

# 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.

**Pedro Salcedo Lagos**

Facultad de Educación, Dpto. de Investigación  
e Informática Educativa, Universidad de Concepción  
CHILE - psalcedo@udec.cl

**Cecilia Labraña**

Instituto Profesional Virginio Gomez  
Carrera Ingeniería en Computación e Informática  
cecilia@atenea.ipvg.udec.cl

**Yussef Farrán Leiva**

Facultad de Ingeniería, Dpto. de Ingeniería Informática  
y Ciencias de la Computación, Universidad de Concepción  
CHILE - yfarran@udec.cl

## **Resumen**

Este artículo presenta *Mistral* una herramienta de autor, para el desarrollo de cursos a distancia, que automatiza completamente el proceso de creación, mantenimiento, enseñanza/aprendizaje y administración de cursos a distancia, permitiendo construir tutores para varios tipos de dominios a partir de los requisitos identificados por el instructor, y basándose en la mismas tecnologías que los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) y los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI).

Un aspecto especial, de esta propuesta, que incide en la capacidad de adaptación al usuario, es la posibilidad de junto con diagnosticar el conocimiento y perfil del usuario, diagnosticar sus estilos de aprendizaje, para así poder elegir la mejor estrategia de enseñanza a sus necesidades y el mecanismo de evaluación más adecuado a su conocimiento.

**Palabras Claves:** Plataformas de Educación a Distancia, Estilos de Aprendizaje, Estrategias de Enseñanza, Sistemas Adaptativos, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Inteligencia Artificial en Educación.

## 1. INTRODUCCIÓN

Entre los años 70 y 90 la enseñanza asistida por ordenador se vio altamente influenciada con la incorporación de técnicas de la Inteligencia Artificial al desarrollo de sistemas y al desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza. Seymour Papert y Marvin Minsky consideraron las ideas de la ciencia de la computación no sólo como instrumento de explicación del modo en que de hecho funciona el aprendizaje y el pensamiento, sino también como instrumento de cambio que podría alterar y posiblemente mejorar la manera en que la gente aprende y piensa [13]. Concretamente como ejemplo en esta línea, se inscribe el trabajo del grupo PEG (PROLOG Education Group) de la Universidad de Exeter (Inglaterra) que trabaja en el diseño y aplicación de programas educativos ‘abiertos’ que facilitan a los alumnos trabajar en: organización y acceso a información importante del conocimiento mediante simulaciones históricas, resolución de problemas mediante simulación de aventuras, etc.

Por otro lado encontramos principalmente dos aplicaciones: los sistemas tutoriales inteligentes (STIs) y los sistemas de aprendizaje interactivo (SAI); siendo los desarrollos más acabados los MICROMUNDOS enmarcados dentro de los entornos de desarrollo interactivo (EDI).

Los STIs generalmente persiguen objetivos de aprendizaje bien definidos y comúnmente aceptados, como conocimiento factual y habilidades procedurales – reflejo de una perspectiva objetivista del conocimiento – y que pueden medirse mediante tests estandarizados. Los desarrolladores de estos sistemas han tratado de mostrar, utilizando métodos tradicionales de aprendizaje, enseñanza y evaluación, que mejoran significativamente la velocidad y calidad del aprendizaje de los alumnos y hasta cierto punto han obtenido éxito en sus pretensiones.

Aunque la bibliografía es muy extensa, se pueden citar una serie de libros, artículos y congresos que han reunido los trabajos en los últimos años: [1][2][3][4][5][6][7][8][9][10][11][12][14][15][16][17][18][19] [30].

Durante esta última década los STIs y los SHAs han superado el estatus de prototipo de laboratorio y se empiezan a instalar en aulas y lugares de trabajo, en los que están demostrando ser muy efectivos [20]. Sin embargo, aunque estos sistemas son cada vez más comunes y eficientes, todavía resultan difíciles y caros de construir lo que impide su uso generalizado. Para fomentar la creación y uso de estos sistemas se plantea el objetivo de construir herramientas de autor que faciliten su desarrollo a personas sin experiencia en Inteligencia Artificial. El estudio de estas herramientas surge prácticamente a la vez que los STIs y ya se han construido diferentes prototipos como lo presenta Tom Murray en su trabajo “*Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the State of the Art*” [20], cada uno con sus características particulares tanto en lo referente al proceso de creación del sistema de enseñanza aprendizaje como al sistema tutor que generan. Donde podemos destacar:

- ? **HyperTutor** [21][22] que reúne las ventajas de los sistemas tutores inteligentes y los sistemas hipermedia. El grupo de trabajo ha desarrollado un nuevo prototipo llamado WebTutor, al que se ha añadido la funcionalidad para trabajar e interaccionar con servidores de WWW.
- ? **InterBook** [23] que es una herramienta que facilita el desarrollo de libros electrónicos adaptativos. Usa un diseño procedural para transformar un libro electrónico en un libro adaptativo. Este procedimiento consiste, principalmente, en estructurar el contenido por relaciones entre conceptos y sus prerrequisitos.
- ? **MetaLinks** [Murray, Shen Piemonte, Condit & Thibedeau, 2000] la cual provee una interfaz gráfica para crear el libro, como también herramientas que automatizan la creación de glosario y tablas de contenido comenzando por texto y gráficos, hasta links que provee el autor.
- ? **CAMELEON (Computer Aided Medium for Learning On Network)** es un prototipo de sistema que adapta el estilo de la enseñanza a las características de los estudiantes y al modelo del dominio [24]. Los estilos de enseñanza se definen en función de los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes, que pueden clasificarse en: verbal/visual, razonado/intuitivo, activo/reflexivo y secuencial/global.

