

# Reglas de Predicción aplicables al Diseño de un Curso de Computación

María Delia Grossi

[mdg7501@yahoo.com.ar](mailto:mdg7501@yahoo.com.ar)

Departamento de Computación  
Facultad de Ingeniería. UBA

Laura Lanzarini

[laural@lidi.info.unlp.edu.ar](mailto:laural@lidi.info.unlp.edu.ar)

Instituto de Investigación en Informática LIDI  
Facultad de Informática - UNLP

## Resumen

Este artículo describe la manera de utilizar Reglas de Predicción para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Computación que se desarrolla en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

El enfoque propuesto busca modelizar la interacción del alumno con el material de estudio a través de reglas cuya interpretación permitirá detectar las falencias del proceso educativo así como evaluar la calidad del material de estudio utilizado.

**Palabras claves:** Minería de Datos Educativa, Enseñanza de Computación.

## 1. Introducción

La aplicación de la Inteligencia artificial (IA) a la enseñanza a través de computadoras tiene como objetivo final construir sistemas de enseñanza inteligentes que simulen a un buen profesor [1]. Existen diferentes sistemas educativos que aplican la Inteligencia Artificial, cada uno de ellos con sus puntos fuertes y débiles. Entre ellos, se pueden mencionar:

- los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) que basan su funcionamiento en la modelización separada del conocimiento pedagógico (el “*qué enseñar*”), la estrategia didáctica a utilizar (el “*cómo enseñar*”) y las características del alumno a quien va dirigido. Una de las críticas que numerosos autores le plantean a los STI es que, pese a la interacción de estas tres partes, convierten a la tarea educativa en excesivamente restringida a las órdenes del tutorial [2].

- Los Sistemas Hipermedia Adaptativos buscan resolver los problemas observados en los STI permitiendo adaptar el contenido hipermedial al usuario. De esta forma, concreta la idea de una lectura interactiva que refuerza el mensaje y permite que el alumno tenga una función activa en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Una desventaja que se plantea a este tipo de sistemas es que el alumno puede encontrarse “*muy libre*”, es decir, puede llegar a recorrer caminos que no le permitan apropiarse de los principios procedimentales y conceptuales planteados por el docente. Por otro lado, no tienen la capacidad para determinar el grado de avance del alumno en el aprendizaje ni para personalizar la enseñanza [2].
- Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en la WEB pueden definirse como “*todos los sistemas hipertextos e hipermedia que reflejan algunas características del usuario en la adaptación de varios de sus aspectos visibles.*” [3]. El término adaptación se refiere a la capacidad de un sitio WEB de cambiar de estrategia o de respuestas de acuerdo a las características del usuario. La adaptación puede aplicarse a un alumno o a un grupo de alumnos con intereses en común. En particular, en el ámbito de la educación, la adaptación permitirá individualizar las presentaciones y las actividades como así también la recomendación de enlaces relevantes que le permitan al alumno (o grupo) ampliar el conocimiento.

En este artículo, se propone el uso de Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en la WEB permitiendo de esta forma aproximarse al

objetivo de una enseñanza individualizada y flexible.

Como herramienta para implementar el proceso adaptativo se utilizarán reglas de predicción o asociación. Este tipo de reglas son una de las herramientas más utilizadas de la Minería de Datos por su capacidad para determinar correlaciones entre los atributos de una Base de Datos. Su simplicidad de expresión las convierte en un mecanismo ideal para modelizar la información disponible.

Una regla de asociación tiene la forma "Si X ENTONCES Y" y posee ciertos valores que permiten estimar su calidad. Los más utilizados suelen ser el Soporte y la Confianza [4].

La aplicación de este tipo de técnicas capaces de descubrir relaciones interesantes, a partir de la información disponible en sistemas educacionales, es un área de investigación novedosa que aun se encuentra poco desarrollada en nuestro país [5].

Este artículo está organizado de la siguiente forma: la sección 2 describe la asignatura Computación que actualmente se dicta en la Facultad de Ingeniería de la UBA y que es el caso de estudio de este trabajo; la sección 3 introduce la propuesta de cambio en la estrategia de enseñanza; la sección 4 describe la manera de realizar el diseño de un curso de computación utilizando reglas de predicción; finalmente se presentan algunas conclusiones así como líneas de trabajo futuras.

