

medios para lograr los objetivos deseados. Podemos decir entonces, que la ciencia es un cuerpo de principios y la ingeniería un cuerpo de métodos basados en los principios de la ciencia. Esto nos lleva a pensar que mientras los ingenieros de software se basan en su experiencia personal, los demás ingenieros se basan en la experiencia de toda la humanidad, representada en los métodos de su ingeniería.

La ingeniería del software se define como la aplicación de métodos sistemáticos, disciplinados y cuantificables al desarrollo, funcionamiento y mantenimiento de programas informáticos. Basados en las definiciones anteriores, vemos que la ingeniería del software no es todavía una ingeniería madura, puesto que la gran mayoría de sus métodos son sistemáticos y disciplinados pero pobres en principios teóricos formales cuantificables. La crisis del software seguirá agudizándose, a menos que se adopten las características de las ramas de la ingeniería, que están firmemente basadas en la ciencia y en las matemáticas. El pensamiento matemático es crítico para el desarrollo productivo de una disciplina de ingeniería.

Infortunadamente, la parte de ciencias de la computación correspondiente al estudio de los algoritmos como sus fundamentos teóricos, análisis formal de complejidad algorítmica, métodos formales para la especificación y validación de algoritmos y máquinas abstractas para su ejecución, no constituyen los fundamentos de los métodos y conjunto de herramientas utilizadas por una gran mayoría de desarrolladores de software; como tampoco lo son muchas veces el álgebra ni el cálculo relacional, cuando se usa tecnología de bases de datos relacionales. Y lo que es peor aún, su formación en la universidad les dejó la idea de que las ciencias de la computación son pura matemática; no se dieron cuenta que la matemática es el len-

guaje que usa la ciencia para expresar sus principios y leyes. Nuestro medio está tan alejado de la ciencia que es muy común oír decir a nuestros ingenieros, que la matemática que les enseñaron en la universidad era un mecanismo de gimnasia mental y un medio para obtener capacidad de raciocinio. La verdadera formación de un ingeniero no está en el estudio de la matemática, sino en la comprensión y entendimiento de las leyes y principios de la ciencia en la cual se apoya su ingeniería, expresados en un lenguaje matemático.

Desde los años sesenta se han anunciado muchas innovaciones destinadas a resolver las crisis del software. Se proclamó que la programación estructurada era un cambio de paradigma, luego se han anunciado como solución los lenguajes de cuarta generación, las herramientas CASE y últimamente la tecnología orientada a objetos, pero los resultados no han sido muy halagadores. La pobreza teórica de esta diversidad de métodos y herramientas no les ha permitido lograr su objetivo. Todas estas propuestas impulsan la *construcción de mejores cosas*, pero lo que realmente se necesita para consolidar la ingeniería del software es una propuesta que impulse el *construir mejor las cosas*.

Lo que uno recibe por cada peso invertido en un computador se duplica cada año y medio. El desafío para los desarrolladores de software no sólo es grande sino que va en aumento y para no verse superados por semejante demanda, los ingenieros de software tendrán que cambiar sus métodos de trabajo. La historia nos muestra que cincuenta años no han sido suficientes para que la ingeniería del software alcance la madurez necesaria. No sabemos exactamente cuántos años más se necesitan, para que la ingeniería del software se convierta en la ingeniería madura que la sociedad informática requiere.

COMUNICACIONES Y SOCIEDAD EL INGENIERO DE SISTEMAS FRENTE AL SIGLO XXI

CARLOS H. ARDILA

JUAN MANUEL MADRID*

Ingeniero de Sistemas del ICESI
Director Red Institucional. Profesor ICESI

El siglo XXI está cada vez más cerca. Los avances en los sistemas y en las telecomunicaciones ponen de manifiesto maneras cada vez más ágiles y eficientes para facilitar las comunicaciones entre los seres humanos. Ante esta gran ola de avances, ¿qué actitud y qué responsabilidades debe asumir el gremio de los ingenieros de sistemas? La intención de este artículo es presentar una visión de los servicios y tendencias que en cuanto a comunicación se están vislumbrando desde ahora, y concluir estableciendo algunas de las acciones que los ingenieros de sistemas debemos tomar para aprovechar esta revolución en beneficio del mundo entero.

