

Consideraciones sobre la importancia de la implantación de la computación GRID en el entorno universitario colombiano

Carlos Eduardo Rodríguez Jiménez¹

José Nelson Pérez Castillo²

RESUMEN

La tecnología de computación grid nacida en el seno de las grandes universidades e instituciones de investigación del mundo, habilita un potencial de computación, transferencia y almacenamiento de información a gran escala sobre recursos distribuidos en redes locales e Internet, ofreciendo valiosas oportunidades para el desarrollo de proyectos de cooperación interinstitucional con diversidad de aplicaciones y servicios. En este trabajo, se describe el estado actual de los componentes tecnológicos de la computación grid y se revisa su grado de utilización en la universidad colombiana, con el objetivo de verificar la importancia de abordar no sólo los aspectos de innovación que una institución de educación superior puede ofrecer en este campo, sino también el efecto de su implementación productiva para el fortalecimiento de sus propios proyectos académicos, de investigación y vinculación con la empresa y la sociedad.

Palabras clave: cooperación interinstitucional, entorno universitario, organización virtual, grid productiva, red académica, servicios Web, TICs.

Considerations about the importance on implementing GRID computing at the colombian high education environment

ABSTRACT

The grid computing technology with origins at the great universities and research institutions of the world, enable potential of computing, transferring and storing information at higher scale over resources distributed on local networks and Internet, giving significant opportunities for the development of interinstitutional cooperation projects with diversity of applications and services. This work sketches the actual state of the technology components of grid computing and examines its level of utilization at the colombian higher education, with the purpose to verify the importance of introduce, not only the features of innovation

that a university could offer at this field, without, the result of its productive implementation for the enforcement of their own academic projects, research and interaction with the society and private sector.

INTRODUCCIÓN

La idea de compartir recursos en redes y computación distribuida global no es nueva, no obstante su más efectiva implementación sólo adquiere forma hasta el surgimiento de la computación grid a mediados de los noventa [1]. La aparición de la computación grid como *middleware* de virtualización de recursos resulta ser de más reciente aparición que Legion [2] y CORBA [3], involucrando en su arquitectura el uso coordinado de recursos y servicios de infraestructura de bajo nivel a través de las redes de área amplia [3][5][6]. Así, en la grid los recursos son básicamente cualquier sistema que se puede usar en el trabajo y que se puede acceder vía una red; como por ejemplo sistemas de almacenamiento, instrumental científico, dispositivos de pantalla, computadores personales, servidores y repositorios; siendo algunos de ellos costosos, raros o accesibles únicamente en forma remota.

La acogida de la computación grid ha trascendido las universidades e instituciones de investigación, ya que hoy en día se cuenta con implementaciones, que se extienden hasta el hogar, desde donde se pueden donar o negociar con proveedores de Internet porcentajes de uso del tiempo ocioso del computador [7]. Las ofertas de uso de grids pasan por la disponibilidad de servicios de potencia de procesamiento grid hasta ofertas de modelos de alojamiento de aplicaciones a través de proveedores ASP que ofrecen el acceso al software como un servicio que libera al usuario del manejo de licencias [8], y ofrecen variaciones que incluyen el alquiler de n procesadores durante m horas a una cuota fija. Ya en entornos como el de los centros de cómputo o *datacenters*, la virtualización propia de la grid se ha constituido en el punto de inicio para cualquier proceso de automatización [9], siendo

¹ Miembro Grupo de investigación GICOGÉ

² Investigador principal Grupo de investigación GICOGÉ

Es propio de una grid la seguridad, transparencia, consistencia, estabilidad y adaptabilidad al ambiente de recursos.

este el enfoque de algunas grandes casas de software con sus desarrollos para grid. Así, estas referencias reflejan, de las tecnologías de computación grid, el alcance, la dinámica de su desarrollo y la versatilidad en su aplicación. La computación grid ha salido de los laboratorios a condiciones de uso y productividad masiva donde se constituye en solución tecnológica con innumerables aplicaciones que prueban su eficacia en el campo de competitividad comercial [10].

Pero, ¿qué ocurre con el uso de la computación grid en la empresa y la universidad colombiana? Las oportunidades en el ámbito universitario resultan ser de la mayor diversidad. En el presente trabajo se reseña el estado actual de los componentes tecnológicos de la computación grid y se revisa su grado de utilización en la universidad colombiana, estableciendo la importancia de abordar no sólo los aspectos de innovación que una institución de educación superior puede ofrecer en torno a este campo, sino también el efecto de su implementación productiva para el fortalecimiento de sus propios proyectos académicos, de investigación y vinculación con la empresa y la sociedad.

1. CARACTERÍSTICAS DE LA COMPUTACIÓN GRID

En la tabla I se resumen las principales características de la Grid y las compara con la Web.

