

# Prototipo de ambiente virtual de aprendizaje (AVA) soportado en tecnología Grid Computing que apoye el proceso de enseñanza de la química<sup>1</sup>

## RESUMEN

El presente proyecto es un portal educativo diseñado para usuarios que se encuentren en educación media o tengan la necesidad de aprender química. Este sistema ha sido desarrollado con tecnologías de punta, como lo es el Grid Computing y la tecnología Java con la especificación J2EE.

**Palabras clave:** Ambientes virtuales de aprendizaje, especificación J2EE, estandar OGSA, Globus Toolkit, Grilla computacional, química.

## 1. Introducción

En los diferentes procesos educativos, ya sea por necesidades geográficas o pedagógicas, ha surgido la creciente necesidad del desarrollo e implementación de tecnologías de la información (nuevas tecnologías). Es notable el hecho de que el mundo moderno cambia de forma acelerada, impulsando así, la construcción de nuevas tecnologías que soporten estos cambios y esta producción considerable de datos.

La educación no es ajena a este avance, pero en ella misma reposa una gran complejidad no con respecto a la enseñanza ni a sus modelos pedagógicos, sino a su masificación y virtualización. Este es el punto crítico de partida para los “Ambientes Virtuales de Aprendizaje” (AVA), pues con estos se pretende dar una cobertura que satisfaga las necesidades de los usuarios o estudiantes.

Por ser este proyecto un AVA que funcionará sobre una Grilla computacional, proporcionará a los colegios la suficiente capacidad y velocidad de procesamiento para soportar el funcionamiento del AVA. Dado el hecho, que llevar

### Autores

Jenny Mendoza Agudelo<sup>2</sup>

Walter Rodríguez Salazar<sup>3</sup>

### Director

Juan Carlos Guevara<sup>4</sup>

Grupo de investigación METIS

<sup>1</sup> Proyecto curricular de Tecnología en Sistematización de Datos. El trabajo de grado recibió mención honorífica.

<sup>2</sup> Tecnóloga en Sistematización de Datos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas Correo electrónico: jennyalexa86@gmail.com

<sup>3</sup> Tecnólogo en Sistematización de Datos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas Correo electrónico: walterud@gmail.com

<sup>4</sup> Ingeniero de Sistemas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: jguevarab@uadistrital.edu.co

a cabo una simulación o la ejecución de una aplicación robusta, puede no ser exitosa si no está en los equipos, lo suficientemente capaces en cuanto a procesamiento y velocidad; es común que en colegios o instituciones distritales, precisamente por no contener equipos actualizados para soportar aplicaciones robustas ni con la capacidad de almacenamiento suficiente para apoyar su ejecución, que los procesos no sean exitosos. Con la utilización de la Grid Computing se pretende hacer la gestión, utilizando todos los recursos desperdiciados y mal utilizados como procesamiento, tiempo de CPU y memoria virtual, etc.

Se diseña así un entorno de aprendizaje robusto que pueda instalarse e implementarse en cualquier tipo de computadores, aún siendo estos de poca capacidad de procesamiento y almacenamiento.

El "Prototipo de ambiente virtual de aprendizaje (AVA) soportado en tecnología Grid Computing que apoye el proceso de enseñanza de la química", es un portal educativo desarrollado con tecnologías para ambientes Web, utilizando una arquitectura multicapa conocida como J2EE, y utilizando un Grid para la distribución del procesamiento de datos. Este portal está diseñado y desarrollado para permitir el acceso a recursos de software robustos, como lo son los simuladores que permitan al estudiante tener un ambiente Web propicio para construir y fortalecer su conocimiento en el área de química.

## 2. Contenido

El Grid Computing es un nuevo paradigma computacional que nos muestra los lineamientos necesarios para acceder a la compartición de recursos, en nuestro caso el procesamiento. Es decir, contando con computadores sin características especiales como las de un servidor, podemos tener toda la capacidad de las máquinas en red, para la máquina que la necesite, y a su vez ésta cumplirá funciones, de lo que comúnmente se llama, Grid Cliente-Servidor. Todo miembro del Grid es un cliente-servidor, que según la necesidad del

mismo, comparte sus recursos y exige de la Grid soluciones para sí; todas estas peticiones son manejadas por Globus Toolkit, el cual es el Middleware utilizado en nuestro proyecto, además es el único Middleware aprobado como el estándar de facto para el desarrollo de Grids puesto que se rige completamente a la arquitectura OGSA.

