

SISTEMA AVANZADO PARA e-LEARNING SOBRE KNOWLEDGE GRID

MANUEL ERNESTO BOLAÑOS GONZALEZ

**PROFESOR
JOSÉ NELSON PÉREZ CASTILLO Ing.PhD**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C
2007**

COTENIDOS

	Pág.
1. TITULO	4
2. RESUMEN DEL PROYECTO	
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
3.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	4
3.2 JUSTIFICACION	5
3.3 MARCO TEÓRICO	6
3.3.1 Knowledge Grid	6
3.3.2 Modelo estructural para un e-curso activo	7
3.3.2.1 Ontología del curso	7
3.3.2.2 Estrategias instruccionales	8
3.3.2.3 Metadata basada en ontología	8
3.3.3 Modelos pedagógicos e e-learning	9
3.3.4 Estándares e-learning	10
3.3.5 Aprendizaje colaborativo	12
3.3.6 Objetos distribuidos de aprendizaje	12
3.3.7 Mapas conceptuales y aprendizaje significativo	13
3.3.8 Mapas conceptuales como soporte al modelo instruccional	14
3.3.9 Computación Grid	15
3.3.10 Agentes inteligentes	16
3.3.10.1 Agentes pedagógicos	17
4. OBJETIVOS	17
4.1 GENERAL	17
4.2 ESPECIFICOS	17
5. ENFOQUE METODOLOGICO	18
5.1 ETAPA 1: ESTUDIO DEL DOMINIO DEL PROBLEMA	18
5.2 ETAPA 2: MODELAMIENTO CONCEPTUAL	18
5.3 ETAPA 3: MODELAMIENTO INSTRUCCIONAL	19
5.4 ETAPA 4: INGENIERÍA ONTOLÓGICA	19
5.5 ETAPA 5: INGENIERÍA DEL SOFTWARE	19
5.5.1 Normas básicas de RMODP	19
5.6 ETAPA 6: ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y PUBLICACIÓN DE RESULTADOS	20
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	21

7. IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO	22
8. PERTINENCIA SOCIAL	22
9. APORTE A LA EDUCACION	23
10. RESULTADOS/PRODUCTOS ESPERADOS Y POTENCIALES BENEFICIARIOS	24
10.1 GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y/O NUEVOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS	24
10.2 CONDUCENTES AL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD CIENTÍFICA NACIONAL	24
10.3 DIRIGIDOS A LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO	25
11. REFERENCIAS	25

1. TITULO DEL PROYECTO

SISTEMA AVANZADO PARA e-LEARNING SOBRE KNOWLEDGE GRID

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto de investigación surge por la importancia de la educación virtual, y la necesidad de desarrollar entornos educativos que se ajuste a las características técnicas, sociales, cognitivas y pedagógicas, propias de las redes sociales de aprendizaje y las comunidades interconectadas a la malla computacional, disponiendo de procesos colaborativos y técnicas informáticas que vinculen la distribución de recursos, minería de datos, gestión de la información, arquitecturas grid, adaptación de dispositivos móviles, seguridad informática, interoperabilidad de aplicaciones, modelos gráficos, interfaces adaptativas, entre otras.

Dado que se desarrollará un entorno educativo para e-Learning soportado en Knowledge Grid, se implementarán módulos instruccionales referentes a la disciplina Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, que cumplan con las características y se ajusten a la arquitectura de la Knowledge Grid, incorporando agentes inteligentes y tecnologías de hipermedios adaptables, a través de un e-curso activo que permita la organización dinámica de materiales educativos, de tal manera que el proceso de aprendizaje se centre en el estudiante, con una estructura abierta, flexible, interactiva y adaptable.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

3.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La educación electrónica se esta desarrollando en busca de su máximo potencial y existe un gran incremento en las expectativas y requisitos hacia los sistemas de aprendizaje basados en la Web [1].

Utilizar diferentes medios electrónicos como audio, video, televisión interactiva, tecnologías de redes y comunicaciones con el propósito de diseñar, seleccionar, administrar, entregar y extender la educación, proporciona flexibilidad en cuanto al tiempo y ubicación geográfica de las personas, organizaciones, recursos y procesos relacionados con el aprendizaje.

Los sistemas de aprendizaje basados en la Web son diseñados e implementados para llegar a un gran número de estudiantes, haciendo el aprendizaje mucho más conveniente estrechando las barreras espaciales y temporales. Sin embargo, los estudiantes por lo general actúan como recipientes pasivos de la instrucción en lugar de ser motivados hacia la exploración activa del contenido de aprendizaje y la creación de su propio conocimiento [2]. Lo anterior ocurre porque en el diseño de estos sistemas no se tiene en cuenta que deben ser adaptativos e inteligentes, y que es importante tener información acerca de los conocimientos previos de los estudiantes, sus capacidades y sus gustos en cuanto a metodologías de aprendizaje, para satisfacer exitosamente sus necesidades.

La computación Grid, la Web mundial, el Peer-to-Peer y las tecnologías de red social, están relacionadas directamente con el objetivo de la Grid de conocimiento, pero para lograr un verdadero ambiente de aprendizaje colaborativo requiere necesariamente de nuevas metodologías y modelos para el manejo de recursos y los diferentes entornos en los que se encuentran.

3.2 JUSTIFICACION

Los nuevos ambientes de aprendizaje giran en torno a la conformación de comunidades científicas que buscan compartir sus recursos tales como datos, hardware, software, instrumentos y redes temáticas de investigación, sin importar la ubicación geográfica de los mismos, a través de redes de alta velocidad. A pesar de que en los últimos años se han conformando comunidades académicas y científicas que comparten recursos, hacen falta plataformas y sistemas que permitan utilizar estos recursos de manera efectiva y eficiente. Actualmente se encuentra gran cantidad de información con relación al futuro y las tendencias de las denominadas organizaciones virtuales [3] [4], igualmente múltiples propuestas sobre cómo debe ser la infraestructura a desarrollar para estas comunidades [3] [5] [6] [7].

La capacitación es un requerimiento de las sociedades y el uso de la tecnología de información y comunicación (TIC) se está convirtiendo en una parte inherente en la educación de alto nivel. El aprendizaje asistido por tecnologías de la información e-Learning fomenta el uso de las TIC debido a que facilitan la creación, adopción y distribución de contenidos, así como la adaptación del ritmo de aprendizaje y la disponibilidad de herramientas independientemente de límites horarios o geográficos.

La educación virtual es un recurso tecnológico que propicia que los estudiantes realicen su aprendizaje en forma independiente. La gran difusión del uso de Internet y la creación de redes de alta velocidad con fines

académicos y de investigación, así como la masiva utilización del Word Wide Web promueve nuevas estrategias educativas.

Un Sistema avanzado para e-Learning sobre la Grid de conocimiento permitirá contar con mecanismos de interoperación entre usuarios, aplicaciones y recursos; promoviendo y facilitando el trabajo colaborativo, la innovación, la resolución de problemas y la toma de decisiones.

3.3 MARCO TEÓRICO

A continuación se relatarán en forma sucinta los conceptos elementales que integran esta propuesta.