LA COMUNICACION ENTRE SERES HUMANOS

De todos los inventos del hombre, los que han causado un impacto más grande, han sido aquellos que han incrementado de manera dramática el ancho de banda (es decir, la capacidad de transmitir información) entre los seres huma-

nos. En un inicio, esta capacidad era muy reducida, puesto que la información sólo se podía transmitir por vía oral. La invención de la escritura ayudó, pero aún así, la producción masiva de material escrito sólo comenzó hasta la invención de la imprenta. Este invento fue el primer salto hacia la masificación de la información. Luego han seguido surgiendo medios de comunicación más ágiles, tales como la radio, el teléfono, el télex, la televisión y la fotocopiadora. Con la invención de los PCs y el fenómeno de la gran expansión de las redes de cómputo, surgen nuevas alternativas de comunicación como el correo electrónico y el web. Todos estos nuevos servicios ponen a disposición del hombre una cantidad cada vez mayor de información, a un costo cada día menor. Nos vamos acercando al día en que las comunicaciones sean virtualmente gratuitas.

El computador por sí solo ha sido un invento que ha cambiado completamen-

* Este artículo está basado en la conferencia del mismo nombre, dictada por el Ingeniero Carlos H. Ardila en el marco del Primer Encuentro de Egresados de Ingeniería de Sistemas del ICESI, el 15 de marzo de 1996. Juan Manuel Madrid compiló y complementó el material de dicha conferencia, para lograr como producto final este artículo.

te nuestras vidas, pero «los efectos de la revolución del PC palidecen al compararlos con los que generarán los PCs conectados en red», en palabras de Bill Gates. La gran importancia de las redes no estriba en la interconexión de los computadores, sino en los servicios de valor agregado que pueda prestar a los usuarios. Para el caso de Internet, dos servicios de capital importancia que se ofrecen son el correo electrónico y el World Wide Web; a continuación se analizan ambos.

EL CORREO ELECTRONICO

El correo electrónico es quizá el servicio de valor agregado más usado en todas las redes del mundo. Funciona de manera análoga al sistema postal normal, pero en lugar de cartas escritas en papel se transmiten mensajes electrónicos a través de la red.

Entre las ventajas del correo electrónico se pueden mencionar las siguientes:

- La comunicación es completamente asincrónica, dado que no se requiere de la presencia simultánea de ambos interlocutores para establecerla (como es el caso de las llamadas telefónicas. Se ha comprobado que el 75% de las llamadas de negocios se pierden, porque el receptor no se encuentra en el lugar, o no está dispuesto a hablar). Basta con que el remitente envíe el mensaje, y el destinatario podrá leerlo cuando tenga tiempo disponible. Esto supone la creación en las personas de una cultura de lectura diaria del correo electrónico, para que este medio pueda mostrar todas sus bondades.
- La comunicación de uno a muchos es tan fácil de establecer como la comunicación uno a uno. Basta con conocer las direcciones electrónicas de todas las personas a las que va

dirigido el mensaje y asociarlas a un nombre de grupo, para posibilitar la escritura del mensaje una sola vez y enviarlo a la dirección del grupo (es decir, el esfuerzo efectuado para dirigir una comunicación hacia varias personas, es el mismo que se hace para dirigirla a una sola).

- Por su agilidad, el correo electrónico tiende a ser muy informal, sin que esta informalidad signifique una pérdida del respeto hacia los demás. Al contrario, contribuye a un aplanamiento de las jerarquías sociales y de la organización, pues la gente tiende a ignorarlas cuando se ve envuelta en este ambiente.
- Esta misma informalidad favorece el surgimiento de un lenguaje alterno entre las personas. Muchas veces, por las jerarquías discutidas en el punto anterior, o debido a la timidez de las personas, las comunicaciones presenciales son difíciles o se efectúan en un ambiente de estricta formalidad. Con el correo electrónico estas barreras desaparecen, siendo las personas más espontáneas y abiertas. Una conversación por correo electrónico es, en la mayoría de los casos, completamente distinta a una efectuada personalmente, por el lenguaje empleado y el estilo. Se ha llegado inclusive a inventar símbolos que sirven para transmitir al interlocutor sentimientos en el mensaje, como es el caso de los «smileys» o *emoticones*.
- Los costos de enviar un mensaje por correo electrónico son muy bajos, porque el costo de la inversión inicial se ve compensado por los ahorros en tiempo de las partes involucradas, papel, mensajeros y uso de medios de comunicación que son más costosos. En un estudio hecho en Estados Unidos en 1995, se calculó el costo de enviar dos pági-

