

UNA ARQUITECTURA PARA ENTORNOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y SU APLICACION A LA ENSEÑANZA INICIAL DE LA PROGRAMACION

INÉS FRISS DE KEREKI, UNIVERSIDAD ORT URUGUAY
kereki_i@ort.edu.uy

JAVIER AZPIAZU, ANDRÉS SILVA, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
{jazpiazu, asilva}@fi.upm.es

Resumen

En primera instancia, se ofrece una definición de entorno de aprendizaje. Se incluyen conceptos de gestión del conocimiento (GC). La GC se puede considerar como el proceso de integrar la información, extraer sentido de información incompleta y renovarla. Se seleccionan y analizan varios entornos y modelos de entornos a los efectos de detectar oportunidades de mejora. Posteriormente, se presenta una arquitectura para el desarrollo de entornos de aprendizaje basados en la GC. El centro estará en el propio estudiante, en la gestión de los conocimientos y la de sus aprendizajes.

Como una aplicación de la arquitectura se desarrolló un entorno de aprendizaje denominado PLE:ASE (“*Programming Learning Environment: an Approach to Software for Education*”), el cual fue utilizado y evaluado en un curso de 1er. año de Programación Orientada a Objetos, con estudiantes de Ingeniería en Sistemas de la Universidad ORT Uruguay. Se presentan las características del curso y del uso del entorno. Se constató que utilizarlo permite al estudiante mejorar o ampliar las formas de resolución de problemas y sus capacidades para realizar la transferencia del conocimiento.

Introducción

Los sistemas educativos deben preparar a sus alumnos para las nuevas demandas. Los cambios educativos son inevitables y necesarios (Marchesi y Martín, 1998). Las antiguas ideas sobre el modo en que las personas se comunican, envían, reciben e interpretan la información, y la manera como se relacionan unas con otras tendrán que cambiar, lo cual significa que tendrán que cambiar las ideas sobre la educación (Burbules y Callister, 2001).

En referencia a la desilusión por el aula tradicional, refiere Pazos (2001) fallos didácticos y pedagógicos como por ejemplo que se sigue utilizando los mismos esquemas de siempre, los docentes tienen en muchos casos carencias y se enseña orientado a los exámenes, aspecto también referido por Tedesco (2000).

En el marco de esa necesidad de cambio, se presenta una propuesta diferente de un modelo para diseñar entornos de aprendizaje basados en la GC.

Entornos de aprendizaje

Un entorno de aprendizaje es el espacio en donde se crean las condiciones para que el individuo se apropie de nuevos conocimientos, nuevas experiencias, nuevos elementos que le sugieran procesos de análisis, reflexión y apropiación según Avila y Bosco (2001).

El entorno debe satisfacer las expectativas de los estudiantes y no estar sobrecargado, también debe basarse en la participación y responsabilidad del alumno y tener en cuenta los diferentes tipos de inteligencia (Najmanovich, 2000), (Tomás, Feixas y Marqués, 1999). Para Hiltz (1995) el entorno debe ser eficaz y eficiente, presentando un concepto desde distintas perspectivas, mostrando diferentes ejemplos y brindando ejercicios de autocomprobación.

Para este trabajo se propone como definición de entorno de aprendizaje la siguiente:

Un espacio adaptativo (capaz de reconocer la habilidad cognitiva y preferencias de aprendizaje del estudiante) y contextual que favorece el trabajo independiente y autónomo del

estudiante, con la finalidad de ofrecer enfoques no secuenciales que fomenten la libre asociación de ideas.

Gestión del conocimiento

La GC es un marco (*framework*) y un conjunto de herramientas para mejorar la infraestructura del conocimiento de una organización, con la meta de dar el conocimiento correcto a la persona correcta en la forma correcta en el momento correcto (Schreiber y Wielinga, 1998). Conocimiento refiere a los procesos humanos cognitivos y de innovación y los artefactos que lo soportan. Para Probst, Raub y Romhardt (2001), conocimiento es todo el conjunto de cogniciones y habilidades con los cuales los individuos suelen solucionar problemas. Comprende tanto la teoría como la práctica, las reglas cotidianas al igual que las instrucciones para la acción. El conocimiento se basa en datos e información, pero a diferencia de éstos, siempre está ligado a las personas. Forma parte integral de los individuos y representa las creencias de éstos acerca de las relaciones causales.

Davenport (1996) refiere a los procesos que gobiernan la GC en el proceso diario: cómo se crea el conocimiento o cómo se obtiene de los empleados, cómo se distribuye y accede y cómo es transferido a otras personas y aplicado en problemas del negocio y decisiones. Para Wiig (Wiig, 1999), los pilares de la GC son: explorar el conocimiento y su adecuación, encontrar el valor del conocimiento y manejar el conocimiento activamente. La GC, para Prusak (Prusak, 2001), es algo viejo y algo nuevo a la vez, es la combinación de las nuevas ideas con las ideas que “todos saben de siempre”. Bustelo y Amarilla (2001) indican que la GC es la teoría de gestión que responde a la adaptación de las últimas innovaciones tecnológicas en el tratamiento de la información y las telecomunicaciones. No sólo es gestión de la información, sino que deben intervenir procesos y personas.

Las memorias institucionales (MI) son una herramienta primordial para realizar la conjunción entre personas y tecnología al soportar los conocimientos compartidos y la reutilización de los conocimientos individuales e institucionales, las lecciones aprendidas y las mejores prácticas, según Paradela (2001). La función principal de una MI es mejorar la competitividad de la institución mejorando la forma en que gestiona sus conocimientos. Se puede extender esta definición al contexto de la educación.

Van Heijst, van der Spek y Kruizinga (1996) definen una MI o memoria corporativa como una representación de los conocimientos y la información en una institución, explícita, incorpórea y persistente. Para Prasad y Plaza (1996) la MI es la suma de la información y de los recursos de conocimiento dentro de una organización. Puede incluir bases de datos, documentos electrónicos, informes, requisitos de productos, etc. Para Euzenat (1996) es un depósito de conocimiento y “saber cómo” de un conjunto de individuos trabajando en una institución particular. Paradela (2001) señala que es una representación de la información y en especial de los conocimientos de una institución de forma explícita, independiente y persistente.

Entre las definiciones de GC y de entornos de aprendizaje podría establecerse un paralelismo. La GC tiene como finalidad proporcionar al usuario los conocimientos que necesita, cuándo, dónde y cómo los necesita. Esta misma definición se puede aplicar a un entorno de aprendizaje, es más, podría tomarse como una definición del propio entorno.