1.1. Gestión y optimización del recurso

Tras las grids subyace el concepto de optimización de recursos con el fin de reducir los costos de su fabricación, operación y administración para contar con potenciales capacidades de computación que ni siquiera pueden lograr los grandes supercomputadores [11]. Los diversos recursos que pueden unirse a una grid se interconectan en redes preferentemente de alta velocidad o por Internet, superando las limitaciones de su localización geográfica. Bajo esta perspectiva se desenvuelve el proceso de agre-

gación con el cual se incorporan los elementos que finalmente entrarán a operar en grid [12], en un modelo que se asimila a las *grids* que conforman las infraestructuras eléctricas [6][13].

Lo particular de la grid es que a su esfera de acción se incorporan redes de datos, los recursos informáticos que ésta interconecta y hardware especializado; conformando un recurso de computación único e integrado [11], produciendo el denominado «problema grid» [12], como el aspecto central que la tecnología debe resolver cuando dirige sus esfuerzos hacia la integración de tal diversidad de elementos. Recientemente, a los recursos compartidos se ha sumado la necesidad de integrar los datos, dando lugar a la grid de datos, los cuales residen en bases de datos compartidas que demandan, a su vez, tecnologías de administración apropiadas [9].

Con la gestión de grid se genera una capa de virtualización del hardware y los requerimientos de procesamiento se dispersan sobre los recursos que la red interconecta, todo ello en forma transparente para el usuario. Mediante esta gestión se efectúan las tareas necesarias de flujo de trabajo, seguridad y consolidación de los procesos requeridos en la ejecución de las aplicaciones o servicios grid. No obstante las diferencias entre cada tipo particular de gestión requerido, la interconexión en grid requiere definir los tipos de red y las tecnologías sobre las cuales puede ser óptima su realización, para incluir en estas las especificaciones de QoS. Al respecto algunos interrogantes de interés se plantean en [14] y [15].

Acogiendo la caracterización presentada en [16], se puede decir que los recursos de la grid son: de gran escala, hasta del orden de millones; dispersos geográficamente; de naturaleza heterogénea; uso compartido; implican administración diversa y delimitada por el propietario, y son de acceso transparente, presentándose al usuario como un único computador. Por su parte la grid se percibe como una plataforma virtual de recursos caracterizada por asegurar calidad de servicio (QoS), ofrecer escalabilidad y acceso consistente mediante servicios, protocolos e interfaces estandarizadas y ofrecer adaptabilidad al ambiente de recursos, donde estos no siempre estarán disponibles.

1.2. Aspectos de seguridad

Como en cualquier aplicación que corre sobre redes e Internet, en una grid es necesario garantizar los siguientes elementos clave de seguridad:

Tabla I: Diferencias entre la Web y la Grid [6]

La Web	La Grid
Bajos niveles de información compartida	Comparte altos volúmenes de información, procesos de computación distribuidos y potencia de cómputo.
Sólo hay una Web	Hay muchas grids separadas y distintas
Cualquiera tiene acceso	Una grid tiene cuidadosamente controlado el conjunto de los participantes registrados.
No cuenta con confiabilidad intrínseca y seguridad en los datos.	La transmisión es confiable y los datos enviados seguros.
No cuenta con protección inherente contra fallos.	Tiene incorporada certificación, autenticación, etc.

Con base en software, un framework establece el middleware necesario para generar la virtualización.

la confidencialidad, autenticidad, integridad de datos y el no repudio. Adicionalmente, se requiere del factor de autorización para que una identidad pueda acceder a un recurso particular, y el control de acceso para gestionar los tipos de acceso específicos [17]. Por su naturaleza un ambiente de computación grid, que opera como una colección dinámica de aplicaciones, recursos, servicios e infraestructura, debe ser capaz de interactuar en forma confiable, entendiéndose que sus recursos se mantienen típicamente detrás de un cortafuegos y que, por tanto deben aplicar reglas apropiadas [18]. Sin embargo, para las grids en producción y uso comercial se demanda aún de mejores previsiones de seguridad que apliquen incluso protección de nodo a nodo [19]. El *Global Grid Forum* [20], que es la entidad que trabaja en la estandarización de protocolos y componentes para la grid, se encuentra en la revisión de los aspectos de seguridad en los ambientes de grid basados en el enfoque de servicios Web.

1.3. Frameworks y arquitectura

Para construir una grid se requiere del desarrollo e implementación en ambiente abierto de los siguientes servicios básicos: seguridad, información, directorios, localización de recursos, localización de mecanismos de contabilización y servicios de alto nivel para el desarrollo de aplicaciones, gestión de ejecución, agregación de recursos y programación de tareas [11].