## **2. Un caso de estudio: Cursos de la Asignatura Computación de la Facultad de Ingeniería**

Este artículo propone una estrategia para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Computación que se desarrolla en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

### **2.1. Caracterización de la Asignatura**

- Es una materia obligatoria para todas las carreras de Ingeniería, excepto Ingeniería en Informática e Ingeniería Electrónica.
- Su duración es de un cuatrimestre.
- Su carga horaria es de cuatro horas semanales (cuatro créditos).
- Se desarrolla en el primer y segundo cuatrimestre.
- El único requisito que debe cumplimentar el alumno para poder cursarla es tener aprobado el Ciclo Básico Común (CBC).
- La única asignatura que la tiene como correlativa previa es Análisis Numérico.
- Constituye la primer materia (de dos), en la cual los alumnos deben programar.

### **2.2. Caracterización de las Estrategias de Enseñanza**

Durante el primer cuatrimestre del año 2007 se llevaron a cabo modificaciones en la modalidad de desarrollo de las clases en los cursos objeto de análisis del presente trabajo.

En primer lugar y con el objetivo de incrementar la participación de los alumnos, se incorporaron herramientas basadas en la WEB. La utilización de estas herramientas, como grupos, correo electrónico y foros han permitido profundizar las relaciones docente-alumnos y alumnos entre sí. La asesoría virtual a través del correo electrónico permite al docente estar disponible en forma asincrónica y distribuida. El alumno por su parte, en el momento que desee tiene la posibilidad de definir y plantear sus dudas, no sólo en forma particular al docente, sino a los restantes miembros del grupo de estudio, a través de un foro que se convierte en un espacio de aprendizaje colaborativo en el cual docentes y alumnos pueden aportar y tomar ideas y conceptos de los demás.

Además, con el objetivo de mejorar y aumentar la motivación de los alumnos, se incorporaron presentaciones multimedia que permiten, acceder al contenido de una manera sencilla y amigable. Al respecto, Daniel Prieto

Castillo [6], sostiene que se logra una mayor relación de aprendizaje cuando un material es elaborado aprovechando al máximo las posibilidades comunicacionales del lenguaje en que está armado el mensaje y del medio a través del cual se lo ofrece. Utilizar todas las capacidades expresivas de un lenguaje y comunicativas de un medio, constituye un modo de acercarse a los interlocutores y, por lo tanto, acompañar y promover el aprendizaje.

La estrategia utilizada actualmente por la cátedra para comunicar el contenido de la materia consiste en dividirla en tres módulos teóricos y en tres módulos prácticos (figura 1). Los medios que se utilizan son de tipo informático e impreso.

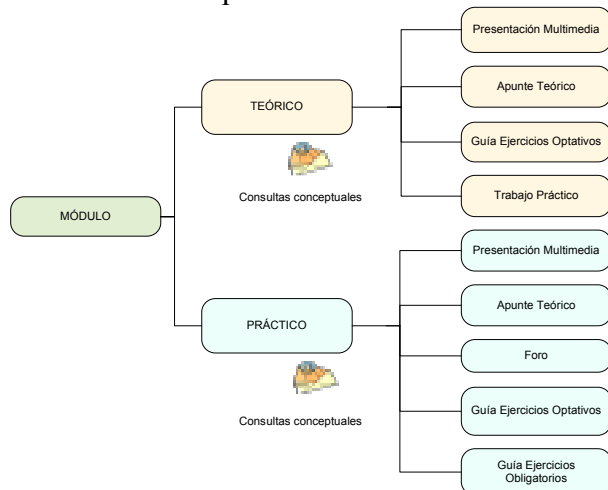


Figura 1. Organización del contenido de la asignatura Computación

### 2.3. Caracterización de los Alumnos de Computación

Debido a los requisitos que deben cumplimentar los alumnos para cursar la materia, se pueden observar alumnos:

- Ingresantes a la facultad.: que solamente aprobaron el CBC.
- Que cursan los primeros años de la carrera de Ingeniería.
- Avanzados en la carrera de Ingeniería

Esta diversidad hace que sus expectativas, motivaciones e intereses sean diferentes.

También se observan alumnos Recursantes

- Que han asistido a todas las instancias de evaluación en la cursada anterior pero han desaprobadado.
- Que han abandonado el curso sin haberse presentado a todas las evaluaciones.

### 3. Propuesta de cambio en la Estrategia de Enseñanza

En esta sección se describen las experiencias obtenidas a partir de la metodología actual y se detalla la propuesta de cambio en la estrategia de enseñanza en la asignatura Computación.