Para los entornos, como explican Azpiazu, Pazos y Silva (2002) la memoria institucional o académica debería contener:

- un sistema de lecciones aprendidas, que es una base de conocimientos en donde aparecen las experiencias, tanto positivas como negativas;
- un conjunto de mejores prácticas que permiten elegir para cada alumno, dentro de los distintos enfoques de cada cuestión aquel que le resulta más sencillo de aprender y
- un sistema de consulta inmediata, con un repositorio de respuestas, un catalogador de consultas y una interfaz.

Diversos entornos y modelos de entornos

Dentro de la multiplicidad de entornos y modelos de entornos de aprendizaje, se seleccionaron y analizaron algunos que parecieran más oportunos, aunque esta elección es muy opinable e idiosincrática. También debe tenerse en cuenta el alto grado de obsolescencia.

Wiig (1995) detalla un modelo efectivo de enseñanza. El proceso de enseñanza comienza con un ejemplo práctico, el siguiente paso es introducir un caso más general (*script*) para dar una apreciación de que existe un dominio más amplio. Luego se expande el caso, dando un esquema inicial para presentar características generales. Después se presenta un ejemplo diferente, pero congruente con el esquema presentado. Una rutina es introducida y luego expandida. Se amplía el esquema, se crea un nuevo *script* y se van repitiendo las etapas.

ID Expert es un desarrollo para instrucción, basado en computadora, inteligente, interactivo y multimedia realizado por Merrill y colegas (Merrill & ID2 Reseach Group, 1998), que se apoya, según refieren los autores, en las ideas de Gagné acerca de que hay diferentes tipos de conocimiento y habilidades y cada una requiere condiciones únicas para ser aprendidas. En el desarrollo de ID Expert asumen que mucho del conocimiento es genérico y es reaplicable a varias situaciones diferentes. Definen transacción como un intercambio de información mutua, dinámica, en tiempo real, entre el sistema y estudiante. Las transacciones son: identificar, ejecutar, interpretar, clasificar, generalizar, juzgar, decidir y transferir. A su vez, definen objetos de conocimiento que son entidades, actividades y procesos. ID Expert permite al usuario crear objetos de conocimiento independientemente de las transacciones.

Tanto ID Expert (Merrill & ID2 Reseach Group, 1998) como el modelo de Wiig (1995) no incluyen los distintos estilos de aprendizaje (Felder y Silverman, 1988), (Felder, 2002), y no son adaptativos, o sea, no se adaptan al perfil del estudiante. Además, en el modelo de Wiig citado se da un orden para el conocimiento, no estableciéndose la oportunidad de otras alternativas.

Tango-W (Tango-W, 1999) (*Task-based Adaptive learner Guidance On the Web*), referido por Carro (2001), es un sistema para la enseñanza de cursos accesibles a través de Internet. Los cursos definidos con Tango-W 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. 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 diseñador del curso. Así, Tango-W está centrado en la tarea, no en la GC y establece además un orden para las tareas, lo cual podría restringir al estudiante.

El modelo propuesto por Gil (2000) ofrece una guía didáctica, que incluye una introducción o papel de la asignatura dentro de los estudios, objetivos del curso, requisitos, metodología, materiales didácticos, apoyo tutorial (presencial y telemático), criterios de evaluación, interfaz gráfica, contenido del curso, estructuración de los contenidos y recomendaciones para el estudio. Además debe haber enlaces de interés, foro para la comunicación asíncrona entre los alumnos, FAQ (respuesta a preguntas más comunes), cuestionarios de evaluación del proceso, materiales diversos y actividades de autoevaluación y heteroevaluación. En particular, en relación a la elaboración de los contenidos, ofrece un detalle de cómo presentar los contenidos: al principio una introducción motivadora, al comienzo de un capítulo debe haber un esquema o indicación de la ubicación de éste en el conjunto de los temas, reforzadores explicativos (ejemplos, resúmenes, conclusiones, gráficos, citas) y reforzadores orientativos (índices, preguntas de autoevaluación). Este modelo contiene una guía de cómo presentar los contenidos, pero este orden limitaría al estudiante pues no le permitiría seleccionar su propio orden o método de acercamiento a los contenidos.

El estándar de IEEE 1484.1 D/9 (2001) provee una arquitectura de alto nivel para el aprendizaje y la educación con soporte en las tecnologías de la información. Los componentes de un sistema LTSA (*Learning Technology Systems Architecture*) son:

Procesos: entidad aprendiz (*learner entity*), evaluación (*evaluation*), técnico o tutor (*coach*: el coach de un equipo es el entrenador, aquí se toma como el que entrena, el técnico o tutor), entrega (*delivery*);

Almacenamientos: registros del aprendiz (*learner records*), recursos de aprendizaje (*learning resources*); y

Flujos: preferencias del aprendiz (*learning preferences*), conducta (*behavior*), información de evaluación (*assessment information*), información del aprendiz (*learner information*), consulta (*query*), información de catálogo (*catalog info*), ubicador (*locator*), contenido de aprendizaje (*learning content*), multimedia, contexto de interacción (*interaction context*).

Analizando dicho estándar se observan ciertas carencias como:

- falta de definición de la estructura para los recursos de aprendizaje;
- falta la relación directa entre la entidad aprendiz y los recursos de aprendizaje. El estudiante debería poder acceder, según sus propias preferencias, a los recursos directamente;
- no hay un módulo de apoyo de GC, como por ejemplo una MI o páginas amarillas (directorio de especialistas de los temas);
- no se modela la entidad profesor y
- no se incluye la evaluación del propio repositorio del conocimiento por parte del estudiante.