3.3.1 Knowledge Grid

La Grid de conocimiento es un ambiente de interconexión inteligente y sostenible que permite a la gente y máquinas capturar con eficacia, publicar, compartir y manejar recursos de conocimiento [8]. Contiene elementos que son apropiados para apoyar la investigación científica, la innovación tecnológica y el trabajo en equipo cooperativo. Se basa en la epistemología, la ontología, metodología de los sistemas y administración de conocimiento, lo que le permite reflejar características cognoscitivas humanas. Además, adopta técnicas para el ambiente de interconexión futura [9].

Entre las características de la Grid de conocimiento se encuentran:

- Ciberespacio Virtual: debido a que la Grid de conocimiento consiste en requisitos, roles, recursos y normas, un determinado recurso esta en capacidad de interactuar de manera inteligente con la gente para realizar tareas complejas.
- Grid social: la Grid de conocimiento es una Grid social virtual en la que la gente comparte su conocimiento y obtiene conocimiento de otros a través de varios ambientes de interconexión.
- Sistema Económico y Adaptativo: el comportamiento de los participantes es adaptado por los roles de la Grid de conocimiento (productores, consumidores y mecanismos de mercadeo).
- Red Semántica: los motores de búsqueda de la Web se basan en la semántica. La semántica se ha estudiado en áreas del conocimiento como procesamiento del lenguaje natural, lenguajes de programación y la Web semántica. La Grid de conocimiento necesita un sistema semántico abierto que establezca la comprensión entre maquina y entre maquinas y el ser humano [10].

La arquitectura de la Knowledge Grid es mostrada en la figura 1. [11]

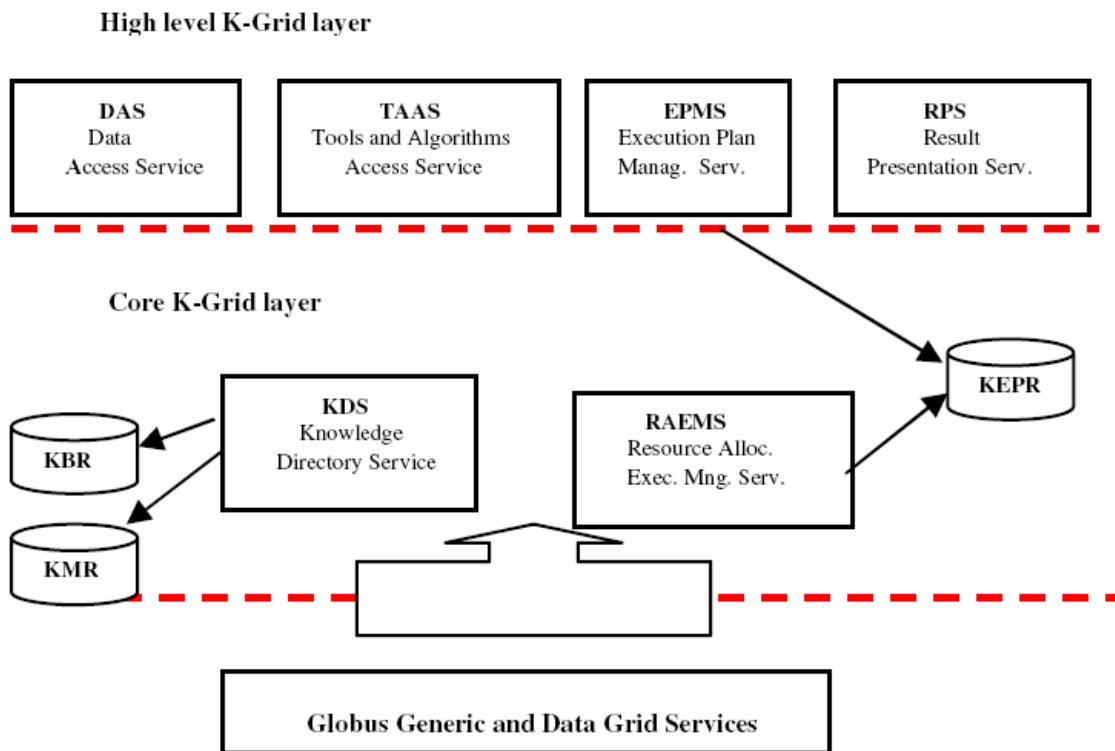


Figura 1. Arquitectura de la Knowledge Grid

Core K-Grid layer: presta servicios de búsqueda, almacenamiento y control de información de los servicios que vienen de la Grid básica y acopla los requerimientos de la aplicación sobre la capa K-Grid de alto nivel a los recursos disponibles de la Grid básica.

High level K-Grid layer: contiene servicios de aplicación sobre el descubrimiento de conocimiento que puede sintetizar el conocimiento de datos a través de minería y métodos de referencia, permitiendo a motores de búsqueda hacer referencias, respuesta de preguntas y sacar conclusiones de grandes volúmenes de datos [12].

3.3.2 Modelo estructural para un e-curso activo [2]

La Grid de conocimiento requiere involucrar agentes inteligentes y tecnologías hipermedia adaptativas, y una manera de hacerlo es a través de un e-curso activo que es un mecanismo de medios abierto, auto-representable y auto-organizable que se concentra en la organización dinámica de materiales de aprendizaje para soportar mejor el acercamiento de aprendizaje centrado en el estudiante, altamente interactivo y adaptativo.

3.3.2.1 Ontología del curso: aquí se define la estructura dentro de un dominio específico y el conocimiento del curso, que incluye conceptos de curso y roles. Al definir la ontología se tienen en cuenta tres niveles de clasificación que definen una jerarquía en el dominio de la ontología, de tal manera que cada concepto es dividido en subconceptos correspondientes a unidades más pequeños que le permiten al sistema razonar en un nivel más fino.

Los roles representan las relaciones binarias entre objetos de conocimiento, que es denotado como $K \rightarrow K'$, donde α es un tipo de la relación semántica mientras K y K' son objetos de conocimiento.

3.3.2.2 Estrategias instruccionales: comprende las reglas de razonamiento y la experticia pedagógica. Así, la regla de razonamiento puede ser utilizada para encadenar las relaciones semánticas y obtener el resultado del razonamiento del encadenamiento.

La experticia pedagógica especifica como se ordena el contenido que tipo de feedback se da, cuando y como indicar, remediar, resumir, etc.

3.3.2.3 Metadata basada en ontología: La metadata permite a organizaciones describir, indexar y buscar sus recursos con un conjunto de etiquetas comunes y es esencial para reutilizarlos. Existen varios estándares metadata para describir recursos de aprendizaje, entre los que están:

- IEEE LOM (<http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM3.6.html>)
- ARIADNE (<http://ariadne.unil.ch/Metadata/>)
- SCORM (<http://www.adlnet.org/>)
- IMS (http://www.imsproject.org/metadata/imsmdv1p2/imsmd_infov1p2.html)

La incompatibilidad entre descripciones metadata dispares y heterogéneas esta presente en cada uno de estos estándares. El metadata cae en tres amplias categorías:

- Estructura: principalmente implica títulos, locaciones y links.
- Contenido: su descripción indica sobre que material de aprendizaje esta.
- Contexto: su descripción indica cuando presentar el material de aprendizaje, que incluye el objetivo educativo, nivel de dificultad y tipo de conocimiento.

