

Un curso de Lenguajes Formales e Introducción a la Teoría de Compiladores que usa una Plataforma Basada en el Conocimiento para Educación a Distancia

Pedro Salcedo L. – Melinka Chacón G. - M. Angélica Pinninghoff J. – Ricardo Contreras A.
Departamento de Metodología de la Investigación e Informática Educativa
Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación
Universidad de Concepción, Chile
e-mail. psalcedo@udec.cl

Resumen

El propósito del presente artículo es realizar la descripción del curso de Lenguajes Formales e Introducción a la Teoría de los Compiladores sobre la plataforma MISTRAL (Plataforma Adaptativa de Educación a Distancia). Esta plataforma permite generar distintas estrategias de enseñanza basadas en el perfil del alumno. Las tareas que se deben definir para el desarrollo de la asignatura consiste en indicar para cada tema, objetivos que el alumno debe cumplir, contenidos que debe aprender y actividades que debe realizar, todo esto dependiendo del perfil determinado por la Plataforma.

Además en este artículo se muestran las ventajas de crear el curso sobre la plataforma, de los fundamentos que llevaron a la elección del currículum, de la forma de adquirir y organizar el conocimiento del curso sobre la plataforma.

Palabras Claves: Sistemas Adaptativos, Educación a Distancia, Estilos de Aprendizaje.

Introducción

En los últimos años, para realizar una mejor enseñanza por computador, se han ido introduciendo técnicas de Inteligencia Artificial (IA). La primera aplicación de esto se realizó mediante la implementación de tutoriales inteligentes, estos sistemas permiten adaptar el proceso de enseñanza de acuerdo a las características del alumno.

Hoy en día los trabajos consisten en agregar técnicas de IA a los Sistemas Hipermediales Adaptativos (SHA). Los SHA se han convertido en una prometedora opción para la educación a distancia por computador, debido al auge que ha tenido Internet. Un SHA según Brusilovsky es [4]: “Un sistema basado en hipertexto e hipermedia que refleja algunas características del usuario en el modelo de usuario y aplica este modelo para adaptar varios aspectos visibles del sistema al usuario.”

Este artículo presenta un curso para la enseñanza de Lenguajes Formales e Introducción a la Teoría de Compiladores mediante el uso de Internet, usando una plataforma de educación a distancia que permite apoyar este proceso de enseñanza, indicando al alumno cuáles son las actividades (lecturas, ejercicios, simulaciones, discusiones, etc.) que mejor se adaptan a su forma de aprender. En la sección 2 se describen las características de la plataforma usada para crear este curso: MISTRAL. Luego, en la sección 3, se explica de manera detallada la creación del curso. En la sección 4 se entregan las principales conclusiones y comentarios obtenidos después de realizar este trabajo y por último se detalla la bibliografía en la cual se basó este artículo.

2. Descripción general de MISTRAL

MISTRAL es una plataforma que incorpora técnicas de Inteligencia Artificial (Redes Neuronales y Bayesianas) en el sentido que se adapta al usuario, tanto respecto a los conocimientos que éste tiene como a su forma o estilo de aprender, pues posee la capacidad de diagnosticar el nivel de conocimiento, los estilos de aprendizaje y de planificar las estrategias más adecuadas de enseñanza y de evaluación, dependiendo del perfil del usuario.

Esta plataforma ayuda a desarrollar cursos adaptativos que pueden ser accesibles vía Internet, o sea la creación de una nueva forma de enseñanza: *la educación a distancia adaptativa*. Algunas de las funcionalidades que presenta la plataforma MISTRAL se observan en la Figura 1 y estas se describen a continuación, según lo explicado en [1,2,3]:

- La creación y administración de diferentes cursos a distancia en la modalidad multiusuario.
- Facilita la adquisición de conocimientos relativos a:
 - Las características propias del dominio / curso; objetivos, contenidos y actividades diversas para una unidad de aprendizaje (no se restringen las actividades a una particular pudiendo ser; referencias a páginas Web, referencias a archivos que es posible depositar en el servidor, foros de discusión, programas, etc.)
 - Los estilos de aprendizaje que potenciaría la actividad que sugiere el docente (por los que la estrategia de enseñanza se adaptará, y según el Inventario de Estilos de Aprendizaje de David Kolb [5]). En esta plataforma el foro de discusión privado selecciona a los usuarios dependiendo de sus estilos (potencia estilos diferentes).
 - Los perfiles de alumnos o tipo de usuarios finales del sistema.
 - La estrategia de enseñanza (secuencia de actividades) para la unidad de acuerdo al estilo de aprendizaje que pudiera tener un usuario.
 - Los estilos de aprendizaje en que se puede usar cada actividad.
 - El perfil y estilo de aprendizaje del alumno a través de la primera interacción que tiene con el sistema.
- Crea una arquitectura concreta del curso a partir de la especificación de contenidos y actividades dadas.
- Genera en el servidor, con base en la estrategia de Portafolios una estructura de carpetas por cada curso y alumno para que estos últimos almacenen sus trabajos donde el profesor pueda realizar la evaluación.