Hypermedia es una de las más recientes herramientas para la educación, refiere Liaw (2001). Un ambiente basado en hypermedia ofrece un ambiente multimedia, soporta acceso no lineal a la información, provee comunicación interactiva e integra varios formatos de información. Formalmente hypermedia puede ser definido como una clasificación de programas de software que consiste en una red de textos relacionados, gráficos, audio y video, a través de los cuales se navega en un navegador (*browser*). Liaw (2001) destaca como ventajas de los ambientes basados en hypermedia la multiplicidad de perspectivas, el aprendizaje colaborativo (que es efectivo en el desarrollo de habilidades como definición de problemas, evaluación de información, resolución de problemas y elaboración de conclusiones apropiadas), la orientación al estudiante al permitirle un gran control del ambiente por parte del propio estudiante y el aprendizaje interdisciplinario, a través de las enormes bases de datos, múltiples vinculaciones y herramientas de navegación. Como limitaciones de los ambientes basados en hypermedia destaca Liaw (2001): discrepancia de base, desorientación, sobrecarga de información e interfaz ineficiente. Por discrepancia de base se refiere a la falta de habilidades con la computadora. En relación a la desorientación, debido a que hypermedia provee acceso no lineal y un ambiente controlado por el aprendiz -y estas características corresponden a las habilidades metacognitivas de los humanos- existe el peligro potencial de desorientarse o “perdersé” en el hiperespacio. Para evitar “perdersé” se sugiere que la aproximación sea a través de una gran figura primero, para centrar la atención en los aspectos estructurales de la lección y luego ir a los detalles. La interfaz debe ser fácil de usar y que ayude en vez de ser frustrante o irritante. En resumen, de los ambientes basados en hypermedia ((Liaw, 2001), (Yildirim, Ozden y Aksu, 2001)) se detectan como posibles problemas o dificultades: desorientación, sobrecarga de información e interfaz ineficiente.

Ghaoui y Ainsley (2001) presentan un modelo extensible llamado ExAM que permite elicitar, extender y almacenar conocimiento sobre información conceptual contenida en un material de aprendizaje. Analizan la estructura del material de aprendizaje desde 2 aspectos. Uno es en términos de los conceptos y relaciones encontrados en la materia. El otro es en términos de métodos de aprendizaje. Por métodos de aprendizaje refieren a las técnicas de navegación que usan los estudiantes de acuerdo a los aspectos instruccionales de la materia que desean aprender. Focalizan en los beneficios de la metodología orientada a objetos para construir el material para generar múltiples vistas.

Cualquier material de un tema está formado por múltiples conceptos que pueden ser ordenados en jerarquías y otras estructuras. Por ejemplo, el concepto de “auto” puede ser dividido de acuerdo a sus componentes y funciones. Diferentes relaciones crean diferentes estructuras y una relación simple puede producir múltiples estructuras (Ghaoui y Ainsley, 2001).

Respecto a los métodos de aprendizaje, Ghaoui y Ainsley (2001) dividen en:

- 1) aprendizaje de conceptos (*concept learning*): este método muestra los componentes para un lector que busca un determinado concepto dentro del material;
- 2) aprendizaje por discriminación (*discrimination learning*): este método muestra los componentes para un lector que busca investigar y discriminar, por ejemplo discriminar entre conceptos relacionados como funciones seno y coseno;
- 3) aprendizaje de reglas y principios (*rule/principle learning*): este método muestra los componentes para un lector que busca investigar la aplicación de reglas y, o, principios que son discutidos en el material; y

4) resolución de problemas (*problem solving*): este método muestra los componentes para un lector que busca investigar para resolver ciertos tipos de problemas.

La orientación a objetos (OO) permite crear un conjunto de elementos de arquitectura para construir modelos de la realidad. Usando OO se puede capturar las relaciones estructurales genéricas para los diferentes métodos de aprendizaje y estilos de enseñanza. Un concepto lo representan como una clase, por ejemplo, la definición de “fotosíntesis”. A partir de extraer aspectos comunes entre conceptos, identifican conceptos “padres”, que capturan aspectos genéricos aplicables a diferentes conceptos. Por ejemplo, el concepto de “función coseno” puede heredar la información disponible de “funciones circulares”. Utilizan también agregación (que define la relación entre un objeto y sus partes, cuando hay atributos compartidos). Por ejemplo, un auto está formado por motor, ruedas, etc, que comparten atributos como dirección y velocidad. Asimismo utilizan asociación para capturar las relaciones entre objetos (Ghaoui y Ainsley, 2001).

Según sus autores (Ghaoui y Ainsley, 2001) la contribución más saliente de ExAM es que brinda soporte para organizar y generar documentos hipertexto en términos de conocimiento sobre conceptos teóricos dentro de una materia. El conocimiento es organizado en términos de atributos de segmentos de documentos.

Utilizan un enfoque *bottom-up*, pues identifican primero los conceptos y luego extraen propiedades comunes y los generaliza. No formalizan ni generalizan a los diferentes tipos posibles de conocimientos. Formalmente, no gestiona el conocimiento en el sentido de que no incluye prácticas y, o, técnicas habituales en la gestión, como el manejo de páginas amarillas, preguntas frecuentes y lecciones aprendidas.

El aula virtual de Azpiazu, Pazos y Silva (2002) gestiona el conocimiento y describe, a nivel muy general, los componentes. El aula virtual está formada por los propios profesores que, cuando sea necesario, impartirán lecciones magistrales, la videoteca que contendrá las grabaciones de aquellos temas que pedagógica y didácticamente se consideren adecuados y convenientes y la memoria académica ya citada. En su propuesta no se detalla la estructura a bajo nivel ni incluyen los posibles estilos diferentes de aprendizaje citados. Tampoco incluye otros elementos de GC como las páginas amarillas.

Se relevaron otros entornos y modelos, como por ejemplo: basados en COSE (Stiles, 2000) y una extensa lista ofrecida por de Benito (de Benito, 2000). Los problemas que se detectan en dichos entornos son que muchas veces parece haber sobrecarga de información y que el centro no es el estudiante pues se hace hincapié en el curso o en el propio material.

Excepto el aula virtual de Azpiazu, Pazos y Silva (2002), ninguno de los entornos analizados gestiona explícitamente el conocimiento. La gestión es un aspecto cada vez más necesario, teniendo en cuenta las características de la sociedad del conocimiento y el incremento acelerado de los conocimientos.

Arquitectura propuesta

La arquitectura contará de:

- a) Entidad estudiante: representa al estudiante (aprendiz o grupo de aprendices). Mantiene la información del estudiante, su cuaderno de bitácora de trabajo y preferencias de aprendizaje;
- b) Entidad profesor: representa y mantiene la información del docente, incluyendo su propia visión de los conocimientos a presentar;
- c) Módulo de Gestión del Conocimiento: contiene el repositorio de conocimiento, por ejemplo: la MI con las mejores prácticas, las lecciones aprendidas, las preguntas frecuentes y no frecuentes y las páginas amarillas;
- d) Proceso supervisor: que realiza la tutoría inteligente.