La implementación de un e-curso activo contempla actividades como planeación del syllabus del curso, generación del curso y semántica de encadenamiento; estas tres actividades se realizan teniendo en cuenta que el

e-curso activo dinámicamente se debe adaptar a diferentes estudiantes con una estructura abierta y flexible.

La figura 2. Muestra la arquitectura de aprendizaje propuesta [2]

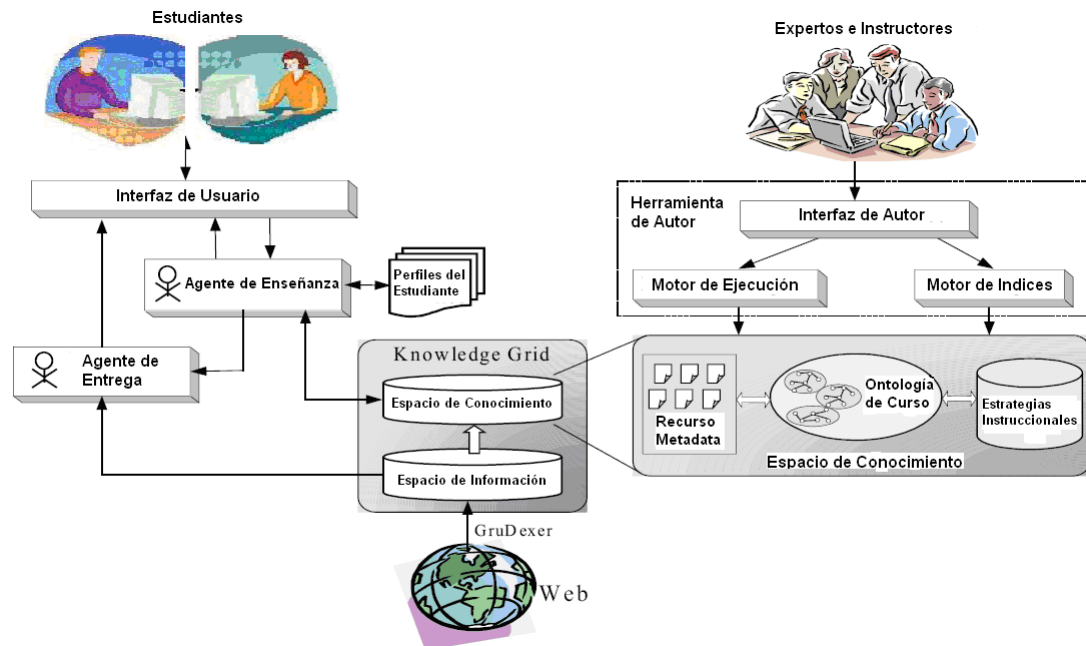


Figura 2. Arquitectura General

3.3.3 Modelos pedagógicos e e-learning

La pedagogía, entendida como disciplina natural por medio de la cual es posible aunar los esfuerzos cognitivos para la enseñanza y el aprendizaje de un cierto tema, integra dos elementos esenciales: docente y discente, el primero de ellos alcanza su definición del vocablo latino "deceo" que significa "yo enseño" o "apto para enseñar" [13], entre tanto la palabra discente tiene su origen etimológico en el verbo latino "diseo" que significa "yo aprendo", pero la relación entre uno y otro tiene un único objetivo: el conocimiento, de forma que sea posible crearlo, accederlo, transferirlo o conservarlo. A partir de esta relación simple se considera la interacción como un mecanismo esencial que posibilita el desarrollo de la persona y la sociedad, lo que hace que se adicionen tres componentes clave: las relaciones de la comunidad educativa, el proceso académico y las teorías disciplinarias empleadas. La sincronía de todo lo relatado es lo que se denomina Modelo Pedagógico, un esquema organizacional que tiene como fin último la generación de conocimiento.

Ahora bien, los modelos pedagógicos según sus características particulares se clasifican como didácticos fundamentados en la capacidad de enseñanza,

cognitivos en la capacidad educativa y científicista en la capacidad investigativa.

Un proceso académico vincula los siguientes elementos: evaluación con la que se verifica el nivel cognitivo alcanzado, propósito que define el punto de llegada, recursos educativos, contenido, metodología que es la manera como el docente articula los elementos del modelo y secuenciación u orden de ejecución de actividades académicas.

Así, quedando expuestos los elementos de un proceso académico dentro de un modelo pedagógico, se encuentra cabida a aquellos que faciliten la intermediación entre los agentes educativos y posibiliten mejores condiciones para que el modelo ofrezca sus mejores resultados, encontrando cabida las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, particularmente el e-Learning.

e-Learning, pretende ofrecer al proceso académico sus mejores características, a saber:

- Combinación de esquemas presénciales con aquellos en los que hay distancia física entre docente y discente para generar nuevos espacios y tiempos- educativos.
- Disposición de material instruccional en múltiples medios.
- Dispersión geográfica de recursos y agentes educativos.
- Autonomía y autogestión del proceso de aprendizaje por cuenta del discente.
- Manejo de esquemas síncronos y asíncronos para las actividades académicas.
- Interactividad virtual.

3.3.4 Estándares e-learning

Estrictamente hablando, no existe un estándar e-Learning disponible hoy en día. Lo que existe es una serie de grupos y organizaciones que desarrollan especificaciones (protocolos). Básicamente, lo que se persigue con la aplicación de un estándar para e-Learning es durabilidad, interoperabilidad, accesibilidad y reusabilidad.

Dentro de las principales iniciativas de estándar para e-Learning se pueden mencionar:

- AICC Aviation Industry Comitee [14]. La industria de la aviación ha sido tradicionalmente un gran consumidor de formación, Aunque la AICC ha publicado varias guías, la más seguida es la AGR 010 que habla de la interoperabilidad de las plataformas de formación y los cursos.

La AICC cuenta con un programa de certificación (a diferencia de las otras iniciativas) y dispone de un test suite que le permite a las compañías verificar que sus productos son compatibles con otros sistemas que cumplen con las especificaciones AICC.

Actualmente la AGR 010 de la AICC es el "estándar de facto" en la industria del e-Learning.

- ARIADNE Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe [14]. Es una asociación internacional cuyo propósito es fomentar el intercambio de experiencias en el área de la educación abierta y a distancia.

- IEEE Learning Technologies Standars Comitee (LTSC) [14]. Se trata de un organismo que promueve la creación de una norma ISO, una normativa estándar real de amplia aceptación.

Lo que hizo fue recoger el trabajo del comité de la AICC y mejorarlo, creando la noción de metadato (información sobre los datos, una descripción más detallada que la ofrecida por la AGR 010 de la AICC de los contenidos del curso).

- IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM INC [14]. Este consorcio está formado por miembros provenientes de organizaciones educativas, empresas públicas y privadas. Su misión es desarrollar y promover especificaciones abiertas para facilitar las actividades del aprendizaje online.

El trabajo de la IEEE fue recogido por esta corporación privada creada por algunas de las empresas más importantes del sector. Su objetivo fue la creación de un formato que pusiese en práctica las recomendaciones de la IEEE y la AICC. Lo que se hizo fue definir un tipo de fichero XML para la descripción de los contenidos de los cursos. De tal modo que cualquier LMS pueda, leyendo su archivo de configuración IMSMANIFEST.XML, cargar el curso.