### 2.1. Grid Computing

El término Grid tomó fuerza a mediados de los años 90, al designar una infraestructura distribuida para la ejecución de aplicaciones científicas y de ingeniería. Según se ha ido avanzando en la construcción de esa infraestructura, el término ha ido ganando popularidad, pues, se extendía desde el networking hasta la inteligencia artificial.

El problema concreto a responder es el de compartir coordinadamente los recursos, como máquinas, datos, software, etc., cualquier tipo de recurso necesario en cualquier proceso cooperativo orientado a la resolución de problemas en un entorno, ya sea científico, ingeniero, corporativo o institucional. El compartir debe estar estrictamente controlado en términos de quién está compartiendo qué, y bajo qué condiciones. La definición está auto referenciada, pues, el conjunto de personas o instituciones definidas por esas "reglas", formarán lo que hoy día se conoce como organización virtual.

El concepto de Grid está por tanto muy unido al de organización virtual en el mundo empresarial, con la difusión de los modelos orgánicos –sucesores de los antiguos modelos mecanicistas con origen en la primera revolución industrial–; la idea del ecosistema de negocio, popularizada como el ámbito natural donde las empresas desarrollan su actividad, es decir, un entorno turbulento, necesariamente abierto, donde las fronteras inter organizacionales se difuminan ante la alternativa de constituirse como obstáculos para la necesaria colaboración entre los individuos que componen aquel ecosistema.

## 2.2. Antecedentes

El concepto de Grid se aplica a la computación desde hace tiempo, en los años setenta y principios de los ochenta, cuando no había PCs y pocos mini ordenadores Unix, y solo grandes ordenadores (mainframes), había que conseguir o comprar el tiempo de uso del computador, muchas veces se conseguían horas en diversos ordenadores y había que ir con el programa a ejecutar (en esa época almacenado en tarjetas perforadas) de un ordenador a otro, literalmente, con el programa y los datos bajo el brazo.

Las empresas han encontrado un concepto que pueden explotar y que puede dar nuevos aires al mercado. Empresas como IBM mantienen grupos de investigación en Grid Computing que buscan la aplicabilidad de esta tecnología en campos muy cercanos a la empresa, fundamentalmente servicios Web (puede verse en las páginas de IBM en la sección de Developer Works en Web services). Otras empresas se han centrado más en el desarrollo de supercomputadores mediante la conexión de ordenadores en red, es el caso de HP y son muy conocidas las interconexiones de sus supercomputadores a Grids de investigación, como la conexión del supercomputador de HP (9.2-teraflop) al Grid científico del DOE (Department of Energy's Pacific NorthWest National Laboratory). Otras empresas han desarrollado nuevas versiones de sus productos utilizando las ideas de esta tecnología, por ejemplo, la última versión de Oracle se denomina 10g, donde la "g" de Grid sustituye a la "i" de Internet de la versión anterior la 9i.

## 2.3. Arquitectura

El desarrollo de grillas computacionales se ha encaminado hacia la integración de filosofías y el establecimiento de acuerdos al interior de la comunidad académica e industrial interesada en el tema, los esfuerzos por obtener una visión "estándar" de la Grid, han permitido establecer algunas veces en pos de la integración de sistemas existentes, que debido a sus diferencias no eran capaces de trabajar unidos, si bien el propósito

de la computación Grid es el de integrar y romper las barreras de la heterogeneidad, los sistemas mismos no pueden ser un foco de diferencias no cubiertas, sino por el contrario, deben estar en la capacidad de integrarse adecuadamente para brindar la mayor cantidad de beneficios posibles a sus usuarios.

La arquitectura Grid se encuentra definida por cuatro capas básicas, las cuales son:

### Aplicación

Esta capa contiene las necesidades del usuario representadas en aplicaciones que utilizarán al sistema en grilla para su funcionamiento, los elementos de la capa de aplicación pueden ser creados por el equipo de desarrollo de la grilla como servicios de uso público, en el caso de que sea posible identificar aplicaciones que son comúnmente necesitadas (cálculo de ecuaciones, factorización, almacenamiento y búsqueda de información bibliográfica, etc.). De lo contrario, los elementos serán provistos por el usuario final para cubrir su necesidad específica.

### Servicios y herramientas

Esta capa comprende los componentes que se desarrollen para interactuar con la grilla, ejemplos de este tipo son: interfaces Web y standalone, compiladores y lenguajes, consolas de administración, depuradores, etc. Usualmente, el desarrollo de estos componentes va de la mano con el crecimiento del sistema, y por tanto puede variar desde una simple consola tipo UNIX o DOS, hasta interfaces complejas y servicios de alto nivel.