En forma esquemática se presenta el modelo en la siguiente ilustración (Ilustración 1 Arquitectura del Modelo):

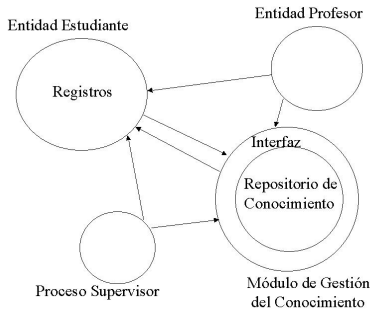


Ilustración 1 Arquitectura del Modelo

La entidad **estudiante** representa a un estudiante o grupo. Al ir interactuando en el entorno, a través de sus accesos al módulo de gestión del conocimiento, se va registrando un “portfolio” o “carpetas de trabajos”, en el cual se tiene un “cuaderno de bitácora” de lo realizado, así como sus preferencias de aprendizaje. También la entidad estudiante puede colaborar en la evaluación de los tipos de conocimiento, para recategorizarlos si hace falta e incorporar lecciones aprendidas y buenas prácticas. Formalmente se guardarán los datos del estudiante y la historia de los pasos seguidos. Esta información podrá ser utilizada para la tutoría inteligente.

La entidad **profesor** tendrá participación e interacción directa con el módulo de gestión del conocimiento, definiendo y reestructurándolo de acuerdo al uso del propio entorno por parte de los estudiantes. Al utilizar el entorno, los estudiantes podrán ir indicando sus preferencias (o podrían ser también registradas por el módulo supervisor o tutor inteligente), lo cual permitirá al profesor ajustar los contenidos del módulo de gestión del conocimiento.

El proceso **supervisor** realizará la tutoría inteligente, a partir de observar las acciones del usuario, y sugerirá caminos de acción en función de las preferencias del usuario. Por ejemplo, si se observa que el estudiante prefiere determinados tipos de conocimiento, se le podría ofrecer, ante nuevos requerimientos, conocimientos de ese mismo tipo u otras alternativas.

El módulo de **gestión del conocimiento** contará con el repositorio de conocimiento así como una interfaz que permita fácilmente “navegar” en él. El repositorio tendrá la MI, formada por las lecciones aprendidas, las mejores prácticas y las consultas, que incluyen las preguntas frecuentes y no frecuentes con sus respuestas y las consultas específicas (para discutir con el docente o en grupos), las páginas amarillas y los propios conocimientos en general. Cada elemento tendrá descriptores, como por ejemplo su tipo (o tipos) de conocimiento para permitir las búsquedas. El sistema de consultas, que incluye las preguntas frecuentes y no frecuentes contará con catalogadores automáticos (Azpiazu, Pazos y Silva, 2002), que permiten recatalogar automáticamente, por ejemplo, una pregunta no frecuente como frecuente en función de la cantidad de consultas realizadas. Esto asegura que la MI se actualice. En el sistema de lecciones aprendidas, así como el de mejores prácticas se permitirá además búsquedas por atributo y, o, por contenido (Van Heijst, van der Spek y Kruizinga, 1996).

Los conocimientos pueden ser clasificados en:

- **conocimiento descriptivo**: es el conocimiento con el cual se describe una situación, un concepto o una idea. Los términos similares que refieren a esta idea son:
 - sistemático (Wiig, 1999),
 - explícito (Nonaka y Takeuchi, 1999), (Bryan-Kinns y Makwana, 1999),
 - descriptivo (Paradela, 2001),
 - declarativo (Gómez, Juristo, Montes y Pazos, 1997), (Poggioli, 1997), (Schunk, 1997), (Yildirim y Ozden, 2001),
 - semántico (Mayer, 1992) y
 - saber por qué (Boyett y Boyett, 1999).

- **conocimiento procedimental:** es el conocimiento para llevar adelante una acción, procedimiento o proceso. Se encuentra bajo los nombres de:
 - pragmático (Wiig, 1999), (Gómez, Juristo, Montes y Pazos, 1997),
 - explícito (Nonaka y Takeuchi, 1999),
 - operativo (Gómez, Juristo, Montes y Pazos, 1997),
 - procedimental (Poggioli, 1997), (Schunk, 1997), (Yildirim y Ozden, 2001), (Mayer, 1992) y
 - saber cómo (Boyett y Boyett, 1999).
- **conocimiento heurístico:** representa las lecciones aprendidas, las buenas prácticas y las heurísticas en general. Se relaciona directamente con el concepto de:
 - tácito (Nonaka y Takeuchi, 1999), (Polanyi, 1984),
 - heurístico (Gómez, Juristo, Montes y Pazos, 1997),
 - condicional (Schunk, 1997),
 - comunitario (Bryan-Kinns y Makwana, 1999) y
 - estratégico (Poggioli, 1997), (Mayer, 1992).
- **conocimiento anecdótico:** refiere a anécdotas, historias y relatos vinculados a un conocimiento (Paradela, 2001)

El formato de cada componente del módulo de gestión del conocimiento es:

Descriptor	Conocimiento	Contador
------------	--------------	----------

- El *descriptor* será uno de los valores: pregunta frecuente, pregunta no frecuente, lección aprendida, buena práctica, página amarilla, conocimiento heurístico, conocimiento anecdótico, conocimiento descriptivo, conocimiento procedimental.
- El *conocimiento* refiere a un elemento de los tipos de conocimiento definidos. Cada conocimiento tiene los vínculos a los otros tipos de conocimiento. Entre sus atributos se destacan: descripción, importancia (fundamental, accesorio), medio en el cual se representa (video, texto, sonido, etc.), nivel de competencia requerida (básico, medio, avanzado), estrategias de aprendizaje a las cuales se orienta (sensorial, intuitivo, activo, reflexivo, visual, verbal, secuencial, global), profesor responsable y tema que trata.
- El *contador* contendrá el número de accesos al mismo, siendo incrementado en uno cada vez que se lo accede. Con este valor se podrá reclasificar por ejemplo una pregunta no frecuente en una frecuente o establecer cuáles son los conocimientos más consultados. Por ejemplo, al comienzo de un nuevo curso, podría efectuarse esa reclasificación.

En el repositorio del conocimiento estará almacenado todo el conocimiento que inicialmente el profesor considere necesario. Para recabar los requisitos de conocimiento, se podría utilizar tanto técnicas de Ingeniería del Conocimiento, como entrevistas, análisis de protocolos y observación así como técnicas provenientes de la Ingeniería de Requerimientos (IR) (Friss de Kereki y Azpiazu, 2002).

