

# **Ambientes para Educación Baseada en la Web y el Modelo IMS/EDUCOM**

**Sergio Crespo<sup>♦</sup>, Marcus Fontoura y Carlos Joses P. de Lucena**

Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica del Rio de Janeiro

Rua Marquês de São Vicente, 225, 22453-900 Rio de Janeiro, Brasil

[crespo, mafe, lucena]@inf.puc-rio.br

## **RESUMEN**

Este artículo propone un modelo conceptual para ambientes de educación basados en la Web (WBE), que fue desarrollado a través del estudio de varios ambientes existentes. Este modelo conceptual es entonces utilizado como base para una comparación de conceptos y funcionalidades entre esos ambientes. El modelo conceptual propuesto es compatible con la plataforma EDUCOM/IMS permitiendo de esta manera que los ambientes generados tengan interoperabilidad de contenido. La implementación del modelo es realizada a través de un framework orientado a objetos y lenguajes de dominio.

**PALABRAS LLAVES:** ambientes para educación basados en la Web (WBE), modelo conceptual para WBE, plataforma EDUCOM/IMS, framework orientado a objetos, lenguajes de dominio.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La educación/entrenamiento basada en la Web (WBE) usa la WWW como medio para la publicación del material didáctico, aplicación de tutoriales, realización de pruebas y tests y comunicación con estudiantes. También comprende el proceso de uso de la Web como vehículo de comunicación para la presentación de clases a distancia (conferencia multimídia).

Un proceso de desenvolvimiento del aprendizaje, en cualquier nivel de instrucción y entrenamiento, incorpora típicamente las siguientes acciones [8, 9]:

- Establecimiento de los objetivos del aprendizaje;
- Localización y revisión (o creación) de material instruccional (ex: instrumentos de diagnóstico, libros de texto, software para aprendizaje (courseware), tests etc.);
- Evaluación del nivel de conocimiento de los alumnos;
- Atribución de material apropiado para los estudiantes;
- Definición de la forma de acceso de los estudiantes a los componentes/módulos;
- Revisión y acompañamiento del progreso de los estudiantes y gerencia de las intervenciones necesarias;
- Provisión y gestión de la comunicación estudiante-profesor y estudiante-estudiante (tanto síncrona como asíncrona);
- Evaluación del aprendizaje;
- Relatório de los resultados del aprendizaje.

Las tecnologías de educación/entrenamiento basada en la Web están en pleno uso. Por ejemplo, actualmente (mayo de 1998) más de 100 autores desarrollaron cursos usando el

---

<sup>♦</sup> Profesor del Centro de Ciencias Exatas – C6 - en la Universidad del Vale del Rio de los Sinos - Unisinos-RS.

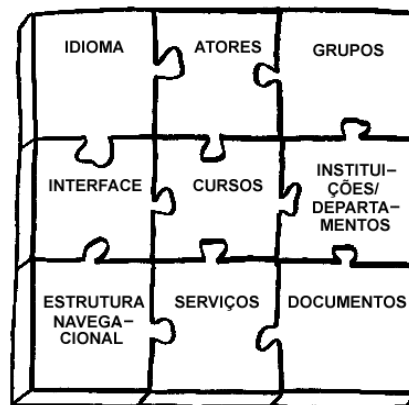
AulaNet<sup>TM</sup> (provenientes de 21 instituciones) y 316 alumnos están matriculados en los 39 cursos ofrecidos en este semestre; el Virtual-U y Web-CT también cuentan con una grand comunidad de usuarios y lo mismo vale para los demás ambientes estudiados en este artículo.

Sin embargo, todavia existen problemas en relación a la criación de contenido, su disponibilización y forma de utilización. Este problema es generado porque todavia en no existe una plataforma comun para el aprendizaje en la Internet. Este tipo de estructura es propuesta por el proyecto EDUCOM/IMS [11], que es un investimento cooperativo de organizaciones académicas, comerciales y gubernamentales dedicadas a facilitar el crecimiento y viabilizar el aprendizaje distribuído en la Internet. El objetivo principal del EDUCOM/IMS es proponer una arquitetura abierta para el aprendizaje en la Web, especificando una serie de requisitos técnicos para la criación de material y ambientes de calidad.

Un modelo conceptual fue elicitado a partir de vários ambientes estudiados [2] y es utilizado en este artículo como base para una comparación entre ellos. Este modelo conceptual es implementado a través de un framework orientado a objetos [12, 17] y lenguajes de dominio [6] y posibilita el desarrollo de nuevos ambientes para WBE compatibles con la plataforma EDUCOM/IMS.

## 2. UM MODELO CONCEPTUAL PARA AMBIENTES DE EDUCAÇÃO EN LA WEB

A través del análisis de domínio basado en varios ambientes existentes definimos un modelo conceptual [2] baseado en componentes [12]. la Figura 1 ilustra ese modelo conceptual y cada uno de los componentes es explicado a continuación. Los componentes funcionam como puntos de flexibilización [16, 18] del ambiente final. De esta forma, la existencia de cada uno de esos componentes en un ambiente significa que tal ambiente implementa la funcionalidad especificada por el componente.



*Figura 1. Modelo conceptual basado en componentes*

- Cursos: permite la creación y manutención de cursos. El contenido de cada curso es controlado por los componentes servicios y documentos;
- Actores: son las personas que interactuan con el ambiente. Actores pueden tener varias atribuciones diferentes, como por exemplo alumnos, profesores y secretaria;

- Servicios: proveen la funcionalidad necesaria para el curso. Servicios pueden ser de varios tipos: servicios administrativos (agenda del curso, cuadro de avisos, etc.), servicios de comunicación (chat, e-mail, etc.), servicios didácticos (transparencias, referencias en la Web, etc.) y servicios de evaluación (pruebas, auto-avaliación, etc);
- Documentos: son los artefactos manipulados por los servicios. Por ejemplo, el servicio noticias del curso necesita de un documento que posea la información de cual es la noticia a ser exhibida;
- Grupos: posibilidad de definirse grupos, permitiendo de esta forma el trabajo cooperativo.
- Instituciones y Departamentos: capacidad de definir y customizar el ambiente para diversas instituciones y departamentos;
- Idiomas: soporte para la autoria y consumo de cursos en varios idiomas;
- Interface: capacidad de customización de la interface del ambiente;
- Estructura Navegacional: capacidad de customización de la estructura navegacional del ambiente.

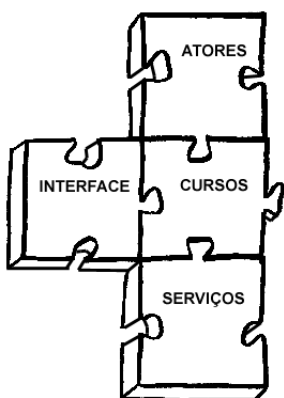
### 3. COMPARACIÓN ENTRE ALGUNOS AMBIENTES

En esta sección vamos a comparar seis ambientes para WBE con base en el modelo conceptual presentado. Una lista de los Servicios implementados por cada un de esos ambientes también es presentada.

#### 3.1 WCB

Web Course in la Box (WCB) [23] es una herramienta desarrollada por la Virginia Commonwealth University para creación y mantenimiento de cursos en la Web. Este ambiente permite la creación de páginas WWW para varios servicios tales como enmienda del curso, agenda y home-page personales, además de funciones interactivas como foruns de discusión y ejercicios auto-corregibles. la autoria y el consumo del curso son ambos realizados a través de browsers Web y no requieren conocimientos técnicos profundos.

Figura 2. El ambiente WCB



*Figura 3. Modelo de componentes del WCB*

El WCB no implementa el soporte para múltiples idiomas, la capacidad de customización de la estructura navegacional, el soporte al trabajo cooperativo, customización por institución/departamento y la definición de los documentos. La lista de servicios implementados por este ambiente es presentada a continuación.

Tipos de Servicios	Servicio
Comunicación	Contacto con profesor Chat
Administrativos	Noticias del curso Agenda
Didácticos	Transparencias Referencias en la Web
Gerales	Home-page de alumnos Home-page de instructores WCB Forum

*Tabla 1. Servicios del WCB*

### 3.2 Web-CT

WebCT [22] es una herramienta que permite la creación de ambientes de aprendizaje en la Web. Esta requiere poco conocimiento técnico, tanto por parte del desarrollador del material educacional como por parte del alumno.