Los componentes de software necesarios para conformar la grid constituyen un *framework* y con él se establece el *middleware* y todos los elementos de arquitectura y funcionalidad a través de programas y protocolos que generan la virtualización del hardware. El *middleware* es la clave para las nuevas generaciones de computación [6] e integra las aplicaciones de cómputo con las infraestructuras de red en forma imperceptible. Tras cada *framework* reside una concepción arquitectónica particular

Tabla II. Arquitectura general de una GRID.

Usuarios			
Portales			
Middleware de usuario	Servicios Avanzados	Arquitectura	Flujo de trabajo, Autorización, Manejo de datos, Virtualización, Aplicaciones, Herramientas de colaboración
Middleware central	Servicios Grid Básicos		Descubrimiento y programación de recursos, Acceso uniforme a computación, Monitoreo y eventos, Autenticación
	Comunicaciones	a los Servicios	Dispositivos, protocolos de comunicaciones, redes, Internet, Seguridad
	Recursos Distribuidos		Repositorios, clusters, Almacenamiento, Instrumentos especializados, Pool de estaciones

dada por el fabricante; no obstante, la arquitectura general de las grid puede describirse según el esquema de la Tabla II.

El perfeccionamiento que han presentado los servicios Web en los últimos años, y hasta el presente, se fundamenta en la Arquitectura Orientada a los Servicios (SOA) por su sigla en inglés. El principio de SOA consiste en disponer de una arquitectura tal que posibilite ubicar un servicio publicado y residente en la Web, y unirse a él para obtener el valor agregado que éste ofrece [21]. Ello implica que los servicios Web operen independientes de la plataforma a fin de alcanzar una efectiva virtualización de las infraestructuras de recursos que participan en él [22]. El servicio Web se define a través del Lenguaje de Descripción de Servicios Web (WSDL) [23], utiliza típicamente el Protocolo de Acceso Simple a Objetos (SOAP) [24] para enviar mensajes en lenguaje XML y emplea HTTP como protocolo de transporte.

Otro componente esencial en la arquitectura grid son los portales que a través de servidores de aplicación Web ofrecen el software necesario para la comunicación con los servicios grid y los recursos [4]. El portal grid es el punto de entrada de los miembros (investigadores, estudiantes, usuarios corporativos o de administración) de una Organización Virtual (VO) [25] a los recursos y servicios grid.

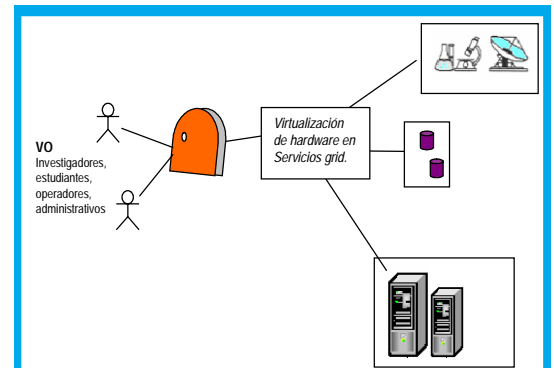


Figura No. 2 Virtualización de recursos grid para una VO

1.4. Flujo de trabajo

Un aspecto adicional, incorporado a las tecnologías grid a finales de 2003, es la necesidad de gestionar en un único flujo de trabajo los diversos procesos en que se desenvuelven las actividades de una VO, de tal manera que estos procesos se ven como una colección de servicios con dependencias encadenadas por secuencias. Dentro del estudio de la naturaleza de los flujos de trabajo ya se han identificado los denomina-

dos patrones de flujo [26] que identifican las secuencias típicas de éstos. Como ejemplo se menciona la secuencia de tareas asociadas a un flujo de datos que implica servicios de aplicación para el procesamiento de datos, la consulta a las bases de datos y el almacenamiento de los resultados obtenidos. Dichas operaciones se ven interrelacionadas e implican la intervención de diversos usuarios y componentes del sistema en distintos niveles de responsabilidad. En su forma más avanzada ya se consideran nuevas necesidades tales como la interoperabilidad de diversos flujos de trabajo, aspecto éste que es denominado *orquestación* [27].

1.5. Usos de la grid

La tecnología grid, interconectando recursos dispersos geográficamente y entre organizaciones, se presta para diversidad de aplicaciones según se muestra en la Tabla III.