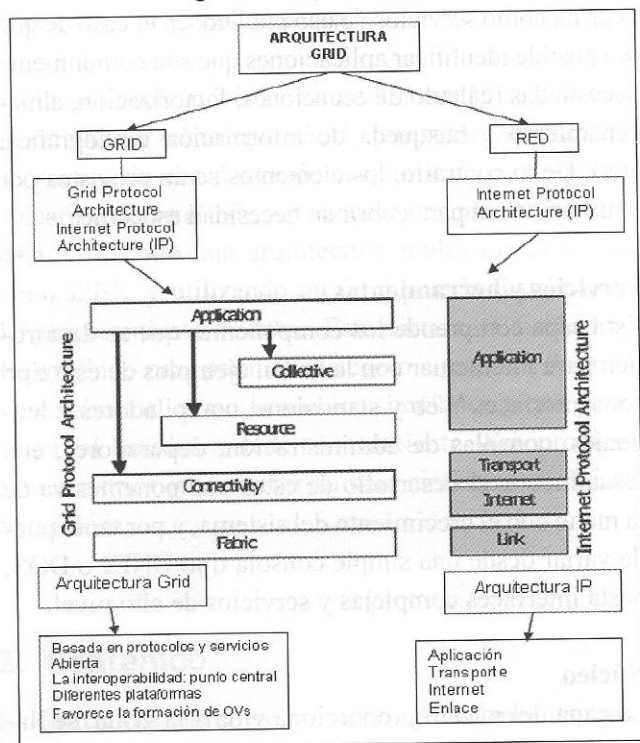
### Núcleo

La capa del núcleo proporciona vida a la grilla, se llama también *Capa de infraestructura común*, por el hecho de que allí se encuentran los componentes que integrarán los recursos con los que cuenta el sistema en una sola plataforma virtual. En esta capa, se desarrollan estrategias para localización, intercambio, asignación, retiro, agregación y programación de recursos, entre otras funcionalidades. Además, esta capa comprende la seguridad del sistema, encargándose de la autenticación y autorización de usuarios y componentes de la grilla.

**Fábrica**

La fábrica representa los recursos a los que se accede mediante la grilla. Se preocupa de las operaciones necesarias para administrar los recursos locales de manera independiente, con el sistema operativo y las aplicaciones locales. De esta capa depende el diagnóstico de los recursos, su utilización y por supuesto, el rango de diversidad que maneja el sistema; si la fábrica sólo provee recursos de almacenamiento secundario, el sistema exclusivamente podrá considerarse como una grilla de datos simples; si la fábrica provee gran variedad de recursos heterogéneos o especializados, la grilla adquiere un nuevo sentido convirtiéndose en una grilla de acceso con gran cantidad de servicios.

Figura 1. Arquitectura Grid



**2.4. Ambientes virtuales de aprendizaje (AVA)**

Se entiende por ambiente virtual de aprendizaje, el espacio físico donde las nuevas tecnologías, tales como los sistemas satelitales, la Internet, los multimedia y la televisión interactiva, entre otros, se han potencializado

rebasando el entorno escolar tradicional que favorece al conocimiento y a la apropiación de contenidos, experiencias y procesos pedagógico-comunicacionales. Están conformados por el espacio, el estudiante, el asesor, los contenidos educativos, la evaluación y los medios de información y comunicación [19].

**Elementos de un ambiente virtual de aprendizaje**

Como cualquier ambiente de aprendizaje, un AVA se conforma de los siguientes elementos:

- **Usuarios:** se refiere al *quién* va a aprender, pues, son los actores del proceso enseñanza-aprendizaje.
- **Currícula:** es lo *qué* se va a aprender.
- **Especialistas:** aquí está el *cómo* se va a aprender. Se integra por un "grupo multidisciplinario" que consta de:
  - El **docente especialista** en el contenido.
  - El **pedagogo** que apoyará el diseño institucional de los contenidos.
  - El **diseñador gráfico**.
  - Finalmente está el **administrador** (apoyo técnico) quien es responsable de "subir" o poner a disposición de los usuarios los contenidos y recursos del AVA.