El desarrollador del curso es el responsable por proveer su contenido. La interatividad, estructura navegacional y las herramientas educacionales son proporcionadas por el ambiente, que también permite la incorporación de nuevas herramientas y la alteración del layout del curso. WebCT fue desarrollado por la University of British Columbia para facilitar la creación de diversos cursos internos [5].

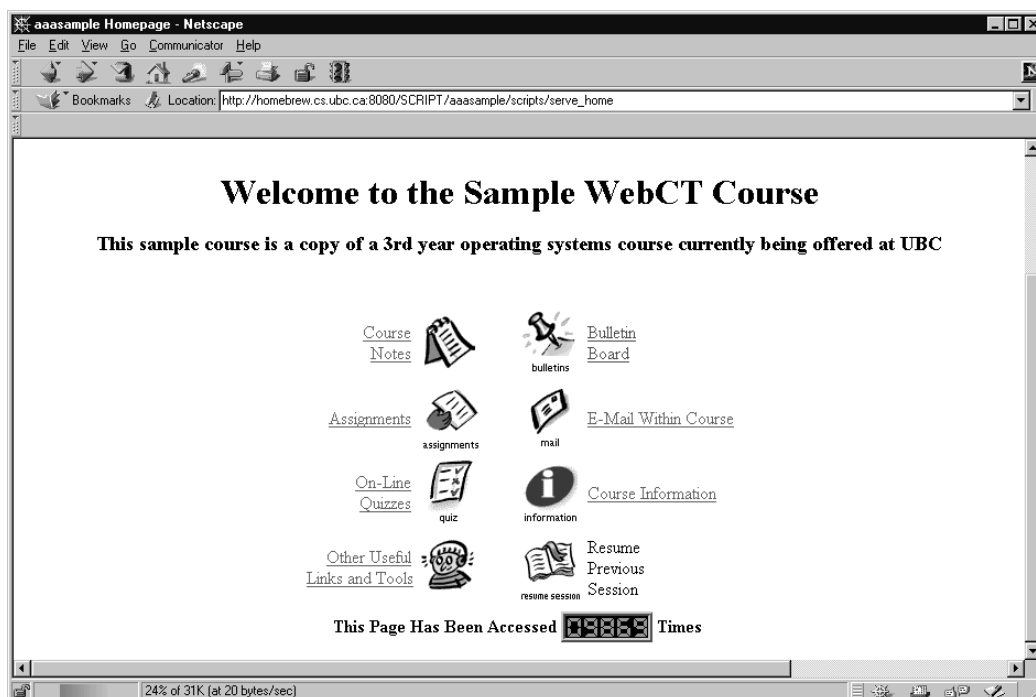


Figura 4. Curso ejemplo en el ambiente Web-CT

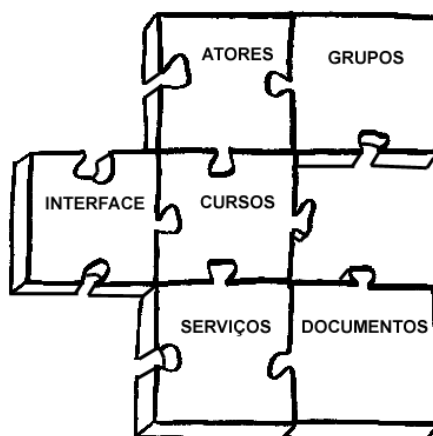


Figura 5. Modelo de componentes del Web-CT

El Web-CT no implementa el soporte a múltiples idiomas, la capacidad de customización de la estructura navegacional y la customización por institución/departamento. La lista de servicios implementados por ese ambiente es presentada a seguir.

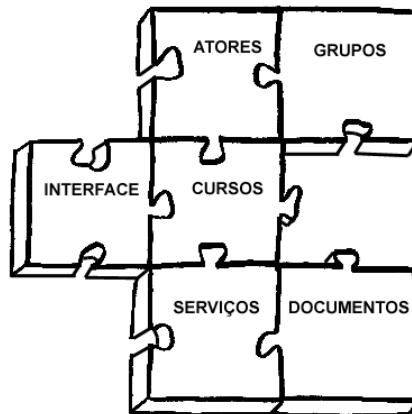
Tipos de Servicios	Servicio
Comunicación	Correo electrónico News Chat

Administrativos	Cuadro de avisos Divulgación de notas Control del progreso del alumno Acompañamiento del curso
Evaluación	Tests periódicos
Didácticos	Glosario indexado Facilidad para anotaciones de alumno Material de referencia del curso Cuadro blanco compartido e interactivo
Generales	Area de presentación de alumnos Archivos de imágenes indexados Indexación y búsqueda automática

*Tabla 2. Servicios del WCB*

### 3.3 LearningSpace

A Lotus Education y la IBM son responsables por la investigación y desarrollo del Lotus LearningSpace [13], un ambiente para desenvolvimiento de Servicios de apoyo a educación a distancia. El LearningSpace es desenvuelto sobre el ambiente de groupware Lotus Notes.



*Figura 4. Modelo de componentes del LearningSpace*

El LearningSpace no implementa el soporte para múltiples idiomas, la capacidad de customización de la estructura navegacional y la customización por institución/departamento. La lista de Servicios implementados por este ambiente es presentada a continuación.

Tipos de Servicios	Servicio
Comunicación	Correo electrónico News
Administrativos	Agenda
Evaluación	Ejercicios Tareas
Didácticos(Media Center)	Documentos multimedia Imágenes, sonido y video

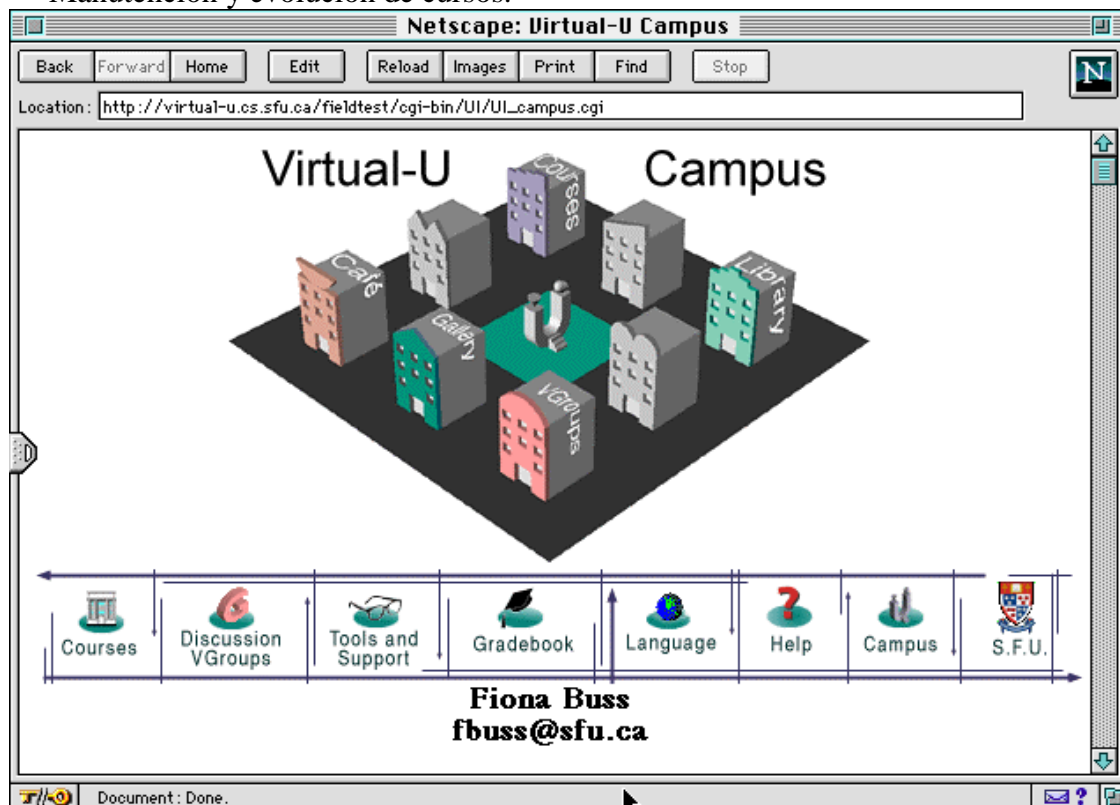
General Services	Perfiles de alumno y profesor Gerente de evaluación
------------------	--