Por otro lado en los últimos años, el gran auge de Internet ha hecho posible abordar proyectos relacionados con el uso de esta red para la educación a distancia. En este ámbito, han adquirido especial relevancia los sistemas de enseñanza a distancia sobre WWW, basados en el uso de SHA y STI. Así como también los sistemas de autor (o plataformas) que permiten desarrollarlos. Donde podemos destacar:

- ? **TANGOW (Task-based Adaptive learner Guidance On the Web)** que es una plataforma diseñada para desarrollar cursos a través de Internet [25] que se adaptan a los estudiantes teniendo en cuenta tanto sus características propias (edad, idioma, etc.), como el conjunto de acciones que realizan durante el proceso de aprendizaje.
- ? **APHID** [27] que es un prototipo que genera semi-automáticamente aplicaciones hipermediales personalizadas basadas en un conjunto de elementos hipermedia, un modelo del dominio y un modelo del aprendiz.
- ? El sistema **AHA (Adaptive Hypermedia Architecture)** [27] que facilita la generación de cursos adaptativos para la WWW que está completamente basado en la WWW, en el sentido de que sólo utiliza

lenguajes y herramientas estándar, de modo que para crear un curso adaptativo únicamente es necesario crear un conjunto de páginas HTML y añadir comentarios a dichas páginas, incluyendo en ellos las instrucciones condicionales que se evalúan para decidir qué partes de los contenidos se muestran a los usuarios y cuáles no.

- ? **Arthur** [28] que recopila distintos estilos de enseñanza de distintos instructores que enseñan una misma materia y los pone a disposición de cada estudiante.

En esta línea proponemos un sistema (*MISTRAL*) para ayudar a desarrollar cursos adaptativos y accesibles a través de Internet. Su utilidad reside en facilitar a profesores no expertos en el campo informático, la construcción de este tipo de sistemas de enseñanza-aprendizaje en dominios concretos en los que son expertos, y facilitar una enseñanza personalizada a través de la adaptabilidad que mantienen los cursos a los estilos de aprendizaje y requerimientos de los alumnos.

## 2. *MISTRAL*. Descripción General

Las funcionalidades de *MISTRAL* se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- ☒ Permite generar y administrar variados cursos para multiusuarios.
- ☒ 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 - Case Western Reserve University). 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 (SHA / STI) a partir de la especificación de contenidos y actividades dadas.
- ☒ Basándose en la estrategia de evaluación de "Portafolios" genera en el servidor una estructura de carpetas por cada curso y alumno donde estos podrán depositar sus actividades para que posteriormente el profesor pueda evaluarla por esta técnica.
- ☒ Permite incorporar al sistema el conocimiento para detectar y diagnosticar el grado de aprendizaje de una unidad y la secuencia de actividades necesarios para reforzar la unidad.
- ☒ Genera automáticamente un Aula Virtual personalizada al alumno, con grupos de discusión en los que participan alumnos de distintos estilos de aprendizaje (para reforzar los estilos), con correo electrónico con las direcciones adecuadas de compañeros que potencien su estilo. Y con un sistema de seguimiento de participación que avisa por correo la baja participación en algunas actividades.
- ☒ 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).

## 3. Proceso de Construcción de un Curso utilizando *MISTRAL*

El proceso de construcción de un curso utilizando la plataforma *MISTRAL* consta de dos fases (Fig.1) :

- ? *Fase 1 de ingreso del dominio*. El propósito principal de esta fase es estructurar el conocimiento que adquiere el sistema en objetivos de los que se desprenden contenidos con diversas actividades que ingresa el docente o administrador (Fig.2)
- ? *Fase 2 de ingreso de estrategia de aprendizaje y evaluación*. El propósito principal de esta fase es el ingreso de la secuencia de actividades que corresponderán a un estilo concreto y de la evaluación correspondiente (Fig.3)

