudar al logro de la implementación de este proceso.

El Sistema Nacional del Bachillerato es una pieza fundamental de la RIEMS, porque permitirá ir acreditando la medida en la cual los planteles y los subsistemas realizan los cambios previstos en la reforma. Los planteles que ingresan al SNB son los que han acreditado un elevado nivel de calidad en relación a la implementación del modelo educativo basado en competencias. Para ello se someten a una evaluación exhaustiva por parte del Consejo para la Evaluación de la Educación del Tipo Medio Superior (COPEEMS), que es el organismo con independencia técnica creado para ese efecto.

Un plantel que es miembro del SNB puede demostrar que ha concretado hasta un determinado nivel los cambios previstos en la RIEMS, todos ellos de gran profundidad y que darán beneficios a sus educandos. Esos cambios atienden a los siguientes aspectos [SEMS 2014]:

- Planes y programas ajustados a la educación por competencias y al desarrollo de los campos del conocimiento que se han determinado necesarios, conforme a la RIEMS.
- Docentes que deben reunir las competencias previstas por la RIEMS.
- Organización de la vida escolar apropiada para el proceso de aprendizaje, la seguridad y en general el desarrollo de los alumnos.
- Instalaciones materiales suficientes para llevar a cabo el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias.

En base a esto y con la inclusión de la tecnología y el avance de la misma, dentro de nuestra vida diaria, se ha propuesto y desarrollado gran multitud de herramientas para la toma de decisiones, como lo son los sistemas expertos, redes neuronales, programas basados en árboles de decisión y sistemas clasificadores.

Los sistemas clasificadores son Sistemas Basados en Conocimiento con características tomadas del razonamiento humano, tales como auto aprendizaje y adaptación al medio ambiente, logradas estas a través del uso de técnicas inteligentes, como lo son las redes neuronales, la computación evolutiva, la lógica difusa, entre otras [González y Aguilar 2008]. Según Goldberg los sistemas clasificadores son " un tipo particular de máquina de aprendizaje que aprende reglas". [González y Aguilar 2008].

2. Estado del Arte

2.1. Sistemas Clasificadores

Los sistemas Clasificadores son una de las técnicas de inteligencia artificial que nos permite tratar los problemas de aprendizaje. Estos sistemas tienen sus inicios en 1975, cuando Holland presenta las ideas básicas de los mismos, indicando que los sistemas clasificadores utilizan a los algoritmos genéticos como heurísticas de búsqueda dentro del espacio de todas las reglas posibles [Holland 1975]. En la figura 1 se muestra la arquitectura de un Sistema Clasificador de acuerdo a [González y Aguilar 2008].

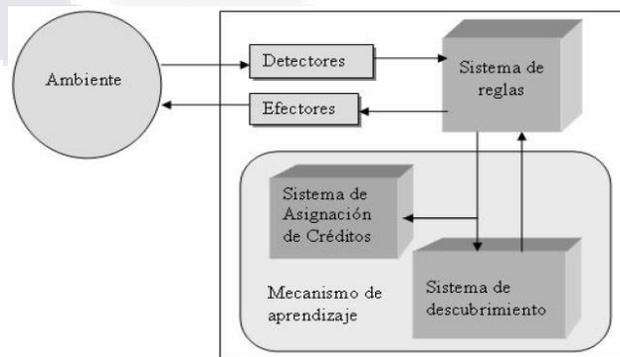


Figura 1. Arquitectura de un Sistema Clasificador [González y Aguilar 2008].

2.2. Árboles de Decisión

Los árboles de decisión son un modelo de predicción con el objetivo principal de tener un aprendizaje inductivo a partir de observaciones y construcciones lógicas.

El árbol de decisión se puede representar como una estructura (mostrada en la figura 2) que consiste de nodos, ramas y hojas, donde se tiene un nodo inicial llamado raíz, los nodos internos tienen atributos que los asocian con ramas para ir a otro nodo del árbol y por último las hojas que son nodos terminales que cuentan con la decisión a la que se desea llegar. Los árboles de decisión constituyen probablemente el modelo de clasificación más utilizado y popular [Barrientos et. al. 2009].

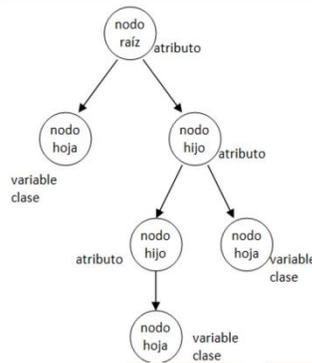


Figura 2. Estructura de un árbol de decisión.

2.2. Recursos Educativos

Cuando hablamos de recursos educativos, tenemos que tomar en cuenta que existen aquellos que requieren de un pago para su utilización y aquellos que son de libre acceso, tomando en cuenta este punto podemos tomar el concepto de recurso educativo abierto de la UNESCO: " En su forma más simple, el concepto de Recursos Educativos Abiertos, describe cualquier tipo de recurso (incluyendo planes curriculares, materiales de los cursos, libros de texto, vídeo, aplicaciones multimedia, secuencias de audio, y cualquier otro material que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje) que están plenamente disponibles para ser utilizados por parte de educadores y estudiantes, sin la necesidad de pago alguno por derechos o licencias para su uso. (UNESCO, 2011)" [Ministerio de Educación Nacional 2015], por lo que podemos tomar que un recurso educativo, es cualquier tipo de recurso que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para el presente trabajo haremos uso de los recursos educativos digitales (Objetos de aprendizaje, Realidad Virtual y Realidad Aumentada), contenidos dentro del repositorio del Sistema Clasificador, el cual los clasificara mediante el sistema de reglas y los pesos asignados por el Sistema de Asignación de Créditos, en base al perfil del usuario, que se encuentra dado por su tipo de aprendizaje y las competencias cumplidas de la educación media superior.

2.3. Trabajos relacionados con la recomendación de recursos educativos.

Salazar et al. [Salazar, 2014] desarrollan un Sistema Multi-Agente para Recomendación de Recursos Educativos, en el sistema la recomendación se realiza en el Agente recomendar de recursos educativos, dicho agente hace uso del servicio proporcionado por el sistema BROA (Búsqueda y Recomendación de Objetos de Aprendizaje), el cual dirige la consulta del recurso educativo basándose en la manera como aprende cada persona utilizando los estilos de Felder y Silverman [Martínez, 2011]. Silva et al. [Silva, 2014] presentan un Sistema de recomendador (ReTIBO) de técnicas instruccionales basado en objetivos pedagógicos, para realizar la recomendación realizan un método donde el profesor define los objetivos de aprendizaje, y seguidamente el Método selecciona los procesos cognitivos implicados en los objetivos definidos por el profesor, posteriormente, utilizando un modelo matemático, se seleccionan, de una población de 67 técnicas instruccionales, las más adecuadas a los procesos cognitivos y el estilo de aprendizaje. Siguiendo la línea de la recomendación de recursos educativos, nos encontramos con un trabajo de Primo et al. [Primo 2013] donde hacen uso del estándar brasileño de metadatos OBAA (OBjetos de Aprendizagem baseados em Agentes) para los Objetos de Aprendizaje, dicho estándar es una extensión del estándar IEEE-LOM hecho para la interoperabilidad entre plataformas digitales como TV digital, plataformas Web y dispositivos móviles. Combinado a dicho estándar analizan el uso de técnicas de la Web semántica para la recomendación. Mediante el uso de dichas técnicas los autores proponen un modelo basado en ontologías para la representación de los metadatos, para lo cual hacen uso de archivos OWL (Web Ontology Language). Lo que les otorga algunas características de interoperabilidad.