*Tabla 3. Servicios del LearningSpace*

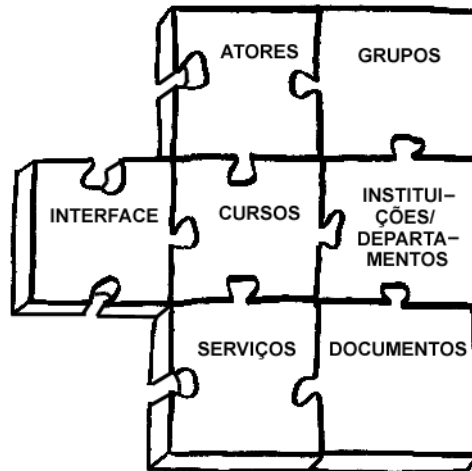
### 3.4 Virtual-U

Virtual-U [19] es un ambiente basado en la Web, desarrollado por la Simon Fraser University, que permite la integración de herramientas y templates para la creación, manutención y consumo de cursos on-line. El Virtual-U posee las siguientes funcionalidades:

- Creación de páginas Web de cursos;
- Estructuración de discusiones interactivas y actividades cooperativas entre alumnos, profesores y colaboradores externos;
- Creación de recursos compartidos para diseminación del conocimiento;
- Manutención y evolución de cursos.



*Figura 6. Ambiente Virtual-U*



*Figura 7. Modelo de componentes del Virtual-U*

El Virtual-U no implementa el soporte para múltiples idiomas y la capacidad de customización de la estructura navegacional. La lista de Servicios implementados por ese ambiente es presentada a seguir.

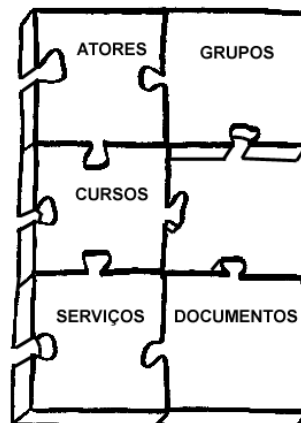
Tipos de Servicios	Servicio
Comunicación	Correo eletrônico News Debates
Administrativos	Agenda
Evaluación	Ejercicios Tareas
Didácticos	Seminários moderados por alumnos Grupos de proyectos Establecimiento de metas Conferencia en tiempo real Chats 3D con intercambio de mensajes en tiempo real
Generales	Estadísticas

*Tabla 4. Servicios del Virtual-U*

### 3.5 LiveBOOKS

El LiveBOOKs [3] es un ambiente distribuido para autoria y consumo de material educacional a través de la Web. El ambiente fue desenvuelto por el Computer Systems Group, de la University of Waterloo, con el objetivo de facilitar la creación y manutención de cursos.





*Figura 6. Modelo de componentes del LiveBOOKs*

El LiveBOOKs no implementa el soporte a múltiples idiomas, la capacidad de customización de la interface y de la estructura navegacional y la customización por institución/departamento. La lista de Servicios implementados por ese ambiente es presentada en la tabla 5.

Tipos de Servicios	Servicio
Comunicación	Contacto con profesor Contacto con tutor Contacto con monitor
Avaliação	Auto-avaliação
Didáticos	LiveBOOK Notas de rodapé Biblioteca eletrônica

*Tabla 5. Servicios del LiveBOOKs*

### 3.6 AulaNet™

AulaNet™ [15] (<http://les.inf.puc-rio.br/aulanet>) es un ambiente de software basado en la Web, desarrollado en el Laboratório de Engenharia de Software—LES—del Departamento de Informática de la PUC-Rio, para creación y asistencia de cursos a distancia.

Concebido a partir de la experiencia vivenciada con la aplicación de tres cursos durante el segundo semestre de 1997 [20, 10, 21], AulaNet™ se apoya en las siguientes premisas básicas:

1. Los cursos creados deben poseer gran capacidad de interactividad, de forma de atraer la participación intensa del alumno en el proceso de aprendizaje (“learningware”).
2. El autor del curso no necesita ser obligatoriamente un especialista en Internet.
3. Los recursos ofrecidos para la creación de cursos deben corresponder a los de una clase convencional, acrecentados de otros normalmente disponibles en el ambiente Web.
4. Debe ser posible la reutilización de contenidos ya existentes en medio digital, a través, por exemplo, de la importación de archivos.

El atendimento a las premisas mencionadas llevó a la formulación del concepto *de Processo de Desenvolvimento del Aprendizaje*—PDA, que exige la especificación previa, por parte del Autor, de los recursos didáticos que usará durante el desenvolvimento del curso.

La utilización de AulaNet™ posibilita la creación de cursos a distancia a través de la Internet con mucha facilidad. Los cursos son dotados de elevado grado de interactividad y posibilitan intensa participación del alumno, sin requerir del autor un conocimiento profundo del ambiente Web. Y más, que el curso creado puede utilizar contenidos ya existentes, gravados en medio digital.

Actualmente existen más de 100 cursos siendo desenvueltos por profesores de varias areas diferentes en la PUC-Rio y en outras universidades brasileiras.

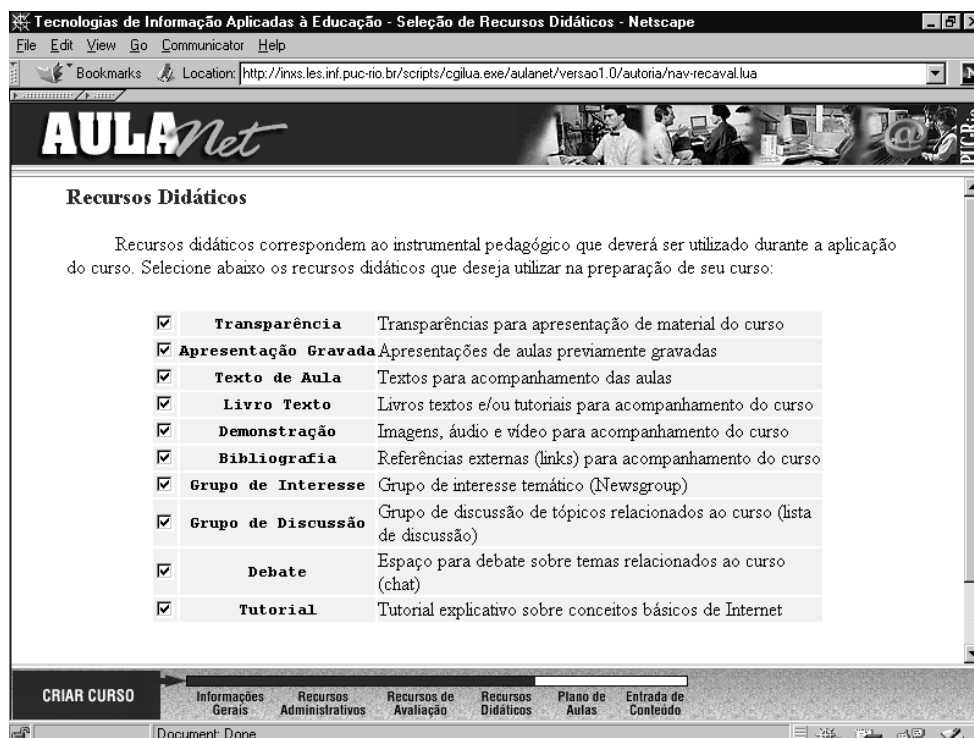


Figura 8. Ambiente AulaNet

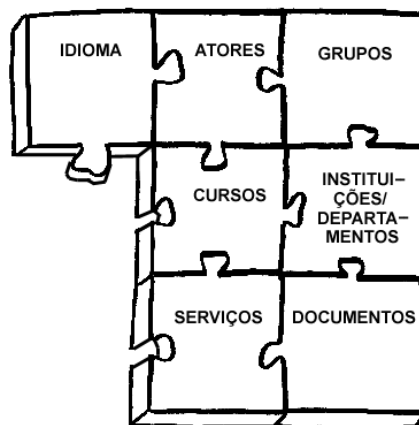


Figura 9. Modelo de componentes del AulaNet

El AulaNet<sup>TM</sup> no implementa la capacidad de customización de la interface y de la estructura navegacional. La lista de Servicios implementados por este ambiente es presentada en la tabla 6.