Aplicación

A modo de implementación preliminar y en el marco de un proyecto de desarrollo completo a largo plazo, se desarrolló una versión simplificada del modelo, denominada PLE:ASE (*Programming Learning Environment: an Approach to Software for Education*).

Se describe un posible uso del entorno –en esta versión simplificado- en la materia Programación I, que trata de conceptos básicos de programación orientada a objetos y utiliza como lenguaje de programación Java.

El plan resumido de la materia Programación I (Programación orientada a objetos) de la carrera Ingeniería en Sistemas de la Universidad ORT Uruguay, a dictarse en 15 semanas de clase con 4 horas de teoría y 2 de prácticas en laboratorio, es, según se muestra en la Tabla 1 Curso de Programación I:

Semanas 1-3	Variables, estructuras de control, pseudocódigo
Semana 4	Presentación de clases y objetos, uso de clases standard
Semanas 5-8	Creación de clases, alias, relaciones
Semana 9	Herencia en detalle, nuestro conocimiento de clases y objetos

Semanas 10-12	Colecciones, Excepciones, Ordenación y búsqueda
Semana 13	Enumeración
Semanas 14-15	Manejo avanzado de colecciones

Tabla 1 Curso de Programación I

El estudiante, quien previamente es capacitado en GC y resolución de problemas, se registrará en el sistema y le aparecerá la lista de los temas disponibles (en este ejemplo simplificado): Clases, Colecciones. El aprendiz, sabiendo que desconoce el tema Clases, elige este punto de la lista. A continuación le aparecerá la lista de los tipos de conocimiento disponibles sobre el tema, en este caso Conocimiento descriptivo básico (descripción o definición del concepto Clase), Conocimiento procedimental básico (describe el procedimiento para construir una clase) y Heurístico (ver Ilustración 2 PLE:ASE: selección de temas y tipos de conocimiento), entre otros.

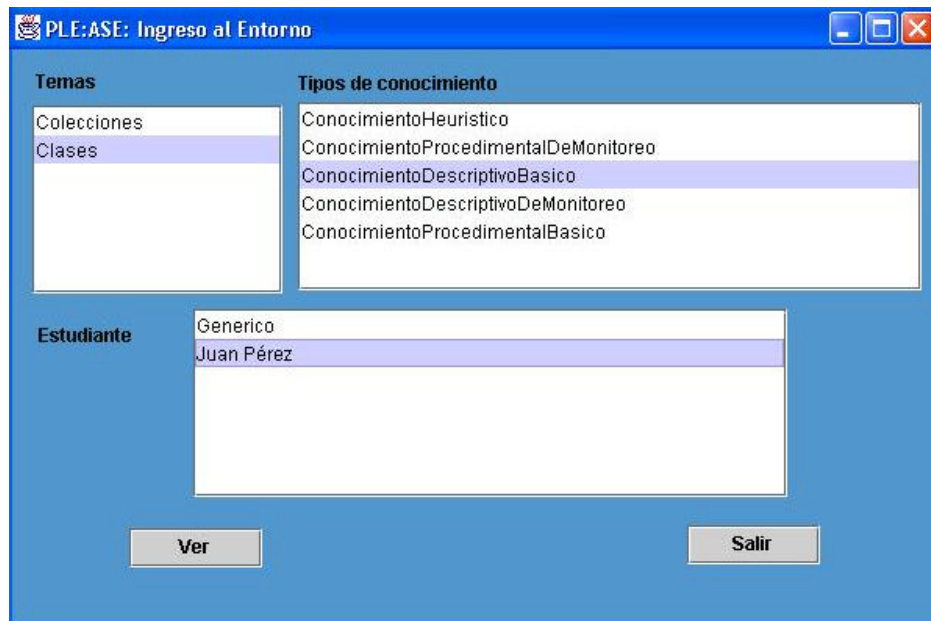


Ilustración 2 PLE:ASE: selección de temas y tipos de conocimiento

Ante la selección de descriptivo básico, aparecerá la definición del concepto Clase, permitiendo también ver definiciones alternativas desde otras perspectivas. Se le ofrecerá la lista de tipos de conocimiento disponibles relacionados al concepto presentado, en el caso planteado podría ser anecdótico (que ofrece una historia del concepto de Clase), procedimental (cómo implementar una clase en Java), de monitoreo (ejemplos y ejercicios sobre el concepto), etc. (ver Ilustración 3 PLE:ASE: Conocimientos).