3. Arquitectura del Sistema Clasificador de Recursos Educativos Propuesto

Para el presente trabajo tomamos como base la arquitectura de un sistema clasificador presentado en la Fig.1, adaptándolo a las necesidades para la clasificación de recursos educativos basado en los tipos de aprendizaje y competencias de la educación media superior, dando como resultado la siguiente arquitectura, compuesta por cuatro módulos.

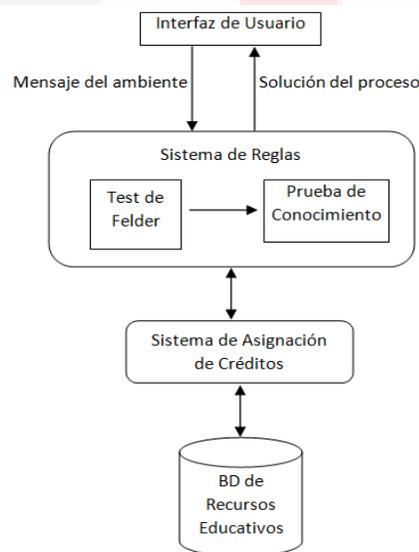


Figura 3. Arquitectura del Sistema Clasificador propuesto.

3.1. Interfaz de Usuario.

Es la encargada de presentar los medios al usuario para que este proporcione la información necesaria al sistema y una vez se tenga el resultado se encargara de mostrarlos al usuario.

3.2. Sistema de Reglas.

Coordina el flujo de información dentro del sistema clasificador a partir de la información recibida del ambiente, para luego procesar tal información y generar una acción. Este subsistema cuenta con el modulo de una prueba de conocimientos, que servirá para obtener las competencias cumplidas por el usuario, y el modulo de test de Felder, el cual permite conocer el tipo de aprendizaje con el que cuenta el usuario. Mediante estas evaluaciones el sistema crea el árbol de decisión para su posterior análisis.

3.2. Sistema de Asignación de Créditos.

Es el encargado de evaluar el crédito correspondiente de cada regla usada para obtener el recurso educativo correspondiente al perfil del usuario. Cuando la interfaz de usuario recibe toda la información del ambiente, la información pasa por el sistema de reglas para construir el árbol de decisión, para acotar la clasificación del sistema y reducir el cálculo del peso para cada recurso educativo; como nodos terminales el árbol de decisión contendrá los recursos educativos adecuados al perfil del usuario. Una vez que se tiene el árbol de decisión se evaluarán los pesos para cada tipo de recurso educativo recomendados para el perfil del usuario mediante la siguiente función de peso (Ver ecuación 1).

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot c_j}{n} \quad (2)$$

donde:

P= peso del recurso educativo en cuestión.

n= número de posibles recursos educativos agregados al árbol de decisión.

a= valor adecuado para el estilo de aprendizaje del usuario.

c= valor de las competencias a cumplir.

x= índice de sumatoria.

$i = \{1,2,3,4\} \forall i \in a$

$j = \{1,2, \dots, 11\} \forall j \in c$

3.2. BD de Recursos Educativos.

Repositorio de recursos educativos, el cual contiene recursos de realidad aumentada, realidad virtual y objetos de aprendizaje para obtener el más adecuado de acuerdo al perfil del usuario. Cada recurso educativo contara con diversas propiedades, dichas propiedades servirán para asignarla al usuario mediante los pesos obtenidos en el sistema de asignación de crédito y las reglas cumplidas en el sistema de reglas.

4. Resultados

Durante el presente trabajo se llevó a cabo una serie de ejecuciones del sistema clasificador para poder observar el comportamiento de la arquitectura propuesta y poder comprobar que el funcionamiento del clasificador resultaba adecuado. Para dichas pruebas se hizo uso de una simulación para obtener las respuestas tanto para el Test de Felder como para las competencias que se deberían cumplir, esto mediante la clase Random de C# para generar números pseudoaleatorios, posteriormente con estos resultados el sistema de asignación de créditos calcula el peso de los recursos educativos de la base de datos, para este primer ejercicio se tomaron objetos de aprendizaje del repositorio FLOR, los cuales dentro de sus metadatos cuentan con el tipo de recurso de aprendizaje al que pertenecen. Mediante la generación de dichos números aleatorios se obtuvo un vector que contiene las respuestas para el Test de Felder, una muestra se puede observar en la Tabla 1. Dicha simulación realizaría el trabajo de la interacción entre la interfaz de usuario y el sistema de reglas.

Tabla 1. Muestra del vector de resultados para el Test de Felder.

Índice	Estilo de Aprendizaje
1	Visual de Grado Fuerte
2	Reflexivo Moderado
3	Equilibrio Visual- Verbal
4	Secuencial de Grado Fuerte
5	Secuencial Moderado
6	Activo de Grado Fuerte

Posteriormente se genera un segundo vector con respuestas de números aleatorios para simular la obtención de las competencias genéricas que expresan el perfil del estudiante de educación media superior, las cuales están conformadas por 11 competencias[SEP 2013]. Para dicho vector se coloca un 0 cuando el alumno no cumple la competencia y un 1 cuando la competencia se cumple, se puede observar un vector sobre las competencias en la Tabla 2, donde la correspondencia con las competencias genéricas para la educación media superior es la siguiente:

1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.
2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.
3. Elige y practica estilos de vida saludables.

4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.
5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.
7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.
8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.
9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.
10. Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.
11. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.

Tabla 2. Vector de Competencias Genéricas.

Índice (Competencia)	Respuesta
1	0
2	1
3	1
4	1
5	1
6	0
7	0
8	1
9	1
10	0
11	0

Tomando como base estos resultados, se calcula el peso de los Objetos de Aprendizaje (o recursos educativos), mediante la ecuación 1 mostrada anteriormente, donde al objeto de aprendizaje se le asigna un valor de prioridad (a_j , entre 1 y 4) determinado por el tipo de aprendizaje para el que se recomienda, si el objeto de aprendizaje contaba con el metadato correspondiente al tipo de aprendizaje obtenido se le asignaba un valor de 4, mientras que si no tenía nada de relación se le otorgaba un 1. Mientras que para el valor c_j se asigna un valor de prioridad (entre 1 y 11) de acuerdo al orden de cumplimiento de la competencia; para el vector anterior, las competencias que no se cumplen son la 1,6,7,10 y 11, y como se desea que las competencias se cumplan en orden a la competencia 1 se le asignará el valor más alto que sería 11, a la competencia 6 se le asigna un 10, a la competencia 7 se le asigna un 9, a la competencia 10 se le asigna un 8 y a la competencia 11 un 7, por lo que aquellos objetos de aprendizaje que resulten útiles para cumplir con la competencia 4, tendrán un valor más alto para la prioridad c_j .