- ADL SCORM [14]. Formada en 1997, la iniciativa ADL (Advanced Distributed Learning), es un programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca para desarrollar principios y guías de trabajo necesarias para el desarrollo y la implementación eficiente, efectiva y en gran escala, de formación educativa sobre nuevas tecnologías Web.

Este organismo recogió "lo mejor" de las anteriores iniciativas (el sistema de descripción de cursos en XML de la IMS, y el mecanismo de intercambio de información mediante una API de la AICC) y las refundió y mejoró en su propio estándar: SCORM, Shareable Content Object Reference Model (Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables).

SCORM proporciona un marco de trabajo y una referencia de implementación detallada que permite a los contenidos y a los sistemas usarlo para "hablar" con otros sistemas, logrando así interoperabilidad, reusabilidad y adaptabilidad.

3.3.5 Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo (cooperativo) es el uso instruccional de pequeños grupos de tal forma que los estudiantes trabajen juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás [15], definición que rescata los principios básicos del esquema educativo tanto presencial como virtual.

En el entorno colaborativo se fija el requerimiento de la corresponsabilidad, por la cual el conocimiento no se reconoce como un elemento aislado, sino integrado, tal como es citado en [16]: "Los métodos de aprendizaje colaborativo comparten la idea de que los estudiantes trabajan juntos para aprender y son responsables del aprendizaje de sus compañeros tanto como del suyo propio". En el esquema cooperativo, se tienen en cuenta aspectos como: cultura, estímulos, contexto y tecnología.

Para el caso particular de una knowledge Grid, el aspecto cultural está definido por las características propias de los integrantes de cada contexto, y retomando las condiciones propias de un proceso académico, la interacción entre culturas genera un nuevo conocimiento y brinda oportunidades para transferirlo; en cuanto a los estímulos, una malla computacional no solo se supedita a la interconexión física de máquinas, sino que brinda la plataforma sobre la que se disponen los grandes volúmenes de datos a convertir en información, lo que estimula el complemento informático, comunicativo y desde luego cognitivo; las redes sociales conservan como característica esencial la cohesión con respecto a un eje particular, lo que contextualiza los esfuerzos de cada uno de los nodos de la malla (integrantes de la malla computacional); finalmente, la tecnología corresponde a la disposición de la información y los canales de comunicación, justamente los canales de alta velocidad que ofrecen infraestructuras como la adquirida por la asociación RENATA especifican la posibilidad para que la cooperación pueda darse sin limitantes diferentes a las propias de los actores humanos vinculados.

3.3.6 Objetos distribuidos de aprendizaje

En un ambiente distribuido propiciado inherentemente por la malla computacional, la movilidad es una característica esencial, de manera que

los recursos a pesar que se encuentren dispersos entre los diferentes nodos, existe la posibilidad de disponer de ellos con naturalidad, haciendo "transparentes" los procesos de interoperabilidad, esto no podría lograrse sin un esquema que vincule las redes/funciones esenciales de un modelo cognitivo [17]. Existen diferentes niveles de agentes en el modelo, ubicados tanto en la red de conocimiento como en la red de aprendizaje y en ciertos casos en la red de servicios Internet.

Las características de una malla computacional definen que los recursos se dispongan en unidades digitales tales como videos, artículos, cuestionarios, fotografías, talleres, entre muchos otros, encapsulados bajo el concepto de objeto de aprendizaje.

Tecnológicamente ya se han realizado recomendaciones y estándares para disponer de objetos de aprendizaje, entre ellos IMS (Instructional Management System de Global Learning Consortium Inc) [18], IEEE LTSC (Learning Technology Standards Committee) [19], ISO/IEC JTC1/SC36 - Information Technology for Learning, Education, and Training [20] y ADL-SCORM Advanced Distributed Learning - The Sharable Content Object Reference Model [21].

Desde una óptica técnica, un esquema que soporte objetos de aprendizaje debe incluir una arquitectura que emplee interfaces para la malla, interfaces de servicios, estandarización para la interoperabilidad, interfaz educativa (b-Learning) y una interfaz colaborativa, tal como lo define [17] en su aproximación.

3.3.7 Mapas conceptuales y aprendizaje significativo

Los mapas conceptuales son instrumentos de representación del conocimiento, sencillos y prácticos, que permiten transmitir con claridad mensajes conceptuales complejos y facilitar tanto el aprendizaje como la enseñanza. Para mayor abundamiento, adoptan la forma de grafos [22].

D. Ausubel (Ausubel, 1997) distingue el aprendizaje por repetición de lo que él denominó aprendizaje significativo. El aprendizaje significativo se produce cuando los conocimientos son relacionados de modo no arbitrario, sino sustancial, por quien aprende con lo que él ya sabe, especialmente con algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos. No obstante, para que se produzca el aprendizaje significativo, la persona debe estar dispuesta a establecer esa relación sustancial entre el material nuevo y su estructura cognitiva, así como el material que se vaya a aprender debe ser potencialmente significativo para ella [23].

A partir del modelo de Ausubel, surge el mapa conceptual de J. Novak (Novak, 1991), quien lo considera una estrategia sencilla, pero poderosa para ayudar a los estudiantes a aprender y a organizar los materiales de

aprendizaje.

Los mapas conceptuales contienen tres elementos fundamentales: concepto, proposición y palabras de enlace. Los conceptos son palabras o signos con los que se expresan regularidades; las proposiciones son dos o más términos conceptuales unidos por palabras de enlace para formar una unidad semántica; y las palabras de enlace, por tanto, sirven para relacionar los conceptos [24].

Actualmente está ampliamente aceptado que el aprendizaje significativo planteado en su origen por Ausubel y desarrollado después por Novak y Gowin (1988) es uno de los conceptos más útiles para mejorar el aprendizaje escolar [25]. El aprendizaje significativo (en marcado contraste con el aprendizaje memorístico por repetición mecánica) es clave para facilitar el cambio conceptual necesario para paliar el problema de los errores conceptuales (González, Morón y Novak, 2001) y requiere unas condiciones mínimas que podemos reducir a tres: En primer lugar, el alumno tiene que querer llevar a cabo un proceso de aprendizaje significativo, es decir, tiene que mostrar una actitud favorable para enlazar nuevos conocimientos con conceptos que él mismo ya posee en su estructura cognitiva. En segundo lugar, tiene que tener una estructura cognitiva adecuada en la que estén presentes los conceptos más relevantes o inclusores. Y por último, los materiales de aprendizaje tienen que ser conceptualmente transparentes, en lo que se refiere al significado que se atribuye a los conceptos [25].

Los mapas conceptuales son útiles en el diseño de módulos instruccionales más lógicos y potencialmente significativos, y también para lograr que los materiales didácticos puedan ser conceptualmente más transparentes. También nos interesan como instrumentos para averiguar los conocimientos previos del alumnado y su evolución con relación a la instrucción [26].

3.3.8 Mapas conceptuales como soporte al modelo instruccional

El aprendizaje es un proceso activo, interactivo y constructivo del conocimiento, el cual en los últimos años se ha apoyado en diversas herramientas como los objetos de aprendizaje [27] y artefactos de aprendizaje [28], los cuales crean ambientes colaborativos haciendo uso de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC).