Tabla 3. Campos de aplicación de la computación grid [11], [28]

Campo de aplicación	Tipo de VO
Ciencias de la vida, ciencias de la tierra, astronomía, medicina,	Científica
Ingeniería y diseño	Innovación tecnológica
Exploración de datos	Científica
Computación de alto throughput	Científica, académica
Supercomputación distribuida	Científica
La Web como una infraestructura para ejecutar computación distribuida y aplicaciones en paralelo.	Oportunidades de negocio.
Potencia de cómputo bajo demanda	Aplicación comercial
Análisis Financiero y Servicios	Aplicación comercial
Investigación colaborativa	Científica, académica
Juegos colaborativos	Aplicación comercial
Gobierno	Administrativa
Aprendizaje en línea	Académica

No obstante las ventajas y beneficios del uso de grids, no todas las aplicaciones son aptas para operar en grid; se observa que su alcance está limitado a la disponibilidad y funcionalidad de los servicios Web. En la actualidad el desarrollo de la computación grid pasa por la necesidad de alcanzar un grado de mayor interoperabilidad a partir de una estandarización más completa del diseño y funcionamiento de los servicios Web [9]. Por otra parte, y dependiendo de las dimensiones de la grid y de los objetivos de la VO, su implementación puede revestir gran complejidad hasta que sus componentes alcancen su sintonización en un todo integrado, donde su capacidad neta deberá ser superior a la suma de sus partes.

1.6. Requerimientos para la implementación de grids

Para que el alcance de una implementación de grid se extienda más allá del ejercicio académico, se deben considerar algunos requerimientos

en el modelo a fin de ofrecer la garantía de rendimiento necesaria en los ambientes de producción y operación real [10][13]. Por ello, y en coherencia con la naturaleza de la computación grid, los recursos de red son vitales. Por tanto, y sin ser estrictamente indispensable, es característico que las grid se construyan en torno a redes de alta velocidad. La red para la grid debe garantizar ancho de banda, respuesta rápida y corta variación de retardo en la transmisión de paquetes mediante los parámetros de QoS respectivos.

A este respecto en [10] se propone la integración de un modelo y los componentes de arquitectura, combinándolos con los conceptos de *grid economics* para lograr una aplicación real que trascienda el uso académico, donde pueda haber contratos con nivel de servicio especificado (*Service Level Agreement* o SLA). En un contrato tal se deberá poder elegir el QoS como métrica del rendimiento, demandando que un protocolo grid responda con la garantía para alcanzarlo extendiéndose a factores de viabilidad, disponibilidad y confiabilidad.

Es de notar que las redes sufren al presente una transformación hacia redes de nueva generación (*Next Generation Network* o NGN) [29], de tal forma que la red cambia su orientación de la base conmutación por circuitos a la conmutación por paquetes sobre el protocolo IP, con la implementación de nuevos protocolos de *backbone* como MPLS (*Multiprotocol Level Switching*) [30], pero con la administración dinámica del ancho de banda [31]; lo que bajo la perspectiva del usuario es el cambio de la transferencia de bits a la disponibilidad de servicios y aplicaciones con la calidad que éstas requieren [32]. Esta es una consideración que ha hecho que la computación grid sea identificada como una computación en red, ya que se apoya sobre las innovaciones de las redes.

1.7. Futuro de la computación grid y retos inmediatos en su desarrollo

La computación grid, con su reciente orientación hacia servicios Web, se ve impulsada a través de SOA, para producir un amplio desarrollo en la interoperabilidad de sistemas heterogéneos. A su vez reforzada por diversos esquemas como por ejemplo los propuestos por los Proveedores de Servicios de Aplicación o ASPs (*Application Service Provider*), obtiene su extensión al mundo comercial y de negocios bajo formas como la *utility computing*, siendo también objeto de interés en la automatización de los *datacenters* [7], [9], [27].

En organizaciones virtuales (VOs) se concreta la dinámica de la grid potencializando múltiples aplicaciones.

Por su parte la computación grid científica se ha visto fortalecida con nuevos y grandes proyectos de investigación colaborativa de alcances que incluyen extensas regiones del mundo, generando, además, la transición de numerosos proyectos basados en supercomputadores a la computación en grid [5].

Así mismo los retos en investigación e innovación para el perfeccionamiento de estas tecnologías [9] siguen dándose a la par, lo que requiere, en particular, de la administración de datos para extender su utilización a las aplicaciones comerciales orientadas a su manejo antes que al cálculo intensivo propio de la computación de alto desempeño o HPC (*High Performance Computing*). También se requiere la integración de infraestructuras y nuevos enfoques en el licenciamiento del software para grids, y en su utilización para soportar SOA. La extensión de las grids como infraestructuras activas en diversas organizaciones con dispersión geográfica, produce cambios organizacionales y culturales en términos de cooperación y control, representando, en consecuencia, retos de innovación y adaptación.

Por su parte, el desarrollo de las tecnologías inalámbricas de banda ancha móvil, en proceso de estandarización, y fija [33], [34] crean un campo de investigación y desarrollo adicional para el acceso, tanto de pequeños centros de cómputo, como de usuarios de servicios a las extensas infraestructuras grid sobre una red de grandes distancias [35].