Para determinar los valores correspondientes a las variables a_j y c_j , el sistema de reglas tomaría los valores del Test de Felder y del Test de conocimiento para evaluar los resultados y construir el árbol de decisión con los objetos de aprendizaje que cumplan con las reglas del sistema. Un ejemplo de regla del sistema sería la siguiente:

- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= video o animación Entonces $a_j = 4$
- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= libro electrónico con imágenes Entonces $a_j = 2$
- Si $competencia_1 = 0$ y metadato tipo= resolución de problemas Entonces $c_j = 11$

Una vez terminados de asignar dichos valores se realizará el cálculo correspondiente para obtener el peso del objeto de aprendizaje, el cual permitirá su clasificación, de tal manera que aquel objeto de aprendizaje que obtenga el valor más alto, será el que se adecue mejor a las necesidades del usuario, de acuerdo a su estilo de aprendizaje y a las competencias que requiere cumplir. Algunos resultados obtenidos de las simulaciones, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados del simulador con el sistema clasificador, indicando el recurso asignado en base al estilo de aprendizaje y las competencias que no ha cumplido el usuario.

Simulación	Tipo de Aprendizaje del Usuario	Competencias sin cumplir	Tipo de recurso del Objeto de Aprendizaje con la Clasificación 1
1	Visual de Grado Fuerte	1,6,7,10,11	Video
2	Reflexivo Moderado	4,5,7	hipertexto
3	Equilibrio Visual- Verbal	2,5,8,9	Animación
4	Secuencial de Grado Fuerte	3,8	Software educativo
5	Secuencial Moderado	-	Software educativo
6	Activo de Grado Fuerte	11	Experimento práctico

5. Conclusiones

En el presente trabajo se muestra la arquitectura propuesta de un sistema clasificador de objetos de aprendizaje tomando en cuenta el estilo de aprendizaje del alumno y las competencias genéricas que necesita desarrollar a nivel medio superior. Dicha arquitectura está compuesta por cuatro módulos, donde se separan los componentes de presentación, cálculo y almacenamiento, teniendo un desarrollo por niveles, lo que permite agregar más reglas, pruebas y recursos educativos al sistema clasificador posteriormente. Con los resultados obtenidos de la experimentación se puede tomar en cuenta que el sistema realiza una clasificación pertinente de acuerdo a los datos de entrada, en la tabla 3 podemos observar como el sistema asigna un tipo de recurso para el estudiante. Como trabajo futuro se pretende extender las reglas de clasificación y el número de recursos educativos utilizados, para obtener un sistema clasificador mucho más completo. Una de las ideas principales del presente trabajo es proporcionar una herramienta al sistema educativo nacional que permita no solo medir el logro de las competencias de los alumnos en el nivel bachillerato, sino que evalué a los planteles en su ingreso al SNB, y a los

distintos niveles educativos que conforman la secretaria de educación pública(SEP) mediante la medición del cumplimiento de las competencias establecidas.

Referencias

- Barrientos, R. E., Cruz, N., Acosta, G. H., Rabatte, I., Gogeochea, Ma. C., Pavón, P., Blázquez, S. L. (2009). "Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico". *Revista Médica de la Universidad Veracruz*, 9(2), 19-24.
- González, J. (2008) "Sistemas Clasificadores en Sistemas de Control: Prueba del Mecanismo Adaptativo", XIII CLCA/VI CAC, Mérida – Venezuela.
- Holland, J. (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press.
- MEN (2012) "Recursos Educativos Digitales Abiertos. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Graficando Servicios Integrados.", Ministerio de Educación Nacional (MEN), <http://www.colombiaaprende.edu.co/reda/REDA2012.pdf>, Abril.
- Primo, T. T., Behr, A., Vicari, R. M. (2013) "A Semantic Web Approach to Recommend Learning Objects", en *Highlights on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems*, in *Computer and Information Science*, J. M. Corchado, J. Bajo, J. Kozlak, P. Pawlewski, J. M., Molina, V. Julian, R., A., Silveira, R., Unland, y S. Giroux, Eds., Springer Berlin Heidelberg, Volume 365, 2013, pp 340-350.
- Salazar, O. M., Ovalle, D. A., Duque N. D. (2014), "Sistema Multi-Agente para Recomendación de Recursos Educativos utilizando Servicios de Awareness y Dispositivos Móviles", LACLO 2014, Manizales, Colombia.
- SEP (2013) "Las Competencias Genéricas en el Estudiante del Bachillerato General", Secretaría de Educación Pública (SEP), <http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/00-otros/cg-e-bg.pdf>, Abril.
- SEMS (2014) "SNB - Sistema Nacional de Bachillerato ", Subsecretaría de Educación Media Superior (SEP), http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema_nacional_bachillerato, Abril.
- Silva, A. M., Ponce, J. C., Villalpando, M. D. (2014) "Sistema recomendador de técnicas instruccionales basado en objetivos pedagógicos" (ReTIBO). *Educere*, 18(60), 281-287.
- Martínez, J. S. (2011), "La Minería de Datos en Educación Matemática Relación entre Estilos de Aprendizaje y Desempeño Académico". Universidad Nacional De Colombia

Accomplishment of Generic Skills of the Middle Higher Education with the use of System SiCRE

Humberto Muñoz Bautista¹,
Alejandro Padilla Díaz², Julio
Cesar Ponce Gallegos³
Departamento de Ciencias de la
Computación
Universidad Autónoma de
Aguascalientes
Aguascalientes, Ags., México
hmuntista@gmail.com¹,
{apadilla²,jcponce³}@correo.uaa.mx

Humberto Muñoz Suárez
Departamento de Servicios
Docentes
Centro de Bachillerato Tecnológico
Industrial y de Servicios N° 168
Aguascalientes, Ags., México
humusuel@hotmail.com

José Alberto Hernández Aguilar
Facultad de Contaduría,
Administración e Informática
Universidad Autónoma del Estado
de Morelos
Cuernavaca, Mor., México
jose_hernandez@uaem.mx

Abstract— This paper shows the development and obtained results of a classification system of educational resources based on the user profile, which takes into account their learning style (obtained from test Felder) and the skills that the student meets of the middle high education. This system will be a tool to assess the campus that wanted to enter the Sistema Nacional de Bachillerato (SNB), the tool allows you to find the most appropriate educational resources for students according to their profile and generic skills of the middle high education, therefore, it is both a tool to support the teacher. The search will be performed in a repository included in the system, which will contain different types of educational resources with their respective metadata. This metadata next to the weight assigned in the classification system will allow the recovery of the best educational resources tailored student profile.

