

# Arquitectura orientada a servicios web para el desarrollo de instituciones de educación superior en Colombia

José N. Pérez<sup>1</sup>

Blanca M. Castro<sup>2</sup>

## RESUMEN

Tres grandes desafíos que enfrenta la educación superior colombiana en el presente milenio son: pertinencia, calidad e internacionalización. Indudablemente, estos tres requerimientos, tienen un soporte fundamental en las modernas Tecnologías de la Información, las Comunicaciones y la Gestión del Conocimiento (TICs & GC). En este documento, se muestra una arquitectura con varios niveles lógicos plenamente orientada a servicios Web, en donde es posible realizar procesos de modernización al interior de las Instituciones de Educación Superior colombianas, para asumir los retos planteados, mediante el uso intensivo de las tecnologías mencionadas.

## ABSTRACT

Three great challenges faced by Colombian Higher Education in the present millennium are: pertinence, quality and internationalization. Undoubtedly, these three requirements have a fundamental support on modern Information Technologies, Communications and Knowledge Management (TICs & GC). In the document herein, we show architecture with several logic levels fully oriented to Web services, where it is possible to carry out modernization processes within Colombian Higher Education Institutions, for assuming the stated challenges, through the intensive use of the above mentioned technologies.

## INTRODUCCIÓN

La educación superior, es un factor fundamental para el desarrollo de las naciones; por esto es necesario incorporarle plenamente los beneficios de las nuevas tecnologías, que permiten tener acceso a nuevas formas de difusión y apropiación del conocimiento, propiciando la formación de hombres innovadores y creativos, capaces de participar activamente en la transformación que exige la rapidez del desarrollo.

Simultáneamente, en Colombia, es necesario introducir en las Instituciones de Educación Superior (IEs), nuevas metodologías y modelos pedagógicos, en los cuales se privilegie la investigación, la interacción y el trabajo en equipo, esto exige la dotación de una infraestructura adecuada, capaz de dar cobertura a todas las dependencias de las instituciones y la capacitación y desarrollo de competencias laborales,

para la óptima utilización de dichos recursos; la internacionalización de los conocimientos implica la superación de métodos anacrónicos de investigación y la disponibilidad de instrumentos de comunicación, que hagan posible una mayor integración de las comunidades educativas, académicas y científicas.

En tal sentido, las TICs & GC, introducen de manera creciente, importantes oportunidades en términos de interacción asincrónica entre protagonistas del proceso de creación y difusión del conocimiento, al tiempo que contribuyen a democratizar el acceso a sistemas de información distribuida, contribuyendo a la democratización del conocimiento.

En la actualidad las TICs & GC [1], son decisivas para el uso compartido y transferencia de información y conocimientos entre universidades [2]. De hecho, la tendencia creciente hacia el uso intensivo de la Web, en las diferentes esferas de la sociedad es una consecuencia directa de la interconexión y la disponibilidad de recursos informáticos y de comunicaciones a gran escala.

## I. SERVICIOS WEB

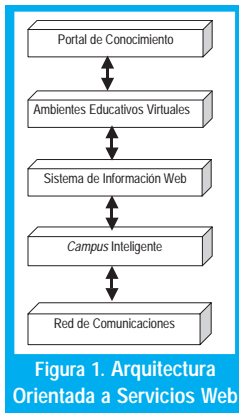
Los servicios Web identifican una de las tendencias más recientes en el desarrollo de aplicaciones, que atrae la atención de los desarrolladores que trabajan en todas las plataformas computacionales disponibles en la actualidad. Este nuevo paradigma, procura unir los aspectos altamente productivos de la computación multinivel, caracterizada por ser fuertemente acoplada, con conceptos de la Web orientados a mensajes, débilmente acoplados. Un servicio Web, es un componente de software, que expone sus características sobre la Internet o a nivel de Intranet, usando estándares tales como HTTP y XML, para interactuar con otro dinámicamente, mediante protocolos de comunicación, descripción de servicios y servicios de descubrimiento [3], [4].

## SERVICIOS WEB EDUCATIVOS Y ESTANDARIZACIÓN

En el ámbito educativo, el SCORM propone un modelo estándar de definición de cursos en línea, con sus contenidos, evaluaciones y diversas utilidades educativas y también un entorno de aprendizaje donde poder utilizar esos cursos y utilizar las evaluaciones y herramientas educativas necesarias.