2. LAS INFRAESTRUCTURAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TICs) UNIVERSITARIAS

Las características de la computación grid presentadas, permiten ahora explorar la importancia que pueden tener estas tecnologías en el entorno universitario colombiano; se parte entonces de observaciones aplicadas a sus recursos informáticos.

Las redes y sistemas informáticos de las universidades son infraestructuras por las que circulan grandes volúmenes de información ya sea en su interior o en interacción con su entorno. No obstante, es frecuente la ausencia de calidad y gestión en la movilidad de esta información, y sus contenidos elaborados son principalmente estáticos, preseleccionados y limitados [36]. La mayor parte de la información no es identifica-

da sino que su valor intrínseco para la institución se circunscribe al momento de la transmisión y entre sus extremos. Esto conduce a bajos índices de aprovechamiento, de tal manera que se traduce en el ineficiente uso de recursos y el desconocimiento de oportunidades de crecimiento y fortalecimiento institucional.

Por otra parte desde hace algún tiempo es conocida la necesidad del establecimiento y participación de las universidades en las redes académicas donde juega papel esencial el intercambio de información, conocimientos, la cooperación y desarrollo conjunto de investigaciones e integración con pares de similares intereses. Las redes de alta velocidad (RAV) que interconectan las universidades, son apenas infraestructuras de soporte para las redes con real aprovechamiento académico. Así, este es un paso previo que favorece la conformación de verdaderas redes académicas y eventualmente grids. No obstante hasta el año pasado sólo había en nuestro país dos redes regionales tipo RAV: RUAV en Cali y UNIREN en Bucaramanga, y sólo este año se constituyó formalmente la red RUMBO [37] de Bogotá con apenas 10 de sus 26 instituciones universitarias y la red RUP de Popayán con siete universidades del Cauca.

En este aspecto la universidad colombiana ha progresado muy lentamente con relación a otros países latinoamericanos o de similares condiciones de desarrollo. Como ejemplo se menciona el caso de RAVs de Brasil, Argentina, Chile y Méjico que desde el año 2002 ya se habían integrado a Internet 2. Las mayores dificultades se han presentado a nivel del interés de integración y de la definición de contenidos y servicios, ya que implica la movilización de proyectos con un enfoque orientado a la visibilidad, participación y cooperación en preferencia a la arraigada competencia cerrada y la circunscripción a las posibilidades locales.

El interés que parte de la visión institucional en relación con las TICs y su impacto sobre la actividad académica y de investigación, que dan por resultado su estado actual, se refleja también en los presupuestos destinados para estos propósitos. Es de notar que en países como España, a nivel de rectores se dan conferencias dedicadas a las TICs, y se reconoce como función de la Universidad, no solamente la academia e investigación, sino la creación y transmisión de tecnología y conocimiento a la sociedad [38]. Tecnologías como la computación grid, sin

Cuando la universidad colombiana aprecie la integración verá la importancia y utilidad de las VOs sobre grids.

Contrasta el 1% del presupuesto en TIC en la universidad colombiana frente al 23% de las universidades españolas.

ser en sí mismas un fin, se constituyen en un gran soporte para el impulso de tales propósitos. Esta importancia es reconocida desde las universidades a partir de la destinación de presupuestos, que en el caso del país ibérico alcanzaron el 20,13% en el año 2003, mientras que en Colombia no superan el 1,0% del presupuesto total de operación de dichas universidades.

3. LA COMPUTACIÓN GRID EN LA UNIVERSIDAD COLOMBIANA

La implantación e implementación de estas tecnologías en Colombia se ubican en el promedio de los países latinoamericanos, donde apenas están siendo reconocidas por la academia a través de eventos que describen su utilidad, alcance e importancia, y aún no constituyen parte formal de cursos afines en los programas de estudios de pregrado o postgrado. No obstante, se encuentra que son apreciadas como soporte y componente en la incorporación de las TIC's para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en los estudios y formulación de agendas para el desarrollo tecnológico [39], [40], [41].

Es de notar que en el curso del levantamiento de información para este documento se revisaron los diversos sitios Web de las universidades colombianas, al igual que se revisaron los índices de publicaciones Pubindex [42] y Latindex [43], en busca de reportes de proyectos de uso de tales tecnologías. El diagnóstico es la ausencia de proyectos, salvo el probado en la Universidad Nacional [44], donde opera una grid orientada a proveer potencia de cómputo.

El proyecto de la Universidad Nacional se denomina **UNGRID**, y es el primero de su tipo en Colombia. Se observa de él que busca esencialmente el aprovechamiento de los ciclos inactivos de los recursos de computación del campus universitario, y que se ha desarrollado sobre la base de trabajos de tesis. **UNGRID** dispone de un sitio Web [44] para el acceso, registro y monitoreo de las unidades de CPU que aportan las diversas máquinas conectadas en grid.