Keywords—Sistema Clasificador; Recursos Educativos; Estilo de Aprendizaje; Competencias Genéricas; Educación Media Superior.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de técnicas didácticas en el proceso de aprendizaje grupal implica visualizar al instructor y capacitando como seres sociales y miembros de un grupo de aprendizaje. Hablar de aprendizaje grupal permite propiciar que los miembros del grupo, logren un aprendizaje activo, significativo y participativo, así como el desarrollo de habilidades, el sentido de cooperación y el intercambio de ideas y sentimientos; es decir, que los participantes, se desarrollan, crezcan, y establezcan nuevas formas de relacionarse para lograr los aprendizajes que permitan demostrar las competencias propuestas en los cursos.

Bajo esta visión del aprendizaje grupal, el docente, se convierte en un coordinador o guía del proceso de aprendizaje de los participantes para lo cual, necesita conocer los procesos grupales e individuales y la dinámica a la que dan lugar, y saber que su papel con

respecto a la información consiste en orientarla; facilitar su adquisición y fomentar su desarrollo; despertar el interés y la motivación por que aquella se incorpore a experiencias previamente obtenidas.

El nuevo entorno de la sociedad del conocimiento brinda oportunidades extraordinarias para innovaciones orientadas al desarrollo de nuevas modalidades educativas más adecuadas, dentro de una concepción de educación integral que abarque la formación de la afectividad, la expresión artística, la interacción social y el ejercicio de los diferentes tipos de inteligencia.

Las últimas investigaciones en la neurofisiología y en la psicología han dado como resultado un nuevo enfoque sobre cómo los seres humanos aprendemos: no existe una sola forma de aprender, cada persona tiene una forma o estilo particular de establecer relación con el mundo y por lo tanto para aprender. Con respecto a este enfoque, se han desarrollado distintos modelos que aproximan una clasificación de estas distintas formas de aprender.

La riqueza del material contenido en el presente documento, consiste en que su utilidad no sólo es aplicable al aula y a los estudiantes, sino que también es aplicable a cualquier persona, ya que todos nos encontramos en un continuo proceso de aprendizaje y conocer qué estilo prevalece en nosotros nos da una vía para perfeccionar la manera en que aprendemos y de desarrollar aquellos estilos que no hemos ejercitado.

De manera cotidiana, cuando nos encontramos frente a un problema complejo, recurrimos a diferentes personas con más experiencia o expertos en el área del problema, para conocer y analizar sus ideas y puntos de vista. Lo que nos lleva a realizar un análisis de dicha información y agruparla mediante una clasificación para poder tomar una decisión hacia el problema que se desea resolver (Muñoz, Muñoz, Padilla y Ponce 2015).

Llevando dicha problemática a un dominio en específico, las actividades con fines pedagógicos se implementan siguiendo técnicas instruccionales, siendo estas a su vez parte de ciertas estrategias (Silva, Ponce y Villalpando 2014) por lo que en la educación existe una gran diversidad y un gran número de recursos educativos (materiales multimedia) que se pueden o están utilizando en el proceso de la enseñanza-aprendizaje (E-A) y que forman parte de una notable contribución para el proceso de E-A, en México este proceso está sufriendo una serie de reformas que buscan privilegiar el logro de competencias por parte de los alumnos.

Según Nisbet & Shucksmith (1987), las estrategias de aprendizaje son secuencias integradas de procedimientos o actividades que se eligen con el propósito deliberado de facilitar la adquisición, almacenamiento y la utilización de la información.

Las estrategias de aprendizaje pueden ser: voluntarias, procedimentales, es decir, involucran procedimientos intencionales, por su carácter deliberado; requieren esfuerzo, esenciales, es decir, necesarias en los comportamientos de personas expertas en un área; y facilitadoras, ya que mejoran el desempeño académico (Donolo, D., Chiecher, A. & Rinaudo, M., 2004).

En un estudio de Donolo, et. al. (2004) donde se describió y comparó el uso que hacen alumnos que aprenden en contextos presenciales y en ambiente virtuales de distintas estrategias de aprendizaje, se observó que los alumnos usan distintas estrategias de modo similar en contextos presenciales y virtuales, usando estrategias de elaboración y organización, antes que de repaso; piensan críticamente; informan cierto grado de autorregulación metacognitiva y de regulación del esfuerzo, aunque se preocupan menos de manejar adecuadamente el tiempo y el ambiente donde estudian así como el pedir ayuda a sus compañeros o al profesor.

En la educación media superior una de tales reformas es la implementación del Sistema Nacional de Bachillerato, el cual busca utilizar las estrategias constructivistas: como el estudio de casos, el trabajo en proyectos y la solución de problemas; mismos que desarrollan habilidades y actitudes que facilitan el logro de competencias que forman el perfil de egreso de los alumnos del nivel medio superior (SEP 2013).

Para comprender qué es el SNB, vale la pena decir que la Secretaría de Educación Pública de México (SEP), junto con las secretarías de educación de todas las entidades federativas y de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), vienen implementando una política de reforma educativa a largo plazo para elevar la calidad de la educación. En ese marco se ha llevado a cabo la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), que tiene entre sus principales propósitos impulsar un cambio cualitativo, orientando la educación hacia un nuevo enfoque de desarrollo cognitivo, la implementación de competencias, tanto en los alumnos como en los docentes, la mejora en la gestión administrativa y las condiciones de las instituciones.

Dado que el proceso educativo se realiza en ámbitos y condiciones múltiples, así como en una gran diversidad de modelos educativos, necesariamente este cambio se verá concretado por etapas y durante cierto tiempo, pasando por el nivel de subsistemas y de planteles, hasta que llegue al más importante, a nivel alumno y docente, es decir al nivel del aula. Sitio donde la implementación del Sistema Clasificador será de gran utilidad para ayudar al logro de este proceso.

El Sistema Nacional del Bachillerato es una pieza fundamental de la RIEMS, porque permitirá ir acreditando la medida en la cual los planteles y los subsistemas realizan los cambios previstos en la reforma. Los planteles que ingresan al SNB son los que han acreditado un elevado nivel de calidad en relación a la implementación del modelo educativo basado en competencias. Para ello se someten a una evaluación exhaustiva por parte del Consejo para la Evaluación de la Educación del Tipo Medio Superior (COPEEMS), que es el organismo con independencia técnica creado para ese efecto.