El uso de los Mapas Conceptuales como estrategia para el diseño de Objetos de Aprendizaje (OA) facilita la tarea para el diseñador instruccional y para el experto en el tema (docente), en el momento de identificar OA asociados al contenido, puesto que el uso de los Mapas Conceptuales permiten una mejor identificación y selección de OA, y por otra parte, el rol del diseñador instruccional y experto en el tema pueden ser desempeñados por el mismo docente.

Si cada uno de los temas esta explicado por medio de Mapas Conceptuales, en consecuencia, tanto el diseñador instruccional y el experto en el tema, podrían decidir que cada uno de éstos fuera un OA ya que se espera que un alumno al iniciar, estudiar y finalizar cada Mapa Conceptual que se relaciona con un tema, puede tener un Aprendizaje Significativo, el cual se define como el proceso por el cual un individuo elabora e interioriza conocimientos (haciendo referencia no solo a conocimientos, sino también a habilidades, destrezas, etc.) con base en experiencias anteriores relacionadas con sus propios intereses y necesidades [29].

El desarrollo de contenidos basados en objetos de aprendizaje genera muchos beneficios debido a su gran potencial de reutilización, adaptabilidad y portabilidad, dando la posibilidad de utilizar contenido en diferentes contextos de aprendizaje, generando ahorro de trabajo, dinero y tiempo.

La interoperabilidad, como factor importante a determinar al momento de definir la plataforma a utilizar en entornos e-Learning, es la característica más notoria de SCORM. Es por eso que SCORM se está imponiendo como la especificación estándar para el desarrollo de contenidos. Los Mapas Conceptuales son una metodología que permite definir y cumple con las características de los objetos de aprendizaje, resaltando su capacidad de atomización de los contenidos, facilidad para el desarrollo de contenidos y su impacto y potencial para representación del conocimiento. Un mapa conceptual debe responder a una pregunta clave, la cual puede asociarse con un objetivo de aprendizaje, por lo tanto es un buen candidato para ser OA ya que representa una unidad mínima de aprendizaje que cumple un único objetivo de formación [30].

3.3.9 Computación Grid

La computación necesaria para abordar los requerimientos de proyectos científicos es cada vez más elevada, debido a la complejidad y cantidad de datos que maneja, lo cual implica contar con un gran potencial de procesamiento. Muchos de estos proyectos, también requieren la colaboración de numerosos grupos de científicos, los cuales, así como los recursos de los que disponen, pueden pertenecer a una misma área o dominio de conocimiento en la que realizan sus investigaciones, pero encontrarse distribuidos geográficamente [31].

El proyecto de investigación pretende implementar un sistema, que brindará a la comunidad educativa aplicaciones en ambientes virtuales colaborativos y distribuidos, orientados a la creación de organizaciones y consorcios con temáticas e intereses comunes orientados al fortalecimiento del área en ciencia y tecnología de la información geográfica.

Actualmente la educación formal también es vista como un campo

estratégico de inversión para suministrar mejor calidad de vida para la población además de una necesidad básica, de ahí que la tecnología juega un papel importante al derrumbar barreras y hacerla más extensamente disponible.

La educación formal es innegablemente uno de los aspectos más importantes del desarrollo social; hoy día, las instituciones públicas y privadas estiman la educación no sólo como una necesidad básica, sino como un campo estratégico de inversión para proveer una mejor calidad de vida para la población. Adicionalmente, las tecnologías de la información juegan un papel importante en el futuro de la educación, como romper barreras y diseñar contenidos educativos ampliamente disponibles [32].

Por lo tanto se tendrá que generar modelos y estrategias pedagógicas para dinamizar el aprendizaje de los estudiantes, que interactúan con las herramientas disponibles en la plataforma virtual, para obtener información en tiempo real y poder analizarla, lo cual les dará las bases requeridas para el desarrollo de competencias comunicativas, argumentativa e interpretativas, propias de los usuarios que trabajan en ambientes de mallas computacionales. Algunas de las aplicaciones pueden ser:

- Laboratorios virtuales que ofrezcan espacios interactivos y altamente dinámicos, que les permita simular lo real a través de los escenarios tridimensionales, complemento ideal para comprobar lo expuesto en los módulos de contenidos y objetos de aprendizaje.
- Salones virtuales para conglomerar en conferencias a estudiantes geográficamente dispersos.
- Creación de interfaces adaptativas para fomentar el trabajo altamente colaborativo en la red.

Hay dos pilares tecnológicos básicos que respaldan todas estas posibilidades: la conectividad de los usuarios y la construcción de contenido digital ampliamente disponible. En este momento las infraestructuras de computación ya han llegado a un gran nivel de integración y de desarrollo (compartir recursos a gran escala), para lo cual manejan gran cantidad de datos en Internet, siendo dispendioso respaldarlo con bodegas de bases de datos que almacenen los objetos de aprendizaje y metadatos requeridos en el ambiente computacional, así como tener el respaldo de redes de alta velocidad que otorguen al usuario el acceso a los servicios Web educativos.

3.3.10 Agentes inteligentes

Según Russell [36] un agente es “todo aquello que puede considerarse que percibe su ambiente mediante sensores y que responde o actúa en el

ambiente por medio de actuadores.... en el caso de un agente de software, sus percepciones y acciones son las cadenas de bits codificados”.

Por su parte Wooldridge y Jennings (1995) definen un agente como “un sistema de computo que esta situado en algún ambiente, y que es capaz de acción autónoma en este ambiente para satisfacer sus objetivos”, en estas dos definiciones se deja claro que los agentes interactúan con un medio ambiente y que son capaces de actuar con autonomía sobre ese ambiente, pero no se hace referencia a la inteligencia que debe incorporarse al agente para comportarse como tal. Una definición de agente inteligente es la siguiente: “un agente inteligente dentro del contexto de la inteligencia se refiere a la flexibilidad y comportamiento autónomos, en los cuales el agente reacciona a las propiedades del ambiente y tirar iniciativa para llegar a sus metas” [42].

3.3.10.1 Agentes pedagógicos: e-Learning utiliza este tipo de agentes con el propósito de apoyar el proceso de aprendizaje de las personas en una gran variedad de dominios temáticos. Estos agentes permiten a los estudiantes interactuar de una manera mas “racional” con los objetos de aprendizaje.

En el caso de un e-course activo, los agentes son utilizados para determinar el perfil del estudiante, evaluando sus conocimientos previos, sus necesidades de aprendizaje y hasta sus preferencias en cuanto a metodologías de aprendizaje. De acuerdo con la determinación del perfil del estudiante un agente de enseñanza se encarga de determinar las características de los contenidos temáticos, que el estudiante realmente necesita para aprovechar de una mejor forma su proceso de aprendizaje. Además, estos agentes interactúan directamente con el estudiante a través de una interfaz de usuario.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Modelar un sistema avanzado de e-Learning sobre Knowledge Grid que promueva actividades de aprendizaje colaborativo.

4.2 ESPECIFICOS

- Identificar las características de los esquemas de aprendizaje en entornos virtuales.
- Identificar las características que debe cumplir una Grid de conocimiento.