<sup>1</sup> Miembro Grupo de Investigación GICOGGE de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

<sup>2</sup> Miembro Grupo de Investigación GICOGGE de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



## II LA ARQUITECTURA PROPUESTA

En la Fig 1, se muestran los principales niveles tecnológicos, que implican la inserción en las IEs colombianas, de modernas TICs & GC, orientadas a servicios Web. A continuación, se describe cada nivel de la arquitectura.

### PORTAL DE CONOCIMIENTO

Un portal de conocimiento, es un portal mejorado de información cuyo objetivo es la producción, integración y gestión de conocimiento [5]; de hecho produce, provee y gestiona información con respecto a la validez de la información que suministra. Además, se distingue de la mera información, provee facilidades para la generación de conocimiento a partir de información y se orienta hacia la producción e integración de conocimiento más que de información [6]. Entonces, un portal de conocimiento es un servicio que sitúa en la Web, la producción, la integración y la gestión de conocimiento.

Dado que los portales de conocimiento comparan varias características de los portales de información, estos también incorporan una interfaz con base en un navegador, gestionan datos estructurados y datos no estructurados, producen, integran y gestionan cooperativamente conocimiento. Esto significa, que los casos de uso deben soportar la adquisición de información, el aprendizaje individual y en grupo, la formulación y validación de demandas de conocimiento, su difusión, búsqueda y recuperación y su uso compartido en la enseñanza.

Un portal de conocimiento en un entorno universitario, es un sistema de tecnologías avanzadas dirigido hacia la producción, adquisición, transmisión y gestión de conocimiento centrado en las actividades educativas, de investigación y de gestión académica. Además, tal portal de conocimiento debe ser capaz de proveer, producir y gestionar información con respecto al conocimiento e información que suministra.

En otras palabras, un portal de conocimiento en el ámbito universitario, provee información con respecto a las diferentes actividades de la institución pero adicionalmente proporciona metainformación como un ingrediente fundamental para la toma de decisiones. La misión de un portal de conocimiento no es sólo facilitar el acceso a un gran volumen de información similar al de una biblioteca, sino ayudar activamente a los interesados en sus procesos académicos, científicos y culturales.

El portal de conocimiento proveerá un mecanismo de acceso a la dinámica de gestión del conocimiento en las IEs colombianas, con base en la Web, de manera personalizada, permitiendo a los distintos usuarios (estudiantes, docentes, administrativos, ciudadanos, sector gubernamental) una visión personalizada de las respuestas a sus requerimientos de información y conocimiento.

## AMBIENTES EDUCATIVOS VIRTUALES

Un ambiente educativo virtual es un entorno que soporta sus actividades administrativas, educativas y de investigación, superando las fronteras del tiempo y el espacio. Los conceptos de aprendizaje asíncrono, curso virtual y salón virtual, como también el estudio y la investigación en torno a nuevos modelos pedagógicos, hacen parte de la idea de universidad virtual. No obstante, este entorno educativo, debe apoyarse en una adecuada infraestructura de sistemas informáticos, de comunicaciones y de gestión del conocimiento.

Según esto, los ambientes educativos virtuales para la educación superior, son un aspecto importante de investigación y desarrollo. Esto significa, que es necesario desagregar esta iniciativa en tópicos de investigación que contribuyan a dar pasos fundamentales en la aplicación de tecnologías de integración de información fundamentales y en la consolidación y desarrollo de los componentes de la universidad virtual, como auténticos servicios Web.

Los servicios educativos a este nivel implican la integración de tecnologías orientadas a objetos [8], [9], [10], bajo el paradigma de sistemas distribuidos en la Web [11], [12] y la definición de esquemas de seguridad en los campos de Internet e Intranet.

En el ámbito administrativo, la integración de los diversos componentes de los ambientes educativos virtuales, exige la modernización de sistemas de soporte administrativo como: control académico, personal, financiero, investigación y gestión del flujo de trabajo y el desarrollo de otros subsistemas tales como: publicaciones electrónicas, biblioteca digital y sistemas de gestión en línea.

La institucionalización de los ambientes educativos virtuales, implica un arduo trabajo de persuasión, motivación y vinculación de las distintas instancias académicas y administrativas de las IEs, con suficiente motivación e interés en el tema de la virtualidad en la educación.