- **Sistemas de administración de aprendizaje:** (LMS por sus siglas en inglés) se refiere al *con qué* se va a aprender. Estos sistemas permiten hacer el seguimiento del aprendizaje de los alumnos teniendo la posibilidad de estar al tanto de los avances y necesidades de cada uno de ellos, cuentan con herramientas para colaborar y comunicarse (foros, chats, videoconferencia y grupos de discusión, entre otros) y tener acceso a recursos de apoyo como artículos en línea, bases de datos, catálogos, etc. Asimismo, hacen posible acercar los contenidos a los alumnos para facilitar, mostrar, atraer y provocar su participación constante y productiva sin olvidar las

...necesarias para la gestión de los alumnos como la inscripción, seguimiento y la evaluación. En la siguiente tabla, se muestran algunos ejemplos de estos sistemas LMS.

- **Acceso, infraestructura y conectividad:** finalmente, se requiere de una infraestructura tecnológica para estos sistemas de administración de aprendizaje, así como para que los usuarios tengan acceso a los mismos.

#### Entornos de un ambiente virtual de aprendizaje

- **Entorno de conocimiento:** está basado en el elemento curricula. La construcción de este entorno se realiza a partir de "objetos de aprendizaje", por ejemplo, desde una página Web con contenidos temáticos, hasta un curso completo.
- **Entorno de colaboración:** aquí se lleva a cabo la retroalimentación y la interacción entre los alumnos y el facilitador de alumnos con alumnos, e incluso, de facilitadores con facilitadores.
- **Entorno de asesoría:** está dirigido a una actividad más personalizada de alumno a facilitador y se maneja principalmente por correo electrónico (asincrónico), aunque, el facilitador puede programar sesiones sincrónicas por chat o videoconferencia con cada uno de sus alumnos, su intención es la resolución de dudas y la retroalimentación de los avances.
- **Entorno de experimentación:** es un entorno que puede complementar los contenidos.

#### Entorno de Gestión

Muy importante para los alumnos y para los facilitadores, pues, los alumnos necesitan llevar a cabo trámites escolares como en cualquier curso presencial, esto es: inscripción, historial académico y certificación [20].

## 2.5. Globus Toolkit 4.0

El Globus Toolkit es una colección de componentes software que ofrece la infraestructura básica necesaria para la creación y ejecución de aplicaciones distribuidas. Así, para la construcción de Grids, actualmente, Globus Toolkit se ha convertido en el estándar de facto para la computación distribuida y será el soporte sobre el que se desarrollará nuestro proyecto. Globus Toolkit consta de tres componentes fundamentales:

- Gestión de recursos
- Servicio de información
- Gestión de datos

Todos ellos usan el protocolo de seguridad GSI para la comunicación y autenticación.

Este es un entorno de código abierto, representa la implementación más utilizada de cara a construir servicios Grid. Proporciona los elementos necesarios de seguridad, gestión de recursos, índice de recursos, gestión de datos y funciones de comunicación. Al mismo tiempo, el Global Grid Forum está en proceso de definición del "Open Grid Services Architecture (OGSA)", que permite combinar los beneficios de la computación Grid con los servicios Web. La última versión (GT4) ha sido adaptada para ajustarse a las características de OGSA.

Globus ofrece servicios de administración de información, administración de ejecución, administración de permisos de acceso a recursos y seguridad; tiene una gran ventaja y es que divide las herramientas que ofrece en módulos que permiten realizar mejoras y avances en su funcionalidad por separado sin afectar los demás servicios. Ofrece servicios de monitoreo de tareas y procesos para detectar, solucionar o evitar fallas en el sistema; sin embargo los servicios deben ser configurados de forma manual por el usuario. Adicionalmente, guarda un registro con los resultados de los monitoreos realizados en caso de necesidades futuras. Para la transferencia segura de archivos e información utiliza el protocolo Grid FTP, que posibilita transferencias parciales, en paralelo y de servidor a servidor.

## 2.6. Standard Open Grid Services Architecture (OGSA)

Para poder garantizar interoperabilidad en el sistema y sus servicios, Global Grid Forum inició la creación de estándares para la creación y construcción de Grids. Este conjunto de estándares para la homogenización de los recursos en el sistema es conocido como Open Grid Service Architecture (OGSA), éste provee transparencia en las ubicaciones y mantiene la integridad del sistema ya que soporta diferentes plataformas. OGSA también define interfaces y mecanismos necesarios para la creación de “sistemas distribuidos sofisticados”, habilita interoperabilidad entre los recursos heterogéneos y distribuidos pertenecientes al sistema.