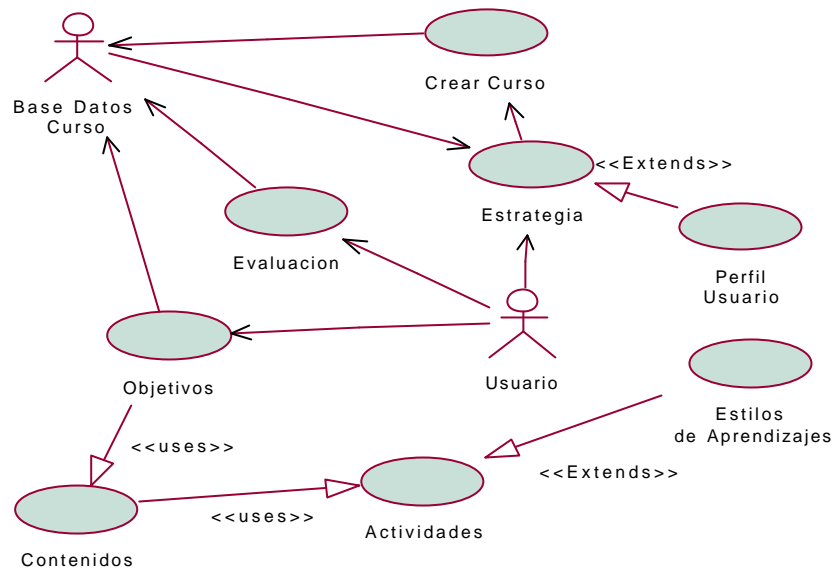


Fig. 1 “Diagrama de casos de uso para la construcción de un curso”

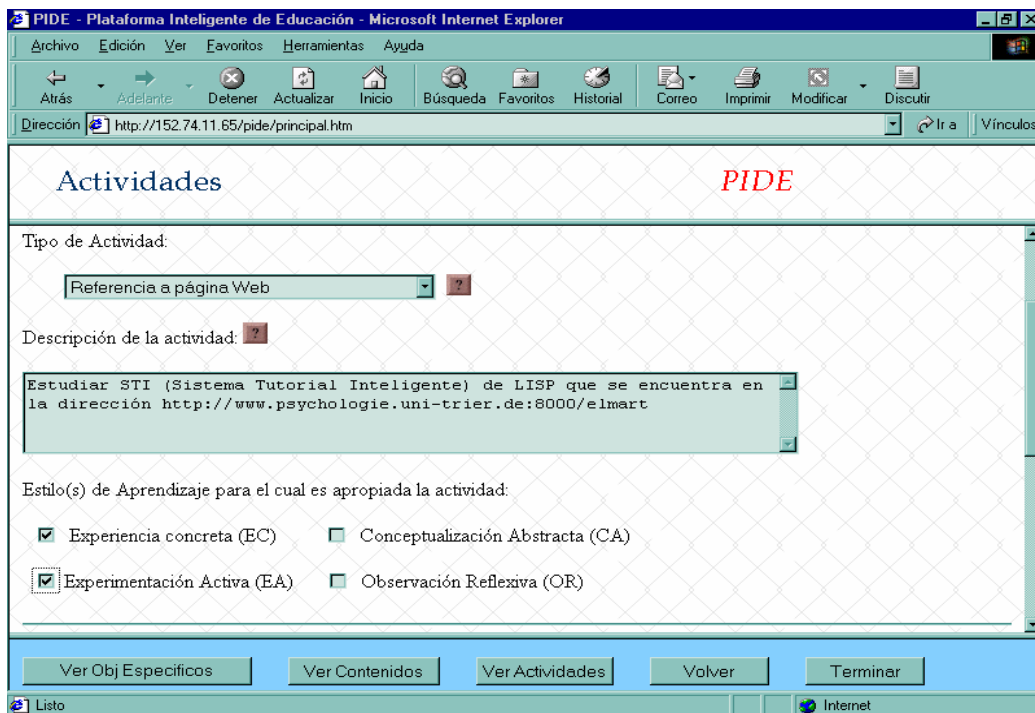


Fig.2 “Ingreso de actividad de un contenido y los estilos de aprendizaje correspondiente”

#### 4. Análisis y Diseño de la Plataforma

Para el análisis, diseño y construcción de la propuesta se ha utilizado la metodología CommonKADS [29], incorporando la notación UML en la descripción de varios de sus modelos como se describe en el trabajo.

CommonKADS [Hoog,93] es una metodología diseñada para el análisis y la construcción de sistemas basados en conocimiento (SBC) de forma análoga a los métodos empleados en ingeniería de software. Fue propuesta y desarrollada por un grupo de investigadores pertenecientes a diversos países de la comunidad Europea, a través del programa ESPRIT para la innovación y la aplicación de Tecnología Informática avanzada. El trabajo se comenzó en 1983 cuando había poco interés en tales metodologías. En ese momento, la construcción de sistemas de conocimiento estaba enmarcada bajo el paradigma de desarrollo por prototipos y de representación del conocimiento a través de reglas de producción, con hardware y software de propósito especial como máquinas LISP y PROLOG, herramientas especiales para sistemas expertos, etc.