- Permite incorporar al sistema el conocimiento para detectar y diagnosticar el grado de aprendizaje de una unidad y la secuencia de actividades necesarias para reforzar la unidad.
- Genera un Aula Virtual personalizada por alumno, con grupos de discusión en los que participan alumnos de distintos estilos de aprendizaje, incorpora correo electrónico con las direcciones adecuadas de compañeros que potencien su estilo, y con un sistema de seguimiento de participación que advierte por correo la baja participación en alguna actividad.
- Construye el curso, seleccionando o generando el conjunto de reglas y objetos necesarios en función del conocimiento especificado (el cual podrá ser modificado o actualizado).
- El diagnóstico del grado de aprendizaje del alumno y de la secuencia de actividades a utilizar para un perfil de alumno determinado, se realiza mediante teoría de probabilidades, utilizando Redes Bayesianas.

Las funcionalidades mencionadas permiten darse cuenta de los beneficios de esta plataforma y cuáles son las características que posee para así diferenciarla de otras plataformas utilizadas para crear cursos a distancia.

2.1 Proceso de Construcción de un curso usando MISTRAL

El proceso de construcción de un curso utilizando la Plataforma MISTRAL consta de 2 fases.

Fase 1: Creación del curso

Para poder desarrollar un curso, lo primero que se debe realizar es la planificación que debe cumplir tanto el alumno como el profesor. En esta planificación se deben considerar los tópicos que permitan entregar al estudiante una enseñanza efectiva. Para llevar a cabo esto se debe definir: *los objetivos del curso (objetivo general y específicos), los criterios de importancia de cada objetivo para que éste sea cumplido por el alumno, los contenidos, la importancia de cada contenido, las actividades de acuerdo a los diferentes perfiles, la dificultad de cada actividad y los índices de discriminación de éstas.* Son estos parámetros los que permiten que MISTRAL determine automáticamente las actividades que debe desarrollar el estudiante, según su estilo de aprendizaje, para alcanzar el conocimiento requerido por cada objetivo.

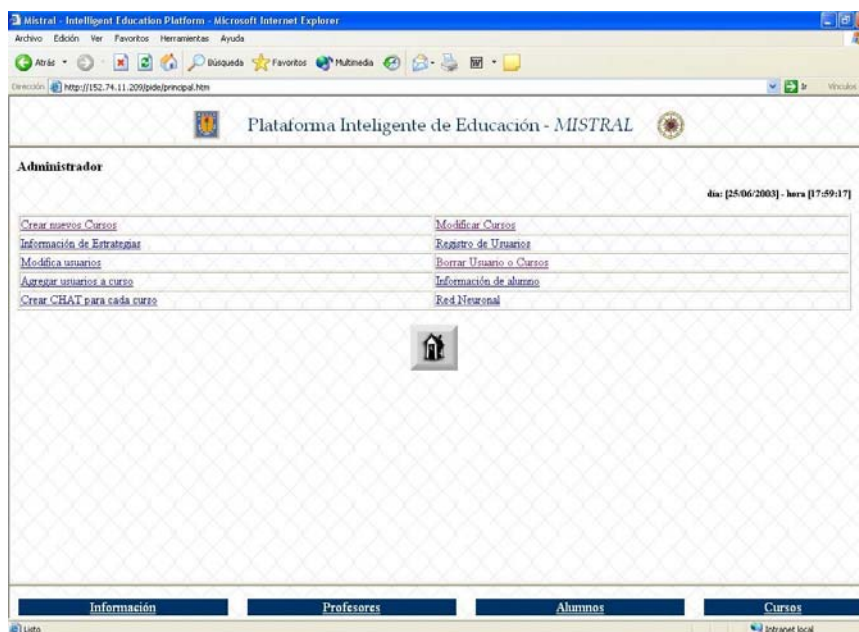


Figura 1: Pantalla de Funcionalidades de la Plataforma para el Administrador del Sistema

Para desarrollar esta fase se debe analizar la materia de enseñanza-aprendizaje apoyándose tanto en el conocimiento del profesor experto, pues es el docente quien conoce mejor la materia a impartir y la

interacción con los alumnos, y en los libros de textos ya que estos entregan una secuenciación clara de los contenidos, diferentes formas de evaluación y distintas maneras de abordarla. Esto se encuentra más detallado en [3].