### SISTEMAS DE INFORMACIÓN ACADÉMICOS SOPORTADOS EN SERVICIOS WEB

Los sistemas de información en la Web para las IEs colombianas, deben involucrar las diferentes comunidades de usuarios, así como la posibilidad de acceder a la información académica e investigativa al interior de las mismas, a nivel local, nacional e internacional.

Esta nueva concepción se basa en la idea de que un sistema puede ser modelado como un conjunto de objetos que interactúan entre sí [13]; de manera que organizar electrónicamente la información, se reduce a identificar dichos objetos y modelar adecuadamente sus características y comportamiento. De cualquier forma, las nuevas tendencias en el manejo de la información resaltan puntos de importancia tales como: reutilización, compatibilidad, eficiencia,

Los portales de conocimiento hacen posible gestionar el ciclo de vida de los procesos de innovación en las universidades.

mantenimiento y continuidad del desarrollo informático aplicado.

Los componentes fundamentales tienen que ver con la posibilidad real de la integración vía Web de la gestión administrativa, gestión de la educación e investigación y otros sistemas básicos de infraestructura.

La gestión administrativa implica varios sistemas a saber: sistemas de correo electrónico y cartelera electrónica, sistemas de gestión del flujo de trabajo, sistemas de gestión de personal, sistemas de gestión financiera y sistemas para la seguridad social.

La gestión académica busca dotar a los estudiantes y equipos de trabajo con modernos procedimientos para el registro y control académicos. El acceso al registro de cursos debe proporcionarse vía Web e Intranet [14], con el propósito de evitar conflictos y cuellos de botella al momento de realizar los procesos de registro de asignaturas. Deben ofrecerse otros servicios académicos vía Web como pago de matrículas, exámenes diferidos y gestión de cuentas de estudiantes en la institución.

Los sistemas de Gestión del Aprendizaje y la Investigación comprenden: sistemas de catálogo de biblioteca, compartidos y en línea, y sistemas estandarizados de gestión de información de biblioteca.

Otros sistemas de infraestructura comprenden: sistemas de ventas en línea, periódicos y revistas electrónicas y el sistema de extensión que deberá contar con una base de datos de consultores, asesores y proyectos de extensión.

### CAMPUS INTELIGENTE HABILITADO MEDIANTE SERVICIOS WEB

El nivel de campus inteligente, se soporta en la aplicación del concepto de automatización de edificios pertenecientes a las IEs y su interconexión mediante redes de banda ancha, administrables mediante servicios Web, construidos a partir de SNMP. Existen tecnologías que hacen posible tal implementación y constituyen el fundamento de esta iniciativa, clave para la modernización de las universidades colombianas.

Las actuales posibilidades tecnológicas permiten ofrecer comodidad, seguridad, confiabilidad, flexibilidad y eficiencia de acuerdo con el planteamiento básico de una educación de calidad que garantice la equidad social [15]. La comodidad se traduce en tener mejores condiciones de actuación y de trabajo (control ambiental), tales como iluminación adecuada y climatización entre otras.

La seguridad es un aspecto básico que involucra funciones tales como: protección del patrimonio, control de ingreso y estacionamiento de vehículos, detección, alarma y combate de incendios; detección y control de actos de intrusión; monitoreo de imágenes; sistemas de intercomunicación. Es posible,

tener la capacidad de situar el monitoreo de cada parámetro de la universidad en sitios a distintos niveles: local, de campus, metropolitano, nacional o internacional, haciendo uso de las redes de comunicaciones, adicionando así valor agregado a ellas.

La confiabilidad es un factor específico de seguridad relacionado con el buen funcionamiento de los equipos y sistemas de infraestructura. Para ello, se monitorea con equipos de óptima calidad, el funcionamiento de cada subsistema como energía eléctrica, hidráulica y de gas, fuentes alternas y dispositivos de reserva. Adicionalmente se implementan sistemas administrativos de mantenimiento.

La flexibilidad significa que el sistema instalado es diseñado para aceptar nuevos recursos tecnológicos, equipos, sistemas y funciones. De la misma forma, dicho sistema estará en capacidad de aceptar las tecnologías que corrientemente estén siendo usadas, para que cumplan su ciclo de vida útil.

La eficiencia tiene que ver con el uso racional de los recursos para lograr un funcionamiento al menor costo con el máximo logro. Por tanto el sistema provee manejo energético y control de procesos.

