

I Entorno virtual de aprendizaje remoto sobre Grid. EVA R-GRID

Daniel Burbano, Guiovanna Sabogal,
Pedro Organista

RESUMEN

El presente artículo, describe la propuesta de trabajo en común del Equipo de Investigación en Software Libre (EQUIS) de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y el grupo de Psicología Educativa, procesos de aprendizaje y procesos cognoscitivos aplicados de la Facultad de Psicología de la Universidad El Bosque, para el desarrollo de un entorno virtual de aprendizaje con acceso remoto sobre un grid de computadores; enfocado a la enseñanza de Linux y algunos de sus aplicativos.

Palabras clave: *Computación en malla, Linux, Educación, Acceso Remoto.*

ABSTRACT

The present article, describes the proposal of work in common of the Free Software Investigation group (EQUIS) of the Systems Engineering Faculty and the group of Educative Psychology, learning processes and cognoscitives processes applied to the psychology of the El Bosque University, to develop a virtual environment of learning with remote access on Grid; focused to the education of Linux and some of its tools.

Keywords: *Grid computing, Linux, Education, Remote access.*

I. Introducción

El acceso al conocimiento, a la formación y a los recursos están delimitados por barreras geográficas, espaciales, temporales y económicas. Junto con la globalización se desarrollan nuevas estructuras tecnológicas aplicadas a diferentes contextos que pueden ser utilizadas en el desarrollo de plataformas tecnológicas para la educación. Una de ellas es la computación en malla (Grid Computing), que mediante la utilización de estándares de comunicación cliente-servidor, estándares de descripción de recursos, estándares de desarrollo y uso de recursos y aplicaciones, ha desarrollado una plataforma para compartir, colaborar y utilizar recursos heterogéneos que pertenecen a sistemas geográficamente distribuidos.

Junto con ellos, los ambientes de enseñanza virtual han sido creados para disminuir la brecha geográfica entre las aulas de enseñanza y los estudiantes. La enseñanza on line ha formulado un grupo de métodos de enseñanza que han ido evolucionando junto con las tecnologías de la información, lo que ha permitido llegar a sitios geográficamente distantes con alternativas de formación económicas y rápidas para el desarrollo del aprendizaje del estudiante. Es en este contexto en el que encuentra pleno sentido la investigación y aplicación de nuevas tecnologías de información y comunicación como computación en malla (Grid computing), junto con el diseño y desarrollo de herramientas que crean un ambiente de enseñanza virtual, con procedimientos que involucran trabajo real en equipos remotos, enfocados en el aprendizaje de aplicaciones de software y sistemas operativos que involucran recursos computacionales de difícil acceso por sus requerimientos económicos y administrativos.

Entorno Virtual de Aprendizaje Remoto en Grid (EVA R-Grid) es un proyecto que busca desarrollar un sistema de aprendizaje virtual de herramientas de software libre, apoyado en procedimientos que implican trabajo real en equipos remotos. El proyecto está constituido por un grupo de módulos de enseñanza-aprendizaje de carácter teórico y práctico, no basados en simulación, para lo cual se utiliza software y hardware organizados en una arquitectura Grid y accesados remotamente a través de Internet. El proyecto se enfocará inicialmente en herramientas de software libre para redes, bajo la perspectiva de, a mediano y largo plazo, ampliar el rango de aplicaciones a otros dominios del aprendizaje en la ingeniería de sistemas.

Debido a la problemática a tratar es necesario desarrollar un trabajo interdisciplinario que se concentrará en dos componentes importantes, a saber:

- 1) el pedagógico enfocado en el estudio, diseño e implementación de las estrategias metacognoscitivas coordinado por la Facultad de Psicología y
- 2) el tecnológico, enfocado en el desarrollo de una arquitectura de software que soporte un ambiente de enseñanza virtual con procedimientos que involucren trabajo real en equipos remotos sobre Grid.