Fase 2: Configuración de la Estrategia

En esta segunda fase lo que se debe realizar es configurar la estrategia de enseñanza la cual se desarrolla en dos etapas, según lo explicado en [2]: *configurar la secuencia de contenidos de los distintos perfiles de conocimiento y configurar la secuencia de actividades para los diferentes estilos de aprendizaje.*

3. Construyendo el curso con la Plataforma MISTRAL

A continuación se creará el curso de Lenguajes Formales e Introducción a la Teoría de Compiladores de acuerdo a lo descrito en la sección 2 del presente artículo:

Fase 1: Creación del Curso

Objetivo General

Esta etapa, como en la de determinar los objetivos específicos y los contenidos del curso, no presentó dificultades, pues el docente a cargo de la asignatura tenía bien estructurado y formalizado este conocimiento, mediante diversos documentos, siendo el objetivo general el siguiente:

“Los lenguajes formales y la relación entre ciertas clases de lenguajes y clases de autómatas es uno de los aspectos fundamentales en ciencias de computación, por cuanto esto tiene aplicación no sólo en los lenguajes de programación sino también en la programación misma. Así, el objetivo general del curso abarca la comprensión del concepto de autómatas y de lenguajes regulares además de conocer las propiedades básicas que comparten, entender el concepto de gramáticas (especialmente gramáticas libres de contexto), y autómatas push down y la relación entre ambos, llegando a comprender los conceptos de computabilidad en el contexto de la máquina de Turing como ejemplo de modelo computacional y el reconocimiento del uso de gramáticas y autómatas en los métodos de parsing.”

Objetivos Específicos

Como se dijo en el punto anterior, esta etapa no presentó problemas, siendo el criterio de parada el aprendizaje del 100%, pues el docente considera que todos los objetivos son importantes dentro del aprendizaje y enseñanza del alumno.

Objetivo	Importancia (%)
1. Aprender los conceptos básicos de los lenguajes formales y sus notaciones para su posterior aplicación en el manejo de modelos formales	10
2. Introducir al estudiante en las ideas de determinismo y no-determinismo como un mecanismo diferenciador de la complejidad en la implementación de los modelos y por lo tanto del uso de recursos.	20
3. Lograr que el estudiante aprenda y utilice representaciones alternativas para diferentes clases de lenguajes (regulares y libres del contexto) y conocer las limitaciones inherentes a las diferentes clases de lenguajes, esto es lenguajes regulares y libres del contexto.	40

4. Los alumnos deben aprender el rol que tienen los autómatas push-down en el desarrollo de técnicas de parsing, en particular las técnicas de parsing LL y LR y aplicar el cuerpo de conocimiento adquiridos en la solución de problemas relacionados con programación, en particular en lo referente a la construcción de compiladores.	30
Suma	100

Contenidos

Según lo explicado anteriormente esta etapa no presenta problemas, ya que el contenido del curso se tenía estructurado, pues se consideró sólo un perfil de usuario para crear este curso, o sea para alumnos de pregrado los cuales poseen un perfil nulo de conocimientos del curso.

Contenido	Importancia (%)
Objetivo 1	
0. Introducción	
0.1 Strings, Alfabetos y Lenguajes	50
0.2 Introducción a las Máquinas de Estados Finitos	50
Objetivo 2	
1. Máquinas de Estados Finitos	
1.1 Autómatas Finitos	35
1.2 Autómatas con Pila	35
1.3 Máquinas de Turing	30
Objetivo 3	
Lenguajes Formales	
Gramáticas	10
2.2 Tipos de Gramáticas y sus Reconocedores	10
Objetivo 3	
3 Lenguajes Regulares	30
Objetivo 3	
4. Lenguajes Libres de Contexto	
4.1 Definiciones y Propiedades.	30
4.2 Formas Normales	20
Objetivo 4	
5. Traducción Dirigida por la Sintaxis	
5.1 Traductores Finitos	10
5.2 Traductores con Pila	10
Objetivo 4	
6. Teoría de Compilación	
6.1 Estructura de un Compilador	10
6.2 Análisis Léxico	10
6.3 Análisis Sintáctico	10
6.4 Gramáticas LL(k)	10
6.5 Gramáticas LR(k)	20
6.6 Analizador De-Remer	20