- Implementar un prototipo informático sobre Knowledge Grid que responda a las condiciones de un contexto de aprendizaje en la modalidad de e-Learning.
- Diseñar e implementar estrategias didácticas coherentes en el proceso de aprendizaje constructivista incorporando agentes inteligentes y tecnologías de hipermedios adaptables, a través de un e-curso activo.

5. ENFOQUE METODOLOGICO

El presente proyecto tiene grandes perspectivas académicas, tecnológicas, investigativas y socio-culturales, ya que pretende apoyar la educación virtual, proporcionando un sistema abierto, adaptativo, flexible y altamente interoperable que permita a los estudiantes una activa exploración del contenido de aprendizaje y crear su propio conocimiento. Por estas razones, metodológicamente, primero se hará un reconocimiento del contexto para luego implementar una solución digital que permita a la comunidad de la educación virtual disponer de objetos de aprendizaje adecuados.

5.1 ETAPA 1: ESTUDIO DEL DOMINIO DEL PROBLEMA

Se inicia la ejecución del proyecto con una revisión del contexto del problema, en el que se hará una exploración y posterior clasificación de las fuentes primarias y secundarias de información, pretendiendo contextualizar las características propias de los ambientes de aprendizaje virtuales y la Knowledge Grid, las necesidades de disposición de medios de aprendizaje entre sus actores, y particularmente las experiencias y nivel de profundización cognitiva alcanzados al respecto. Para ello se recurrirá al estudio detallado de libros, periódicos, gacetas investigativas, bases de datos digitales, redes académicas de investigación, bibliotecas virtuales, publicaciones hechas, seminarios y/o congresos específicos.

5.2 ETAPA 2: MODELAMIENTO CONCEPTUAL

Una vez estudiado y analizado el contexto del problema objeto de investigación, se procederá a tomar la riqueza de la información condensada por medio de un modelamiento conceptual, que permite ilustrar las relaciones entre los factores que impactan o conducen el entorno del problema, para lo cual existen herramientas como CMapTools® [33]. Esta etapa exigirá altos niveles de abstracción de los investigadores, constituyéndose así el primer hito en la búsqueda de la solución.

El artefacto generado de esta etapa será el conjunto de modelos conceptuales implementados en una herramienta como CMapTools®.

5.3 ETAPA 3: MODELAMIENTO INSTRUCCIONAL

La anterior etapa habrá de permitir conceptualizar el dominio del problema y entender los actores, funciones, procesos, interacciones y resultados de la posible solución, lo que se tomará como punto de apoyo para generar un modelo instruccional de tales procesos. Por consiguiente esta etapa permitirá obtener como insumo las definiciones instruccionales del sistema, al igual que las especificaciones de los objetos de aprendizaje.

5.4 ETAPA 4: INGENIERÍA ONTOLÓGICA

Teniendo en cuenta que el sistema esperado integra el conocimiento de expertos y que en este nivel ya se cuenta con la abstracción completa de los conceptos y procesos, condensados en los artefactos (modelo conceptual y modelo instruccional), se procederá a realizar la definición de ontologías [34], las que relacionan básicamente contextos, significados y conceptos.

5.5 ETAPA 5: INGENIERÍA DEL SOFTWARE

Las anteriores etapas de esta metodología brindarán a los investigadores la abstracción de las características particulares del sistema pretendido, de las cuales se derivan diferentes artefactos que lo representan. Ahora se dispondrá de la implementación del sistema sobre Knowledge Grid, con las características del entorno educativo estimado.

La metodología particular para cumplir con esta etapa es **RMODP** (Modelo de Referencia – Procesamiento Distribuido Abierto) [35], la cual fue estandarizada por la ISO/ITU, su arquitectura integra aspectos relacionados con la distribución, interoperabilidad y portabilidad de sistemas software, y de forma que la heterogeneidad del hardware, sistemas operativos, redes, lenguajes de programación, bases de datos y distintas formas de gestión sean transparentes al usuario.

5.5.1 Normas básicas de RMODP

Existen cuatro normas que especifican su estructura:

- **Visión de conjunto.** Presenta el alcance, la justificación y la explicación de los conceptos esenciales, así como una descripción de la arquitectura del problema.
- **Fundamentos.** Contiene las bases de todo el modelo, de una forma clara, concreta, y precisa.

- **Arquitectura.** Define los distintos *puntos de vista (viewpoints)* o subdivisiones que pueden hacerse desde las diferentes perspectivas.
- **Semántica arquitectural** Contiene una formalización de los conceptos del modelo, utilizando las técnicas de descripción formal.

RM-ODP define cinco puntos de vista genéricos:

- El punto de vista de la **empresa**, define la finalidad, alcance, entorno y políticas que rigen las actividades del sistema especificado.
- El punto de vista de la **información**, describe las clases de información tratadas por el sistema, su semántica, y las restricciones impuestas sobre la utilización e interpretación de dicha información.
- El punto de vista **computacional**, describe la funcionalidad del sistema, así como su descomposición y organización funcional, definiendo interfaces.
- El punto de vista de la **ingeniería**, describe la infraestructura para soportar el procesamiento distribuido del sistema, así como la forma de distribución de los datos y operaciones que permitan al sistema proporcionar la funcionalidad requerida.
- El punto de vista de la **tecnología**, encargado de describir la tecnología que soportará el sistema con base a la infraestructura de hardware, software y comunicaciones que permita el procesamiento y la funcionalidad necesaria, así como la representación y distribución de los datos.

5.6 ETAPA 6: ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y PUBLICACIÓN DE RESULTADOS

El proyecto finaliza con esta etapa en la cual se validarán los resultados del desarrollo del sistema pretendido, se interpretarán sus resultados según la solvencia de las especificidades definidas durante la primera etapa y se harán puestas en común por medio de socializaciones.

Los resultados serán publicados con artículos dispuestos en revistas disciplinares, y presentación de artículos en seminarios y congresos nacionales e internacionales.