#### 3.1. Metodología utilizada actualmente

Los medios que se utilizan actualmente en la asignatura Computación son de tipo informático e impreso.

En la facultad de Ingeniería durante el segundo cuatrimestre del año 2006 y el año 2007, se realizaron pruebas piloto con asignaturas del Departamento de Matemática en las que se utilizó una plataforma de enseñanza basada en web (plataforma de e-learning). Se considera una plataforma e-learning a aquellas herramientas que combinan hardware y software para ofrecer todas las prestaciones necesarias para la enseñanza basada en la Red.[7]). En particular, en la facultad se está trabajando con la plataforma LRN (Learning Resources Nterchange).

En el primer cuatrimestre del año 2008, el área de Servicios de Computación de la Facultad planea incrementar la cantidad de cursos que utilizan la plataforma. El sistema permite mediar diferentes aspectos del proceso de enseñanza y de aprendizaje en el que se involucran alumnos y docentes. Cuenta con herramientas para la comunicación sincrónica y asincrónica, herramientas para la gestión de materiales de aprendizaje y herramientas para la gestión, seguimiento y evaluación de los estudiantes.

#### 3.2. Modificaciones propuestas

El inconveniente de las plataformas es que no poseen la capacidad de brindar a cada

estudiante un tratamiento personalizado del contenido didáctico.

Los Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en Web permiten solucionar este problema. Estos sistemas pueden

- monitorear las actividades de los usuarios,
- interpretarlas mediante modelos específicos del dominio,
- inferir los requisitos del usuario y sus preferencias a partir de las actividades interpretadas,
- actuar a partir del conocimiento disponible sobre los usuarios y el dominio.

para facilitar el proceso de aprendizaje en forma dinámica [8].

La utilización de un sistema adaptativo en el desarrollo de un curso permite adaptar el contenido a todos y cada uno de los usuarios que lo ejecuten de forma personalizada.

Si a la información recolectada del entorno educativo se le aplican técnicas de Minería de Datos el docente puede reestructurar los contenidos del sitio web para personalizar los cursos, con el objetivo final de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Teniendo en cuenta que las falencias observadas en el aprendizaje de los alumnos son:

- Bajo porcentaje de alumnos que aprueban la cursada (aproximadamente un 30% del total de inscriptos).
- Bajo porcentaje de consultas (mejorado a través de la asesoría virtual).
- Elevado porcentaje de alumnos que no alcanzan a cumplimentar la totalidad de instancias de evaluación (aproximadamente un 30% del total de inscriptos)

se propone un cambio en la mediación que permita llevar a cabo un mayor seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje y que trate de impulsar un tipo de enseñanza centrada en el estudiante ampliando el tiempo dedicado a actividades participativas.

En la siguiente sección se parte del análisis del rol del docente como diseñador y constructor de un Curso Hipermedia Adaptativo basado en Web para luego hacer una propuesta de diseño de un curso de computación bajo esta modalidad. Este desarrollo tiene en cuenta la interacción que puede tener el alumno con el sistema de acuerdo a su perfil, y describe la clase de información útil que se desea obtener para luego llevar a cabo los cambios pertinentes para realimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### **4. Propuesta de Diseño de un curso de Computación**

Para el diseño y la construcción de un sistema hipermedia adaptativo basado en Web, se deberán tomar decisiones docentes

- Propias de un curso presencial
  - determinar cuáles son los principios básicos de la materia,
  - seleccionar y organizar el contenido (conceptos, procedimientos y actitudes) a enseñar.
  - diseñar las actividades que se van a proponer a los estudiantes para cada contenido.
  - diseñar la evaluación.
- Propias de un sistema adaptativo
  - cuántos grados de dificultad debe tener cada tema,
  - qué conceptos, dentro de un tema, se van a colocar en cada grado de dificultad.

##### **4.1. Diseño del Modelo Adaptativo**

Tomando como base las investigaciones llevadas a cabo en la Universidad de Córdoba por Cristóbal Romero [9], se propone estructurar el Curso de Computación en base a temas, cada uno de los cuales estará formado por conceptos.

La figura 2 ilustra una posible organización. En dicha figura, el tema P.2. corresponde a la práctica de Estructuras de Control y se

encuentra formado por varios conceptos: Secuencia, selección, repetición, etc. A su vez, estos conceptos contienen sub-conceptos.

observadas que permitirán determinar las acciones de adaptación.