Tipos de Servicios	Servicio
Comunicación	Grupo de interés Grupo de discusión Contacto con profesor Debate
Administrativos	Agenda Noticias del curso Cadastró de instructores
Evaluación	Test Resultado de test Proyecto Resultado de proyecto Ejercicio Resultado de Ejercicio
Didácticos	Plano de clases Transparencias Presentación gravada Texto de clase Libro texto Demostraciones Bibliografía
Generales	Tutorial sobre Internet Home-page de alumnos Búsqueda

*Tabla 6. Servicios del AulaNet*

#### **4. EI FRAMEWORK CONCEPTUAL EDUCOM/IMS**

El uso de computadores en la educación no es una novedad, sin embargo, con el advenimiento de las redes de computadores y en especial de la Internet, este uso aumentó considerablemente, permitiendo la realización de actividades con un enfoque más colaborativo y proporcionando otras formas de interacción.

El potencial de la Internet ha sido reconocido por escuelas, universidades, organismos gubernamentales y organizaciones comerciales interesadas en promover y crear ambientes de aprendizaje. Las redes de computadores, juntamente con la Internet ofrecen la infraestructura básica para que se pueda proveer educación basada en la WEB. La interactividad en la WEB en muchos casos se resume a un clicar de mouse ou a la completación de un simple formulario electrónico. Nuevas tecnologías han surgido para actuar encima de la falta de dinamismo que el HTML no ofrece. Estas tecnologías actualmente son: Java, ActiveX, JavaBeans, JavaScript, Dynamic HTML, Shockwave, Flash, RealAudio/Player, entre otras. A pesar de estas nuevas herramientas estar en pleno uso, todavía existe el problema de creación del contenido, su disponibilización y forma de utilización que no siempre es óbvia. Estos contenidos que son muchas veces pobres y

otras veces ricos en información, generalmente permanecen difíciles de ser encontrados y utilizados de manera adecuada. Este grave problema es generado por no existir una infraestructura adecuada para el aprendizaje, que atue bajo la Internet. Este tipo de infraestructura es propuesta por el proyecto EDUCON/ IMS (<http://www.imsproject.org/specs.html>).

En resumen, existen tres tipos principales de problemas para el ofrecimiento de materiales on-line y para la creación de ambientes de aprendizaje:

- Deficiencia de soporte para la naturaleza dinámica y colaborativa del aprendizaje;
- Carencia de incentivos y estructura para desenvolver y compartir contenidos educacionales;
- Pobreza en el soporte a la localización y operación de materiales independientes de la plataforma.

El proyecto IMS (Instructional Management Systems) es un investimento cooperativo de organizaciones académicas, comerciais y gubernamentales dedicadas a facilitar el crecimiento y viabilizar el aprendizaje distribuido via Internet. El objetivo principal del IMS es proponer una arquitetura abierta para el aprendizaje en la Web, especificando una serie de requisitos técnicos para la creación de materiales y ambientes de aprendizaje con calidad. con esta especificación, el IMS ofrece un framework comun para que sea posible generar y extraer informaciones para el proceso de aprendizaje. Un desenvolvedor de contenido puede crear material para un alumno específico, un profesor puede desenvolver una serie de documentos integrados dentro de un sistema, etc.

Uno de los principais fenómenos identificados en ambientes de aprendizaje es el dinamismo de los papeles que los usuarios interpretan en un determinado momento.

Es importante saber que el IMS no es un software que es ejecutado en computadores, es una especie de protocolo tal como TCP/IP, ISO/OSI, HTTP de forma que las nuevas aplicaciones o ambientes a ser desenvueltos puedan seguir estas directrices y, de esta forma, conseguir un alto nivel de interatividad, intercambio de informaciones y compatibilidad a nivel de sistemas.

Con la definición de la plataforma IMS se pretende alcanzar:

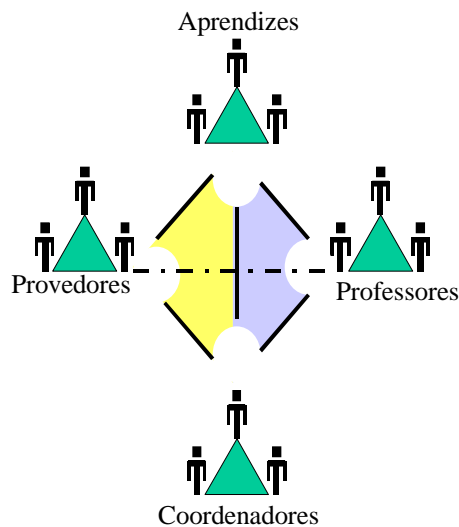
- Bajos costos para el desenvolvimiento de “learningware”;
- Perfeccionamiento de la calidad de los materiales y ambiente de aprendizaje;
- Mayor acceso al aprendizaje;
- Mayor customización y flexibilización de las experiencias con aprendizaje.

Existen varios actores dentro de esta propuesta, difiriendo apenas en relación a sus papeles frente a esta arquitectura. Entre los actores podemos citar:

- Aprendizes: personas de varias edades, habilidades, intereses y motivaciones, pertenecientes o no a alguna institución de enseñanza o investigación, pudiendo realizar su aprendizaje de forma individual o colectiva;
- Profesores: personas que transmiten su conocimiento utilizando varias metáforas, pudiendo o no ser afiliadas a algun instituto de investigación, escuela, universidad o órgano gubernamental, pudiendo enseñar de forma individual o participar de algún grupo de enseñanza;
- Coordinadores: son entidades académicas, privadas, gubernamentales o comunitárias que proveen crédito para iniciativas envolviendo aprendizaje, pudiendo participar de forma de ofrecer Servicios para la gerencia de cursos y currículos;

- Provedores: ofrecen contenido y Servicios oriundos de trabajos de un único autor, de un grupo o de outros provedores agregados tales como revistas, diarios, etc.

La figura abajo muestra el proceso de interacción entre los grupos de actores:

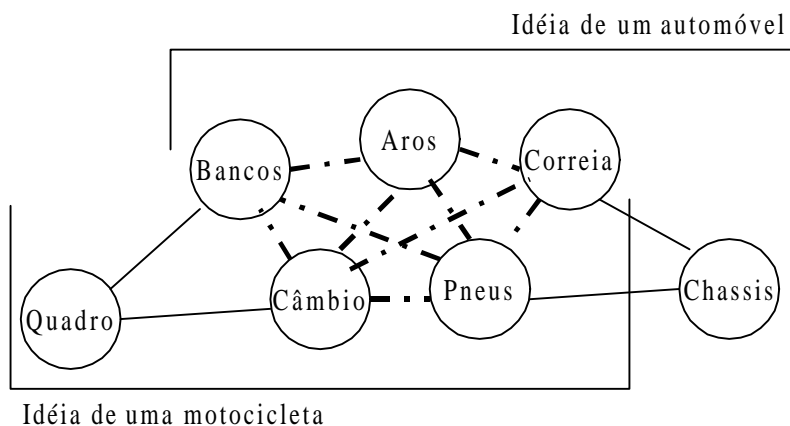


*Figura 10. Interacción entre los actores*

Como puede ser visto en la Figura 10, puede tenerse el intercambio de información entre los participantes del propio grupo o entre los grupos que forman los vértices del tetraedro. La arquitectura IMS ofrece soporte para que este intercambio de informaciones pueda ocurrir intra y enter grupos.

En esta propuesta, el proceso de aprendizaje es visto como um conjunto de pequeños documentos de información que son dispuestos o redispuestos produciendo una gama diversificada de conocimiento en varios contextos de aprendizaje.

Como ejemplo podemos ver en el grafo abajo presente en la Figura 11.