II. Justificación

Algunos autores [8], [9] aseveran que actualmente la tecnología basada en los computadores hacen parte de la cotidianidad en la educación, de lo que se puede inferir que cada vez es más frecuente el surgimiento de estrategias educativas que pretendan asistir, sustituir o acompañar el proceso formativo de los estudiantes. En el mundo globalizado, el problema del acceso al conocimiento y a la formación puede ser superado en tanto que se ofrezcan a la población opciones que superen las limitaciones geográficas, espaciales, de tiempo y horarios de formación, económicas y de recursos. Esta precisamente es la opción que con fuerza viene generalizándose en las diferentes modalidades, niveles y ciclos de formación, representada en la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación y en el fortalecimiento y generalización del aprendizaje virtual. En este contexto, los ambientes de enseñanza virtual se crearon para disminuir la brecha geográfica entre las aulas de enseñanza y los estudiantes, brindando un medio de aprendizaje alternativo al sistema educativo tradicional, y cuyo objetivo final es satisfacer las necesidades de aprendizaje individuales y grupales.

De esta manera, las estrategias y herramientas de aprendizaje virtual vienen siendo objeto de amplias investigaciones y aplicaciones. Cuando se habla de aprendizaje virtual no se hace referencia a un aprendizaje no real; al contrario, los procesos de aprendizaje, al igual que sus resultados, pueden ser seguidos, cuantificados y evaluados a través de las herramientas de las plataformas de aprendizaje virtual. Por ello, más que sustituir los aprendizajes reales, el aprendizaje virtual se concentra en potencializar las posibilidades de enseñanza y de aprendizaje utilizando las oportunidades que ofrecen las TIC.

Tanto en el aprendizaje virtual como en la educación a distancia y en la educación presencial, las formas y patrones de procesamiento de información y de pensamiento son básicamente las mismas, en tanto que el sistema cognoscitivo recibe a través de los receptores sensoriales la información, la percibe, es objeto de trabajo de los mecanismos atencionales y de los mecanismos de memoria, al igual que hay activación de las estrategias de formación de conceptos, razonamiento y, en general, de pensamiento. No obstante, si se presentan diferencias con respecto a las estrategias específicas (diferencias que se presentan en cualquier tarea de aprendizaje dependiendo de sus condiciones, tanto externas como internas) que se ponen en uso en función de, por ejemplo, las modalidades sensoriales a través de las cuales se recibe la información (potenciadas y multiplicadas en las aplicaciones de multimedia), la focalización y el mantenimiento de la atención de acuerdo con las exigencias del contexto de aprendizaje y el control metacognoscitivo o autocontrol del proceso de aprendizaje. En consecuencia, se podría decir que, de manera general, el aprendizaje humano se basa en mecanismos de procesamiento de información regulares y comunes, y que hablando de aprendizaje virtual, las diferencias se presentan en cuanto a las formas particulares de interacción y organización de la información supuestas en los dos agentes involucrados directamente en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, esto es, el aprendiz y el contexto de aprendizaje (representado y formalizado en la aplicación, página, aula virtual o cualquiera otra herramienta de enseñanza virtual).

Particularmente en la autodirección del proceso de aprendizaje es donde la literatura reporta más ventajas para la aplicación del aprendizaje virtual. Por ejemplo, en [18] se indica que los procesos de enseñanza y aprendizaje vienen buscando el cambio desde los estudiantes pasivos hasta los estudiantes activos en la orientación del aprendizaje, labor en la que las herramientas virtuales son útiles al permitir mayor independencia en la búsqueda de información, exploración y solución de problemas. De manera complementaria, las TIC están siendo instrumentos para el cambio y mejoramiento de las prácticas instruccionales de los docentes [13].

Adicionalmente, en [18] se menciona que los estudiantes aprenden haciendo y no escuchando a alguien hablar sobre el tema de estudio.

De manera complementaria, en el contexto del estudio y desarrollo de las competencias educativas, se ha reconocido que los procesos educativos deben involucrar

de manera coherente las competencias cognoscitivas, las procedimentales y las actitudinales (por ejemplo, [17]). Esto es, no basta con saber si no que es necesario saber hacer y saber ser.