nas de texto por diferentes medios, incluyendo el costo del procedimiento administrativo necesario, la transmisión por el medio, el tiempo de las personas involucradas, etc. Como puede deducirse de la tabla, el correo electrónico por sí mismo, puede pagar con creces la inversión inicial hecha en el montaje de toda la red.

Medio	Costo (US\$/2 págs.)
Correo ordinario	8.50
Teléfono	8.10
Fax	1.50
Correo electrónico	0.37

Pero el correo electrónico tiene también algunos efectos que pueden mover a preocupación, por ejemplo:

- El hecho de que una persona pueda comunicarse con gente de todo el mundo con la mayor facilidad, puede ocasionar que cada interlocutor absorba elementos culturales del otro. Este fenómeno se conoce como polinización de las personalidades. Por esta razón, algunos países como Irán, han prohibido el acceso a Internet, considerándola destructora de civilizaciones y un elemento más de la dominación norteamericana.
- Como con el correo normal, se pueden presentar problemas de congestión con el «correo basura» (junk mail), que consiste por lo general en la propaganda y los anuncios que la gente no mira, pero que aún así ocupa los canales de comunicación y los dispositivos de almacenamiento de los computadores y hace perder tiempo al destinatario. Una posible solución para esto sería pagarle a

los lectores por abrir determinado mensaje de correo que contiene publicidad, mediante un mecanismo automático que se activaría al abrir el mensaje para leerlo por primera vez.

- Otro aspecto que es una barrera para mucha gente actualmente es el idioma. Por lo general, todas las comunicaciones en el Internet y en las grandes redes se hacen en idioma inglés; de ahí que una persona que no domine este idioma se va a ver muy limitada para beneficiarse de los servicios de la red. Esto no sólo se aplica al correo electrónico, sino a los demás servicios, tales como el World Wide Web.

EL WORLD WIDE WEB

Puede decirse que el World Wide Web es una gran base de datos distribuida a nivel mundial, que funciona con el concepto de hipertexto. Cuando se accede a un sitio Web² a través de la red, se ven «páginas» que contienen texto y gráficas (a veces también sonidos, videos y animaciones). En estas páginas existen objetos sensibles, que al ser pulsados con un ratón, permiten saltar a otra página, que bien puede estar en el mismo sitio, o en cualquier lugar del mundo.

Dado el gran crecimiento que ha tenido la Internet recientemente, y la gran facilidad con la que se pueden crear sitios Web, se puede ver el gran impacto del concepto: Cualquier persona puede dar a conocer sus conocimientos o sus productos a un mercado potencial de más de cincuenta millones de personas de todo el mundo.

2. Un sitio Web consiste en un computador de capacidad más o menos grande, donde están almacenadas las páginas Web y todos los objetos que éstas contienen. Estos computadores se conocen también como servidores Web; los computadores de los usuarios del servicio deben conectarse a estos servidores a través de la red para poder acceder a las páginas.

Sin embargo, esta nueva tecnología requiere de verdaderos artistas que sepan combinar y manejar todos los elementos disponibles. La diferencia básica entre un sitio Web creado por profesionales y uno diseñado por aficionados no se deberá tanto a la capacidad de conseguir herramientas para construir y mantener el sitio (porque este software es virtualmente gratuito y está a disposición de todo el mundo) sino al talento de las personas. Entre los aspectos que se deben tener en cuenta para diseñar un buen sitio Web están los siguientes:

- Debe hacerse una evaluación de belleza contra desempeño. Una página sencilla no deja por ello de ser bella, y su desempeño puede ser sustancialmente mejor que el de una página demasiado recargada con gráficos. Debe tenerse en cuenta que los anchos de banda disponibles en Internet son limitados, y esto demora la carga de las páginas por parte de los usuarios. Una página sencilla es más atractiva desde este punto de vista, porque tarda menos tiempo en ser cargada.
- Las páginas de un sitio deben tener cierta homogeneidad. Un sitio Web también presenta una imagen de la persona u organización que lo posee, y una falta de orden en este aspecto puede proyectar una mala imagen de la empresa ante la comunidad.
- Los documentos presentados en el sitio deben tener una estructura lógica que permita su fácil consulta. De nuevo, un sitio Web que no tenga un cierto orden en este aspecto desanima a los usuarios que lo consultan.

Otro aspecto interesante lo constituye la posibilidad de llamar desde las páginas Web programas llamados CGI (por Common Gateway Interface), que residen también en el servidor Web, y permiten sacar datos de él, accediendo a bases de datos o haciendo cálculos de alguna índole. Un buen ejemplo de estos programas consiste en los sitios Web denominados índices, que tienen una enorme base de datos con información de virtualmente todas las páginas Web del Internet. Para consultar esta base de datos, se introduce una consulta en la página de entrada al servidor. Se dispara entonces un programa CGI que busca en la base de datos según los criterios introducidos, y este mismo programa se encarga de armar una página Web que contiene los resultados de la búsqueda; dicha página es enviada al usuario.

Como se puede ver, las posibilidades que ofrece este servicio de red son enormes. Su gran debilidad es el reducido ancho de banda con el que cuenta el Internet en el presente. Sin embargo, con la progresiva expansión de las redes de fibra óptica y el desarrollo de nuevas tecnologías como ATM³, se podrá superar esta limitación.

Una preocupación muy grande con respecto al Web, que ya estamos viviendo en este momento, es precisamente la libertad que se tiene para publicar cualquier tipo de información. Ya se han visto en las noticias casos de corrupción infantil por este medio, publicaciones de grupos subversivos, etc. Esto supone un gran dilema, ya que la restricción a la publicación de información en el Web va en contra de la filosofía del servicio (son comunes también las discusiones entre

los defensores y los detractores de la censura en Internet). Esto supone desarrollar en nuestra sociedad, y especialmente en las generaciones más jóvenes, una buena cultura del uso de la red, basada en la filosofía de que toda la información está disponible, pero la persona es completamente responsable por el uso que haga de ella.

SERVICIOS DE RED: UNA MIRADA AL FUTURO

Algunos servicios de red que han comenzado a ser desarrollados, y que prometen tener una gran influencia en un futuro próximo, son los siguientes:

• Video por demanda

En la actualidad, el esquema usado por las empresas de televisión por cable para ofrecer el servicio de televisión por demanda es el siguiente: Se ofrece una serie de películas que se pasan a horarios determinados, por unos canales especiales. En caso de que el usuario desee ver una película, selecciona uno de estos canales a la hora adecuada y la caja de cable se encarga de enviar una señal al proveedor, con el fin de registrar la elección del usuario y cargar la película a su cuenta. Este sistema tiene el inconveniente de que la variedad de películas es limitada, y la rigidez de los horarios.

Como alternativa, se propone el esquema siguiente: El usuario accede a una red de la compañía de televisión por cable, donde tiene la opción de escoger la película que quiere ver. Una vez elegida, la película se le transmite al usuario, quien tiene la posibilidad de controlarla como si la estuviera viendo en una videograbadora (es decir, tiene controles de avance, retroceso y parada).