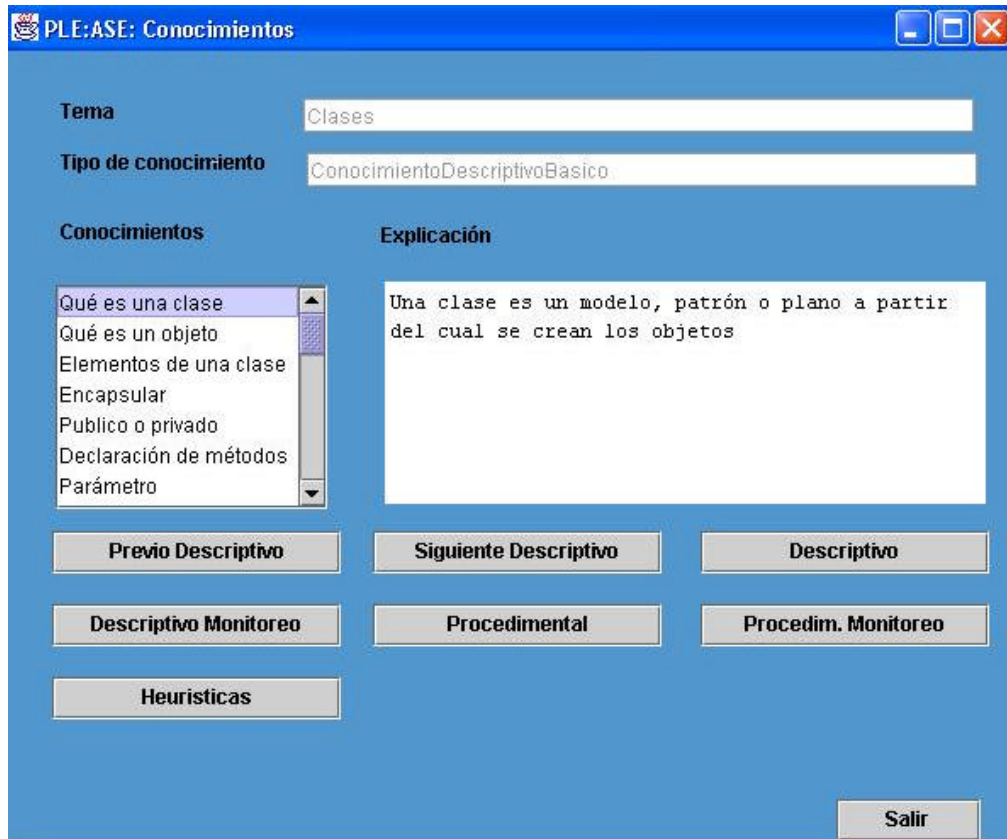


Ilustración 3 PLE:ASE: Conocimientos

En otras palabras, partiendo del reconocimiento, por parte del alumno, de una carencia de conocimiento en cierto tema (o aún desde la percepción del propio sistema de dicha carencia), se le ofrecerá el conocimiento disponible en el entorno sobre el tema desde la perspectiva de los diferentes tipos de conocimiento, dejando principalmente en el alumno la propia gestión del desconocimiento, con la finalidad de fomentar el autodidactismo y favorecer su trabajo autónomo e independiente. Además, el alumno dispondrá del apoyo de una MI, a la que podrá recurrir en busca de respuestas a preguntas frecuentes, enterarse de las mejores prácticas y de las lecciones aprendidas, así como incluir nuevos elementos, permitiendo la integración de sus habilidades individuales al grupo u organización.

Permanentemente, a través de un sistema de tutoría inteligente, se podrá hacer un seguimiento de las acciones del alumno, lo que permitirá ofrecerle sugerencias sobre las alternativas más adecuadas de acuerdo a las preferencias mostradas durante el uso del entorno así como recomendaciones varias.

A su vez, el docente dispondrá de herramientas que le permitan la carga del dominio del conocimiento en el módulo de gestión del conocimiento, que incluye la MI entre otros componentes. Tendrá que completar una “ficha” o registro por cada concepto o procedimiento con los tipos de conocimiento. Así pondría que la definición del concepto de “Objeto” es conocimiento descriptivo básico y su valor es “un objeto es una instancia de una clase”. Además, como conocimiento procedimental básico asociado a ese mismo concepto podría estar la forma de crear un objeto en Java.

Uso del entorno: Experimentación y Evaluación

La experimentación se llevó a cabo en la Universidad ORT Uruguay, con alumnos de Programación Orientada a Objetos (1er. semestre de Ingeniería en Sistemas). Se trabajó con 3 grupos de aproximadamente 25 alumnos cada uno. Los alumnos fueron distribuidos aleatoriamente en los grupos y también fueron asignados al azar los tratamientos. Los grupos son, según se muestra en la Tabla 2 - Grupos y tratamientos:

Grupo	Tratamiento
Grupo 1 (Control)	Mantener el curso actual.
Grupo 2 (Material)	Incorporar además el material teórico sobre GC y resolución de problemas.
Grupo 3 (Material y Entorno)	Brindar el curso actual y el material teórico y utilizar el entorno PLE:ASE.

Tabla 2 - Grupos y tratamientos

En los grupos 2 y 3, material teórico sobre GC y resolución de problemas fue discutido en varias oportunidades. Se analizaron los principales conceptos de GC así como también estrategias de resolución de problemas. Todas las semanas se dedicó parte de una clase teórica a estos temas. Para el grupo 3, el entorno estuvo disponible en un laboratorio con 25 máquinas, durante todo el semestre.

Dentro de la multiplicidad de factores posibles a ser considerados y elegidos (como por ejemplo: eficacia, afectividad, motivación, estrategias, participación, atención, rendimiento), en este estudio se seleccionaron tres de ellos que se entendieron como más relevantes. Como hipótesis se plantea que:

el entorno favorece la enseñanza comprensiva, la búsqueda de nuevos caminos para resolver problemas y la transferencia de conocimiento.

La enseñanza comprensiva refiere a los aspectos que posibilitan la comprensión de problemas, o sea, frente a una situación problema detectar la comprensión de la misma. La búsqueda de nuevos caminos trata de, ante una situación nueva, que el estudiante sea capaz de identificar, conceptualizar, modelar esa situación y avanzar en su resolución. La transferencia de conocimiento se refiere al proceso por el cual un estudiante podría resolver un determinado ejercicio tomando elementos de otros, aplicando analogías, inferencias, deducciones, etc.

La variable independiente o tratamiento según los términos de Salkind (Salkind, 1998) es el uso del entorno. Las variables dependientes, que indican si el tratamiento tuvo algún efecto, son:

- comprensión del problema
- formas de resolver un problema
- transferencia del conocimiento

Para observar las variables se realizaron dos pruebas, una al comienzo del curso y otra al final en los tres grupos. Se plantearon 3 preguntas, una por cada variable:

- 1) Enseñanza comprensiva: se planteó un problema y se evaluó que haga lo que se pide.
- 2) Búsqueda de nuevos caminos: ante una situación nueva ver que sea capaz de buscar una solución.
- 3) Transferencia: dada una situación similar a una ya presentada, ver qué elementos podría tomar

para resolver esa nueva situación.

Se evaluó con una escala ordinal, con categorías:

- completamente correcto (“excelente”, valor 4) ;
- incompleto pero bastante encaminado, con posiblemente poca cantidad de errores o errores no significativos (“muy bueno”, valor 3);
- incompleto poco encaminado, con posiblemente bastantes errores (“bueno”, valor 2);
- erróneo (“regular”, valor 1) y
- sin responder (“malo”, valor 0).

En la primera prueba al aplicar el test U de Mann-Whitney (Mendenhall, Wackerly y Scheaffer, 1994), en ninguna de las 3 preguntas se detectan diferencias significativas al 5% entre los pares de grupos (1-2, 1-3, 2-3) Aplicando el test de Kruskal-Wallis (Mendenhall, Wackerly y Scheaffer, 1994), al 5% y 10%, en ninguna de las 3 preguntas de la prueba inicial se detectan diferencias significativas entre los 3 grupos. Se puede establecer así que los grupos inicialmente no son diferentes.

En la segunda prueba, al aplicar el test U citado, al nivel 5%, se constatan diferencias entre el grupo 2 y 3 respecto a la tercera pregunta y también entre el 1 y 3 en esa misma pregunta. O sea, el uso del entorno marcó una diferencia significativa considerando la transferencia de conocimiento. Si se considera el nivel

10%, se constatan diferencias además en las formas de resolver problemas entre los mismos pares de grupos (1-3, 2-3).