Un plantel que es miembro del SNB puede demostrar que ha concretado hasta un determinado nivel los cambios previstos en la RIEMS, todos ellos de gran profundidad y que darán beneficios a sus educandos. Esos cambios atienden a los siguientes aspectos (SEMS 2014):

- Planes y programas ajustados a la educación por competencias y al desarrollo de los campos del conocimiento que se han determinado necesarios, conforme a la RIEMS.
- Docentes que deben reunir las competencias previstas por la RIEMS.
- Organización de la vida escolar apropiada para el proceso de aprendizaje, la seguridad y en general el desarrollo de los alumnos.
- Instalaciones materiales suficientes para llevar a cabo el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias.

En base a esto y con la inclusión de la tecnología y el avance de la misma, dentro de nuestra vida diaria, se ha propuesto y desarrollado gran multitud de herramientas para la toma de decisiones, como lo son los sistemas expertos, redes neuronales, programas basados en árboles de decisión y sistemas clasificadores.

Los sistemas clasificadores son Sistemas Basados en Conocimiento con características tomadas del razonamiento humano, tales como auto aprendizaje y adaptación al medio ambiente, logradas estas a través del uso de técnicas inteligentes, como lo son las redes neuronales, la computación evolutiva, la lógica difusa, entre otras (González y Aguilar 2008). Según Goldberg los sistemas clasificadores son " un tipo particular de máquina de aprendizaje que aprende reglas" (González y Aguilar 2008).

Es aquí donde nuestro test cobra relevancia al permitirnos conocer los estilos de aprendizaje que tienen los diferentes alumnos y a partir de los resultados

obtenidos de la prueba el docente puede planear el logro de las competencias que se enmarcan en la RIEMS. A partir de ahí el maestro puede asegurarse que las acciones y actividades que elija garantizaran que las destrezas se logren y por ende alcanzar las competencias que se desee lograr.

El modelo de Felder y Silverman clasifica los estilos de aprendizaje a partir de cinco dimensiones, las cuales están relacionadas con las respuestas que se puedan obtener a una serie de preguntas propuestas y que permiten conocer a cuál de los cinco dominios pertenece cada alumno encuestado y por ende con que habilidades cognitivas se cuenta en cada uno de los miembros de un grupo de clase.

ESTADO DEL ARTE

Sistemas Clasificadores

Los sistemas Clasificadores son una de las técnicas de inteligencia artificial que nos permite tratar los problemas de aprendizaje. Estos sistemas tienen sus inicios en 1975, cuando Holland presenta las ideas básicas de los mismos, indicando que los sistemas clasificadores utilizan a los algoritmos genéticos como heurísticas de búsqueda dentro del espacio de todas las reglas posibles (Holland 1975). En la figura 1 se muestra la arquitectura de un Sistema Clasificador (González y Aguilar 2008).

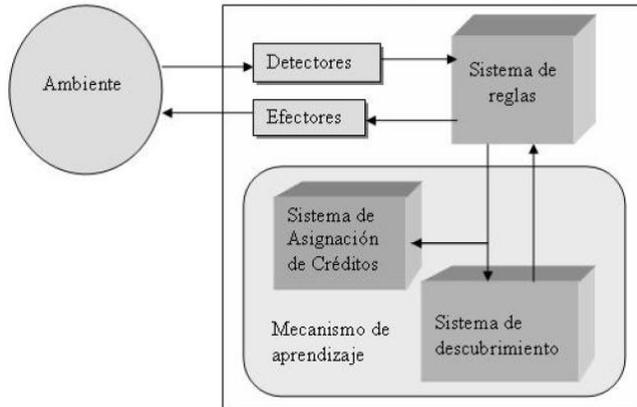


Fig 1.Arquitectura de un Sistema Clasificador⁴

Árboles de Decisión

Los árboles de decisión son un modelo de predicción con el objetivo principal de tener un aprendizaje inductivo a partir de observaciones y construcciones lógicas.

El árbol de decisión se puede representar como una estructura mostrada en la figura 2; que consiste de nodos, ramas y hojas, donde se tiene un nodo inicial llamado raíz, los nodos internos tienen atributos que los asocian con ramas para ir a otro nodo del árbol y por último las hojas que son nodos terminales que cuentan con la decisión a la que se desea llegar.

Los árboles de decisión constituyen probablemente el modelo de clasificación más utilizado y popular (Barrientos et. al. 2009).

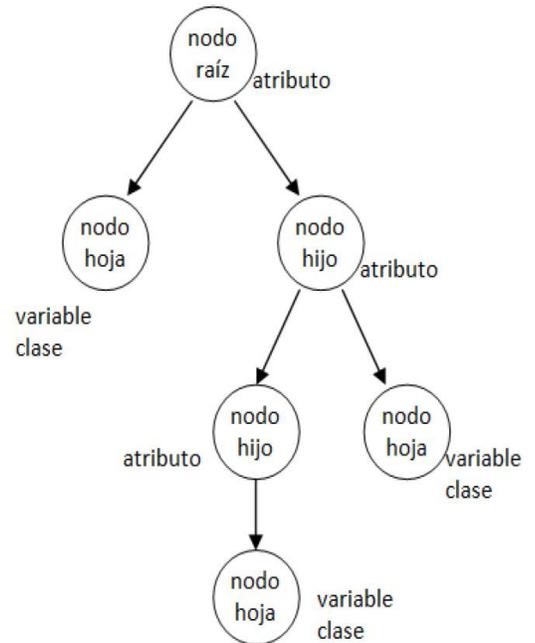


Fig 2.Estructura de un árbol de decisión.

Recursos Educativos

Cuando hablamos de recursos educativos, tenemos que tomar en cuenta que existen aquellos que requieren de un pago para su utilización y aquellos que son de libre acceso, tomando en cuenta este punto podemos tomar el concepto de recurso educativo abierto de la UNESCO: " En su forma más simple, el concepto de Recursos Educativos Abiertos, describe cualquier tipo de recurso (incluyendo planes curriculares, materiales de los cursos, libros de texto, vídeo, aplicaciones multimedia, secuencias de audio, y cualquier otro material que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje) que están plenamente disponibles para ser utilizados por parte de educadores y estudiantes, sin la necesidad de pago alguno por derechos o licencias para su uso (UNESCO, 2011)"(Ministerio de Educación Nacional 2015), por lo que podemos tomar que un recurso educativo, es cualquier tipo de recurso que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para el presente trabajo haremos uso de los recursos educativos digitales (Objetos de aprendizaje, Realidad Virtual y Realidad Aumentada) enfocados a la materia de informática, contenidos dentro del repositorio del Sistema Clasificador, el cual los clasificara mediante el sistema de reglas y los pesos asignados por el Sistema de Asignación de Créditos, en base al perfil del usuario, que se encuentra dado por su tipo de aprendizaje y las competencias cumplidas de la educación media superior.