Las reglas se obtienen partiendo del nivel de

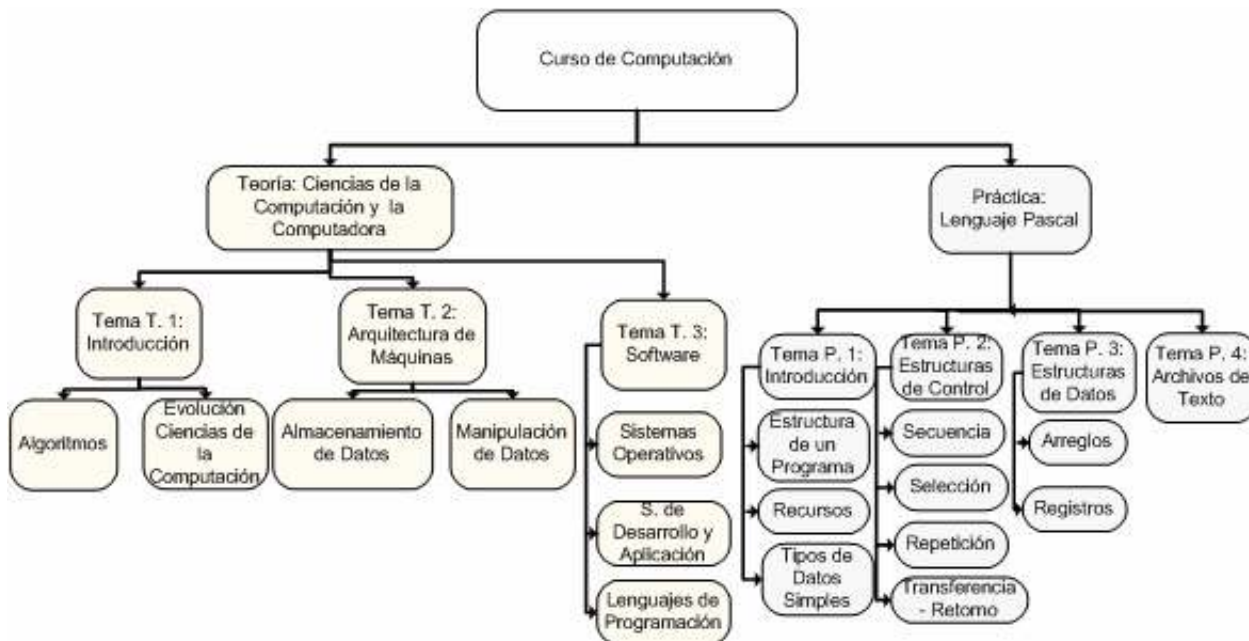


Figura 2. Estructura del curso de Computación

Un concepto va a estar formado por una o varias páginas Web relacionadas. Además, cada tema tendrá tres grados de dificultad: alto, medio y bajo y los conceptos de cada tema se abordarán desde tres niveles de complejidad: principiante, medio y experto.

Los archivos que componen este módulo podrán contener

- desarrollos teóricos de conceptos,
- test iniciales sobre temas
- actividades sobre conceptos,
- test final sobre un tema.

La adaptación de la información se basa en un conjunto de reglas que determinarán la forma en que el sistema se relaciona con el usuario. La sintaxis de dichas reglas es del tipo:

**Si <Antecedente> entonces <Consecuente>**

En el antecedente se considera el nivel de conocimiento obtenido por el alumno en los conceptos y temas y en el consecuente se expresan las características generales

conocimiento obtenido por el alumno en los tests iniciales y finales sobre cada tema y en las actividades. En cada caso, se considerará el tiempo utilizado por el alumno para realizar la tarea discretizado en tres niveles: alto, medio y bajo.

La información de uso, referente a tiempos de acceso, respuestas correctas y niveles de conocimiento de cada estudiante se recoge del sistema en archivos log. Del sistema se obtiene también información general de cada alumno: nombre, e-mail, padrón, clave de acceso, universidad, carrera, estudios. Los datos recolectados se integran en una base de datos relacional.