Ya como observadora, la Universidad del Norte participa en el proyecto GridLac [45] donde se conforma un ambiente de colaboración en torno a la Bioinformática y Comunidades de Virtuales, el cual incluye pruebas, investigación y recursos compartidos con siete universidades de países como Venezuela, Brasil, Chile, México y Estados Unidos. Esta es una iniciativa del

ISTEC [46] para motivar a las instituciones afiliadas de Latinoamérica y el Caribe que carecen de soporte para compartir recursos y ganar experiencia en la computación grid.

Pero sí en la academia se evidencia la ausencia de proyectos, no lo es menos en otras instancias como por ejemplo a nivel gubernamental, donde por la falta de preparación profesional en este campo no hay propuestas que prevean el uso de las grids. No obstante, hay que resaltar que en los diagnósticos generales de las necesidades de desarrollo de la ciencia y la tecnología se identifica la computación grid como una de las tecnologías emergentes que deben ser objeto de atención. Este es el caso del informe del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia [41], e indirectamente a través de la relevancia que se le da a las TIC's en los programas gubernamentales [47], [48], [49].

3.1. Investigación en grids

Así pues, se constata la necesidad de promover investigaciones de aplicación, prototipos orientados a servicios grid, y propuestas de modelo actualizadas teniendo a la vista las necesidades, condiciones y potencialidades de la universidad colombiana.

En este campo surgen los siguientes interrogantes. ¿Por qué las universidades colombianas, en particular las que cuentan con programas de pregrado y postgrado afines a la Informática y Comunicaciones, aún no abordan este tema de investigación, y han pasado por alto ser partícipes activos en el desarrollo de siquiera algunos de sus aspectos, ya sea en la evaluación de protocolos, la implementación de prototipos, la elaboración de componentes de software, o la incursión con proyectos de organizaciones virtuales interuniversitarias?

3.2. Grids en producción

Sin embargo, al presente, cuando ya están en el mercado productos de software con suficiente perfeccionamiento para su utilización en ambientes productivos, muchas de las organizaciones virtuales implementadas con apoyo en estas tecnologías están entregando sus frutos y diversas empresas evalúan las oportunidades de negocio que ofrecen las grid, es indispensable que se establezcan en las universidades colombianas proyectos, no solamente con orientación de investigación e innovación, sino con enfoque de producción; es decir, orientados a obtener ventaja de la implementación de estas tecnologías

A pesar de reconocerse como una de las tecnologías emergentes de valor, aún no existen proyectos de investigación o grids productivas.

en los aspectos de soporte para la academia, la investigación interdisciplinaria en diversas áreas, aprendizaje en línea, y entregando potencialidades de procesamiento en proyectos de simulación y ejercicios académicos.

¿Qué se ha de tener en cuenta para su implementación y uso en ambientes de producción, en particular los universitarios?, ¿Qué puede ofrecer una grid en un contexto limitado en recursos, iniciativa y dedicación para la realización de proyectos conjuntos al interior y entre universidades?, ¿Qué implicaciones y obstáculos tiene su implementación en el ámbito de la universidad colombiana? Estos son interrogantes actuales que esperan atención. En este trabajo sólo se consideran aspectos del contexto de la universidad colombiana donde pueden tener cabida las grids:

1. En el campo de acción de las diversas redes de alta velocidad que han surgido recientemente, como una iniciativa para conformar las redes académicas para el intercambio de conocimientos, experiencias, información y actualización entre las instituciones interconectadas. Las tecnologías grid en este contexto habilitarían recursos de instrumental especializado, procesamiento o almacenamiento, ya sea bajo la forma de proyectos que orientan su aplicación en investigaciones de áreas específicas como medicina, biología, física, comunicaciones, redes, etc., o en la forma de servicios para los miembros de sus comunidades académicas, tales como video, telefonía, almacenamiento, consulta de información bibliográfica y del producido académico de cada institución, cursos de extensión, aprendizaje en línea o *e-learning* y de otros servicios de red tales como la simple capacidad de procesamiento para proyectos de grupos de investigación y estudiantes, y ejercicios académicos de simulación en diversas áreas de la ciencia y la tecnología.
2. Incorporación al plan de estudios de carreras profesionales y de especialización con un alcance acorde con estas mismas. Por ejemplo con altos niveles de profundización en programas de ingeniería de sistemas de software, telecomunicaciones, y teleinformática orientadas obviamente en su contexto de aplicación tal como es el software para la primera, los protocolos para las subsiguientes, y en un contexto más amplio y que demanda interdisciplinariedad con el uso de recursos computacionales distribuidos en otras carreras.