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

NOMBRE ACTIVIDAD	DURACION	INICIO	FIN
ETAPA 1: ESTUDIO DEL DOMINIO DEL PROBLEMA	30 días	01/06/07	01/07/07
Exploración fuentes de información	20 días	01/06/07	20/06/07
Consolidación Estado de Arte	5 días	21/06/07	25/07/07
Socialización/ publicación resultados estado de arte	5 días	26/07/07	30/06/07
ETAPA 2: MODELAMIENTO CONCEPTUAL	5 días	01/07/07	05/07/07
Definición y caracterización de conceptos del dominio del problema	5 días	01/07/07	05/07/07
Definición de actores, funciones, procesos e interacciones	5 días	01/07/07	05/07/07
Diseño de modelos conceptuales	5 días	01/07/07	05/07/07
ETAPA 3: MODELAMIENTO INSTRUCCIONAL	10 días	06/07/07	15/07/07
Definición de requerimientos pedagógicos	10 días	06/07/07	15/07/07
Definición de contenidos, roles, instrumentos e interacción	10 días	06/07/07	15/07/07
Diseño modelo instruccional	5 días	06/07/07	10/07/07
Definición de requerimientos y contexto de objetos de aprendizaje	5 días	06/07/07	10/07/07
ETAPA 4: INGENIERÍA ONTOLÓGICA	5 días	11/07/07	15/07/07
Especificaciones semánticas para los conceptos	5 días	11/07/07	15/07/07
Definiciones y representación de ontologías	5 días	11/07/07	15/07/07
Revisión de representaciones ontológicas con casos de estudio	5 días	11/07/07	15/07/07
ETAPA 5: INGENIERÍA DEL SOFTWARE	129 días	16/07/07	21/11/07
Definición de visión de conjunto a partir de artefactos previos	15 días	16/07/07	30/07/07
Definición de fundamentos	12 días	16/07/07	27/07/07
Definición de Arquitectura y modelado de datos	12 días	16/07/07	27/07/07
Validación de semántica arquitectural	10 días	28/07/07	06/08/07
Implementación del sistema según el modelo arquitectural	50 días	08/08/07	26/09/07
Validación del sistema	10 días	27/09/07	06/10/07
Implementación de módulos instruccionales según modelo pedagógico	15 días	07/10/07	21/10/07
Validación de módulos instruccionales y objetos de aprendizaje	30 días	22/10/07	21/11/07
ETAPA 6: ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y PUBLICACIÓN DE RESULTADOS	65 días	22/11/07	22/02/08
Pruebas de validación beta	15 días	22/11/07	06/12/07

Diseño de portal Web	20 días	07/12/07	26/12/07
Disposición de contenidos y resultados en el portal Web	20 días	27/12/07	15/01/08
Diseño de cursos para compartir resultados	20 días	16/01/08	04/02/08
Socialización de resultados/ Ejecución de cursos	15 días	05/02/08	19/02/08

7. IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

Un sistema para e-Learning sobre Knowledge Grid que opere, por medio de elementos instruccionales como módulos y objetos de aprendizaje, entornos virtuales e interfaces adaptativas, brinda la posibilidad de respaldar la preservación del medio ambiente, de forma que la comunidad académica e investigativa pueda contribuir con la generación de una conciencia colectiva.

El sistema posibilitara la implementación de servicios geográficos educativos, de forma que se constituyan unidades temáticas, con las que por ejemplo se describa la cartografía y la topología colombiana, su diversidad ecosistémica y cultural, lo cual deriva un mayor conocimiento de los recursos con que cuenta el país y se cuente con herramientas enriquecidas para soportar la toma de decisiones, lo que sin duda redundará en la mejora de la calidad de vida de la población colombiana.

El ambiente e-Learning del proyecto integra tres componentes: mundo físico, virtual y mental [37]. Lo físico contiene la infraestructura y recursos de la malla computacional, requeridos para el funcionamiento de lo virtual y mental, dado a través de la información geográfica. Los servicios educativos, interfaces adaptativas, laboratorios virtuales y módulos didácticos representan la forma de interactuar del usuario con las herramientas tecnológicas. Por último, como un objetivo del sistema puede ser tomado como pilar para contribuir con el surgimiento de redes sociales, que respaldan el propósito de mantener la biodiversidad tanto en regiones rurales como urbanas, a través de la protección de especies y recursos en peligro de extinción y que contribuyen en investigaciones farmacéuticas, agrícolas y geológicas del país.

8. PERTINENCIA SOCIAL

Este proyecto pretende generar cambios en el entorno socio-cultural propio de las dimensiones de cada una de las líneas propuestas, reconociendo el respeto y valoración de la diferencia como punto de apoyo para el crecimiento cognitivo de la misma sociedad.

Con la incursión de las TIC - Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la educación, se ha propiciado el aumento significativo de herramientas, portales, plataformas y aplicaciones en ambientes virtuales colaborativos y distribuidos en Internet, que permiten la vinculación de instituciones, consorcios y personas a sitios de interés académico e investigativo, con el fin de trabajar conjuntamente en la solución de problemas de temáticas de áreas disciplinares afines. Es así como las comunidades contemporáneas enfrentan el reto de proyectarse y adaptarse a un proceso dinámico, para conformar las sociedades del conocimiento, cuyo propósito promueve la transformación social, cultural, económica, política e institucional, con una visión para generar y apropiarse del conocimiento, para facilitar la globalización, flexibilidad y calidad de la educación colombiana y las organizaciones virtuales.

9. APORTE A LA EDUCACION

Con el surgimiento de las mallas computacionales, se ha dado paso a sociedades que piensan en generar nuevo conocimiento con mayor dinamicidad, para lo cual han surgido grupos de interés, que promueven y desarrollan proyectos de investigación de manera interdisciplinaria, como los consorcios: Geoespacial Abierto - OGC [38] y Web tridimensional - Web3D [39] quienes han propuesto muchos estándares objetos de estudio para el proyecto de investigación, así como el Sistema de Administración de e-Learning - LMS [5] que enfatiza en la disposición de objetos de aprendizaje.

El desarrollo del proyecto se orienta a beneficiar a las comunidades virtuales, redes avanzadas de aprendizaje y comunidad académica colombiana, interesada en contribuir al fortalecimiento investigativo, científico y educativo; propósito que se comparte con la Red Nacional Tecnología Avanzada - RENATA [40], que actualmente conecta los centros de investigación del país, gracias a la Grid Colombia, conformada por universidades de Bogotá, Medellín, Calí, Barranquilla, Bucaramanga y Popayán, quienes han creado sus propias redes y buscan proyectos conjuntos, enfocados al progreso de sus regiones y al desarrollo cultural, social y académico de la población, lo cual ha dinamizado el proceso de aprendizaje de los estudiantes y el dominio disciplinar de los docentes.

Apoiados en tecnologías de la información y de las telecomunicaciones las cuales han posibilitado la creación de nuevos espacios de interrelaciones humanas y su incursión en la educación ha generado un nuevo paradigma que dinamiza al tradicional y da explicaciones nuevas a las relaciones entre los actores del proceso pedagógico, al aprendizaje y a las formas de enseñanza. La llamada sociedad de la información, se torna insuficiente frente al desarrollo vertiginoso de las telecomunicaciones y a las nuevas formas de interacción e interactividad, que obligan a pensar en una sociedad

culta y civilizada de la información y sobre todo en una sociedad del conocimiento [41].

El mayor beneficio educativo de estas nuevas formas de interacción es la capacidad de comunicación en cualquier tiempo o lugar, con capacidad de captura de eventos diarios, fuentes de referencia rápida y soporte a través de Internet, además de mayor disponibilidad y herramientas más atractivas de emplear.