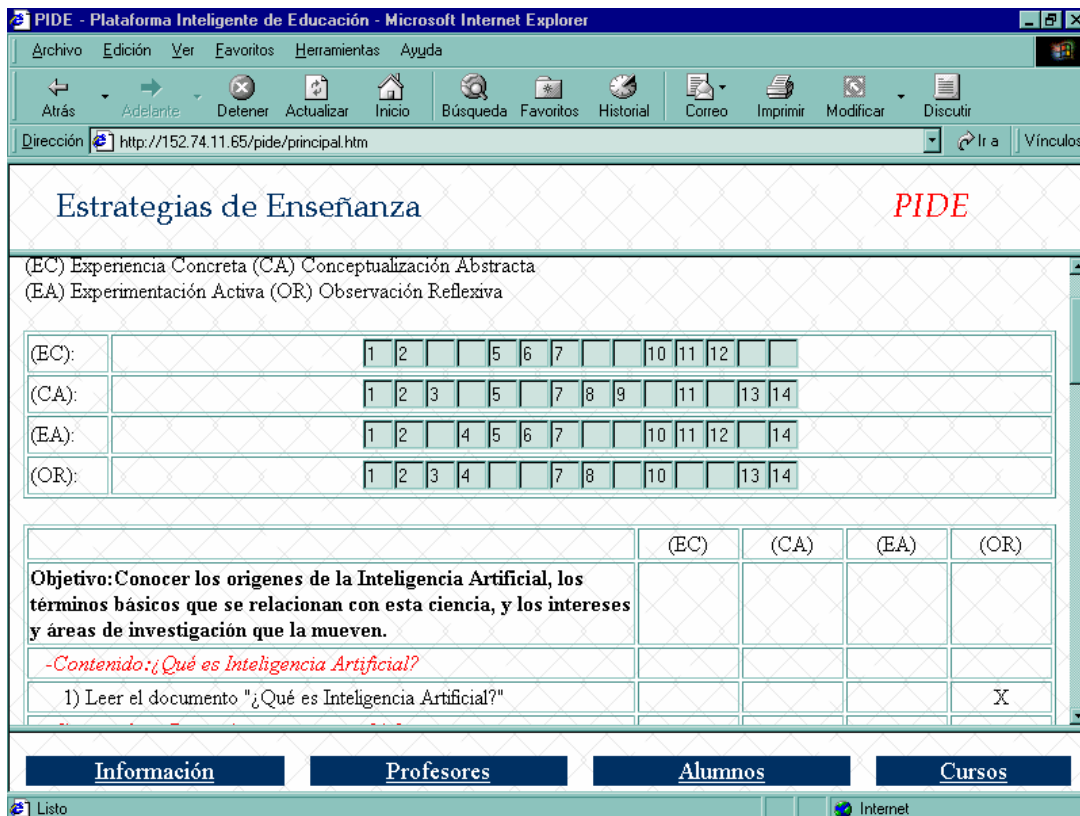


Fig. 3 “Ingreso de estrategia de aprendizaje”

La metodología CommonKADS abarca todo el ciclo de desarrollo de software (puesto que se extiende no solamente a SBCs sino al software en general) mediante un número de modelos interrelacionados que capturan los principales rasgos del sistema y de su entorno.

Hay seis modelos definidos en CommonKADS

- ✍ **Modelo de la Organización (OM):** es una herramienta para analizar la organización en que el SBC va a ser introducido, y pretende descubrir problemas y oportunidades.
- ✍ **Modelo de Tarea (TM) (Subpartes relevantes del proceso):** describe a un nivel general las tareas que son realizadas o serán realizadas en el entorno organizativo en que se propone instalar el SBC y proporciona el marco para la distribución de tareas entre agentes.
- ✍ **Modelo de Agente (AM):** un agente es un ejecutor de una tarea. Puede ser humano, software o cualquier otra entidad capaz de realizar una tarea. Este modelo describe las competencias, características, autoridad y restricciones para actuar de los agentes.
- ✍ **Modelo de Comunicaciones (CM):** detalla el intercambio de información entre los diferentes agentes involucrados en la ejecución de las tareas descritas en el modelo de tarea.
- ✍ **Modelo del Conocimiento (de Pericia o de Experiencia - EM):** este es el corazón de la metodología CommonKADS y modela el conocimiento de resolución de problemas empleado por un agente para realizar una tarea. El modelo de la experiencia distingue entre el conocimiento de la aplicación y el conocimiento de resolución del problema. El conocimiento de la aplicación se divide en tres subniveles: nivel del dominio (conocimiento declarativo sobre el dominio), nivel de inferencia (una biblioteca de estructuras genéricas de inferencia) y nivel de tarea (orden de las inferencias).
- ✍ **Modelo de Diseño (DM):** mientras que los otros cinco modelos tratan del análisis del SBC, este modelo se utiliza para describir la arquitectura y el diseño técnico del SBC como paso previo a su implementación. En general produce la especificación técnica en términos de arquitectura, plataforma de implementación, módulos de software, construcciones de representación, y mecanismos computacionales para la implementación de SC.

El principal producto que resulta de la aplicación de CommonKADS son estos modelos, los que se puede considerar como una agrupación estructurada de conocimiento que refleja todos aquellos aspectos importantes para que el SBC tenga éxito dentro de un contexto organizacional determinado.