### Modelo Genérico de Edificios Inteligentes

Un edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios y administración, con las interrelaciones entre ellos [16]. Los edificios inteligentes ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de costo, confort, comodidad, seguridad, flexibilidad y comercialización.

El *Instituto del Edificio Inteligente (Intelligent Building Institute, IBI)*, divide las necesidades de los ocupantes, propietarios y operadores del edificio en cuatro partes o elementos:

- **La estructura.** Todo lo que se refiere a la estructura y diseño arquitectónico, incluyendo los acabados y el mobiliario. Entre sus componentes están: la altura del piso al techo, la utilización de pisos elevados y paneles registrables, cancelería, ductos y registros para las instalaciones, tratamiento de fachadas, utilización de materiales a prueba de fuego, acabados, mobiliario y ductos para cableado y electricidad.
- **Los sistemas.** Son todas las instalaciones que integran un edificio. Entre sus componentes están: aire acondicionado, calefacción y ventilación, energía eléctrica e iluminación, controladores y cableado, elevadores y escaleras mecánicas, seguridad y control de acceso, seguridad contra incendios y humo, telecomunicaciones, instalaciones hidráulicas, sanitarias y seguridad contra inundación.

La Web facilita llevar de manera directa al estudiante los conocimientos generados al interior de la universidad.

Los edificios inteligentes mejoran los niveles de la calidad de vida de los distintos miembros de la comunidad universitaria.

- **Los servicios.** Como su nombre lo indica, son los servicios o facilidades que ofrecerá el edificio. Entre sus componentes están: comunicaciones de video, voz y datos, salas de juntas y cómputo compartidas; área de fax y fotocopiado; correo electrónico y de voz; limpieza; estacionamiento; escritorio de información en el lobby o directorio del edificio; facilidad en el cambio de teléfonos y equipos de computación; centro de conferencias, auditorio compartido y videoconferencias.
- **La administración.** Se refiere a todo lo que tiene que ver con la operación del mismo. Entre sus variables están: mantenimiento, administración de inventarios, reportes de energía y eficiencia, análisis de tendencias, administración y mantenimiento de servicios y sistemas. La optimización de cada uno de estos elementos y la interrelación o coordinación entre sí, es lo que determinará la inteligencia del edificio.

### REDES DE COMUNICACIONES ADMINISTRABLES MEDIANTE SERVICIOS WEB

Esta infraestructura estará constituida por enlaces de banda ancha, de modo que se conecten con suficiente capacidad, las sedes actuales y futuras de las IEs. Se busca dotar a las universidades colombianas, de una auténtica superautopista de información, que garantice el ancho de banda requerido por las aplicaciones multimediales, que serán el soporte tecnológico, de la pedagogía de la interactividad en la futura universidad virtual [17].

Esto, facilitará una adecuada conformación del tráfico multimedia, en IEs preparadas para la sociedad del conocimiento, entendidas como aquellas, que se construyen en torno a la comunicación, aspecto fundamental y decisivo en la educación.

Durante los últimos años se han producido cambios radicales en la tecnología de las telecomunicaciones, particularmente en sistemas de transmisión y dispositivos ópticos, las redes operan en el orden de los gigabits por segundo. Además, existen procesadores poderosos y dispositivos de almacenamiento de alta capacidad que facilitan el surgimiento creciente de aplicaciones multimediales. El uso de estos desarrollos, permite la construcción de un nuevo ambiente para que la educación virtual tome ventaja del poder computacional de la llamada multimedia y de la capacidad expandida de las redes, facilitando a grupos de usuarios, ubicados en diversos puntos geográficos, comunicarse y compartir documentos multimediales para mejorar los procesos de aprendizaje.

La ampliación de la cobertura educativa en las IEs, es posible, gracias a la masificación del envío de contenidos educativos, aprovechando los grandes anchos de banda disponibles en el canal de comunicaciones. En particular, con las tecnologías de televisión digital, se pueden radiodifundir grandes cantidades de infor-

mación, que permiten ampliar directamente la cobertura de los programas educativos, favoreciendo el uso óptimo de los canales de acceso a Internet en los distintos entes del sector educativo.

Según los estándares internacionales, la teledifusión de datos puede definirse como la capacidad para enviar datos en una señal de transporte de televisión, resultando en una combinación en la que convergen tanto la transmisión de datos como la televisión, hecho que favorece el envío de contenidos educativos, entretenimiento y otros servicios interactivamente a través de la señal de televisión.