10. RESULTADOS/PRODUCTOS ESPERADOS Y POTENCIALES BENEFICIARIOS

10.1 GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y/O NUEVOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

Resultado/producto esperado	Indicador	Beneficiario
Innovación en los esquemas de aprendizaje y descubrimiento del conocimiento a través de las tecnologías de informática y las comunicaciones	Una publicación en revista arbitrada	Estudiantes de Pregrado y Pos grado, consultores e investigadores y comunidad en general
Prototipo de un sistema avanzado para e-Learning sobre Knowledge Grid, como apoyo al área de ciencia y tecnología de la información geográfica	Un prototipo	Estudiantes de Pregrado y Pos grado, consultores e investigadores y comunidad en general

10.2 CONDUCENTES AL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD CIENTÍFICA NACIONAL

Resultado/producto esperado	Indicador	Beneficiario
Formación de un magister	Una tesis de maestría	Estudiantes de Pregrado y Pos grado, comunidad académico-investigativa

10.3 DIRIGIDOS A LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

Resultado/producto esperado	Indicador	Beneficiario
Formalización del desarrollo de la investigación	Un paper presentado en eventos académicos nacionales e internacionales	Comunidad académico-investigativa
Generación de herramientas que pueden utilizar diferentes organizaciones virtuales en la modalidad de e-Learning	Un prototipo	Estudiantes de Pregrado y Pos grado, consultores e investigadores y comunidad en general
Formalización del proceso investigativo cumplido	Una tesis de maestría	Estudiantes de Pregrado y Pos grado, comunidad académico-investigativa

11. REFERENCIAS

[1] SEÑAS, Perla. Aprendizaje basado en la Web. Primeras Jornadas de educación en informática y TICS en Argentina. JEITICS 2005

[2] ZHUGE Hai, LI Yanyan. Learning with an active e-course in the Knowledge Grid environment. *Concurrency and Computation: Practice & Experience*, 2006

[3] ZHAI, Yuqing, QU Yuzhong y GA,OZhiqiang. Agent-Based Modeling for Virtual Organizations in Grid. *International Workshop on Information Grid and Knowledge Grid (IGKG'2004)*. Springer Berlin/Heidelberg. Volumen 3252, pag 83-89. 2004

[4] FOSTER Ian, KESSELMAN Carl y TUECKE Steven. The anatomy of the grid - Enabling scalable virtual organizations. *International Journals Supercomputer application*. 2001.

[5] ZHUGE Hai. The Future Interconnection Environment, *IEEE Computer*, Vol 38. pag 27-33. 2005.

[6] WANG Gang y otros. A Knowledge Grid Architecture based on Mobile Agent. Second International Conference on Semantics, Knowledge, and Grid, SKG06. IEEE Computer, 2006.

[7] TIANFIELD Huaglory. Towards Agent Based Grid Resource Management, International Symposium on Cluster Computing and the Grid. IEEE Computer. Vol 01, pag 590-597. 2005.

[8] ZHUGE Hai. The Knowledge Grid. Chinese Academy of Sciences, China Chapter 1: The Knowledge Grid Methodology

[9] ZHUGE Hai. The Knowledge Grid, World Scientific. Publishing Co., Singapore, 2004.

[10] ZHUGE Hai. The Knowledge Grid Methodology. Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 2205.

[11] CANNATARO M. and D. TALIA D. Knowledge Grid: An Architecture for Distributed Knowledge Discovery”, CACM, 46(1): 89-93, 2003.

[12] GANG Wang, TAO Wen, QUAN Guo, XUEBIN Ma. A knowledge Grid Architecture Based on Mobile Agent. IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2006

[13] <http://www.iucesmag.edu.co/reglamentos/modelos.pdf>

[14] Estándares E – Learning [En línea]. Observatorio E – Learning <<http://madeira.ls.fi.upm.es/o-e-learning/index.jsp?pagina=21>> [2004, Noviembre]

[15] JOHNSON,Johnson, & HOLUBEC, 1993

[16] COLLAZOS, César Alberto. Aprendizaje Colaborativo.. Chile 2001.

[17] SÁNCHEZ Arias, Víctor Germán. Diseño de un patrimonio de recursos educativos basado en una red de acervos abiertos y distribuidos de objetos de aprendizaje.

[18] IMS Instructional Managment System Global Learning Consortium Inc. (<http://www.imsproject.org/>)

[19] IEEE LTSC Learning Technology Standards Committee (<http://ltsc.ieee.org>)

[20] ISO/IEC JTC1/SC36 – Information Technology for Learning, Education, and Training (<http://jtc1sc36.org>)

[21] ADL-SCORM Advanced Distributed Learning – The Sharable Content Object Reference Model (<http://www.adlnet.org>)

[22] DÜRSTELER Juan C. Mapas Conceptuales. La revista digital de InfoVis.net. 2004.

[23] BRAVO R. Silvia, VIDAL C. Gonzalo. Using the Conceptual Maps as an instrumental strategy in the solution of problems, 12 de marzo de 2007, <http://www.educar.org/articulos/usodemapas.asp>

[24] ARBEA Javier, DEL CAMPO Francisco. Mapas conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias naturales: análisis de los mapas conceptuales realizados antes y después de la implementación de un módulo instruccional sobre la energía. 2004.

[25] GONZÁLEZ F., NOVAK J. Aprendizaje significativo: Técnicas y aplicaciones. Ediciones Pedagógicas. 1996.

[26] GURUCEAGA A, GONZÁLEZ F. Aprendizaje Significativo y Educación Ambiental: Análisis de los Resultados de una Práctica. 2004.

[27] CHENG Ping, DING Wei. “Knowledge Management for Agent-Based Tutoring Systems”, Designing Distributed Environments with Intelligent Software Agents. Idea Group Publishing, 2004.

[28] Hansjörg (George) von Brevern, “Cognitive and Logical Rationales for e-Learning Objects ”. Educational Technology & Society, 7 (4), 2-25.

[29] Definición de aprendizaje significativo [Sitio en Internet] <http://www.psicopedagogia.com/definicion/aprendizaje%20significativo>. Acceso el 12 marzo de 2007.

[30] STEPHENS Iva Angelina, FORONDA Natalia, TRUJILLO John. Implementación de un Estudio de Caso usando Objetos de Aprendizaje (OA) para determinar la interoperabilidad entre diferentes plataformas E-Learning.

[31] YAHYAPOUR, R. Attributes for Communication between Scheduling Instances. Copyright (c) Global Grid Forum (2001). All rights reserved.

[32] FERREIRA, Luis, Fabiano Lúchese. Tomoari Yasuda, Chin Yau Lee, Carlos Alexandre Queiroz, Elton Minetto, Antonio Mungiolli. Grid Computing in Research and Education. International Technical Support Organization. April 2005.

[33] <http://cmap.ihmc.us/>

- [34] LUTZ, Michael. Ontology-based Discovery and Composition of Geographic Information Services. P12.
- [35] VALLECILLO Moreno, Antonio. RM-ODP: El Modelo de Referencia de ISO para el Procesamiento Abierto y Distribuido.
<http://www.lcc.uma.es/~av/Publicaciones/00/odpesp.pdf>
- [36] Stuart Russell y Peter Norving, Inteligencia Artificial Un enfoque Moderno. Prentice Hall, 2 Edición, 2003, pp 32- 984.
- [37] Hai Zhuge. Chinese Academy of Sciences. The Future Interconnection Environment.
- [38] Open Geospatial Consortium Inc. <http://www.opengeospatial.org/>
- [39] Web3D Consortium. <http://www.web3d.org/>
- [40] RENATA. <http://www.renata.edu.co/>
- [41] Memorias del evento m-learning USB Bogotá, Mayo 5, 2006. [en línea]. <http://www.karisma.org.co/moodle/course/view.php?id=18>. Septiembre de 2005
- [42] Thomas B. Passin, Explorer's Guide to the Semantic Web 1 edición, Manning Publications, United States of America, 2004, pp 3-18, 171-174