Bibliografía de la Asignatura

1. Brookshear, J.
Theory of computation : Formal Language automata and complexity
Addison - Wesley Iberoamericana 1989
2. Teufel, B. ; Schmidt, S. ; Teufel, T.
Compiladores. Conceptos fundamentales
Addison - Wesley Iberoamericana 1995
3. Kelley, D.
Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales
Prentice Hall 1995
4. Révész, G.
Introduction to formal languages
New York Dover Pub. 1991
5. Aho, A. ; Sethi, R. ; Ullman, J.
Compiladores, Principios Técnicas y Herramientas
Addison - Wesley Iberoamericana 1990
6. Sudkamp, T.
Languages and machines : An introduction to the theory of computer science
Addison - Wesley 1988
7. Moll, M. ; Arbib, M. ; Kfoury, A.
An Introduction to formal language theory
Springer Verlag, New York 1988

Actividades

A continuación se detallan las actividades más significativas para el curso, entregando **sólo una porción de ellas** para no entrar en tanto detalle en esta sección del artículo, ya que se tiene una gran cantidad en la Plataforma. Se crearon diferentes actividades abarcando los distintos estilos de aprendizaje del alumno y se determinaron los parámetros siguientes:

- EA Estilo aprendizaje, los cuales son: EC (Experiencia Concreta), CA (Conceptualización Abstracta), EA (Experiencia Activa) y OR (Observación Reflexiva).
- c Factor de adivinanza y representa la probabilidad de contestar correctamente la pregunta sin tener conocimiento, o sea que adivinen la respuesta correcta, toma los valores de un intervalo de 0% a 100%
- a Índice de discriminación, permite determinar cuán relevante y diferenciado es el ítem de acuerdo al objetivo que trata, toma los valores de: 0.2 (discriminación baja); 1.2 (discriminación media); 2 (discriminación alta).
- b Nivel de dificultad, que describe qué cantidad de aptitud requiere el ítem, de parte del alumno, para ser resuelto correctamente, o dicho de otra forma, la posición del ítem en la escala de aptitud, toma los valores entre el 1 y el 10.

Para poder comprender el significado de cada columna de la tabla mostrada a continuación se debe considerar lo siguiente:

- **Cont.** indica el contenido de la asignatura.
- **Actividad** describe la labor que debe realizar el alumno.
- **EA** o Estilo de Aprendizaje, el cual esta determinado según el tipo de actividad a realizar por el alumno, por ejemplo una actividad que requiera la lectura de un libro se asocia a las personas que poseen un estilo de aprendizaje igual a OR o sea, de observación reflexiva, de acuerdo a la definición encontrada en [5].

- Para cada actividad se debe determinar los parámetros **a**, **b**, **c** según la información que el experto posee de la actividad creada y de acuerdo a la definición de cada uno de estos parámetros.