El canal de transporte ha sido pensado para montarlo sobre cable, satélite, transmisión terrestre incluyendo datos y metadatos, constituyéndose en un medio más enriquecido, pues el transporte digital, permite el movimiento simultáneo de video, audio, datos y metadatos, no insertados en ellos. La mayoría de los actuales sistemas de transporte digitales son capaces de llevar más de 20 Mbps.

Las tecnologías de transporte digital tienen más alta confiabilidad que las analógicas, por cuanto incluyen dentro de sus algoritmos nativos, esquemas de corrección avanzada de errores, que aumentan la robustez de la señal recibida, garantizando la integridad de la corriente de datos y un aumento drástico en la calidad del servicio.

La *Televisión Digital* (Digital Television DTV), envía una señal digital comprimida en el mismo espacio que se usa para transmitir la señal analógica de hoy. El proceso actual de estandarización de DTV, busca reemplazar los actuales canales analógicos que han venido operando desde la primera mitad del siglo XX. Esta nueva tecnología hace posible transmitir un flujo de datos de 19 Megabits por segundo, pudiéndose combinar señales digitales de audio, video y datos. Esto es idéntico a llegar simultáneamente al hogar de 400 usuarios usando módems de 56 kbps. El volumen de la inmensa cantidad de información en ese flujo de datos se aumenta enormemente puesto que la señal es adicionalmente comprimida, para luego ser almacenada y transmitida. El esquema de compresión obedece al estándar MPEG-2, que es el mismo que se usa en los CDs, DVDs, video en la Web y en la mayoría de los sistemas de transmisión satelital.

Con la llegada de la DTV es factible arribar a una modalidad de televisión superior. La DTV tiene el poder de unir señales de televisión con flujos de datos de manera altamente integrada, situación que permite a los productores de televisión pública y a las IESs, la generación de programas educativos contando con un video completamente mejorado. Esta convergencia multimedial posibilita llevar hasta el hogar del estudiante programas que incorporan el contenido de un CD incluyendo imágenes, texto y audio de soporte académico o cultural, para ser recibidos por un computador personal.



Adicionalmente, gracias a los logros de la televisión interactiva, el televidente puede conectarse a programas; usando información que mantiene guardada de manera local o vía Internet, puede pedir materiales educativos multimediales, que recibirá directamente en su estación de trabajo de manera local, con las grandes aportes que esto implica en sus procesos cognitivos mediante a la interacción con el sistema.

A fin de aumentar la interactividad o disminuir las cargas de uso de los servidores, se puede recurrir a un sistema asimétrico de acceso a la información, usando líneas telefónicas convencionales para solicitarla y el canal de banda ancha disponible en televisión para enviarla a los usuarios.

### III. PROTOTIPO

Actualmente, se están implementando los niveles de redes de comunicaciones y campus inteligente de la arquitectura propuesta, en el edificio Sabio Caldas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá. Se tendrá un conjunto de 26 laboratorios, 6 laboratorios de informática, 30 aulas de clase, auditorio, sala de videoconferencias, sala de profesores, biblioteca, hemeroteca, facilidades de ascensor, corredores, escaleras panorámicas, cafetería y parqueaderos, este edificio con sus ocho pisos acogerá cerca de 1500 estudiantes de los distintos programas de la Facultad de Ingeniería.

Los servicios en el edificio pueden presentarse en dos categorías: una hacia el ambiente de confort y disponibilidad de facilidades para los usuarios (profesores, estudiantes, investigadores, y demás funcionarios), la otra orientada a las funcionalidades de interés para la administración del edificio y su integración al campus universitario, como son los elementos que proveen la conectividad, inteligencia, capacidad de gestión, optimización de recursos y sostenibilidad.

Algunas de las facilidades previstas para los usuarios incluyen: acceso e integración a la Red UDNET, acceso a Internet en todas las modalidades y tecnologías como son Web, e-mail, chat, news, servicios para trabajo en grupos, comunicaciones telefónicas de voz sobre IP, video bajo demanda preprogramado para las aulas de clase, difusión de video, servicios de videoconferencia entre estaciones de trabajo, videoconferencia con otras sedes de la Universidad y con el exterior, acceso a la Red UDNET por vía inalámbrica en todo el edificio, particularmente en la cafetería, pasillos y auditorio, servicios especiales para prácticas de laboratorio con muestreo y adquisición de datos accesible para grupos de trabajo, laboratorios virtuales con software especializado soportado por la red. El sistema integrador que recogerá y operará todas las señales de control del edificio debe ser administrable vía Web.