Al aplicar el test de Kruskal-Wallis (Mendenhall, Wackerly y Scheaffer, 1994), en la segunda prueba se constata que se presentan diferencias en la pregunta 3 al nivel 5%. Se verifica que los grupos no son iguales en este punto. No se detectan diferencias en las 2 primeras preguntas. Si se considera el nivel 10%, se perciben diferencias en la pregunta 2 y la pregunta 3.

Además, se analizó individualmente el progreso. Para ello se consideran las diferencias, o sea, se calcula para cada alumno y pregunta la resta entre la calificación obtenida en la segunda prueba y la respectiva de la primera prueba. Se supuso válido realizar esta diferencia y se interpreta el resultado como:

- diferencia positiva: implica mejora,
- diferencia 0: sin mejora ni pérdida y
- diferencia negativa: pérdida o desmejoramiento.

Los resultados de estas diferencias, en términos de porcentaje, se presentan en las siguientes gráficas (Gráfico 1 Comprensión del problema, Gráfico 2 Formas de resolver un problema y Gráfico 3 Transferencia de conocimiento).

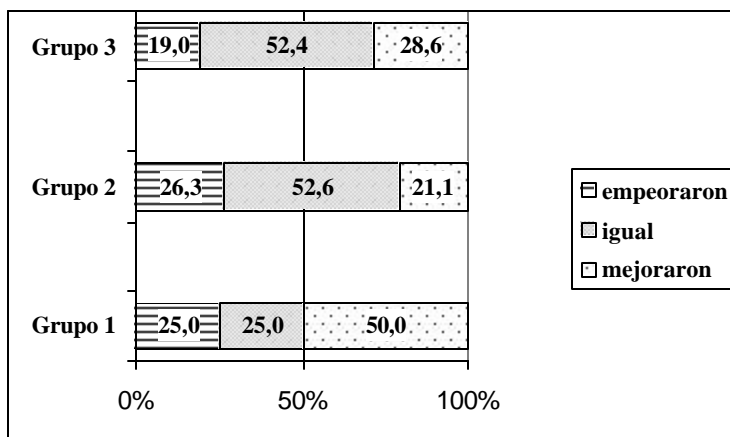


Gráfico 1 Comprensión del problema

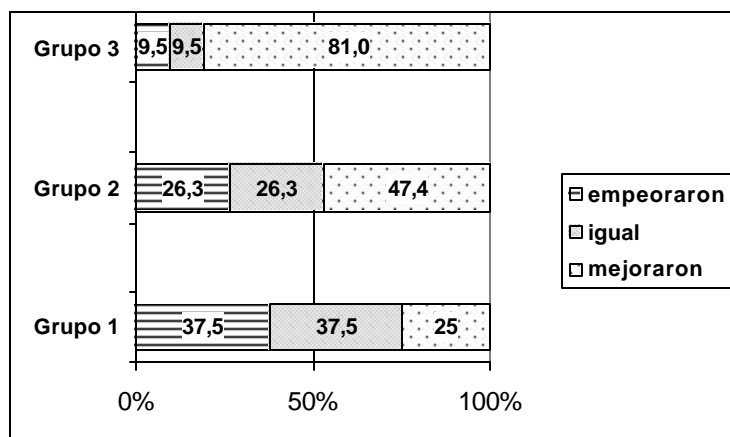


Gráfico 2 Formas de resolver un problema

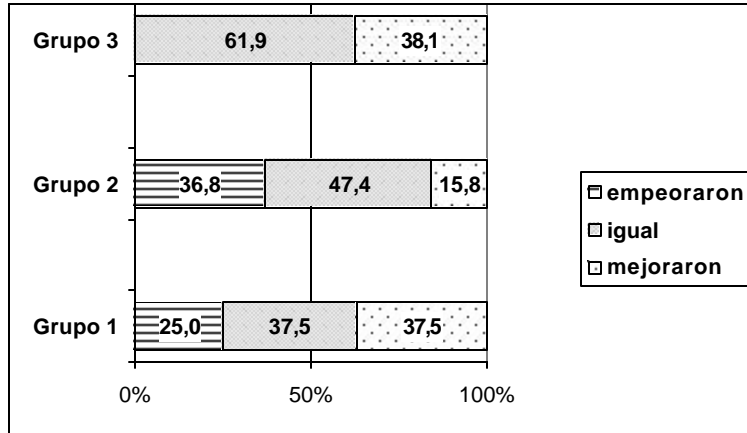


Gráfico 3 Transferencia de conocimiento

Se presenta la interpretación de todos los resultados en la siguiente tabla (Tabla 3 Interpretación de resultados).

Comprensión del problema	No se detectaron beneficios respecto a la capacidad de comprensión de problemas al utilizar (o no) el entorno y, o, el material de gestión de conocimiento y resolución de problemas.
Formas de resolver un problema	En los alumnos que utilizaron el entorno, se percibe una importante mejora en este aspecto. Estos alumnos son capaces de encontrar, aplicar y, o mostrar mayor cantidad de formas de resolver un problema. También se detecta mejora, aunque menor, en el Grupo 2, comparado con el grupo 1.
Transferencia del conocimiento	Los alumnos que utilizaron el entorno mejoran su capacidad de transferencia del conocimiento y ninguno desmejora. El uso exclusivo del material no resulta beneficioso.

Tabla 3 Interpretación de resultados

Conclusión

Se presentó una arquitectura para desarrollar entornos de aprendizaje. Es original pues permite desarrollar entornos diferentes a todos los analizados. La propuesta es aplicable, pues su viabilidad quedó demostrada a través del sistema PLE:ASE. Asimismo, es efectiva, de acuerdo a los resultados de la experimentación y se basa en la GC y sus técnicas, pues permite explorar, evaluar y manejar el conocimiento activamente.

Referencias

- Avila, P. & Bosco, M. (2001). Ambientes virtuales de aprendizaje - una nueva experiencia. <http://investigacion.ilce.edu.mx/dice/articulo/articulo11.htm> (consultado en Internet el 8 de setiembre de 2001)
- Azpiazu, J., Pazos, J. & Silva, A. (2002). A virtual classroom based on academic memories. En: *Proceedings of International Conference on Information and Communication Technologies in Education (ICTE2002)*, España.
- Boyett, J. & Boyett, J. (1999). *Lo mejor de los gurús*. España: Ediciones Gestión 2000 SA.
- Bryan-Kinns, N. & Makwana, R. (1999). Understanding shared expert ise in communities of practice. http://www.dcs.qmul.ac.uk/research/distrib/Mushroom/publications/nickbk_ranj_ck_submission.html (consultado en Internet el 13 de febrero de 2002).
- Burbules, N. & Callister, T.(h). (2001). *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. España: Editorial Granica S.A.
- Bustelo, C. & Amarilla Iglesias, R. (2001). Gestión del Conocimiento y Gestión de la Información. *Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*. Año VIII, 34, 226-230.