Esta última sería la manera ideal de prestar el servicio. Sin embargo, presenta varios inconvenientes:

- Para digitalizar y almacenar las películas, se necesita una enorme cantidad de almacenamiento secundario (con las tecnologías actuales, una película de dos horas digitalizada a una razón de 300 KB/seg, que da una calidad buena de video, ocuparía 2.1 GB!). Dado que no sería rentable usar un disco duro por cada película, se debe atacar el problema por dos frentes: Investigación en medios alternativos de almacenamiento, y empleo de buenos algoritmos de compresión de video, como es el caso de la familia de algoritmos MPEG.
- Se requiere también de redes con características de alta velocidad y jitter⁴ nulo, con el fin de que el video se vea fluido. Esto representa un alto costo, por lo cual se busca unificar los servicios de transmisión de información, de tal manera que cada casa tenga solamente una conexión de red de alta velocidad que soporte transmisión de voz, datos y video; y no una conexión diferente por cada servicio.
- Java
Este es un lenguaje de programación que se ha popularizado a través del Internet. Los programas Java tienen las siguientes particularidades:
 - El código binario de Java es portable (corre en cualquier plataforma, con ayuda de un pequeño módulo runtime).
 - Las aplicaciones Java implementan por completo el esquema cliente/ser-

3. ATM (Asynchronous Transfer Mode): Modalidad de transferencia asíncrona. Es un protocolo para redes de alta velocidad, que aún se encuentra en etapa de desarrollo. Promete ofrecer velocidades de 625 Mbps y superiores.

4. El jitter es un fenómeno que se produce cuando el intervalo de tiempo entre la llegada de los paquetes de información por una red no es uniforme. En los casos en que se requiere un flujo continuo de datos para garantizar la calidad del servicio, como en el video (tráfico isocrónico), el jitter es crítico porque ocasiona que la imagen no tenga un movimiento fluido.

vidor. Java establece lo que se llama una «máquina virtual» entre cliente y servidor, es decir, considera ambas máquinas como una sola. Esto posibilita que parte del código se ejecute en el cliente y parte en el servidor, según sea necesario.

- Las porciones de código que se ejecutan en el cliente no deben residir permanentemente en él. En el momento en que se requiera este código, el servidor lo suministra a través de la red; cuando ya no es necesario, el cliente procede a desecharlo.
- El lenguaje Java es sencillo, robusto y orientado a objetos.

En el momento, Java se emplea para hacer pequeños programas o «applets» que crean animaciones o efectos visuales en las páginas Web. Pero este lenguaje hace que la frase dicha alguna vez por el presidente de Sun Microsystems, «El computador es la red»; se pueda convertir en una realidad.

En la medida que los desarrollos en Java sean cada vez más comunes, el computador personal sufrirá una transformación. Su capacidad de almacenamiento secundario se reducirá a la estrictamente necesaria (cobrará mayor importancia la conexión a red) y contará con un sistema operativo cuya interfaz será similar a la de los visores de Internet que se usan actualmente. Cuando se requiera un programa, el computador lo podrá obtener en la red. Dicho computador ya existe; se le conoce como Network Computer (NC). Empresas como Sun Microsystems, Oracle e IBM ya han sacado al mercado versiones de este tipo de computador.

Java pondrá fin al «bloatware», nombre con el que se conoce al software que tiene una gran funcionalidad y cantidades de características que el usuario nunca llega a emplear o a conocer completamente. En lugar de esto, el usuario solamente accederá a través de la red

a los módulos que requiera del programa, y los desechará cuando ya no le sean de utilidad. De este modo, se estará pagando solamente por lo que se necesita.

* VRML (Virtual Reality Modeling Language)

Este lenguaje permite representar mundos virtuales con base en poliedros. La descripción del mundo viaja a través de la red como un archivo de texto, y un visor se encarga de interpretar dicho archivo, presentarlo y permitir que el usuario navegue por el mundo virtual.

En el presente, cada usuario de un mundo virtual VRML tiene la impresión de ser la única persona que está navegando por ese mundo, porque no existe conexión entre los distintos clientes que lo acceden. La tendencia hacia el futuro será que la persona que vaya a acceder a un mundo virtual se conecte a un servidor especial llamado *servidor de espacios virtuales*, que además de tener la representación del mundo, sea capaz de seguir la posición de cada usuario a medida que navega por el mundo. La consecuencia de esto es que los usuarios se podrán «ver» dentro del mundo virtual, y podrán interactuar.

EDUCACION A DISTANCIA SIN AULAS NI PROFESORES

A pesar de que la clase presencial sigue siendo la manera más común de realizar el proceso de la docencia, la tecnología actual de redes posibilita la educación a distancia ahora más que nunca. En palabras de Bill Gates, «Los grandes educadores han sabido siempre que el aprendizaje no es algo que se limite a las aulas o que tenga que efectuarse obligatoriamente bajo la supervisión de profesores».