Desde el punto de vista tecnológico la televisión digital permitiría ampliar rápidamente la cobertura educativa de las universidades.

## TRABAJO FUTURO

Los niveles de la arquitectura propuesta, correspondientes al portal de conocimiento, los ambientes educativos virtuales y sistemas de información, están en la fase de análisis, por ello serán reportados en comunicaciones posteriores. No obstante, se espera su implementación, haciendo uso innovativo de los conceptos más importantes en los servicios Web, a medida que madure dicho paradigma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A, Hoog, R., Shadbolt, N., Van de Velde, W., Wielinga, B. Knowledge Engineering and Management "The CommonKADS Methodology. MIT Press, Cambridge, Massachusetts London, England, 2000.
- [2] Silvio, José, La virtualización de la Universidad, IESALC/UNESCO, Editorial UNESCO, Caracas, 2000
- [3] Aissi, S., et al. E-Business Process Modeling: the Next Big Step. IEEE Computer, pp. 52-62, May, 2002
- [4] Curbera, F., et al. 2002. Unraveling the Web Services Web. An Introduction to SOAP, WSDL, and UDDI. IEEE Internet Computing, pp. 86-93. March-April, 2002
- [5] Firestone M., 2000, Knowledge Management: A framework for Analysis and Measurement. October 1, <http://www.dkms.com>
- [6] Nonaka, I., Takeuchi, H., 1995, The Knowledge Creating Company. Oxford, UK, Oxford University Press
- [7] Booch G, Rumbaugh J., Jacobson I., 1999, El Lenguaje de Modelado Unificado. Addison Wesley
- [8] Meyer B., 1998, Object Oriented Software Construction. New York, NY Prentice Hall
- [9] D'Souza D, Cameron A., 1999, Objects, Components and Frameworks with UML. The Catalysis Approach
- [10] Booch G., 1996, Análisis y Diseño Orientado a Objetos con Aplicaciones. Addison Wesley, segunda edición
- [11] Ginige A., Murugesan A., 2001, Web Engineering: An Introduction. IEEE Multimedia Magazine, January-March
- [12] Ginige A., Murugesan A., 2001, The Essence of Web Engineering. Managing the Diversity and Complexity of Web Application Development. IEEE Multimedia Magazine, April-June
- [13] Booch G., 1996, Object Solutions. Managing the Object Oriented Project, Addison Wesley
- [14] Gellersern, H., 1999, An Object Oriented Model for the Web Application Development Process, IEEE Internet Computing, January -February
- [15] Pérez, J. N. Modelo Arquitectónico para la Estructura Computacional de la Universidad Distrital Virtual, Revista Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Vol 6, No 1, 2001
- [16] Geissler, Richard, Alternativas de Vanguardia, Últimos Avances y Conceptos en el Mundo del Edificio Inteligente, en Conferencia 2 del Seminario del Intelligent Buildings Institute, 1992. México, Mayo
- [17] Talero, L., Pérez, J. N. Consideraciones Acerca de la Calidad del Servicio en las Redes de Datos en las Universidades Colombianas. Memorias I Congreso Internacional Sociedad de la Información, CISIC 2002, Las Palmas de Gran Canaria, 27, 28 de Febrero, McGraw Hill, Editores Manuel Rodríguez, Luis Joyanes Aguilar, 1 de Marzo de 2002.

### José Nelson Pérez Castillo

Ingeniero de Sistemas, Universidad Distrital. Magister en Teleinformática Universidad Distrital. Doctor en Informática, Universidad de Oviedo. Profesor Titular Facultad de Ingeniería Universidad Distrital. [nelsonp@udistrital.edu.co](mailto:nelsonp@udistrital.edu.co)

### Blanca Magdalena Castro Vargas

Licenciada en Ciencias de la Educación, Universidad Pedagógica Nacional. Magister en Evaluación y Desarrollo Educativo Regional, Universidad Pedagógica Nacional. Profesora Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital. [bcastro@udistrital.edu.co](mailto:bcastro@udistrital.edu.co)