## MODELO ORGANIZACIONAL, DE TAREA Y AGENTE

Para los tres primeros modelos, se utilizaron los 9 formularios y plantillas propuestas por CommonKADS [Schreiber,1999], de donde además, en notación UML, se determinaron los diagramas de actividades que identificaban los aspectos variantes en Estructura, Proceso, Gente y Recursos que participaban en la plataforma. Por ejemplo fig. 4 a través de un modelo de actividades de UML se visualiza el proceso de interacción entre el sistema y el alumno.

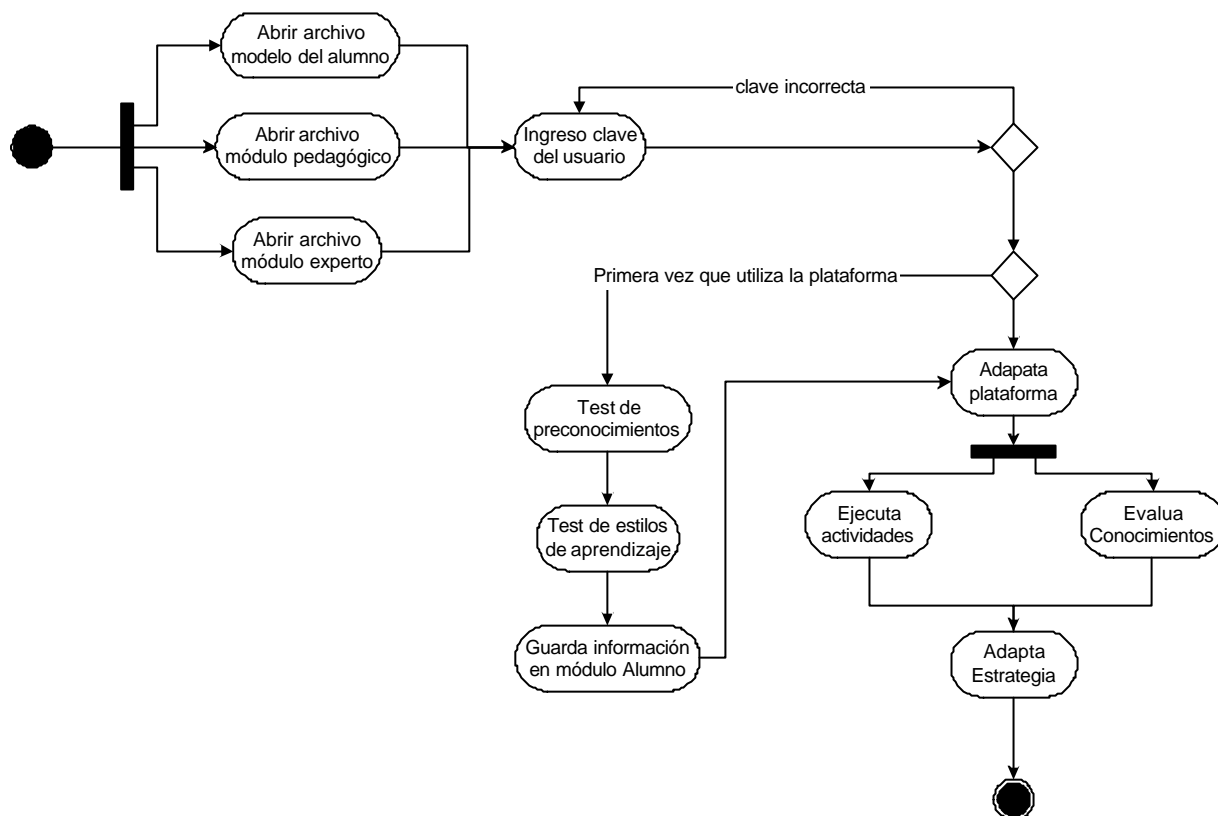


Fig. 4 Diagrama de Actividad de "Interacción entre el sistema y el alumno"

## MODELO DE CONOCIMIENTO

Habiendo identificado la tarea global del proceso de Enseñanza Aprendizaje y cada una de sus subtarefas, se modela el **Conocimiento de Pericia** el corazón de CommonKADS, identificando las relaciones entre conceptos y entre expresiones, relaciones que también fueron expresadas, en su mayor parte a través de UML (diagrama de clases, diagramas de actividades, etc), y el conocimiento Inferencial y de tareas a través de algunos de los elementos propuestos en la biblioteca de tareas de CommonKADS.

## MODELO DE DISEÑO

Gracias a la posibilidad que tiene esta plataforma de adaptar la estrategia de enseñanza, los cursos definidos con ella se adaptan a los estudiantes teniendo en cuenta tanto sus características propias psicosociales, como el conjunto de acciones que realizan durante el proceso de aprendizaje. Existe una estructura asociada con cada estudiante en su interacción con el sistema, que se restaura al inicio de cada sesión. Los cursos gestionados por el sistema se definen en términos de Tareas Docentes y Reglas. Las Reglas especifican la(s) relación(es) entre tareas que, a su vez, corresponden a unidades conceptuales definidas por el profesor del curso.