Dentro de las competencias necesarias para poder operar con las TICs en programas de enseñanza-aprendizaje, cabe mencionar las habilidades, las aptitudes, el conocimiento y la experticia en el manejo de equipos de cómputo. De otro lado, el uso de las TICs mejora un número amplio de competencias docentes tales como la planeación de las prácticas educativas, aumento de la flexibilidad, la motivación, la innovación y la espontaneidad, disminución de la pérdida y el olvido de información [13], lo que justifica el aumento potencial de su uso en las diferentes modalidades y niveles de educación.

Junto con ello, en el estudio realizado por Lao [11] se concluye que dentro de las condiciones necesarias para el éxito en el aprendizaje online se encuentran: a) la organización y planeación, b) la auto-disciplina, c) el cuidado y la atención a las necesidades de los estudiantes, d) las estrategias utilizadas para obtener la participación activa de los estudiantes y los docentes, e) la colaboración y el trabajo en grupo, f) la flexibilidad, g) la madurez, compromiso y la responsabilidad y h) el conocimiento sobre computación. En consecuencia, la implementación de cualquier programa de aprendizaje virtual debe observar y controlar estas diferentes variables para garantizar el aprendizaje de los estudiantes y el funcionamiento óptimo de la estrategia instruccional. Dicha labor puede ser efectuada a través de la planeación curricular, el diseño de módulos de aprendizaje congruente con teorías y modelos del aprendizaje y sistemas de evaluación adecuados y pertinentes. En particular, en la época del aprendizaje constructivista, de la autonomía, la flexibilidad y el autocontrol de los procesos de aprendizaje, se estima pertinente concentrar el componente pedagógico del presente proyecto en el estudio, diseño e implementación de estrategias metacognoscitivas, para que los propios estudiantes sean quienes en mayor medida planean, controlan y evalúan su aprendizaje [12]. El componente metacognoscitivo (la reflexión sobre el propio conocimiento y sobre las estrategias que se utilizan para procesarlo, organizarlo, almacenarlo y producirlo) ha sido poco valorado y aplicado en el aprendizaje virtual, dada la novedad de la temática y la falta de experticia en la misma, razón por la cual se considera importante realizar estudios pioneros en el campo, a partir de los cuales se puedan luego generalizar y transferir las estrategias a otros dominios de las TIC.

De otro lado, y atendiendo a la necesaria reflexión sobre los fundamentos teóricos del aprendizaje implícitos en cualquier propuesta educativa, Hunter [7] expresa que algunos estudios muestran una alta correlación entre la pedagogía constructivista, el uso de las TICs y el aprendizaje virtual.

No obstante, una de las mayores dificultades en la implementación del aprendizaje mediado por las TICs es el poco conocimiento y experticia de los instructores en su manejo [7], por lo que es necesario considerar la capacitación en el uso de las herramientas tecnológicas a los usuarios. En esta dirección, el diseño de programas tutoriales, orientados pedagógicamente desde el conocimiento del pensamiento humano, de los procesos de aprendizaje, de la pedagogía y de la didáctica, puede ser una útil herramienta, a manera de modelo y prueba piloto, para el mejoramiento de los escenarios y las condiciones de aprendizaje en entornos virtuales.

En conclusión, para el aprendizaje del manejo del software, y en particular de los sistemas operativos, se hace necesario desarrollar estrategias congruentes con los planteamientos pedagógicos constructivistas, de manera que se incentive la construcción comprensiva de aprendizajes desde la actividad directa de los sujetos en contextos reales.

Las plataformas de aprendizaje virtual adolecen de deficiencias en el manejo de los aspectos cognoscitivos y pedagógicos, por lo cual se estima indispensable generar proyectos de investigación interdisciplinarios, en los que la ingeniería de sistemas, la psicología y las ciencias de la educación estén representadas, para formular proyectos educativos coherentes con las teorías del aprendizaje, orientados pedagógicamente y diseñados y programados con plataformas adecuadas.