La necesidad de soportar sistemas heterogéneos ha llevado a OGSA a tener requerimientos que incluyan lo siguiente:

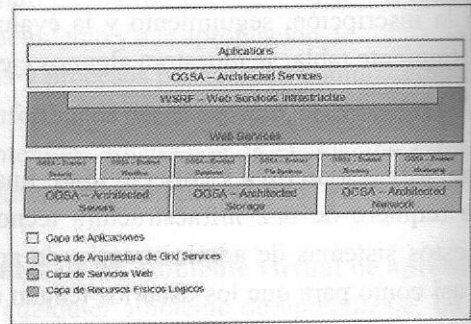
- Virtualización de recursos: es esencial para reducir la complejidad en el manejo de sistemas heterogéneos y al manejar diversos recursos de una forma unificada.
- Capacidades iguales de administración: requiere de mecanismos para el manejo uniforme y consistente de recursos.
- Ubicación y enrutamiento de recursos: se requieren mecanismos que ubiquen los recursos solicitados junto con sus propiedades. Debe poder manejar sistemas altamente dinámicos y heterogéneos.

### Modelo de capas

El estándar OGSA se compone de cuatro capas fundamentales, las cuales son:

- Capa de recursos físicos.
- Capa de servicios Web.
- Capa de arquitectura de Grid Services.
- Capa de aplicaciones.

Figura 2. Capas OGSA



### Capa de recursos físicos lógicos

El concepto de recursos en OGSA y en general para la computación Grid es central. Este tipo de recursos incluye servidores, redes y almacenamiento. Por debajo de los recursos físicos están los recursos lógicos, estos proveen funcionalidad adicional virtualizando y adicionando los recursos en la capa física. El middleware que permite proveer estos servicios son los archivos del sistema, administradores de bases de datos y directorios, entre otros.

### Capa de servicios Web

Todos los recursos del Grid, tanto lógicos como físicos, son mostrados como servicios. Las especificaciones del Web Service Resource Framework-WSRF definen los Grid Services y se construye encima de la estructura de Web Services. WSRF amplía la definición de Web Services, pues, le provee la capacidad de tener Web Services Stateful, dinámicos y manejables, lo cual es indispensable en la tecnología Grid.

### Capa de la Arquitectura de Grid Services de OGSA

Esta capa, junto con las extensiones que provee el WSRF, provee la infraestructura para la siguiente capa de servicios Grid. Más adelante se explicarán algunos de estos servicios Grid, los cuales están enfocados en áreas como ejecución, servicios de datos, administración de recursos, entre otros.

### Capa de Aplicaciones Grid

Esta capa encierra las anteriores tres capas, y cada día tiende a crecer ya que todos los días se desarrollan

servicios orientados a la arquitectura Grid. Al implementar los estándares OGSA en la creación de un Grid, este debe tener las siguientes capacidades:

- Servicios de infraestructura.
- Servicios de administración de ejecución.
- Servicios de datos.
- Servicio de administración de recursos.
- Servicios de seguridad.

### Modelo de programación de OGSA

Al programar un servicio Grid es esencial para la interoperabilidad y la reutilización, hacerlo conforme a un conjunto común de interfaces y comportamientos. Es lo que se llama un modelo de programación y es una de las cosas que define OGSA.

Estas definiciones son:

- Factory (factoría de clases).
- Registry (registro).
- Discovery (localización de recursos).
- Life cycle (ciclo de vida).
- Query service data (petición de servicio).
- Notificación.
- Invocación fiable.

Un Servicio Grid es una instanciación de estas interfaces, cuyas características se acaban de definir. El punto importante es que el único contacto entre un servicio Grid y sus usuarios (las aplicaciones que se están ejecutando en el Grid) es el interfaz de servicio. Estas interfaces se definen mediante ficheros WSDL (Web Services Description Language).

## 3. Conclusiones y recomendaciones

Al diseñar y desarrollar el ambiente virtual de aprendizaje VIRTUALQUIM, se logró comprender y profundizar en el concepto de Grid Computing, igualmente se demostró su factibilidad en cuanto a educación, dado el hecho, que el Grid Computing generalmente se ha utilizado para fines científicos, con esto se demostró que la

tecnología Grid Computing y los entornos virtuales de educación se acoplan sin inconvenientes.