#### 4.2. Información a descubrir

Al finalizar cada cuatrimestre, a través de la información recogida acerca de la actuación de los alumnos inscritos en el curso, se obtienen datos estadísticos como la media de alumnos que aprobaron la materia, las notas máximas y

mínimas alcanzadas, la cantidad de alumnos que no finalizaron el curso, etc.

modificar la pregunta si se llega a la conclusión de que es confusa, o modificar su

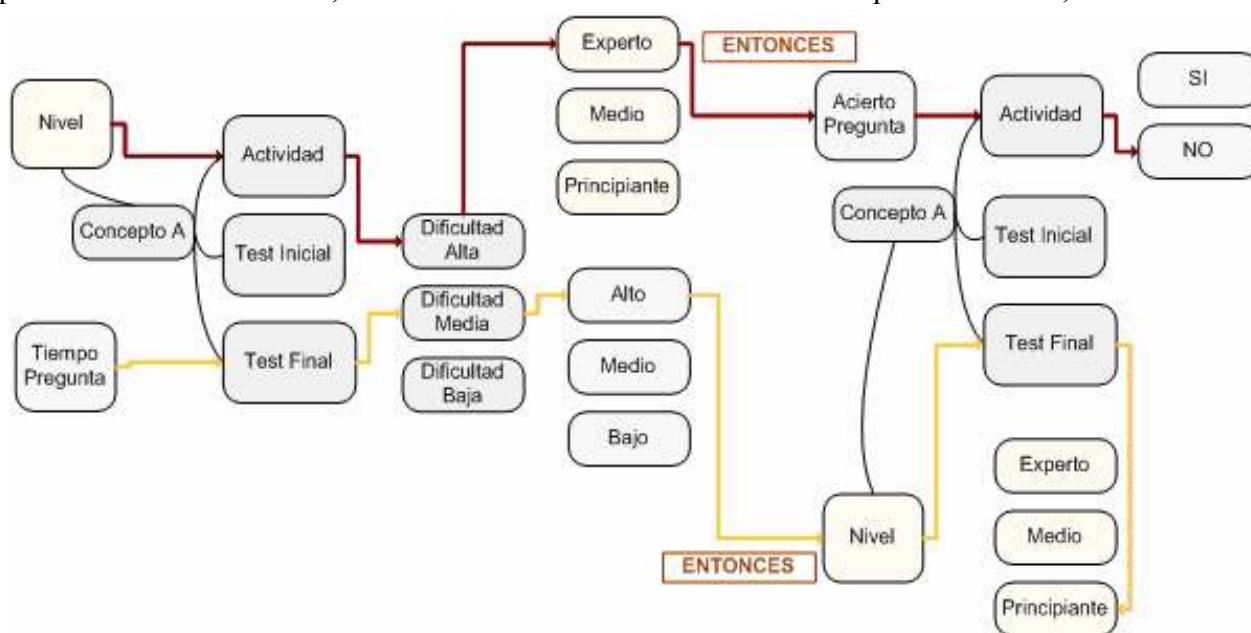


Figura 3. Ejemplo de Reglas de Predicción

La aplicación de algoritmos de minería de datos para el descubrimiento de reglas de predicción, pretende obtener información referente a relaciones entre los datos de utilización. En particular, la información que se desea encontrar está relacionada con los atributos tiempo, acierto y nivel.

La figura 3 ilustra los distintos aspectos a tener en cuenta para la obtención de las reglas y ejemplifica dos casos particulares.

Una de las reglas es la siguiente

SI (Concepto = A) and (Tarea=Actividad\_X)  
and (Dificultad=ALTA) and  
(Nivel=EXPERTO) ENTONCES  
Acierto = NO

Considerando que A representa el concepto Algoritmo, la regla anterior muestra la relación entre una Actividad de dicho concepto con dificultad Alta para la cual los alumnos con nivel Experto no logran responder favorablemente a una pregunta de esa actividad.

En base a las métricas de calidad que se obtengan, se podrán tomar decisiones como:

grado de dificultad si se considera que no refleja el nivel desarrollado en la presentación teórica del concepto.

Otro ejemplo de regla de predicción planteado en el esquema de la figura 3 es:

SI (Concepto=A) and (Tarea=TestFinal) and (Tiempo=ALTO) and (Dificultad = Media) ENTONCES Nivel = Principiante

Esta regla muestra la relación entre un elevado tiempo de visualización de una pregunta del test final del concepto Algoritmo con grado de dificultad media y el nivel alcanzado; en este caso es Principiante.

En este segundo caso, si se considera que el TestFinal ha sido redactado y clasificado correctamente, puede concluirse que es necesario reforzar los contenidos teóricos a fin de que el alumno Principiante agilice su desempeño en el concepto Algoritmo.

Lo más importante de este enfoque es la posibilidad de obtener esta reglas de manera automática. En general, es importante utilizar métodos que aporten un conjunto de reglas reducido y significativo.