En el contexto tecnológico actual el movimiento del software libre ha ido ganando territorio en Colombia. Según una encuesta realizada por ACIS en el 2004, el 75% de las empresas encuestadas está utilizando software libre. El 25% restante expresa que no lo utilizan por falta de conocimiento. Dicha información es complementada por el estudio realizado por el Departamento Nacional de Estadística DANE en diciembre del 2003, que demuestra que la capacitación de personal por cualquier modalidad formal, no formal o informal, para el aprovechamiento de las TICs, es muy baja. En el sector productivo el porcentaje más alto es el del sector comercial con 11%) y el público con un 5.6%. En consecuencia, es

imperativo desarrollar nuevas metodologías para el aprendizaje de herramientas de software libre como Linux. Ya que este tipo de herramientas disminuyen la brecha tecnológica y las desventajas existentes en el acceso al conocimiento respecto a lo que acontece en los países desarrollados, ya que todo el dinero que se paga en licencias puede ser reinvertido en educación para la generación de nuevo conocimiento.

En UNESCO [19] se definen históricamente cuatro fases de la educación a distancia relacionadas con el auge del sistema de comunicación en ese momento; sistemas de educación por correspondencia, sistemas de educación por radio y televisión, sistemas de educación por multimedia y sistemas de educación basados en Internet. El cuarto sistema es descrito por el uso de materiales de texto, video, audio a través de Internet, junto con la consulta de bases de datos y bibliotecas electrónicas. Lo anterior expone la posibilidad de aplicar nuevas tecnologías basadas en Internet a la educación a distancia, no solamente para dar servicios de consulta y transmisión de información a través de este medio, sino también para permitir el manejo de recursos de hardware y software a los estudiantes y profesores a través de Internet mediante talleres sobre laboratorios remotos. Es decir, desarrollar herramientas de software en equipos localizados físicamente en las instalaciones del sistema educativo con la funcionalidad de acceder a estos recursos remotamente sin que el estudiante tenga que visitar las instalaciones de la institución para realizar las prácticas de laboratorio.

Entre las nuevas tecnologías que soportan el diseño y acceso a laboratorios remotos, basadas en Internet, se encuentra la computación en malla (Grid computing), definida como plataforma para compartir, colaborar y utilizar recursos heterogéneos que pertenecen a sistemas geográficamente distribuidos mediante la utilización de estándares para la comunicación, utilización, diseño y descripción de recursos.

Estos estándares son definidos por la comunidad Global Grid Forum (<http://www.ggf.org/>), representado por un grupo de organizaciones. La recopilación de los estándares mencionados anteriormente junto con otras aplicaciones han creado una estructura llamada "Open Grid Service Architecture" (OGSA), que define los servicios Grid basados en servicios Web [14] para ser utilizados en el diseño de aplicaciones basadas en Grid. OGSA es dividido en tres componentes importantes [5]: infraestructura "Open Grid Service Infrastructure" (OGSI), servicios OGSA y esquemas OGSA. El primer elemento contiene las herra-

mientas y estructuras necesarias para desarrollar aplicaciones basadas en Grid. El segundo y tercer elemento son un grupo de aplicaciones desarrolladas para administración de servicios, monitoreo, seguridad y comunicación por mensajes del sistema.

Como OGSA y sus componentes son un estándar para la realización de servicios Grid, la organización "Globus Alliance" (<http://globus.org/>) ha desarrollado una herramienta de código abierto para construir aplicaciones y sistemas basados en Grid llamado Globus Toolkit.

Globus Toolkit, implementación de OGSA [4], reúne las características necesarias de arquitectura para desarrollar y utilizar aplicaciones basadas en Grid. Por otro lado, en [14] su arquitectura es definida en 5 pilares fundamentales: Seguridad, Administración de datos, administración de ejecución de procesos, librerías y herramientas para construir servicios Web y servicios de información. Estos pilares son sencillamente un grupo de aplicaciones que serán utilizadas y estudiadas para el diseño de aplicaciones Grid, en especial EVA R-Grid.

Entre los proyectos de investigación que utilizan herramientas de computación en malla, está "The World-Wide Telescope" por Alexander S. Szalay y Jim Gray [15], con el cual se están desarrollando herramientas de recursos compartidos y distribuidos para almacenar, procesar y compartir información de imágenes hiper-espectrales obtenidas del espacio por diferentes centros de astronomía.