*Figura 11. Varias semánticas de un conjunto de informaciones*

La Figura 11, nos muestra el ejemplo de una modularización donde podemos tener varios pequeños pedazos de informaciones y dependiendo de como ellas son agrupadas, nos darán una visión diferenciada de conocimiento y, a su vez, una nueva forma de aprendizaje. El IMS en su arquitectura ofrece herramientas para que se puedan tener facilidades de gerenciamiento de estas partes, produciendo de esta manera materiales

educacionales de alta calidad e reusables. Muchas escuelas y universidades ya tienen invertido millones de dólares en infra-estructura para que se puedan crear ambientes de aprendizaje. La plataforma IMS pretende generar condiciones para que toda la infra-estructura ya creada pueda ser utilizada en la producción de ambientes de aprendizaje.

El IMS focaliza su atención en los siguientes tópicos:

- Interoperabilidad: los varios ambientes de aprendizaje podrán comunicarse y interactuar mutuamente, de forma análoga a un grupo de alumnos pertenecientes a grupos diferentes y trabajando en conjunto por medio de un programa de Chat;
- Customización e extensibilidad: la customización de un sistema es viable a través de una combinación de sus partes interoperables requiriéndose para esto que los sistemas sean contruídos de forma de beneficiar la generalización de sus módulos y que tengan procedimientos padrones frente a los ya existentes en el mercado;
- Colaboración: por colaboración se entiende el intercambio entre alunos y el ambiente de aprendizaje propiamente dicho, que consiste de personas y recursos.

#### **4.1 Aspectos Técnicos del Proyecto EDUCOM/IMS**

El proyecto IMS aborda los siguientes temas en su plataforma:

- Suposiciones: comentan las tendencias tecnológicas que ya están o estarán presentes en ambientes de aprendizaje. Dentro de este tema, se observa que el mercado actual es dominado por dos tipos de modelos de objetos distribuídos: COM (Microsoft's Component Object Model) y Corba de la OMG (Object Management Group). Ambos modelos dan soporte Java y el modelo Corba dá soporte también a Java/RMI. La existencia de estos modelos permite una neutralidad en el que atañe al desarrollo de componentes apropiados para un determinado público alvo. Otra tendencia es la proliferación de agentes para facilitar el proceso de aprendizaje, actuando muchas veces como un tutor. El uso de la realidad virtual y ambiente inmersos de aprendizaje debe aumentar en virtud de un aumento de banda y de las capacidades gráficas de los actuales computadores. Con el aumento también de los ambientes de aprendizaje y con la necesidad de gerencia de millares de usuarios y el gran número de cursos, ocurrirá problemas similares al de los grandes sistemas de banco de datos en el que se refiere a la autenticación de usuarios, seguridad, transacciones, etc.
- Requisitos: requisitos actuales de la plataforma IMS. La especificación de la plataforma IMS deberá ser eficiente e hábil para poder recibir innovaciones tecnológicas. Deberá dar soporte a la extensibilidad en términos de sintáxis, semántica y funciones, permitiendo que diversos desarrolladores especialicen la especificación para determinadas aplicaciones o domínios. Las especificaciones del IMS deberán utilizar el padrón XML<sup>TM</sup> (Extensible Markup Language) como sintáxis para datos y objetos. Deberá permitir también la generación e interacción dinámica de contenido.
- Design: arquitectura de la plataforma IMS. El modelo de sistemas del IMS utiliza un alto nivel de organización de serviço definiendo:
  - *Meta-Dados*: son campos y valores asociados que describen un recurso físico o eletrónico. IMS tiene definido una extensa colección de meta-datos para recursos educacionales, recursos de entrenamiento, contenido, información personal e información certificada, entre otros;

- *Diccionarios y Tipos*: para el almacenamiento de meta-datos, IMS define un diccionario y una colección de términos recomendados para la clasificación de los diferentes tipos de recursos de aprendizaje;
- *Site de Información de Meta-datos*: el IMS desarrollo en conjunto con el NIST (National Institute of Standards and Technology), un repositorio de meta-datos de términos que deberán ser un recurso para una gran comunidad de desarrolladores de contenido, usuarios, y proveedores de servicios, facilitando la identificación y el reuso de meta-datos de informaciones comunes (<http://sdct-sunsv1.ncsl.nist.gov/~boland/ims.html>). Allí puede encontrarse también una colección adicional de términos que son especializaciones del núcleo del modelo IMS establecidos por industrias y grupos pertenecientes a determinados dominios del conocimiento.

La Figura 12 ilustra la organización global del Sistema IMS, mostrando como el servidor IMS interactúa con herramientas de autoría, máquinas de búsqueda, servidores de contenido y servidores de perfiles para crear un ambiente de aprendizaje personalizado para enseñanza y autoría.

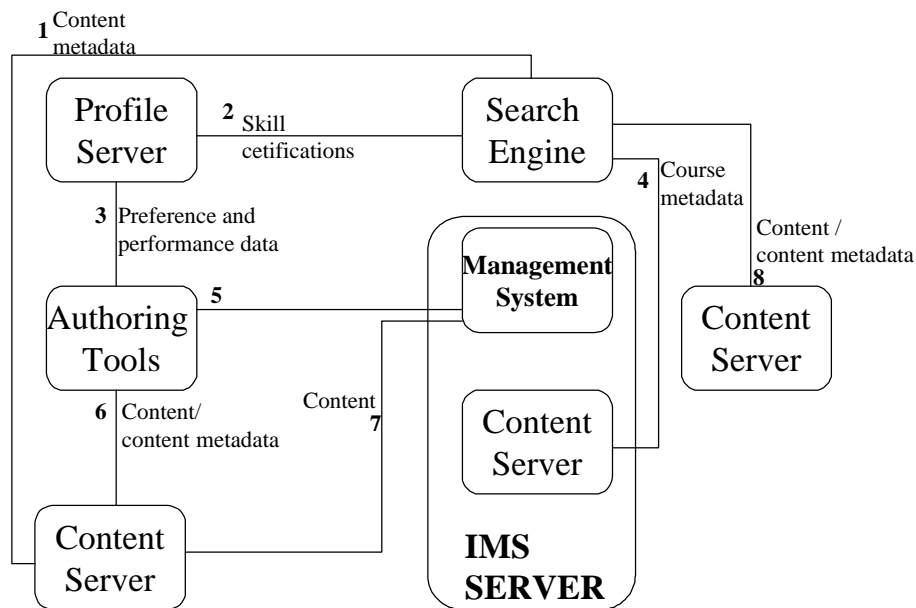


Figura 12. Modelo del sistema IMS

Donde:

1. La máquina de búsqueda puede utilizar meta-datos de información para buscar en el servidor de contenido, tipos específicos de materiales de aprendizaje;
2. La máquina de búsqueda puede buscar en el servidor de perfiles informaciones de personas con determinadas características;
3. Una herramienta de autoría puede buscar en el servidor de perfiles informaciones que permitan customizar la presentación de forma personalizada e eficiente;
4. La máquina de búsqueda puede obtener meta-datos de cursos en el servidor de contenido de una organización hospedada en un servidor IMS;