Trabajos relacionados con la recomendación de recursos educativos

Salazar, Ovalle, y Duque desarrollan un Sistema Multi-Agente para Recomendación de Recursos Educativos (Salazar, 2014), en el sistema la recomendación se realiza en el Agente recomendar de recursos educativos, dicho agente hace uso del servicio proporcionado por el sistema BROA (Búsqueda y Recomendación de Objetos de Aprendizaje), el cual dirige la consulta del recurso educativo basándose en la manera como aprende cada persona utilizando los estilos de Felder y Silverman (Martínez, 2011). Silva, Ponce y Villalpando presentan un Sistema de recomendador (ReTIBO) (Silva, 2014) de técnicas instruccionales basado en objetivos pedagógicos, para realizar la recomendación realizan un método donde el profesor define los objetivos de aprendizaje, y seguidamente el Método selecciona los procesos cognitivos implicados en los objetivos definidos por el profesor, posteriormente, utilizando un modelo matemático, se seleccionan, de una población de 67 técnicas instruccionales, las más adecuadas a los procesos cognitivos y el estilo de aprendizaje.

Siguiendo la línea de la recomendación de recursos educativos, nos encontramos con un trabajo de Primo, Behr y Vicari (Primo 2013) donde hacen uso del estándar brasileño de metadatos OBAA (Objetos de Aprendizagem basados em Agentes) para los Objetos de Aprendizaje, dicho estándar es una extensión del estándar IEEE-LOM hecho para la interoperabilidad entre plataformas digitales como TV digital, plataformas Web y dispositivos móviles. Combinado a dicho estándar analizan el uso de técnicas de la Web semántica para la recomendación. Mediante el uso de dichas técnicas los autores proponen un modelo basado en ontologías para la representación de los metadatos, para lo cual hacen uso de archivos OWL (Web Ontology Language). Lo que les otorga algunas características de interoperabilidad.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA CLASIFICADOR DE RECURSOS EDUCATIVOS PROPUESTO

Para el presente trabajo tomamos como base la arquitectura de un sistema clasificador presentado en la Figura.1, adaptándolo a las necesidades para la clasificación de recursos educativos basado en los tipos de aprendizaje y competencias de la educación media superior, dando como resultado la siguiente arquitectura para el sistema SiCRE, compuesta por cuatro módulos.

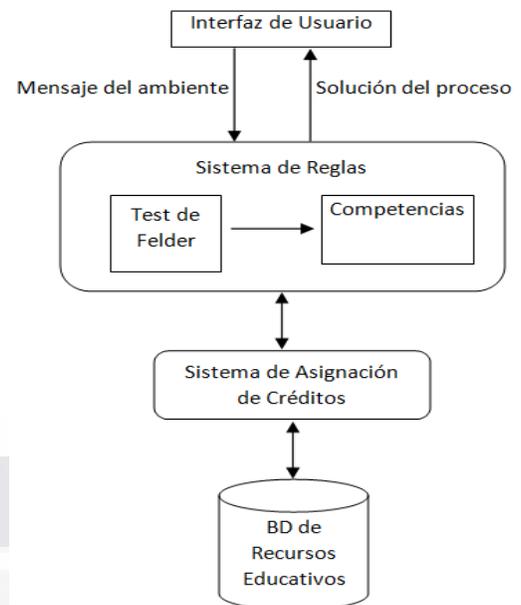


Fig 3. Arquitectura del Sistema SiCRE.

Interfaz de Usuario.

Es la encargada de presentar los medios al usuario para que este proporcione la información necesaria al sistema y una vez se tenga el resultado se encargara de mostrarlos al usuario.

Sistema de Reglas.

Coordina el flujo de información dentro del sistema clasificador a partir de la información recibida del ambiente, para luego procesar tal información y generar una acción. Este subsistema cuenta con el modulo de una prueba de conocimientos, que servirá para obtener las competencias cumplidas por el usuario, y el modulo de test de Felder, el cual permite conocer el tipo de aprendizaje con el que cuenta el usuario. Mediante estas evaluaciones el sistema crea el árbol de decisión para su posterior análisis.

Sistema de Asignación de Créditos.

Es el encargado de evaluar el crédito correspondiente de cada regla usada para obtener el recurso educativo correspondiente al perfil del usuario.

Cuando la interfaz de usuario recibe toda la información del ambiente, la información pasa por el sistema de reglas para construir el árbol de decisión, para acotar la clasificación del sistema y reducir el cálculo del peso para cada recurso educativo; como nodos terminales el árbol de decisión contendrá los recursos educativos adecuados al perfil del usuario. Una vez que se tiene el árbol de decisión se evaluarán los pesos para cada tipo de recurso educativo recomendados para el perfil del usuario mediante la siguiente función de peso (Ver ecuación 1).

$$P = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{11} a_i \cdot c_j \quad (1)$$

donde:

P=peso del recurso educativo en cuestión.

a= valor adecuado para el estilo de aprendizaje del usuario.

c= valor de las competencias a cumplir.

x= índice de sumatoria.

$i = \{1,2,3\} \forall i \in a$

$j = \{1,2, \dots, 11\} \forall j \in c$

BD de Recursos Educativos.

Repositorio de recursos educativos, el cual contiene recursos de realidad aumentada, realidad virtual y objetos de aprendizaje para obtener el más adecuado de acuerdo al perfil del usuario. Cada recurso educativo contara con diversas propiedades, dichas propiedades servirán para asignarla al usuario mediante los pesos obtenidos en el sistema de asignación de crédito y las reglas cumplidas en el sistema de reglas.

RESULTADOS

Durante el presente trabajo se llevó a cabo una serie de ejecuciones del sistema clasificador para poder observar el comportamiento de la arquitectura propuesta y poder comprobar que el funcionamiento del clasificador resulte adecuado. Dichas pruebas se realizaron con un grupo piloto de 20 alumnos en la materia de Informática, en la cual se impartieron 5 temas generales, para los cuales se utilizaron 30 recursos educativos (videos, presentaciones electrónicas, documentos pdf, entre otros) que se clasificaron de acuerdo al estilo de aprendizaje de los alumnos.

La información que alimenta al sistema clasificador es:

- El estilo de aprendizaje (obtenido mediante el Test de Felder); que le permite al maestro saber el estilo de aprendizaje de cada uno de sus alumnos.
- Las competencias genéricas (11 según SEP); el maestro denota con un 0 cuando el alumno NO cumple la competencia y con un 1 cuando la competencia se cumple, por lo tanto se alcanza el perfil del estudiante de educación media superior,
- El tema que se impartirá en clase es elección del maestro, considerando los 30 recursos educativos existentes por tema (Word, Excel, PowerPoint, Outlook e Internet Explorer, Access).

De esta manera el sistema construye un árbol de decisión y clasifica los recursos educativos que más le convienen al maestro para facilitar el aprendizaje de sus alumnos, y así lograr el mayor número de competencias.