Por otro lado, en Colombia, el centro de bioinformática en el instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional manejan herramientas de computación en malla (Sun-Grid) para actualizar la base de datos de la Red Europea de Biología Molecular (EMBnet, <http://www.embnet.org/>) que hace parte la Universidad Nacional. También programas basados en Grid mediante herramientas y recursos de multimedia son utilizados para realizar reuniones distribuidas interactivas a través de Internet como en Access Grid (<http://www.accessgrid.org/>).

En el campo de la educación se están desarrollando programas como el de [2] que diseñan una plataforma de computación remota y laboratorios de aprendizaje

colaborativo (ULabGrid) utilizando métodos de educación basados en Grid y herramientas como Virtual Network Computing (VNC) para el desarrollo de la enseñanza y laboratorios de alto poder de procesamiento. En lo comercial desde la educación, Microsoft ha desarrollado una aplicación publicada en TechNet¹ para el aprendizaje de sus productos desarrollado por herramientas propietarias. En el área de Linux, Spider Tools (<http://spidertools.com/index.html>) desarrolla cursos de aprendizaje remoto sobre servidores reales. En los campos de la electrónica y la física, universidades como Massachusetts Institute of Technology [1] y la Universidad de Stanford [6] están trabajando con herramientas de LabView desarrolladas por National Instruments² que suministran los recursos necesarios para implementar laboratorios de aprendizaje remoto, utilizando experimentos reales que pueden ser monitoreados y controlados desde Internet para la educación.

Como se puede ver, tanto entidades educativas como comerciales están trabajando en el diseño de nuevas herramientas educativas para el desarrollo de sus productos y campos de investigación. Estos procesos generan conocimiento, crecimiento económico y apropiación de tecnología a sus creadores. Por tal motivo, es necesario que instituciones educativas, mediante grupos interdisciplinarios (Ingeniería y Psicología) investiguen y desarrollen un sistema de aprendizaje virtual mediante prácticas reales sobre laboratorios remotos (EVA R-Grid), para generar conocimiento y productividad al país; creando un aporte científico en el área de la ingeniería; en la apropiación de nuevas tecnologías de software de red, en el diseño e implementación de aplicaciones distribuidas sobre Internet, y en el desarrollo de sistemas remotos y seguros. Y en el área de psicología, los aportes se concentran en el diseño de programas orientados pedagógicamente desde el conocimiento del pensamiento humano, en el desarrollo de estrategias congruentes con planteamientos pedagógicos constructivistas, en el desarrollo de proyectos educativos coherentes con las teorías del aprendizaje y diseñados y programados con plataformas adecuadas, así como la aplicación de estrategias metacognoscitivas para la dirección de procesos de aprendizaje. Estas ideas adquiridas mediante un desarrollo investigativo, fortalecen la base conceptual y procedimental del profesorado y de los estudiantes de la Universidad El

¹ <http://mslatam.com/latam/technet/learning/Html-ES/home.asp>

² National Instruments: <http://ni.com/>

Bosque e instituciones educativas, propician el desarrollo tecnológico del país, generan credibilidad para el desarrollo de conferencias internacionales en Colombia, promueven el reconocimiento investigativo para el intercambio de conocimiento con universidades nacionales e internacionales y generan credibilidad en la participación de investigaciones y desarrollos tecnológicos internacionales que se presentan en la actualidad.

III. Planteamiento del problema de Investigación

Entre las herramientas que fortalecen la educación virtual, tales como los multimedios, los documentos de lectura, los chats, los foros y los Wikis, entre otros, no hay una que cruce la frontera entre el aprendizaje virtual y la aplicación real, directa y simultánea de los aprendizajes. En consecuencia, es necesario desarrollar un sistema de aprendizaje que supla esta carencia. En la visión integradora de los grupos de investigación que constituyen la presente propuesta, se pretende generar una estrategia de aprendizaje que, desde la virtualidad, se aleje de la simulación y vaya directamente a los aprendizajes procedimentales y conceptuales a través de la ejecución de operaciones válidas contextualmente, en otros términos, procedimientos cuyas consecuencias y efectos prácticos se observen en contextos reales y en tiempos reales.