Cont.	Actividad	EA	c	a	b
0	<i>Introducción</i>				
0.1	Del libro [3] de la bibliografía, estudiar el Capítulo 1 “Alfabetos y Lenguajes”. Escribir un resumen y depositarlo en su portafolio como Act0_1	OR	5	0.2	1
0.2	Realice una investigación sobre las máquinas secuenciales de Mealy y Moore. Describa brevemente cada una de ellas. Depositarlo en su portafolio como Act0_3	EA	10	1.2	5
1	<i>Máquinas de Estados Finitos</i>				
1.1	Realizar un programa, en su lenguaje favorito, del enunciado que se encuentra en el archivo Prog.pdf . Depositarlo en su portafolio como Act1_2	EA EC	5	1.2	8
1.2	Resolver los ejercicios que están en el archivo AP.pdf , depositar sus respuestas en su portafolio como Act1_6	EC	10	1.2	7
1.3	Descargue el Applet TuringMachineInJava que se encuentra en la siguiente dirección: http://www.inf.udec.cl/~lenform/ActividadesLF/TuringMachine.rar , y realice las actividades que se encuentran en el archivo Turing.pdf . Depositar sus respuestas en su portafolio como Act1_9	EA EC	1	1.2	7
2	<i>Lenguajes Formales</i>				
2.1	Resolver los ejercicios que están en el archivo Leng.pdf , depositar sus respuestas en su portafolio como Act2_1	EC	10	0.2	4
2.2	Realizar un programa, en su lenguaje favorito, que identifique a qué tipo, en la jerarquía de Chomsky, pertenece una gramática dada. Depositarlo en su portafolio como Act2_4	EA EC	5	1.2	5
3	<i>Lenguajes Regulares</i>				
3.1	En su grupo de discusión privado discuta la siguiente expresión “Para cada AFND existe una gramática regular que genera el mismo lenguaje” . La puntuación de esta actividad es personal dependiendo de su participación.	EC CA EA	5	1.2	5
4	<i>Lenguajes libres del Contexto</i>				
4.1	Descargue el simulador Paté de la siguiente dirección: http://www.inf.udec.cl/~lenform/ActividadesLF/Pate.rar , y resuelva los ejercicios que se encuentran en el archivo Pate.pdf . Depositar sus respuestas en su portafolio como Act4_1	EA EC	1	1.2	5
4.2	Resolver los ejercicios que están en el archivo FNC.pdf , depositar sus respuestas en su portafolio como Act4_4	EC	10	1.2	4
5	<i>Traducción Dirigida por la Sintaxis</i>				
5.1	Del libro [2] de la bibliografía, estudiar el apartado 5.2 “Traducción Dirigida por la Sintaxis”. Escribir un resumen y depositarlo en su portafolio como Act5_1	OR	5	0.2	1
5.2	Resolver los ejercicios que están en el archivo TP.pdf , depositar sus respuestas en su portafolio como Act5_4	EC	10	1.2	5
6	<i>Teoría de Compiladores</i>				
6.1	Realice una investigación indicando a lo menos 5 compiladores creados, efectúe un resumen de cada uno e indique sus ventajas y desventajas. Deposite su investigación en su portafolio como Act6_2	EA	10	1.2	4
6.2	Realice un programa en LEX del enunciado que se encuentra en el archivo Lex1.pdf . Depositarlo en su portafolio como Act6_5	EA EC	5	1.2	8
6.3	Realice un trabajo de investigación para determinar cómo se utiliza el analizador sintáctico: YACC. Construya un breve manual de la	EA	10	1.2	5

	manera en que se utiliza, de un máximo de 3 páginas. Depositarlo en su portafolio como Act6_11				
6.4	En su grupo de discusión privado discuta la siguiente expresión “Las gramáticas LL(1) no son ambiguas” . La puntuación de esta actividad es personal dependiendo de su participación.	EC CA EA	5	1.2	5
6.5	Del libro [1] de la bibliografía, estudiar el apartado 2.5 “Analizadores Sintácticos”. Escribir un resumen y depositarlo en su portafolio como Act6_18	OR	5	0.2	1
6.6	Resolver los ejercicios que están en el archivo Remer.pdf , depositar sus respuestas en su portafolio como Act6_20	EC	10	1.2	8

Fase 2: Configuración de la Estrategia de Aprendizaje

Se divide en dos etapas:

1. Configuración de la secuencia de contenidos .

Se ingresa a la Plataforma el perfil del alumno, los cuales se clasifican en: Nulo, Bajo, Medio y Alto dependiendo del conocimiento y nivel que posea el alumno sobre el contenidos de la asignatura. Esto se observa en la figura 2.

The screenshot shows the 'Estrategias de Enseñanza' (Teaching Strategies) configuration page in the MISTRAL platform. The page has a header with the MISTRAL logo and navigation buttons: 'Sin Estrategia', 'Modificar', 'Continuar', and 'Volver'. The 'Perfil de Usuario' (User Profile) section contains four radio buttons for 'Nulo', 'Bajo', 'Medio', and 'Alto'. Below this is a table with 8 rows of content topics and their corresponding learning objectives. The table has two columns: 'Nro.' (Number) and 'Contenido' (Content). The content topics are: 1. Strings, Alfabetos y Lenguajes; 2. Introducción a las Máquinas de Estados Finitos; 3. Automatas Finitos; 4. Automatas con Pila; 5. Máquinas de Turing; 6. Gramáticas; 7. Tipos de Gramáticas y sus Reconocedores; 8. Lenguajes Regulares. The interface is displayed in a Microsoft Internet Explorer browser window.

Figura 2: Configuración de la secuencia de contenidos

2. Configuración de la secuencia de actividades.

Para cada una de las actividades creadas se determina a qué estilo de aprendizaje corresponde, ingresando este parámetro en la Plataforma como se observa en la figura 3. Este parámetro permite determinar la secuencia de actividades más apropiada para cada alumno (de acuerdo a su estilo de aprendizaje) y que éste potencie sus habilidades y aprenda de una manera enriquecedora y más adecuada para él.