3. Muchas de las aplicaciones anteriores demandarán del establecimiento de Organizaciones Virtuales, dentro de las cuales se establecen funcionalidades donde se definen servicios específicos, alcance, disponibilidad, administración, seguridad y calidad.
4. Por la convergencia de las TICs sobre Internet y la reorientación de las arquitecturas sobre protocolos abiertos, se hace necesario que el acceso a los servicios especializados de la grid sean servicios Web, como un mecanismo para garantizar la interoperabilidad e integración de los diversos componentes del sistema [50], al tiempo que se garantizan los aspectos de seguridad y acceso como por ejemplo los relacionados con los derechos de autor; en consecuencia los datos, información y conocimientos deben ser especificados en XML y construidos como servicios.

4.- CONCLUSIONES

La computación grid representa uno de los frentes de avanzada de la tecnología con gran actividad, y con certeza, seguirá influyendo en la orientación e impacto de la informática y las comunicaciones de los próximos años; no obstante, aún no ha sido suficientemente reconocida, ni como interés de investigación de la universidad colombiana, ni por sus potenciales beneficios para el apoyo de la academia, y en consecuencia ello se ve reflejado en sus presupuestos de TICs. A pesar de ello, ha sido objeto de mención como tecnología emergente en los estudios para el desarrollo de ciencia y tecnología regionales.

Se han identificado las características esenciales de la computación grid para su establecimiento en los entornos de la universidad colombiana bajo consideraciones de uso en aplicaciones de producción real, de tal modo que su incorporación debe abarcar no sólo el ámbito de investigación, sino considerar ir directamente a la implementación a nivel de producción como soporte tecnológico para su quehacer académico y de integración con la empresa y la comunidad.

La implementación de grids de altos niveles de potencia de cómputo y heterogeneidad trae un impulso significativo a las actividades académicas y de investigación propias del ambiente de competitividad global actual y propicia para las universidades la competencia, acreditación, e incluso su reconocimiento internacional; no obstante, demanda iniciativa, disciplina, conti-

nidad en los proyectos, y una gran capacidad de trabajo interdisciplinario y en equipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Orellana, F. The Grid Switzerland Manno, An update. CERN - LCG / DPNC - University of Geneva. July 22, 2003.
- [2] Coddington, Paul. Distributed and High-performance Computing.. Department of Computer Science University of Adelaide. July - October 2001. www.dhpc.adelaide.edu.au.
- [3] Object Management Group, OMG. Common Object Request Broker: Architecture and Specification. Revisión 2.2 1998.
- [4] National Laboratory for Applied Network Research - NLNR, Beginner's Guide to Network-Distributed Resource Usage- Last Reviewed: May 20, 2002
- [5] Xian-He Sun, and Blatecky, A. Middleware: the key to next generation computing. Journal of Parallel and Distributed Computing. 64 (2004) Elsevier Inc.
- [6] Irving, M et al. Prospects for Grid-Computing in Future Power Networks. 15 September 2003. Brunel Institute of Power Systems - Brunel University.
- [7] Hlinovsky, Jan. GRID - distributed computing power at home. Residential and Virtual Home Environments - Seminar on Internetworking, Helsinki University of Technology. Spring 2002.
- [8] Jakovljevic P.J. Get on the Grid: Utility Computing. - March 31, 2005
- [9] Fellows, W. 2005 preview – Grid computing, Report of The 451 Group. 21 Dec 2004
- [10] Anish D. and Nishit, S. A Formal Model for Incorporating End-to-End Performance Guarantees in Grid Based Systems. Texas University
- [11] Baker, M. et al. Grids and Grid technologies for wide-area distributed computing. Software—Practice and Experience. 2002 John Wiley & Sons, Ltd.
- [12] Foster, I. et al. The physiology of the grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration. Globus Project, 2002
- [13] Foster, I. and Kesselman, C. The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1998.
- [14] Weissberger, A. Are Managed Network Services the Way to Interconnect Grid Sites? What Role will Web Services Play in Managed Networks? Webtorials. Marzo 2005.
- [15] Weissberger, A. GGF12 Telecom Related Sessions:Telecom Panel, Enterprise Grid Workshop, End-to-End Management of Grids, NMA RG. Telecom Panel: Sept 21, 2004.
- [16] Bote-Lorenzo, M., et al. Grid Characteristics and Uses: a Grid Definition. First European Across Grids Conference (ACG'03), Springer-Verlag LNCS 2970, pp. 291-298, Santiago de Compostela, España, Feb. 2004
- [17] Stalling, W. Cryptography and Network Security .3rd edition
- [18] Green, M. et al. Grid-Enabled Virtual Organization Based Dynamic Firewall. Center for Computational Research SUNY-Buffalo, 9 Norton Hall, Buffalo, 2004.
- [19] Zieger, A. Grid security: state of the art. IBM developerWorks August 2003
- [20] www.gridforum.org/ggf_abt_overview.htm
- [21] Ferreira, L. et al. Grid Services Programming and Application Enablement. IBM ReedBooks. May 2004.
- [22] Foster, I. Kesselman, C. (Eds.) : The Anatomy of Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations, Globus Project, 2003.
- [23] World Wide Web Consortium (W3C). Web Services Description Language (WSDL) 1.1, W3C Note 15 March 2001 www.w3.org/TR/2001/NOTE-wsdl-20010315
- [24] World Wide Web Consortium (W3C). Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1. W3C Note 08 May 2000. www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508
- [25] Wil van der Aalst. Workflow Patterns. www.tm.tue.nl/research/patterns/patterns.htm. Last updated: Donderdag. Juli 15, 2004
- [26] T. Dimitrakos, D. et al. Overview of an architecture enabling Grid based Application Service Provision. 2005.
- [27] Zhang, Liang-Jie. et al. Developing Grid computing applications, Part