En el campo de aplicaciones en Linux, y en general en la programación y el software, dado que la actividad se concentra en la aplicación de procesos y operaciones, se estima pertinente que los cambios se vean reflejados en un equipo de cómputo.

Para el diseño y desarrollo de programas con las características mencionadas, es necesario plantearse como mínimo dos interrogantes. En primera instancia, se debe tener información sobre ¿Cómo se pueden aprender herramientas de software libre en ambientes virtuales? De otro lado, a partir del conocimiento suministrado por la ingeniería de Sistemas, la psicología del aprendizaje y la pedagogía ¿Cuáles son las características técnicas y pedagógicas que debe tener un sistema de aprendizaje orientado a la Ingeniería de Sistemas?

Como complemento a los anteriores interrogantes, se debe plantear otros, ¿Cómo realizar un programa de aprendizaje virtual que permita a los estudiantes realizar talleres reales sobre laboratorios o equipos remotos? ¿Cómo organizar, en términos conceptuales, técnicos y

pedagógicos un programa para el aprendizaje de Linux y sus aplicaciones mediante el uso de nuevas tecnologías basadas en Internet? ¿Cómo diseñar una arquitectura de software de aprendizaje basada en estándares de Grid mediante la utilización de herramientas de desarrollo como Globus Toolkit? ¿Cuál sería el beneficio de la utilización de estas herramientas en un entorno educativo? Y, por último ¿Cómo generalizar y transferir las condiciones del diseño del programa a otros dominios del aprendizaje?

IV. Objetivos

A. General

- Diseñar y desarrollar una plataforma de aprendizaje virtual con capacidad de realizar prácticas reales a través de acceso remoto a equipos de cómputo, en un entorno Grid.

B. Específicos Técnicos

- Analizar los componentes de "Open Grid Service Architecture" (OGSA) y sus implementaciones para el diseño y desarrollo de la arquitectura de software y hardware de EVA R-Grid.
- Analizar los componentes de infraestructura "Open Grid Service Infrastructure" (OGSI) para el desarrollo de EVA R-Grid.
- Analizar y desarrollar la arquitectura para el funcionamiento e integración de los módulos de Enseñanza-Aprendizaje (MEA), administrativo de Usuario (MAU) y Administrativo del Sistema (MAS) en EVA R-Grid mediante Globus ToolKit.
- Analizar y desarrollar los módulos de enseñanza-aprendizaje (MEA); aprendizaje básico de Linux, DNS, SSH, SMTP (mail), Samba, DHCP de EVA R-Grid mediante Globus Toolkit.
- Diseñar y desarrollar especificaciones técnicas y pedagógicas para módulos de enseñanza EVA R-Grid.
- Diseñar y desarrollar el software de los módulos de administración del sistema y administración de usuario para EVA R-Grid.
- Integrar e implantar el sistema EVA R-Grid.

- Realizar pruebas y evaluación del desempeño del sistema.
- Divulgar el proyecto de investigación de EVA R-Grid.

C. Específicos Pedagógicos

- Identificar lineamientos teóricos, metodológicos y pedagógicos sobre el diseño e implementación de programas para el aprendizaje virtual de conceptos y procedimientos relacionados con Linux y sus aplicaciones.
- Diseñar una propuesta curricular para el aprendizaje virtual de Linux y sus aplicaciones.
- Implementar estrategias metacognoscitivas como alternativa pedagógica para la autoplaneación, el autocontrol y la autoevaluación de los procesos de aprendizaje.

V. Trabajos futuros

- El presente artículo, es una propuesta interdisciplinaria, que se desarrollará como macroactividades desglosadas de los objetivos anteriormente enunciados, a un plazo de 2 años. Donde se involucrarán estudiantes de las dos facultades comprometidas, para así estimular el desarrollo investigativo en la Universidad, estando así a la vanguardia de la investigación internacional en el campo de sistemas distribuidos.
- Como primer paso, se estudiarán y analizarán las diferentes capas que caracterizan OGSA, junto con estándares, aplicaciones y protocolos de comunicación para ser aplicados en el diseño de EVA R-Grid.