5. Herramientas de autoría pueden realizar intercambio de contenidos con el sistema de gerenciamiento IMS;
  6. Herramientas de autoría pueden interactuar con servidores de contenido para obtener u ofrecer meta-dados de contenido o contenido propiamente dicho;
  7. El servidor de contenido puede ofrecer contenido para el sistema de gerenciamiento IMS;
  8. Deberán existir varios servidores de contenido que puede ser localizado por máquinas de búsqueda.
- Definiciones: definiciones de nombres y conceptos de la plataforma IMS.
    - *Containers*: Containers encapsulan una determinada cantidad de contenido, que puede ser textos, gráficos y u otros containers. Containers pueden ser adicionados o agregados a otros containers. Para obtener una mejor facilidad de búsqueda, almacenamiento y obtención de contenidos, los containers buscan por informaciones contenidas en sus meta-datos;
    - *Meta-datos*: Meta-datos son datos sobre datos. Más específicamente, son informaciones descriptivas sobre los recursos de aprendizaje con el propósito de ayudar a manipular, localizar y utilizar estos recursos;
    - *Profiles (perfiles)*: Es un tipo de dato que contiene información sobre usuarios tales como performance, preferencias e datos personales, sirviendo como base para una mejor customización y gerencia de su proceso de aprendizaje;
    - *Agregación*: Es la combinación de elementos o recursos de aprendizaje para la formación de un nuevo recurso;
    - *Secuencia*: Un autor puede especificar una secuencia entre diferentes elementos que crean un determinado recurso de aprendizaje;
    - *Gerenciamiento de software*: Es un conjunto de programas para gerenciar una sesión, recursos, herramientas y usuarios de un grupo;
    - *Notificación*: es un mensaje oriundo de una aplicación para um determinado canal atendiendo a un determinado usuario en el momento en que una determinada condición se hace presente.
  - Tests: batería de tests y ajustes de los ambientes que podrían integrar la plataforma IMS.
  - Servicios: servicios presentes en la plataforma IMS. Los servicios están divididos en:
    - *Grupos/Usuarios/Profiles*: Define propiedades para grupos y usuarios tales como herencia de papeles (un lider de un grupo hereda todas las propiedades de un usuario participante de un grupo y tiene otras propiedades únicas para esa función tal como puede adicionar nuevos participantes a este grupo) y seguridad (un lider de un grupo no posee privilegios en otro grupo del cual él es apenas un participante normal);
    - *Sesión*: cuando el usuario se conecta en el ambiente es hecha una verificación de cuales objetos él tiene disponible para utilizar, tal como acontece en un ambiente Window NT en el cual varios usuarios poseen diferentes objetos presentes en su desktop para navegar;
    - *Mensajes*: El servicio de mensaje de el IMS ofrece una infra-estructura que permite interacción entre contenido, aprendices y facilitadores por medio de canales de mensajes;
    - *Relacionamiento*: Trata de la armonización de las asignaturas de interfaces.

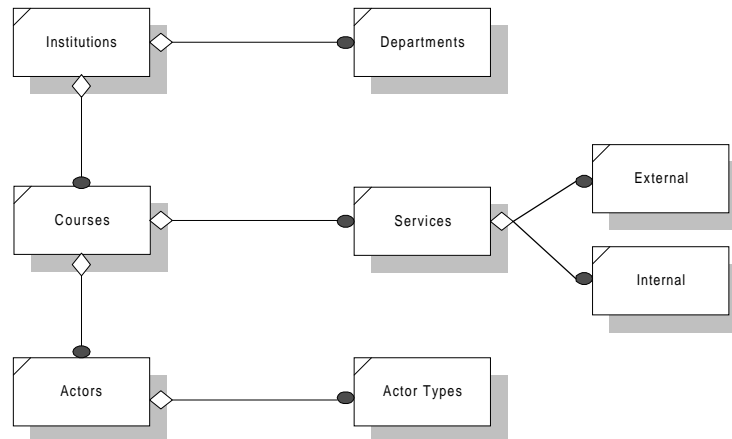


- Propiedad: permite asociar propiedad a objetos, recurso y meta-datos en tiempo de ejecución.
- Seguridad: ofrece mecanismos para autenticación de usuarios y controles de acceso.
- Persistencia: es la posibilidad del estudiante poder continuar su sesión de trabajo del mismo punto utilizando otra estación de trabajo para eso.

## 5. IMPLEMENTACION DEL MODELO CONCEPTUAL

Esta sección presenta una breve descripción de la implementación del modelo conceptual presentado. Una descripción detallada es presentada en [4]. Esta implementación, hecha en CGI-Lua [7], se basa en un framework orientado a objetos [12, 17] que implementa todos los componentes presentados en el modelo y en lenguaje de dominio [6] que son utilizadas para la instanciación del framework. La estructura de clases del framework ALADIN es presentada a seguir usando diagramas OMT.

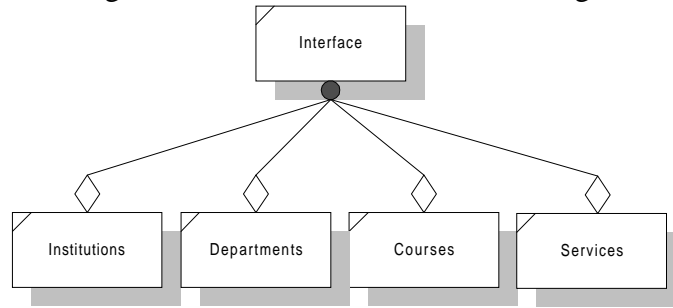
ALADIN permite que varias instituciones usen el ambiente generado simultáneamente. Cada institución puede contener varios departamentos. Los cursos son relacionados con las instituciones y cada curso contiene varios actores. Cada actor puede ser de varios tipos (por ejemplo estudiantes, profesores, autores). Un curso es compuesto por una selección de servicios. Cada servicio puede ser de dos tipos: interno, que es implementado por el propio ambiente, y externo, que utiliza una aplicación WWW externa al ambiente. Ejemplos de servicios externos pueden ser servidores de Chat, CU-SeeMe y servidores de lista. Esta estructura de design<sup>1</sup> es mostrada en la Figura 13.



*Figura 13. Estructura de clases de framework ALADIN*

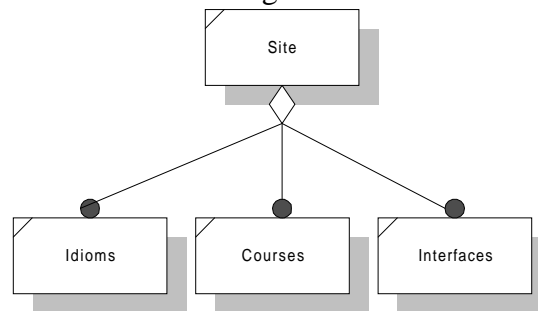
<sup>1</sup> Note que no existen clases para la implementación de los componentes de grupos y documentos, que pueden ser implementados por las clases de servicios.

ALADIN permite que el usuario final modifique la representación (interface) visual de cada entidad del ambiente generado, como es mostrado en la Figura 14.



*Figura 14. Estructura de clases del componente interface*

Cada ambiente para WBE es compuesto por un site para cada tipo de actor definido. En los ambientes comparados en la Sección 3 siempre existen dos sites, uno para aprendizaje (learning site), que es utilizado por el alumno, y otro para autoría (authoring site), que es utilizado por el autor. Sin embargo, el framework ALADIN permite que sean generados sites WWW para los otros tipos actores definidos en el sistema, como por ejemplo sites para monitores y secretaría. Todos los sites generados por el framework ALADIN pueden definir varias estructuras de navegación. La Figura 15 muestra el diagrama OMT para las clases que definen la estructura de los sites generados.



*Figura 15. Estructura de clases de los sites generados por el framework ALADIN*

Dos lenguajes de dominio (DSL) [6] son utilizados para la instanciación del framework ALADIN.

1. Lenguaje Educacional: usada en la definición de los componentes educacionales (cursos, actores, servicios, grupos, documentos, instituciones y departamentos);
2. Lenguaje Navegacional: usado en la definición del idioma, interface y estructura navegacional.

Todos los componentes utilizados por el nuevo ambiente que se desea generar son descriptos a través de programas en estos lenguajes.

### **5.1 Lenguaje Educacional**

El código escrito en el lenguaje educacional es transformado (con el auxilio del sistema transformacional Draco-PUC [14]) en código en dos lenguajes: uno en Microsoft Access Basic, usado en la definición de la estructura de la base de datos que será utilizada por el ambiente, y otro e CGI Lua, que provee los métodos necesarios para el acceso a la base de datos.

El trecho de programa a seguir es escrito en Lenguaje Educacional.

```

Institution "PUC-RIO", "Pontificia Universidade Catolica - Rio de Janeiro", "PUC.gif";
Department "CETUC", "TELECOMUNICATIONS", "CETUC.GIF";
Department "CS", "COMPUTER SCIENCE", "CS.GIF";

```

```

Actor Type Teacher, "Teacher"
{
    name String;
    description Memo;
    Photo Image; };

```

```

Actor Type Student, "Student"
{
    name String;
    description Memo;
    period Integer;
    address String;
    average Real; };

```

```

Course
{
    name String;
    code String;
    syllabus Memo;
    description Memo;
    image Image; };

```

```

Service "CourseNews"
{
    news Memo;
    initialDate Date;
    finalDate Date; }
read = [ Student ]
write = [ Teacher ];

```

Note que cada operador del lenguaje manipula no solo las informaciones utilizadas por el ambiente que será generado, mas también la meta-información sobre la estructura de los datos. La definición de los atributos de un curso en el operador Course es un ejemplo. Esta meta-información es usada en la generación de meta-tags en el padrón XML [11], conforme definido en el proyecto EDUCOM/IMS. Ese enfoque garantiza que cada ambiente generado sea compatible con la plataforma IMS, asegurando interoperabilidad de contenido.