- Carro, R. (2001). Un mecanismo basado en tareas y reglas para la creación de sistemas hipermedia adaptativos: aplicación a la educación a través de Internet. Tesis doctoral. <http://www.ii.uam.es/%7Ecarro/tesis/tesis.html> (consultado en Internet el 9 de agosto de 2001).
- Davenport, T. (1996). The future of knowledge management. *CIO Magazine*, January 1996.
- de Benito, B. (2000). Base de datos “web tools” para experiencias de formación a través de la web. <http://www.uib.es/depart/gte/webtools.html> (consultado en Internet el 12 de enero de 2002).
- Euzenat, J. (1996). Corporate memory through cooperative creation of knowledge bases and hyperdocuments. En: *Proceedings of Tenth Knowledge Acquisition Knowledge-Based Systems Workshop*, KAW 96, Canadá.
- Felder, R.. (2002). Learning and teaching styles in engineering education. Author’s preface. www.ncsu.edu/felder_public/Papers/LS_1988.pdf (consultado en Internet el 7 de marzo de 2003).
- Felder, R. & Silverman, L. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Friss de Kereki, I & Azpiazu, J. (2002). Ingeniería de requisitos (IR) aplicada a la Gestión del Conocimiento en Entornos de Aprendizaje: Consideraciones iniciales acerca de cómo usar IR e Ingeniería del Conocimiento para determinar los requisitos de conocimiento al diseñar un Entorno de Aprendizaje. En: *Proceedings de CISC 2002*. Volumen 1, 419-424.
- Ghaoui, C. & Ainsley, H. (2001) Generating multiple hypermedia learning views using OO modelling. *Interactive Learning Environments*, 9 (1), 1-32.
- Gil, J. (2000). Ideas para un modelo de web docente. <http://www.unizar.es/ice/web-docente/Modelo%20de%20web%20docente.htm>(consultado en Internet el 17 de enero de 2001)
- Gómez, A., Juristo, N., Montes, C. & Pazos, J. (1997). *Ingeniería del Conocimiento*. España: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces SA.
- Hiltz, S. (1995). *The virtual classroom. Learning without limits via computer networks*. USA: Ablex Publishing Corporation.
- IEEE 1484.1 D/9 (2001). Standard for learning technology systems architecture: LTSA. Version 11/2001. <http://ltsc.ieee.org/wg1/index.html> (consultado en Internet el 12 de enero de 2002).
- Liaw, S. (2001). Designing the hypermedia-based learning environment. *International Journal of Instructional Media*, 28(1), 43-56
- Marchesi, A. & Martín, E. (1998). *Calidad en la enseñanza en los tiempos de cambio*. España: Alianza Editorial SA.
- Mayer, R. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: W. H. Freeman and Company, 2da. edición.
- Mendenhall, W., Wackerly, D. & Scheaffer, R. (1994). *Estadística matemática con aplicaciones*. México: Grupo Editorial Iberoamericana. SA de CV, 2da. edición.
- Merrill M. D. & ID2 Research Group (1998). ID Expert: A second generation instructional development system. *Instructional Science*, 26, 243-262.
- Najmanovich, D. (2000). *Psicopedagogía: entre aprender y enseñar*. Argentina: Miño y Dávila Editores.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. México: Oxford University Press.
- Paradela, L. (2001). *Una Metodología para la gestión del conocimiento. Tesis doctoral*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Pazos, J. (2001). *Enseñanza del futuro: a grandes males pequeños remedios*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Poggioli, L. (1997). *Estrategias cognoscitivas*. Caracas: Fundación Polar.
- Polanyi, M. (1984). *Science, Faith and Society*. USA: The University of Chicago Press, publicado en 1964.
- Prasad, N. & Plaza, E. (1996). Corporate Memories as Distributed Case Libraries. En: *Proceedings of Tenth Knowledge Acquisition Knowledge-Based Systems Workshop*, KAW 96, Canadá.
- Probst, G., Raub, S. & Romhardt, K. (2001). *Administre el conocimiento*. México: Pearson Educación.
- Prusak, L. (2001). Where did knowledge management come from?. *IBM Systems Journal*, 40 (1).
- Salkind, N. (1998). *Métodos de investigación*. México: Prentice Hall Hispanoamericana SA.
- Schreiber, A. & Wielinga, B. (1998). Knowledge Model Construction. <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW98/schreiber> (consultado en Internet el 13 de febrero de 2002).
- Schunk, D. (1997). *Teorías del aprendizaje*. 2^{da}. edición. España: Prentice Hall Hispanoamericana SA.
- Stiles, M. (2000). Developing tacit and codified knowledge and subject culture within a virtual learning environment. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 37 (1), 13-25.

- Tango-W (1999). Tango-W. <http://www.ii.uam.es/esp/investigacion/tangow/spanish/TW0.html> (consultado en Internet el 24 de enero de 2002).
- Tedesco, J. C. (2000). *Educación en la sociedad del conocimiento*. Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Tomás, M., Feixas, M & Marqués, P. (1999). La universidad ante los retos que plantea la sociedad de la información. El papel de las TIC. En: *Actas de las Jornadas EDUTECH-99*, Sevilla.
- van Heijst, G., van der Spek, R. & Kruizinga, E. (1996). Organizing Corporate Memories. En: *Proceedings of Tenth Knowledge Acquisition Knowledge-Based Systems Workshop, KAW 96*, Canadá.
- Wiig, K. (1995). *Knowledge Management Methods Practical approaches to managing knowledge*. USA: Schema Press.
- Wiig, K. (1999). *Knowledge Management Foundations: thinking about thinking. How people and organizations create, represent, and use knowledge*. USA: Schema Press (2da. edición).
- Yildirim, Z., Ozden, M. Y., & Aksu, M. (2001). Comparison of hypermedia learning and traditional instruction on knowledge acquisition and retention. *Journal of Educational Research*, 94 (4), 207-214.