El proceso del sistema es el siguiente: el sistema crea un árbol de decisión basado en el tema de la materia a impartir y calcula el peso de los recursos educativos, mediante la ecuación 1 mostrada anteriormente, donde al recurso educativo se le asigna un valor de prioridad (aj, entre 1 y 3) determinado por el tipo de aprendizaje para el que se recomienda, si el objeto de aprendizaje cuenta con el metadato correspondiente al tipo de aprendizaje obtenido se le asignaba un valor de 3, mientras que si no tiene nada de relación se le otorgaba un 1. Para el valor cj se asigna un valor de prioridad (entre 1 y 11) de acuerdo al orden de cumplimiento de la competencia; por lo que aquellos recursos educativos que resulten útiles para cumplir con las competencias faltantes del alumno, tendrán un valor más alto para la prioridad cj.

Para determinar los valores correspondientes a la variable aj y cj, el sistema de reglas toma los valores del Test de Felder y de las competencias del alumno para evaluar los resultados y construir el árbol de decisión con los recursos educativos que cumplan con las reglas del sistema. Un ejemplo de regla del sistema sería el siguiente (Muñoz, H., Muñoz H., Padilla, A. y Ponce, J. C., 2015):

- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= video o animación Entonces aj= 3
- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= libro electrónico con imágenes Entonces aj= 2
- Si estilo de aprendizaje= "Activo-Reflexivo" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= hipertexto Entonces aj= 2
- Si competencia1=0 y metadato tipo= resolución de problemas Entonces cj= 11

Una vez terminados de asignar dichos valores se realiza el cálculo correspondiente para obtener el peso del objeto de aprendizaje, el cual permitirá su clasificación, de tal manera que aquel objeto de aprendizaje que obtenga el valor más alto, será el que se adecue mejor a las necesidades del usuario, de acuerdo a su estilo de aprendizaje y a las competencias que requiere cumplir. Algunos resultados obtenidos de los alumnos, se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. RESULTADOS DE LOS ALUMNOS DE LA MATERIA DE INFORMÁTICA CON EL SISTEMA CLASIFICADOR, INDICANDO EL RECURSO ASIGNADO EN BASE AL ESTILO DE APRENDIZAJE Y LAS COMPETENCIAS QUE NO HA CUMPLIDO EL USUARIO (MUÑOZ, H., MUÑOZ H., PADILLA, A. Y PONCE, J. C. ,2015).

Alumno	Tipo de Aprendizaje	Competencias sin cumplir	Clasificación de Recurso Educativo
1	Visual (11)	1,7,8,11	1.VideoTutorial
	Sensorial (7)		2.Software educativo
	Activo-reflexivo		3.Hipertexto
	Secuencial-Global		4. Caso de Uso
2	Activo (9)	8 y 10	1. Experimento Práctico
	Visual(7)		2. Software educativo
	Sensorial(7)		3. Juegos
	Secuencial-Global		4. Tutorial

PROMEDIO FINAL

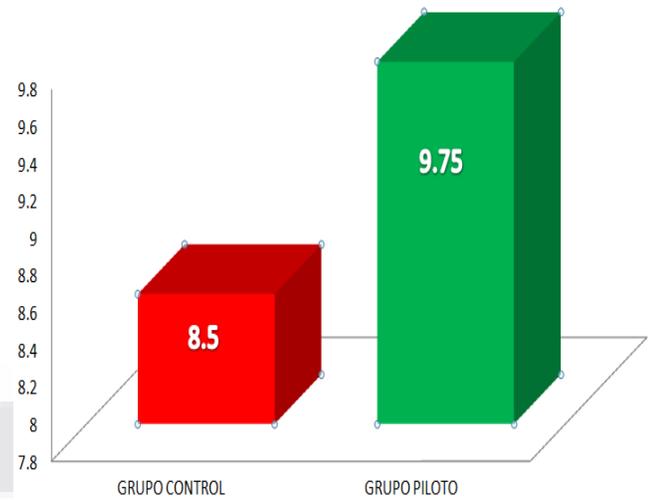


Fig 5. Promedio del examen final de la materia de Informática .

A la par se impartió la misma materia de Informática a un grupo control con 20 alumnos de manera tradicional para poder comparar el resultado al final de la materia obtenido por ambos grupos. Durante la realización de la experimentación se llevaron a cabo evaluaciones diagnóstica, sumatoria y final, de tal manera que nos permitió conocer cómo iban aprendiendo los alumnos y que competencias se estaban cumpliendo durante la impartición del curso.

En la Figura 4 se representa el promedio por grupo de la calificación del examen diagnóstico para ambos grupos, donde se observa que el grupo control obtuvo una mejor calificación; sin embargo cuando observamos la Figura 5 nos damos cuenta que para el promedio final de los grupos, el grupo control aumentó su promedio con 3.15 puntos con respecto a su examen diagnóstico y superó el promedio final del grupo control por 1.6 puntos, percatándonos que hubo una mejora mayor en el grupo piloto. Tal y como lo muestran los gráficos siguientes.

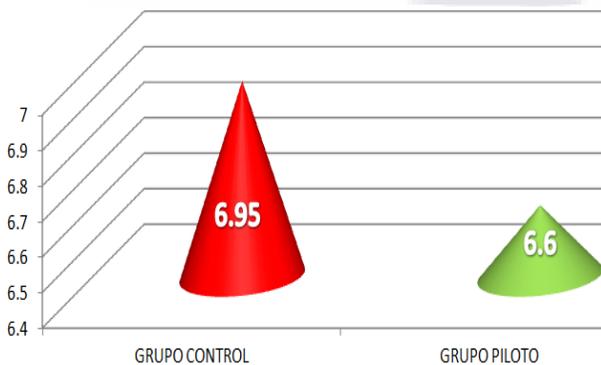


Fig 4. Promedio del examen diagnóstico de la materia de Informática .

Sin embargo la parte central del trabajo es el cumplimiento de las competencias genéricas de la educación media superior las cuales se enlistan en las Competencias Genéricas de la SEP (2013).

A continuación se muestran las tablas de las competencias genéricas logradas por cada alumno al inicio (Tabla 2) y al final (Tabla 3) del curso, donde los espacios marcados con una x representan el cumplimiento de la competencia para cada uno de los alumnos del grupo, lo que nos permite observar el avance desarrollado por los individuos de estudio para el caso dado, al realizar la prueba de evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, con lo que mostramos que la planeación docente puede enriquecerse con esta estrategia y que facilita para el maestro la planeación didáctica del semestre, así como el logro de los objetivos propuestos y enmarcados en la reforma integral de la educación media superior (RIEMS, 2014). Por lo tanto podemos asegurar que según nuestro estudio el proceso permite logros significativos y avances cualitativos en el proceso enseñanza-aprendizaje que se realiza en la RIEMS de los alumnos de nivel bachillerato, ya que mostró ser una herramienta eficaz y eficiente que permite el desarrollo de habilidades y aptitudes tanto de docentes como de alumnos del sistema educativo.

TABLA 2. COMPETENCIAS GENÉRICAS CUMPLIDAS POR LOS ALUMNOS DEL GRUPO PILOTO.