Parte<sup>2</sup> del código en Microsoft Access Basic generado por la transformación del trecho de código en Lenguaje Educacional arriba es presentado a seguir.

```

Dim wrkDefault As Workspace
Dim rst As Recordset
Set wrkDefault = DBEngine.Workspaces(0)
Dim outputDB As Database
Set outputDB = wrkDefault.CreateDatabase("ALADIN.mdb", dbLangGeneral, dbVersion30)

Dim Department As TableDef
Set Department = outputDB.CreateTableDef("Department")

Department.Fields.Append Department.CreateField("Id",dbLong)

Dim idxDepartment As Index
Set idxDepartment = Department.CreateIndex("PrimaryKey")
idxDepartment.Fields.Append idxDepartment.CreateField("Id")
idxDepartment.Primary = True
idxDepartment.Unique = True
Department.Indexes.Append idxDepartment

outputDB.TableDefs.Append Department
Dim DepartmentNameField As Field
Set DepartmentNameField = Department.CreateField("Name", dbText,255)
DepartmentNameField.AllowZeroLength = True
Department.Fields.Append DepartmentNameField
Dim DepartmentDescriptionField As Field
Set DepartmentDescriptionField = Department.CreateField("Description", dbMemo)
DepartmentDescriptionField.AllowZeroLength = True
Department.Fields.Append DepartmentDescriptionField
Dim DepartmentImageField As Field
Set DepartmentImageField = Department.CreateField("Image", dbText,255)
DepartmentImageField.AllowZeroLength = True
Department.Fields.Append DepartmentImageField

```

---

<sup>2</sup>Este trecho de código crea la tabla para la definición de instituciones y adiciona un registro a ella.

```

Dim Institution As TableDef
Set Institution = outputDB.CreateTableDef("Institution")

Set rst = outputDB.OpenRecordset ("Institution",dbOpenDynaset)
With rst
.AddNew
!Id = 10
!Name = "PUC-Rio".Update
.Close
End With

```

La ejecución del código en Microsoft Access Basic genera la base de datos (en Microsoft Access) que será utilizada por el ambiente WBE instanciado por el framework ALADIN. Como descripto arriba, la transformación del código en Lenguaje Educacional también genera métodos para el acceso a los datos. Las interfaces de métodos presentadas a seguir, utilizando la sintáxis de CGI Lua, definen los métodos generados para la manipulación de cursos.

```

luaTable = getCourse(name, code, syllabus, description, image)
addCourse (name, code, syllabus, description, image)
updateCourse(oldName, name, code, syllabus, description, image)
deleteCourse(name)

```

Estos métodos encapsulan los comandos SQL, permitiendo que mismo usuarios que no poseen conocimiento de como manipular bases de datos relacionales generen ambientes WBE a través del framework ALADIN.

## 5.2 Lenguaje Navegacional

El código en Lenguaje Navegacional es transformado (también con auxilio de la herramienta transformacional Draco-PUC) en archivos HTML que definen la interface y estructura navegacional del ambiente WBE generado. Estos archivos también poseen partes de código CGI Lua, correspondientes a los métodos de acceso descriptos anteriormente.

Un ejemplo de código en Lenguaje Navegacional es presentado a seguir.

```

Language "English"
Language "Portuguese"
Text "title1", " English", "Resources"
Text "title1", "Portuguese", "Recursos"
Image "img1", " English", "c:\ing\img.gif"
Image "img1", "Portuguese", "c:\port\img.gif"

a := template("c:\templates\templ.html")
b := template("c:\templates\temp2.html")
c := template("c:\templates\temp3.html")

b.next := c
b.previous := a

```

El lenguaje posee un operador para la definición de los idiomas presentes en el ambiente generado (Language). Los textos e imágenes usados por el ambiente son entonces definidos en los varios idiomas. Note que los archivos HTML en verdad son templates que poseen tags especiales para la definición de textos e imagenes. En este ejemplo, el tag <ALADIN-TEXT>title1</ALADIN-TEXT> seria sustituido por el texto “Resources”, caso el idioma seleccionado fuese Inglés, y por el texto “Recursos”, si el idioma seleccionado fuese Portugués.

Lo mismo vale para los links hipertextuais (conforme definido en el componente de Estructura Navegacional del modelo conceptual). en el ejemplo arriba el tag <ALADIN-LINK>previous</ALADIN-LINK> en el template temp2.html seria sustituido por el código HTML <A HREF="c:\templates\templ.html">previous</A>, en cuanto el tag <ALADIN-LINK>next</ALADIN-LINK> seria sustituido por el código HTML <A

HREF="c:\templates\temp3.html">next</A>. Este enfoque permite la definición de todos los links en un archivo separado, proveyendo una mayor flexibilidad y legibilidad.

### 5.3 Ejemplos de uso del framework ALADIN

Esta sección describe como los sites de autoria y aprendizaje del ambiente AulaNet™ [15] fueron generados por el framework ALADIN. La estrutura general del site de autoria es mostrada en la Figura 16.

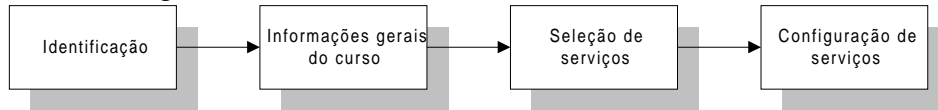


Figura 16. Estrutura global del site de autoria del ambiente AulaNet

En la identificación, el autor informa su userid y seña al sistema. Durante la etapa de informaciones generales del curso, toda la información básica sobre el curso precisa ser completada, tales como nombre del curso, descripción y enmienda<sup>3</sup>. Entonces el autor debe informar al sistema cuales son los Servicios necesarios para el curso. Finalmente, en la etapa Configuración de Servicios, cada uno de los Servicios disponibles en el curso es configurado. Cuando todas las etapas están completas el curso está pronto y su site de aprendizaje es automaticamente generado.

La estrutura y el código HTML (con rutinas CGI Lua) generados por el framework ALADIN para la etapa de selección de Servicios es apresentada a seguir.

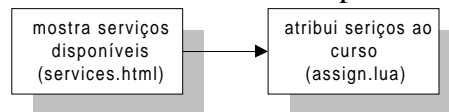


Figura 17. Estrutura detallada de la etapa de selección de Servicios

```

*****
*                services.html                *
*****
<HTML>
<HEAD>
  <META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html; charset=iso-8859-1">
  <META NAME="Author" CONTENT="Leonardo Moura">
  <META NAME="GENERATOR" CONTENT="Mozilla/4.02 [en] (Win95; I) [Netscape]">
  <TITLE>Show Available Services</TITLE>

<BODY BGCOLOR="#FFFFFF" TEXT="#000000" topmargin=0 leftmargin=0>
<H1> Please select the services you want to use in your course </H1>

<FORM NAME="data" TARGET="_top" METHOD="post" ACTION="assign.lua">

<!--$$
-- Select all the services available to the current institution.
-- The result of this selection is stored in the lua table.
table = querylang("getService(currentInstitution)")

while (table ~= nil) do
  write('<td valign=middle>')
  write('<INPUT TYPE="Checkbox" NAME="..'..table[0]..' VALUE="..'..table[0]..'>')
  write('</td>')

  moveNext(table)
end

$$-->
  