La arquitectura del sistema está basada en el modelo Web estándar, en el que el servidor recibe peticiones de los estudiantes a través de los navegadores.

Hay un proceso por cada estudiante conectado al sistema, que controla el aprendizaje del estudiante durante toda la sesión. Si un mismo estudiante está siguiendo más de un curso, entonces existirá un proceso por cada uno de los cursos.

Los principales módulos del sistema son los que administra el Agente Coordinador, y se encuentran situados en el servidor al que se conectan los estudiantes, y son accesibles a través de un programa CGI.

Para que el sistema esté operativo, el Gestor de Procesos debe estar siempre activo, esperando peticiones procedentes de los estudiantes.

Cuando el CGI recibe una petición del cliente, envía los parámetros recibidos al Gestor de Procesos y se mantiene a la espera de una respuesta por parte del Agente de Interfaz. Cuando recibe las páginas HTML generadas se las envía al estudiante.

Tanto la estrategia preferida por el estudiante para el aprendizaje como los datos personales del mismo se obtienen a través de un test que el estudiante realiza la primera vez que accede a un curso, y son almacenados por el sistema para su uso tanto en la sesión actual como en sesiones posteriores. El Agente Coordinador proporciona la información sobre las acciones llevadas a cabo por el estudiante y sus resultados (el número de páginas visitadas, el número de actividades logradas, el número de ejercicios resueltos correctamente, etc.) al Agente Pedagógico el cual genera la estrategia en base a un razonamiento basado en el caso más efectivo a sus características (RBC). El Agente Coordinador a su vez en comunicación con el Agente Material determinará las actividades a seguir del estudiante en un momento y espacio dado según su perfil.

Por otro lado es el Agente Evaluador el que en comunicación con los contenidos del curso y con el Agente Coordinador, determinará las evaluaciones más adecuadas a un objetivo determinado, según el perfil del usuario como no logrado.

Finalmente el Agente Coordinador envía al Agente de Interfaz los parámetros asociados con la tarea activa, que se utilizarán para generar dinámicamente las páginas HTML que recibirá el estudiante. Dichos parámetros están relacionados con el perfil y con las acciones del estudiante.

## 5. Ejemplo

Con la plataforma *MISTRAL* se han desarrollado varios cursos y Web-sites adaptativos, cuya evaluación ha permitido comprobar la eficacia de *MISTRAL* como sistema de enseñanza y administración de cursos a distancia .

El primer curso desarrollado con *MISTRAL* , cuyo objetivo fue principalmente el de servir de ejemplo del funcionamiento del sistema, está relacionado con “Análisis y Diseño Orientado a Objetos” para tercer año de ingeniería informática (Fig.5 red semántica que resulta del análisis del dominio). Este curso es una prueba de las distintas posibilidades de adaptación de la plataforma. En este caso:

- la estructura del curso se adapta a las características propias del estudiante como sus preconocimientos respecto a lenguajes de programación y herramientas de modelado, el diseñador (docente) a decidido incorporar la posibilidad de elegir el lenguaje de programación con el que trabajar durante el curso (C++, Pascal Object, Visual Basic, etc..) o bien comenzar con un repaso o estudio en profundidad de un lenguaje, y elegir la herramienta de modelado (Rational Rose, Microsoft Visual Modeler, GDPro, etc..) lo que permitirá adaptar actividades y secuencia de contenidos,
- la estructura del curso se adapta a los estilos de aprendizaje de cada alumno. El sistema midió los estilos de cada alumno y adaptó posteriormente la estrategia más adecuada a sus características,
- luego de que el alumno desarrolló la secuencia de actividades propuestas por el sistema, mas adecuadas a su estilo, la estructura del curso se adapta al aprendizaje conseguido por el estudiante: si el alumno no ha conseguido una calificación mínima durante la evaluación el sistema propondrá una serie de actividades complementarias (diferente a las anteriores) que permitirán al alumno mejorar su aprendizaje.
- Las actividades propuestas por el profesor son muy diversas, permitiéndole un ahorro de trabajo considerable al existir la posibilidad de usar material ya existente en Internet,
- el grupo de discusión privado reúne a alumnos de distintos estilos de aprendizaje de modo tal que permite potenciar los estilos diferentes,
- la posibilidad de depositar trabajos en el servidor de distinta índole (técnica de portafolios) permite que tanto el docente como el alumno revisen sus avances,

Posteriormente se han generado un curso de Inteligencia Artificial y uno de Informática Básica, donde es importante destacar.