Los valores indicados en los parámetros determinarán la eficiencia y eficacia de las reglas. De la combinación de los resultados obtenidos para distintos valores de soporte, confianza, interés, etc, es posible construir un modelo de la información disponible que, como se sugiere en este caso, permita mejorar la información presentada a los alumnos y obtener así un mejor rendimiento por parte de ellos.

## 5. Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuras

Se ha presentado el diseño de un curso de Computación estructurado en temas para los cuales se definen actividades y evaluaciones de distinta dificultad. El nivel de cada alumno se define por su desempeño en cada una de estas tareas. En base a la información recolectada durante la interacción del alumno con el sistema, se ha propuesto la obtención de reglas de predicción a fin de caracterizar los comportamientos observados.

Actualmente, en la Facultad de Ingeniería de la UBA, en la facultad se está trabajando con la plataforma LRN (Learning Resources Nterchange). En lo que se refiere a los cursos de Computación, ya se cuenta con el prototipo del material multimedial de los módulos teóricos y se está trabajando en la elaboración del material necesario para presentar al alumno el contenido de la parte práctica del curso de una forma "amigable" y motivadora. Se prevé incorporar al diseño del curso el sistema adaptativo propuesto, utilizándolo como complemento de la enseñanza y monitoreo de alumnos. Por su intermedio se espera descubrir conocimiento sobre el curso que ayude a la toma de decisiones para su mejora.

Como línea de trabajo futura resulta de interés analizar la posibilidad de incorporar conocimiento al modelo de manera permanente. Es decir, que en lugar de trabajar con toda la información del problema a priori, es posible continuar incorporando información que se refleje en el modelo con una cierta periodicidad. Esto permitiría cambiar el comportamiento del sistema inteligente a largo

plazo. En el caso del ejemplo planteado para el curso de Computación, que ha sido motivo de estudio a lo largo de este trabajo, esto se traduciría en la posibilidad de continuar observando el comportamiento de los alumnos frente a la plataforma luego de haber obtenido un modelo de reglas inicial, arribando de esta forma a nuevas reglas de predicción.

En resumen, el proceso adaptativo se realizaría de manera continua, ya que a lo largo de su uso se podrían incorporar modificaciones al material de estudio lo que redundaría en un desempeño diferente, presumiblemente mejor, por parte de los alumnos. Resultaría de interés que esta tarea se lleve a cabo sin tener que volver a procesar todos los datos otra vez; es decir, que simplemente se agregue o se modifique el modelo existente para poder representar la nueva información.

## Referencias

- [1] Carina Soledad González. Sistemas inteligentes en la educación: una revisión de las líneas de investigación y aplicación actuales. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa RELIEVE, 10(1):3-22, 2004.
- [2] Fernández Palacios, Arenas Gutiérrez, and Pérez LLanes. Sistemas hipermedia adaptativos: una aproximación al tema. 2002.
- [3] Peter Brusilovsky. Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Model.User-Adapt. Interact., 6(2-3):87-129, 1996.
- [4] Aprendizaje Automático: conceptos básicos y avanzados. Aspectos prácticos utilizando el software WEKA. Sierra Araujo. Prentice Hall. 2006. ISBN 84-8322-318-X.
- [5] Cristóbal Romero Morales, Sebastián Ventura Soto, y César Hervás Martínez. Estado actual de la aplicación de la minería de datos a los sistemas de enseñanza basada en web. Actas del III

Taller Nacional de Minería de Datos y Aprendizaje, TAMIDA2005, páginas 49-56, 2005.

- [6] Daniel Prieto Castillo. Comunicación con los medios y materiales. CICCUS la Crujia, 1999.
- [7] Guillermo Ricci, Cecilia Sanz, and Armando De Giusti. Herramientas de comunicación sincrónica coordinada en educación a distancia. Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICS en Argentina JEITICS 2005, pages 134-138, 2005.
- [8] A. Paranythis and S. Loidl-Reisinger. Adaptive learning environments and elearning standards. Electronic Journal on e-Learning, 2(1):181-194, 2004.
- [9] Cristóbal Romero Morales, Sebastián Ventura Soto, and César Hervás Martínez. Aplicación de algoritmos evolutivos como técnica de minería de datos para la mejora de cursos hipermedia adaptativos basados en web. RIED: revista iberoamericana de educación a distancia, 6(2):142-163, 2003.