La educación a distancia por medio de redes informáticas puede realizarse en dos modalidades: sincrónica y asincrónica.

- La modalidad sincrónica exige que todos los estudiantes y el profesor se pongan de acuerdo para comunicarse a través de la red por medio de un servicio como IRC⁵ o videoconferencia.
- En la modalidad asincrónica, el profesor manda los materiales de clase y las tareas por correo electrónico a los estudiantes, o las pone a disposición de ellos en un servidor Web. Los estudiantes trabajan por su cuenta y emplean el correo electrónico para hacer preguntas o comentarios al profesor y a sus compañeros. Los resultados de las tareas e investigaciones se pueden publicar en el Web, o transmitirse por correo electrónico.

Entre los aspectos positivos de la educación a distancia por este medio se pueden mencionar:

- La ubicación geográfica de los estudiantes deja de ser una barrera. De hecho, los cursos a distancia en el Internet se han vuelto muy populares; en ellos participan estudiantes de todos los lugares del mundo.
- Esta modalidad de educación abre un nuevo mundo de posibilidades a las personas discapacitadas.
- Los costos de este tipo de educación son relativamente bajos.
- La conexión a las redes mundiales permite que los estudiantes dispongan de una valiosa herramienta para la investigación y la documentación de sus trabajos.
- La colaboración entre alumnos y profesores es muy efectiva, por el trato individualizado y la fácil publicación

de los aportes de cada uno de los participantes.

Sin embargo, surgen preocupaciones, como son la pérdida del control institucional y humano. Será necesario, como se verá más adelante en el apartado de telecommuting, que los centros de enseñanza revalúen el concepto de alumno y clase, puesto que una cosa son las clases presenciales y otra el hecho de que quizá, estudiantes y profesores no lleguen a conocerse en persona.

EL COMERCIO ELECTRONICO

Esta es una tendencia que está tomando cada vez más fuerza en el mundo de hoy. Representa una mayor comodidad para el usuario, porque él mismo puede ingresar a las redes de los almacenes, para escoger los productos que más le convengan, y luego cancelar el importe de la mercancía empleando un medio de pago tal como tarjeta crédito o débito.

La popularización del comercio electrónico lleva a considerar los siguientes aspectos:

- Los intermediarios tenderán a desaparecer, debido a que el cliente podrá interactuar con el proveedor del servicio, dando lugar a unas negociaciones más directas.
- El dinero, tal como lo conocemos hoy, será reemplazado por el llamado dinero electrónico. Según este enfoque, la persona no llevará consigo dinero en efectivo, sino una «tarjeta inteligente» que podrá ser cargada en los cajeros automáticos con cierta cantidad de dinero. En forma

5. IRC (Internet Relay Chat): Servicio de Internet que permite formar un grupo de discusión. Las personas que forman parte de él discuten acerca de un tema introduciendo sus opiniones por medio de un teclado de computador, y pueden ver en tiempo real las respuestas de los demás integrantes del grupo.

similar a como se hace ahora en los puntos de pago electrónicos, la persona presentará su tarjeta en el momento del pago, y el pago se hará efectivo en ese mismo momento, porque de hecho, el dinero va en la tarjeta. Este sistema supera la limitación de las tarjetas crédito y débito actuales, que requieren de una terminal en línea para poder validar el pago. Otra ventaja que se gana con la tarjeta inteligente es el anonimato, puesto que el dinero que va en dicha tarjeta no está marcado con la identificación del usuario.

- Debe tenerse especial cuidado con las leyes que pueden restringir el comercio de ciertos bienes en ciertas partes del mundo, porque con las redes desaparece el concepto de fronteras.
- Para el comercio electrónico por redes públicas como el Internet es necesario contar con buenos algoritmos de encriptación, para evitar que información delicada como el número de la tarjeta de crédito del comprador pueda caer en manos inescrupulosas. Actualmente se cuenta con buenos algoritmos de encriptación y autenticación, como RSA, PGP y MD5. Desgraciadamente, las leyes de Estados Unidos tratan estos algoritmos como si fuesen secretos militares, y por lo tanto, dicho país sólo permite la exportación de versiones débiles de dichos algoritmos. Actualmente se están adelantando esfuerzos para permitir también la exportación de los algoritmos fuertes.