```

<sup>3</sup> Note que la información de cuales son los campos que deben ser completados en la etapa de informaciones generales del curso es dada por el operador Course del Lenguaje Educacional.

```

<INPUT TYPE="Submit" VALUE="Next">
</FORM>

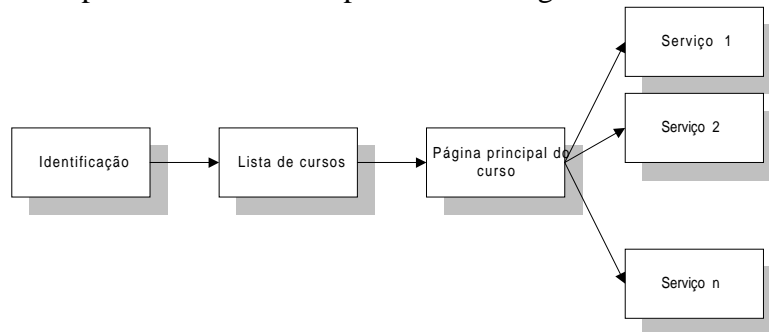
</BODY>
</HTML>

*****
*          asign.lua          *
*****
table = querylang("getService(currentInstitution)")
while (table ~= nil) do
  -- test to check if the resource is select or not
  -- if true add the resource to the course
  if (cgi.table[0] = "ON") then
    wbelang("has(course, table[0])")
    moveNext(table)
  end
end

```

La estructura del site de aprendizaje es presentada en la Figura 18. El alumno pasa por una página de identificación, completando su userid y seña. En seguida, el sistema presenta una lista de todos los cursos en que el alumno está matriculado. El alumno debe seleccionar uno de los cursos, y el sistema entonces muestra la página de abertura del curso, que contiene todas las informaciones generales del curso y la lista de los Servicios disponibles. Cuando el alumno selecciona el Servicio deseado, un frame que implementa tal Servicio es presentado.

La estructura y el código HTML (con rutinas CGI Lua) generados por el framework ALADIN para la etapa lista de cursos es presentada a seguir.



*Figura 18. Estructura global del site de aprendizaje del ambiente AulaNet*

```

*****
*          courselist.html          *
*****
<HTML>
<HEAD>
  <META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html; charset=iso-8859-1">
  <META NAME="Author" CONTENT="Leonardo Moura">
  <META NAME="GENERATOR" CONTENT="Mozilla/4.02 [en] (Win95; I) [Netscape]">
  <TITLE>Show List of Couses</TITLE>

<BODY BGCOLOR="#FFFFFF" TEXT="#000000" topmargin=0 leftmargin=0>
<H1> Please select the course you want to attend now</H1>

<FORM NAME="data" TARGET="_top" METHOD="post" ACTION="coursemain.html">

<!--$$
table = querylang("getActorsCourses(currentActor, student)")

while (table ~= nil) do
  write('<td valign=middle>')
  write('<INPUT TYPE="Radio" NAME="'.table[1]..' " VALUE="'.table[1]..' ">')
  write('</td>')

  moveNext(table)

```

```

end

$$-->

<INPUT TYPE="Submit" VALUE="Attend">

</FORM>
</BODY>
</HTML>

```

La semántica formal de cada uno de los componentes del modelo conceptual puede ser descripta a través de los operadores de los lenguajes de dominio del framework ALADIN [4].

## 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El modelo conceptual presentado se mostró adecuado para la comparación de los conceptos y funcionalidades de ambientes para WBE. Esta comparación es muy útil para el desenvolvimiento de nuevos ambientes más amplios.

Como el dominio de aplicación de ambientes para WBE todavía no es completamente entendido, la necesidad de un ambiente que permita el desenvolvimiento rápido de nuevos ambientes para WBE es una meta deseable. El modelo conceptual aquí descripto es implementado [4] a través del framework orientado a objetos ALADIN. Lenguajes de dominio son utilizadas en el proceso de instanciación del framework, permitiendo el desenvolvimiento de nuevos ambientes de manera rápida y con bajos costos por profesores con la asistencia de ingenieros de software. Los ambientes generados por esta arquitectura son compatibles con los nuevos padrones establecidos en el proyecto EDUCON/IMS [11] permitiendo la integración con otros servidores IMS, a través del uso de meta-dados para garantizar la interoperabilidad de los contenidos generados.

El componente de estructura navegacional existe apenas en el modelo conceptual, no estando presente en ninguno de los ambientes analizados. La razón para esto es el fato de que la nueva versión del AulaNet<sup>TM</sup> está siendo generada por el framework ALADIN y atenderá a los requisitos impuestos por este componente.

En paralelo estamos realizando el desenvolvimiento de un nuevo ambiente para WBE, integrando os ambientes AulaNet<sup>TM</sup> y LiveBOOKs [1].

### Agradecimientos

Los autores agradecen a los investigadores del grupo TECCOMM / PUC-Rio Mariela Ines Cortés y Jorge Goñi por la traducción del artículo al español.

## 7. REFERENCIAS

1. P. Alencar, D. Cowan, S. Crespo, M. F. Fontoura, and C. J. Lucena, "OwlNet: An Object-Oriented Environment for WBE", Proceedings of the Second Argentine Symposium on Object-Orientation, ASOO'98, Buenos Aires, Argentina, 1998 (to appear).
2. P. Alencar, D. Cowan, S. Crespo, M. F. Fontoura, and C. J. Lucena, "Using Viewpoints to Derive la Conceptual Model for Web-based Education", MCC17/98, Monografias en Ciencia de la Computación, Departamento de Informática, PUC-Rio, 1998 (also submitted to JSS).

3. D. Cowan, "An Object-Oriented Framework for LiveBOOKs", Technical Report, CS-98, University of Waterloo, Ontario, Canada, 1998.
4. D. Cowan, S. Crespo, M. F. Fontoura, C. J. Lucena, and L. M. Moura, "ALADIN: An Architecture for Learningware Applications Design and Instantiation", MCC/98, Monografías en Ciencia de la Computación, Departamento de Informática, PUC-Rio, 1998 (also submitted to ICSE'98).
5. M. Goldeberg and S. Salari, "World Wide Web-Course Tool: An Environment for Building World Wide Web-based Courses", Computer Networks and ISDN Systems, 28, pages 1212-1231, 1996.
6. P. Hudak, "Building Domain-Specific Embedded Languages", Computing Surveys, 28A(4), ACM, 1996.
7. R. Iersalimschy, R. Borges, and A. M. Hester, "CGILua a Multi-Paradigmatic Tool for Creating Dynamic WWW Pages", SBES'97 (Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software), 1997.
8. International Data Corporation, Special Report, "Web-based Education/Training", 1997.
9. Internet 2, <<http://www.internet2.edu>>.
10. ICC, <<http://www.les.inf.puc-rio.br/icc>> (Portugués).
11. IMS, <<http://www.imsproject.org/specs.html>>.
12. R. Johnson, "Frameworks = (Components + Patterns)", Communications of the ACM, Volume 40, Number 10, October 1997.
13. LearningSpace, <<http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/learnspace>>.
14. J. C. S. P. Leite, M. Sant'anna, and F. G. Freitas, "Draco-PUC: a Technology Assembly for Domain Oriented Software Development"; Proceedings of the 3rd IEEE International Conference of Software Reuse; 1994.
15. C. Lucena, H. Fuks, R. Milidiu, L. Macedo, N. Santos, C. Laufer, M. Ribeiro, M. Fontoura, R. Noya, S. Crespo, V. Torres, L. Daflon, and L. Lukowiecki, "AulaNet<sup>TM</sup> - An Environment for the Development and Maintenance of Courses on the Web", in ICEE'98, 1998 (to appear).
16. W. Pree, "Design Patterns for Object-Oriented Software Development", Addison-Wesley, 1995.
17. D. Roberts and R. Johnson, "Evolving Frameworks: a Pattern Language for Developing Object-Oriented Frameworks" in "Pattern Languages of Program Design 3", Addison-Wesley, 1997.
18. H. A. Schmid, "Systematic Framework Design by Generalisation", Communications of the ACM, Volume 40, Number 10, October 1997.
19. Simon Fraser University, <<http://virtual-u.cs.sfu.ca/vuweb/>>.
20. Sociedade de la Información, <<http://www.les.inf.puc-rio.br/socinfo>> (Portugués).
21. Transferencia de Calor, <<http://www.les.inf.puc-rio.br/transcal>> (Portugués).



22. University of British Columbia, <<http://homebrew.cs.ubc.ca/webct/>>.
23. Virginia Commonwealth University, <<http://views.vcu.edu/wcb/intro/wcbintro.html>>.