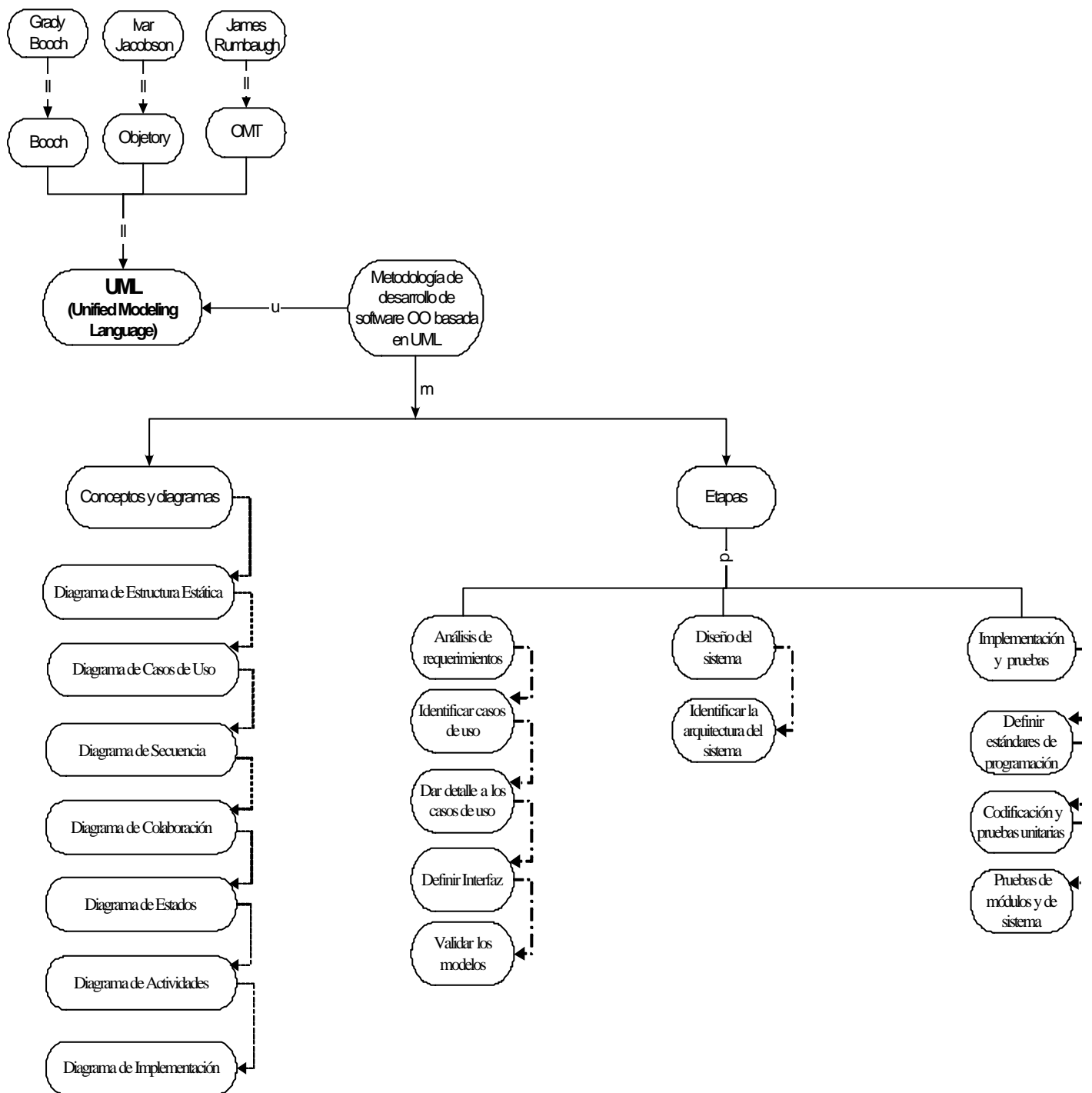


Fig. 5 “Red semántica de la asignatura de ADOO donde se observa la secuencia de contenidos y los prerequisites de cada tema”

### Conclusiones

En este artículo hemos presentado una herramienta de ayuda a la generación y administración de cursos a distancia adaptativos a través de Internet. En *MISTRAL*, la estructura y el contenido de los cursos se gestionan de forma independiente, facilitando los procedimientos de adaptación a cada estudiante.

Una vez desarrollados algunos cursos sobre esta plataforma de educación a distancia, nuestro próximo objetivo es validar la herramienta *MISTRAL* en cuanto a las facilidades reales que proporciona para construir y administrar nuevos cursos a distancia y, por otro lado, validar las posibilidades de uso y el éxito en el proceso de enseñanza aprendizaje de los nuevos cursos generados.