EL TELECOMMUTING

El concepto de la oficina como lugar para el trabajo pasará a la historia como resultado de la introducción del telecommuting en nuestras vidas. Telecommuting puede definirse como el permitir a los empleados trasladar la misión

de la organización al sitio más adecuado para obtener la máxima productividad, dotándolos de las herramientas apropiadas.

En otras palabras, cada empleado podrá trabajar donde le parezca más cómodo, empleando un computador y una línea telefónica para comunicarse con sus colegas y con su jefe. La tendencia está en alza; se estima que para finales de 1996 había en Estados Unidos más de quince millones de telecommuters. La visión de Peter Drucker acerca del telecommuting es la siguiente: «En veinte años, los japoneses todavía viajarán a sus trabajos hombro con hombro, pero nadie más en el mundo desarrollado lo hará. El trabajo y no los trabajadores, será el que viaje. La gran ciudad del mañana no será el centro de oficinas de hoy».

Una limitación para poder efectuar telecommuting en este momento es la mala calidad de las líneas telefónicas. A medida que el servicio RDSI se vaya popularizando, la transferencia de datos se hará mucho más confiable, y se podrán complementar aspectos del trabajo con el uso de servicios como la videoconferencia.

Pasar a ser telecommuter tiene muchas ventajas, entre ellas las siguientes:

- La contratación se hace independiente de la geografía. Una empresa podrá tener entonces a sus talentos dispersos por el mundo.
- Se ahorra espacio en las oficinas. De hecho, en un futuro no será necesario un área por empleado de diez metros cuadrados como en la actualidad, con lo cual se ahorrarán costos de administración, etc.
- Se reduce la necesidad de viajar, y por tanto, los embotellamientos de tráfico, la polución, etc.
- Se incrementa la productividad del empleado (de acuerdo con el progra-

ma piloto de Telecommuting del estado de California, el incremento varía entre un 10 y un 30%).

- Beneficia a los empleados, tanto mental como emocionalmente.
- Favorece el cuidado de los niños. Esto puede ser muy positivo en familias donde ambos padres trabajan.
- Internacionaliza el mercado de la consultoría. De hecho, ya se ven empresas y trabajadores independientes que ofrecen servicios de consultoría en Internet.
- Favorece la productividad de las personas con limitaciones físicas.
- Facilita los planes de emergencia y de recuperación de desastres, al no estar toda la planta de personal concentrada en un solo lugar.

Pero, a su vez, surge también un buen número de preocupaciones:

- Es difícil saber qué esquema de remuneración se usará, porque la cantidad de trabajo efectuado será responsabilidad total del empleado.
- Los sindicatos pueden no ver con buenos ojos esta idea.
- La motivación al empleado también se vuelve más compleja. La presencia física del jefe, una palabra de ánimo, una palmadita en el hombro... estos gestos no pueden ser enviados por una red. Y es un hecho que todo empleado requiere de motivación en algún momento de su trabajo.
- En la oficina también se tiene un enorme componente de vida social. Las charlas en los corredores, las reuniones informales, el descanso en la cafetería, el tinto de la mañana, son cosas que pasan a la historia; en fin, se pierde el contacto directo con los compañeros de oficina. Hay casos como el de la multinacional

Kodak, que en su seccional Colombia convirtió a todos sus empleados en telecommuters. A pesar de no tener que ir a la oficina, los empleados van al menos una vez por semana, para mantener el contacto con sus colegas.

- Como el empleado se convierte en el único responsable de su desempeño, se le pueden presentar dos situaciones: O bien tiende a desperdiciar el tiempo, o bien se sobrecarga de trabajo.
- Muchas empresas pueden no estar preparadas para asumir el desembolso que significa convertir a sus empleados en telecommuters (hay que recordar que se debe dotar a los empleados de computador, teléfono celular...)
- El empleado por lo general trabaja en su casa, lo que puede generar algunos problemas, como la repartición de las tareas del hogar y el manejo de las interrupciones del cónyuge y de los hijos.