- Se diseñó y desarrolló un sistema de registro, en el cual se gestionan los usuarios, sus permisos y privilegios de gestión sobre otros miembros de la comunidad.
- Se diseñó y desarrolló un sistema administrador de objetos virtuales, el cual brinda la posibilidad a los usuarios de utilizar material didáctico como juegos, simuladores y tutoriales en pro de su aprendizaje.
- Se diseñó y desarrolló un sistema de interacción que permite la conectividad tanto síncrona como asíncrona de los miembros de la comunidad, para este fin se implementaron herramientas como el foro y el chat.
- Se diseñó e implementó un sistema de publicación basado en FTP, en el cual los usuarios ponen a disposición de la comunidad archivos como investigaciones, ensayos, actividades y demás material relacionado con la química, igualmente este sistema de publicación permite la gestión de los cronogramas creados por los profesores.
- Se desarrolló un sistema de ayuda que posibilita a los usuarios comunicar sus inquietudes, comentarios y sugerencias con respecto al aplicativo del administrador. Igualmente, en este sistema el usuario obtiene ayuda relacionada con el manejo del mismo.
- Se configuró la plataforma de enseñanza Moodle para la gestión de cursos y clases.

## 4. Referencias

- [1] **Barrios, Verónica Vanesa** (2006). *Estándares de Grid Computing*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura.
- [2] **S. L. Talleen** (1996, Apr.). *The Intranet Architecture: Managing information in the new paradigm*. Amdahl Corp., Sunnyvale, CA. [Online]. Disponible en: <http://www.amdahl.com/doc/products/bsg/intra/infra/html>.
- [3] **Borja, Sotomayor** (2006). *Globus Toolkit 4 Programming Java Services*. USA: University of Chicago.
- [4] **Bote Lorenzo, Miguel** (2003). *Grid characteristics and uses: a Grid Definition*. 1<sup>st</sup> European Across Grids Conference.
- [5] **Galvis, Álvaro** (1997). *Ingeniería de software educativo*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- [6] **Huedo Cuesta, Eduardo** (2006). *Gestión de datos en el Grid*. Madrid. Disponible en: <http://www.fdi.ucm.es/profesor/rubensm/CRTyG/GestiondeDatosenelGrid.pdf>
- [7] **Jacobson, Iván** (2002). *El proceso unificado de desarrollo de software*. Madrid: Editorial Addison Wesley.
- [8] **Losilla Anadón, Guillermo** (2006). *Computación y seguridad en Grid*. Madrid Disponible en: [http://bifi.unizar.es/events/clustersygrid/slides/Computacion\\_y\\_seguridad\\_en\\_GRID.pdf](http://bifi.unizar.es/events/clustersygrid/slides/Computacion_y_seguridad_en_GRID.pdf)
- [9] **Merrill, Duane** (2005). *Using Eclipse to develop Grid Services*. IBM Developer Works, <http://www.ibm.com/developerworks/edu/gr-dw-gr-eclipseide-i.html>.
- [10] **IBM Redbooks** (2006). *A Virtualization Experience: IBM Worldwide Grid Implementation*. Disponible en: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg247229.pdf>.
- [11] **Berman, F., Fox, G. & Hey, A.**, (2003). *Grid Computing: making the global infrastructure a reality*. Canada: John Wiley & Sons Ltda.
- [12] **Foster, I., Kesselman, C. & Tuecke, S.** (2001). *The anatomy of the Grid: enabling scalable virtual organizations*. USA: . Intl J. Supercomputer Applications, Vol 15, No 3.
- [13] **García de Jalón, J., Rodríguez, J., Mingo, I., Imaz, A., Larzabal, A., Calleja, J. & García, J.** (1999) *Aprenda servlets de Java como si estuviera en primero*. San Sebastian. Universidad de Navarra. Libro en línea.
- [14] **García Monroy, José Arturo**. *GRID*. Madrid: libro en línea.
- [15] **IBM Redbooks** (2006). *Grid Services Programming and Application Enablement*. Disponible en: <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/sg246100.html?Open> .
- [16] **IBM Redbooks** (2002) *Introduction to Grid Computing with Globus* Disponible en: <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/sg246895.html?Open>
- [17] **Ávila M., Patricia y Bosco H.**(2001) *Ambientes virtuales de aprendizaje una nueva experiencia*. Disponible en: [http://investigacion.ilce.edu.mx/panel\\_control/doc/c37ambientes.pdf](http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c37ambientes.pdf)
- [18] **Mendoza B, Patricia; Galvis P, Álvaro** (1999). *Ambientes virtuales de aprendizaje: una metodología para su creación*. Bogotá: revista Informática Educativa UNIANDES-LIDIE, vol. 12, no, 2.