Referencias

[1] Amaratunga K. (2002). A Virtual Laboratory for real-time monitoring of civil engineering infrastructure, Kevin Amaratunga, Raghunathan Sudarshan, MIT, International Conference on Engineering Education, Manchester, Reino Unido.

[2] Ardaiz, O. (2004). L. Diaz de Cerio, A. Gallardo, R. Messeguer, K. Sanjeevan1, ULabGrid Framework for

Computationally Intensive Remote and Collaborative Learning Laboratories.

[3] Architecture Department, Polytechnic University of Catalunya, Barcelona, Spain.

[4] Carvajal, L. (2004). Using Grid Computing to Enable Hyperspectral Imaging Analysis, Thesis, University of Puerto Rico, Mayaguez Campus.

[5] Foster, I. (2004). The grid: blueprint for a new computing infrastructure, Morgan Kaufmann.

[6] Hesselink, L. (1996). CyberLab: Remote access to laboratories through the world-wide-web,

[7] Hunter, L. (2002). Internet use in constructivist classrooms. USA: University of Utah.

[8] Janicki, T. (1999). Increasing the effectiveness of Web-based tutorials by adding pedagogy to.

[9] King, L. (2003). Making the connection: Matching pedagogy to TESL student teachers' computer-training needs. Canada: Concordia University.

[10] Lambertus Hesselink, Dharmarus Rizal, Eric Bjornson, International Journal of Distance Education Technologies, Vol. 1, No. 1, Departments of Electrical Engineering and of Applied Physics Stanford University, Stanford California.

[11] Lao, T. (2002). A description of the experiences, perceptions, and attitudes of professors and graduate students about teaching and learning in a Web-enhanced learning environment at a Southwest border institution. USA: New Mexico State University.

[12] Organista, P. (2005). Conciencia y metacognición. En Avances en Psicología Latinoamericana, 23,77-89.

[13] Ransom (2003). The impact of ubiquitous computing on a teacher's practice: Factors and conditions affecting the operationalizing of a constructivist teaching philosophy. USA: Ball State University.

[14] Sotomayor, B. (2005). The Globus Toolkit 4 Programmer's Tutorial, University of Chicago, Department of Computer Science.

- [15] Szalay, A. (2001). The World-Wide Telescope, Technical Report, The Johns Hopkins University, Microsoft. Competencias y proyecto pedagógico. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- [16] Torrado, M. (1999). El desarrollo de las competencias: una propuesta para la educación colombiana. En Hacia una cultura de la evaluación para el siglo XXI. Santafé de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- [17] Torrado, M. (2000). Educar para el desarrollo de las competencias: una propuesta para reflexionar. En
- [18] Twigg, C. (2003). Improving quality and reducing cost; designs for effective learning change. New Rochelle, 35 (4), 23.
- [19] UNESCO (2002). Aprendizaje Abierto y a distancia: Consideraciones sobre tendencias políticas y estrategias, pag 30.
- [20] Web-based authoring tools. USA: Kent State University.

DANIEL ALBERTO BURBANO SEFAIR.

Ingeniero electrónico, MCpE Ingeniería Eléctrica y Computadoras, docente de la Facultad de Sistemas de la Universidad el Bosque, miembro de Equipo de Investigación en software Libre, coordinador línea grid computing.

e-mail: danielburbano@sistemasunbosque.edu.co

GUIOVANNA PAOLA SABOGAL ALFARO.

Ingeniera electrónica, especialista en teleinformática, MSc(c)en Telecomunicaciones. Docente de la Facultad de Sistemas de la Universidad el Bosque, coordinadora del Equipo de Investigación en Software Libre EQUIS.

e-mail: guiovanasabogal@sistemasunbosque.edu.co

PEDRO ORGANISTA PSICÓLOGO.

Especialista en desarrollo intelectual y educación, PhD(c) en Desarrollo aprendizaje y educación. Docente Facultad de Psicología Universidad el Bosque, coordinador del grupo de Investigación en Psicología Educativa, procesos de aprendizaje y procesos cognoscitivos aplicados.