1. IBM developerWorks. Updated November 20, 2002
- [28] Joseph, Joshy , Fellenstein, Craig . Introduction to Grid Computing. Prentice Hall PTR. Date: Apr 16, 2004.
- [29] Weissberger, Alan. In Search Of The Next Generation Network. Grid Today. JANUARY 24, 2005: VOL. 4 NO. 3.
- [30] IXIA. MPLS: Conformance and Performance Testing. 2004 www.ixiacom.com
- [31] www.itu.int/newsarchive/press_releases/2004/05.html.
- [32] Weissberger, Alan. Telecom Addressed In Numerous Ggf12 Sessions. Grid Today. OCTOBER 11, 2004: VOL. 3 NO. 41.
- [33] IEEE Computer Society. 802.16 IEEE Standard For Local And Metropolitan Area Networks. 1 October 2004.
- [34] Nortstream. Operator options beyond 3G. February 2005. www.northstream.se.
- [35] Weissberger, Alan. Report From The Wca Symposium: January 11-14, 2005: New Broadband Fixed Wireless Standard (Wimax) May Be Used To Access Grid Computer Sites. www.gridtoday.com/04/1011/103940.html.
- [36] Machali, Colin M.- Andean Readiness for the Networked World -The Information Technologies Group Center for International Development at Harvard University. Introduction and Regional Overview. Andean Competitiveness Project - November 2001
- [37] RUMBO – Red Universitaria Metropolitana de Bogotá. www.rumbo.edu.co/index.htm
- [38] Labiano Javier. Gestión Electrónica en las Universidades. CRUE – Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas. SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN, p. 13. España, Diciembre de 2004.
- [39] Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. Plan Nacional De Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica 2005-2021 (Documento Preliminar). Perú, Diciembre 2004
- [40] Colciencias. Colciencias.com Año 3 N° 40. Noviembre 4 de 2004
- [41] Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. Construcción De Una Agenda De Innovación Abril 2003
- [42] Comité Nacional de Indexación y Homologación de Publicaciones Especializadas de Ciencia y Tecnología – Colciencias. Índice Bibliográfico Nacional – Publindex I – 2005 www.colciencias.gov.co.
- [43] Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. www.Latindex.unam.mx
- [44] www.unGrid.unal.edu.co
- [45] ISTECS. Sun Gridlac Grid-Latin American And The Caribbean www.istec.org_archive_annual_report_2004_pag_25_30.pdf
- [46] www.istec.org
- [47] Departamento Nacional de Planeación. Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad de Colombia. Bogotá, junio de 2005.
- [48] Consejo Regional de Competitividad de Bogotá de Cundinamarca. Propuesta para Construir la Agenda Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación para Bogotá y Cundinamarca. Bogotá, D.C. Junio de 2002.
- [49] Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Comunicaciones. CONPES 3072 «Agenda de Conectividad». Santa Fe de Bogotá, 9 de Febrero de 2000.
- [50] Fox, Geoffrey. Grid Computing Infrastructure a Reality. Edited by F. Berman, A. Hey and G. Fox. 2003 Jhon Wiley & Sons, Ltd. p. 963 - 976. Artículo:

Carlos Eduardo Rodríguez Jiménez

Ingeniero Electrónico de la Universidad Distrital Francisco José Caldas. Estudiante de Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones. Miembro Grupo GICOG. carloserj@udistrital.edu.co

José Nelsón Pérez Castillo

Profesor Facultad de Ingeniería Universidad Distrital Francisco José Caldas. Doctor en Informática Universidad de Oviedo. Magister en Teleinformática Universidad Distrital Francisco José Caldas. Especialista en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección Espacial – Universidad de Henares. Investigador Principal Grupo GICOG. nelsonp@udistrital.edu.co

Aplicaciones inmediatas de grids en la universidad pueden darse en investigación, servicios educativos, y generando capacidad de cómputo.