Objetivo: Familiarizar al estudiante con los conceptos básicos de los lenguajes formales y sus notaciones para su posterior aplicación en el manejo de modelos formales

Contenido: Strings, Alfabetos y Lenguajes

1) Del libro [3] de la bibliografía, estudiar el Capítulo 1 "Alfabetos y Lenguajes". Escribir un resumen y depositarlo en su portafolio como Act0_1

Contenido: Introducción a las Máquinas de Estados Finitos

3) Realice una investigación sobre las máquinas secuenciales de Mealy y Moore. Describa brevemente cada una de ellas. Demostrarlo en su portafolio como Act0_3

Figura 3: Configuración de la secuencia de actividades

4. Conclusiones y Comentarios

La principal característica encontrada en la Plataforma MISTRAL es que permite estructurar una secuencia de actividades según el estilo de aprendizaje del alumno, adaptándose ellas a los conocimientos que va adquiriendo el alumno a través del proceso, esto trae una mejor enseñanza y aprendizaje para el alumno que cursa un ramo usando esta plataforma.

Otra característica de MISTRAL es que facilita la creación de cursos a distancia, pues trae un ahorro de tiempo para el docente a cargo de la asignatura ya que éste no debe desarrollar todo el material del curso sino que puede utilizar material disponible en Internet o hacer referencias a capítulos de la bibliografía entre otras cosas.

Además esta Plataforma permite que los alumnos inscritos en un ramo puedan interactuar con otros alumnos que tengan diferente estilo de aprendizaje para así potenciar todos los estilos de aprendizaje, haciendo uso de los Foros y Chat Privados.

La creación del curso de Lenguajes Formales e Introducción a la Teoría de Compiladores en la Plataforma MISTRAL permitió crear nuevas actividades que antes no se tenían consideradas. Ejemplo de estas actividades son: actividades en las cuales el alumno utiliza un simulador o un applet, actividades que requieren un trabajo de investigación, efectuar resúmenes y comparaciones de ciertos capítulos de un libro, participar en la discusión de algún tema en los foros de discusión privados. Esto trajo un mejoramiento y fortalecimiento de la enseñanza y aprendizaje de los contenidos del curso.

Las actividades hechas para este curso se desarrollaron abarcando los distintos estilos de aprendizaje (EA) descritos en este informe, esto permitió darse cuenta de las carencias del currículo de la asignatura y así poder mejorarlo.

La incorporación y enseñanza del curso descrito en este informe usando la Plataforma MISTRAL, permitiría dictar esta asignatura a un mayor número de alumnos de los que actualmente se imparte debido a que el curso se encontraría disponible en Internet. Además al poder adaptar una secuencia de actividades al

estilo de aprendizaje del estudiante lo beneficiaría, pues la enseñanza y aprendizaje estaría adecuada a su manera de aprender y sin "perder" tiempo en temas que conoce o actividades poco beneficiosas para él. Es decir existirá una enseñanza verdaderamente personalizada, aunque este curso se dicte a un número muy elevado de alumnos.

Referencias Bibliográficas

- [1] Salcedo, P., Labraña C., Farrán Y. (2002). "Una Plataforma Inteligente de Educación a Distancia que incorpora la Adaptabilidad de Estrategias de Enseñanza al Perfil, Estilos de Aprendizaje y Conocimiento de los Alumnos". XXVIII Latin-American Conference on Informatics (CLEI 2002). November 25-29, Uruguay.
- [2] Salcedo, P., Pinninghoff, M.A., Contreras, R. (2003) "MISTRAL: A Knowledge-Based System for Distance Education that Incorporates Neural Networks Techniques for Teaching Decisions". Artificial Neural Nets Problem Solving Methods, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2687, Springer-Verlag, Berlin.
- [3] Salcedo, P., Farrán Y., Mardones E. (2002). "MISTRAL: An intelligent platform for distance education incorporating teaching strategies which adapt to students' learning styles". World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare & Higher Education.
- [4] Brusilovsky, P. (1998) Methods and techniques of adaptive hypermedia. In: P. Brusilovsky, A. Kobsa and J. Vassileva (eds.): Adaptive Hypertext and Hypermedia Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 1-43. <http://www.wkap.nl/prod/b/0-7923-4843-5>
- [5] Kolb David (1996). Inventario de Estilos de Aprendizaje. Case Western Reserve University. Traducido por Rafael Estévez.