## Bibliografía

- [1] Bierman, D., Breuker, J. and Sandberg, J., eds. (1989). **Artificial Intelligence and Education: Synthesis and Reflection**, Springfield,VA: IOS.
- [2] Birnbaum, L., ed. (1991a). **Proceedings of the Conference on the Learning Sciences**, Charlottesville: AACE.
- [3] Clancey, W.J. **Knowledge-Based Tutoring: the GUIDON program**. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- [4] Costa, E., ed. (1992). **New Directions in Intelligent Tutoring Systems**, Berlin: Springer- Verlag.
- [5] Elsom-Cook, M., ed. (1990). **Guided Discovery Tutoring Systems**, London: Paul Chapman.
- [6] Farr, M.J. and Psotka, J., eds. (1992). **Intelligent Instruction by Computer**, Washington, DC: Taylor and Francis.
- [7] Frasson, C. and Gauthier, G., eds. (1990). **Intelligent Tutoring Systems: at the Crossroads of Artificial Intelligence and Education**, Norwood, N.J.: Ablex.
- [8] Goodyear, P. (1991). **Teaching Knowledge and Intelligent Tutoring**, Norwood, NJ: Ablex.
- [9] Greer, J.E. and McCalla, G.I., eds. (1994). **Student Modelling: The Key to Individualised Knowledge-Based Instruction**, Berlin: Springer.
- [10] Proceedings of **International Conference "Intelligent Tutoring Systems"**, 1988-2002
- [11] Kenneth D., Forbus and Paul J. Feltovich. **"Smart Machines in Education"**, Forbus and Feltovich Editors, 2001.
- [12] Lajoie, S.P. (1993). **Computer environments as cognitive tools for enhancing learning**, in S. Lajoie and S. Derry (eds.), *Computers as Cognitive Tools*, Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- [13] Seymour Papert, 1981. **"Desafío a la mente a la Mente. Computadoras y Educación"**. Ediciones Galápagos, 1981.
- [14] Polson, M.C. and Richardson, J.J., eds. (1988). **Foundations of Intelligent Tutoring Systems**, Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- [15] Regian, J. W. 1997. **Functional Area Analysis of Intelligent Computer-Assisted Instruction**. Report, TAPSTEM ICAIFAA Committee, Brooks Air Force Base, Texas.
- [16] W. and Shute, V.J., eds. (1992). **Cognitive Approaches to Automated Instruction**, Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- [17] Schank, R.C. and Cleary, C. (1995). **Engines for Education**, San Mateo: MorganKaufman. Schank, R.C. and Edelson, D.J. (1989).
- [18] Self, J.: **A perspectiva on intelligent computer-asaisted learning** /Computers in Education 5-13 pp. 239-246 / Open University Press 1988.
- [19] Wenger, E. **Artificial Intelligence and Tutoring Systems**, Los Altos: Morgan and Kaufmann.
- [20] Tom Murray. **Authoring Intelligent Tutoring Systems: An analysis of the state of the art** [http://cbl.leeds.ac.uk/ijaied/abstracts/Vol\\_10/murray.html](http://cbl.leeds.ac.uk/ijaied/abstracts/Vol_10/murray.html)
- [21] M. Ortega, J. Bravo, F. Ruiz & J. Ruiz (eds.). **¿Pueden ser los Hipermedia más Educativos?. En Informática Educativa**. Colección Ciencia y Técnica. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- [22] Usandizaga, I. & P. Lopisteguy. (1995). Una nueva tendencia en Sistemas Hipemedia Educativos. M. Ortega, J. Bravo, F. Ruiz & J. Ruiz (eds.). En *Informática Educativa*. Colección Ciencia y Técnica. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- [23] Brusilovsky, P., Eklund, S. & Schwarz, E. (1998). **Web-based education for all: a tool for development adaptative courseware**. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30(1-7), 291-300.
- [24] Laroussi M. & Ben A.M. **Providing an adaptative learning through the WEB Case of CAMELON: Computer Aided Medium for Learning On Networks**. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Computer-Aided Learning and Instruction in Science and Engineering (CALISCE'98). Goteborg, Sweden. Junio 1998.
- [25] Carro Salas R., 2001. **TANGOW: a Model for Internet Based Learning**. *International Journal of Continuing Engineering Education Life-Long Learning (IJCEELL)*. Special Issue on "Internet based learning the future of education". UNESCO.
- [26] Kettel, L. , Thomson, J. and Greer, J. (2000). **Generating individualized hypermedia applications**. Proceedings of the International Workshop on Adaptative and Intelligent Web-based Educational Systems held in Conjunction with ITS 2000. Osnabruck: Technical Report of the Institute for Semantic Information Processing. Available at <http://virtcampus.cl-ki.uni-osnabrueck.de/its-2000/paper/kettel/ws2-paper-5.htm>
- [27] Bra P. & Calvi L.: **AHA! An open Adaptative Hipermedia Architecture. The New Review of Hypermedia and Multimedia** Vol. 4, Taylor Graham Publishers, 1998, pp. 115-139.
- [28] Gilbert J.E. & Han C.Y. **Adapting instruction in search of 'a significant difference'**. *Journal of Network and Computer Applications*, 22, 1999.
- [29] G. Schreiber, H. Akkermans, Anjo Anjewierden, R. de Hoog, N. Shadbolt, W. Van de Velde y B. Wielinga. **Knowledge engineering and Management: The CommonKADS Methodology**. MIT Press, Cambridge, Mass. 1999.
- [30] Salcedo L. Pedro, Farrán L. Yussef.