AL/Comp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	x	x					x		x	x	x
2	x	x		x	x		x		x	x	
3	x				x		x		x	x	x
4		x	x					x	x		
5	x		x		x		x		x	x	
6		x						x	x	x	x
7	x		x	x	x			x			x
8		x						x	x		x
9	x		x		x				x	x	
10	x				x		x		x	x	x
11		x		x					x		x
12		x	x					x	x		x
13		x	x	x					x	x	
14	x				x		x		x	x	x
15	x	x	x						x	x	x
16	x				x		x		x	x	x
17	x		x		x				x	x	x
18		x							x		x
19	x				x		x		x	x	
20	x		x	x	x		x		x	x	

TABLA 3. COMPETENCIAS GENÉRICAS CUMPLIDAS POR LOS ALUMNOS DEL GRUPO PILOTO POSTERIOR AL USO DE LOS RECURSOS EDUCATIVOS POR EL SISTEMA.

AL/Comp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

De tal forma coincidimos con lo citado por Frida Díaz Barriga (2002) que señala: "Se dice que detrás de cada decisión sobre la tarea evaluativa que realiza el profesor, se manifiesta, implícita o explícitamente, una cierta concepción del aprendizaje y, por supuesto, de la enseñanza", al citar a Quinquer en su libro "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo" (Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G., 2002).

Por ello debe señalarse en forma enfática que la planeación y el conocimiento de las habilidades de sus alumnos es parte integral de una buena enseñanza, de hecho podríamos decir sin ningún menoscabo que no es posible concebir adecuadamente a la enseñanza sin la planeación (Díaz, F., 2002). En consecuencia, una mejora en las propuestas de enseñanza y aprendizaje también requiere necesariamente un cambio significativo en los modos de entender y realizar la planeación.

Al comparar ambas tablas podemos observar que al inicio del curso el grupo en general contaba con el cumplimiento de poco menos del 50% de las competencias, mientras que al final del curso la mayoría de los alumnos cumple con totalidad las competencias genéricas que marca la SEP. Lo que nos representa que con la utilización de los recursos educativos arrojados por el sistema, los alumnos pudieron aprender y cumplir prácticamente en la totalidad de las competencias genéricas que nos indica la SEP que se deben cumplir en la educación media superior.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la experimentación demuestran que el sistema SiCRE realiza una clasificación pertinente de acuerdo a los datos de entrada, permitiendo al docente proporcionar los recursos educativos acordes a los estilos de aprendizaje de su grupo de alumnos y con ello lograr el cumplimiento de las competencias genéricas que marcan el perfil de egreso de los alumnos de educación media superior emanados de la reforma educativa propuesta por la SEP.

Como se puede ver en las figuras cuatro y cinco en el grupo control se tuvo una mejora del 1.55 mientras que en el grupo piloto en el que se utilizó el sistema SiCRE se alcanzó una mejora del 3.15, con lo que podemos ver una mejora en cuanto al aprovechamiento de los temas.

Las estrategias del proceso enseñanza-aprendizaje como las realizadas en el presente estudio son especialmente importantes para lograr el desarrollo de las competencias puesto que constituirían herramientas para el desarrollo de habilidades que permitan al docente motivar o promover las habilidades de los alumnos, en tal sentido consideramos que estos resultados podrían ser usados para el planteamiento de un plan de intervención tendiente a desarrollar en el alumno habilidades cognitivas y metacognitivas.

En ese sentido estamos de acuerdo con Monereo (1994) en que se necesitan alumnos y profesores estratégicos y con competencias, que hayan tomado conciencia de los complejos procesos cognitivos y metacognitivos.

REFERENCES

- Barrientos, R. E., Cruz, N., Acosta, G. H., Rabatte, I., Gogeoascoechea, Ma. C., Pavón, P. y Blázquez, S. L. (2009). "Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico". *Revista Médica de la Universidad Veracruz*, 9(2), 19-24.
- Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2ª. ed.) México: McGraw Hill.
- Donolo, D., Chiecher, A. & Rinaudo, M. (2004). *Estudiantes, estrategias y contextos de aprendizaje presenciales y virtuales*. http://www.virtual.unlar.edu.ar/jornadas-conferencias-seminarios/jornada-interprov-ead/2003_3ra/ponencias-y-trans/est-cog-y-estr-apr.pdf.
- González, J. (2008) "Sistemas Clasificadores en Sistemas de Control: Prueba del Mecanismo Adaptativo", XIII CLCA/VI CAC, Mérida – Venezuela.
- Holland, J. (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press.
- J Silva, A. M., Ponce, J. C. y Villalpando, M. D. (2014) "Sistema recomendador de técnicas instruccionales basado en objetivos pedagógicos" (*ReTIBO*). *Educere*, 18(60), 281-287.
- Martínez, J. S. (2011), "La Minería de Datos en Educación Matemática Relación entre Estilos de Aprendizaje y Desempeño Académico". Universidad Nacional De Colombia.
- MEN (2012) "Recursos Educativos Digitales Abiertos. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Graficando Servicios Integrados.", Ministerio de Educación Nacional (MEN), <http://www.colombiaprende.edu.co/reda/REDA2012.pdf>, Abril.
- Monereo, C. (1994). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación a la escuela*. Barcelona: Graó.
- Muñoz, H., Muñoz H., Padilla, A. y Ponce, J. C.(2015). "Clasificación de Recursos Educativos a través de un Sistema Basado en el Estilo de Aprendizaje y las Competencias de los Alumnos de Educación Media Superior". *Anais da X Conferência Latino-Americana de Objeto e Tecnologias de Aprendizagem*, ISSN 1982-1611, 217-226.
- Nisbet, J. & Shucksmith, J. (1987). *Estrategias de aprendizaje*. Madrid: Santillana.
- Salazar, O. M., Ovalle, D. A. y Duque N. D. (2014), "Sistema Multi-Agente para Recomendación de Recursos Educativos utilizando Servicios de Awareness y Dispositivos Móviles", LACLO 2014, Manizales, Colombia.
- SEMS (2014) " SNB - Sistema Nacional de Bachillerato ", Subsecretaría de Educación Media Superior (SEP), http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema_nacional_bachillerato, Abril.
- SEP (2013) " Las Competencias Genéricas en el Estudiante del Bachillerato General", Secretaría de Educación Pública (SEP), <http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/00-otros/cg-e-bg.pdf>, Abril.
- Primo, T. T., Behr, A. y Vicari, R. M. (2013) "A Semantic Web Approach to Recommend Learning Objects", en *Highlights on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems*, [in Computer and Information Science](#), J. M. Corchado, J. Bajo, J. Kozlak, P. Pawlewski, J. M., Molina, V. Julian, R., A., Silveira, R., Unland, y S. Giroux, Eds., Springer Berlin Heidelberg, Volume 365, 2013, pp 340-350.