LAS RESPONSABILIDADES DE NUESTRO GREMIO

Vistas las tendencias del mundo de hoy, se pueden formular algunas de las responsabilidades que los ingenieros de sistemas tenemos para facilitar la transición a las tecnologías del siglo XXI.

- Se debe promover la oferta de telefonía básica y del servicio RDSI. Esto con el fin de facilitar las telecomunicaciones, y hacerlas más veloces y confiables.
- Exigir tarifas planas a los proveedores de servicio de Internet. En este momento existen dos esquemas de cobro: El de tarifa plana, que tiene un cargo fijo mensual que no depende del uso; y el de tarifa tipo «taxímetro», que tiene un cargo fijo mensual y otro valor adicional por hora o minuto de uso. Resulta claro que las

tarifas más convenientes son las planas, porque de lo contrario, las personas se sentirán limitadas y obligadas a usar el servicio por poco tiempo.

- Impulsar el ingreso de Internet en los colegios. Internet es un excelente medio para la investigación y la documentación de los trabajos; por lo tanto, debe enseñarse a los niños el uso de tan importante recurso; más aún, debe dárseles criterios para que sepan determinar cuál tipo de información es relevante, porque ahora más que nunca, el problema no es la falta de información, sino por el contrario el exceso de información.
- Tomar conciencia de la importancia que tiene y tendrá el idioma inglés en nuestra vida. Actualmente se dice que «la persona que no sepa del manejo de computadores, y que además no domine el inglés, puede considerarse analfabeta». Esto tomará cada vez más vigencia; por lo tanto, es importante introducir a los niños al idioma inglés tan pronto como sea posible.
- Por último, ayudar a vencer la resistencia al cambio. Todos estos avances suponen necesariamente un cambio de paradigmas; es tarea nuestra hacer este cambio menos traumático.
- Sociedades como la nuestra tienen una gran oportunidad con la llegada de las nuevas tecnologías. Cabe citar en este punto a Bill Gates: «Es

probable que las naciones desarrolladas y los trabajadores de las mismas mantengan una considerable supremacía económica; pero la distancia entre las naciones que tienen y las que no se acortará. A veces, partir después es una ventaja. Permite a quienes salen de últimos avanzar a saltos y evitar errores de los pioneros. Algunos países no llegarán nunca a la industrialización; irán directamente a la Era de la Información».

PARA CONCLUIR

- Como todo cambio, esta revolución tecnológica ocasionará trastornos, pero la sociedad se beneficiará como un todo.
- Profesiones e industrias completas perderán vigencia e incluso desaparecerán, pero aparecerán otras nuevas (por ejemplo, empresas dedicadas a los mainframes vs. Empresas relacionadas con los microcomputadores). De hecho, la mayoría de los 501 oficios registrados por la Oficina del Censo de los Estados Unidos en 1990 no existían quince años antes.
- Resulta mucho más fácil conseguir la igualdad en el mundo virtual que la igualdad en el mundo real.
- Nuestro gremio está acostumbrado al cambio. De manera que no debería haber ningún problema en asumir una actitud abierta hacia los cambios que el siglo XXI nos depara.

TELECOMMUTING: ¿UNA REALIDAD EN COLOMBIA?

GRACE ALEXANDRA RITTER MEZA

Ingeniería de Sistemas, ICESI. Especialización en Administración con concentración en Comportamiento Organizacional, ICESI. Jefe de Desarrollo de Sistemas - Centro de Servicios Informáticos ICESI. Docente de Pregrado y Postgrado en temas relacionados con el desarrollo de sistemas de información.

El telecommuting o teletrabajo es el reemplazo total o parcial del viaje hacia y desde el lugar de trabajo, mediante el uso de la tecnología de las telecomunicaciones, o en otras palabras, es desplazar el trabajo hacia el empleado y no el empleado hacia el trabajo. Es una tendencia que poco a poco se ha ido dando en los países industrializados, especialmente Estados Unidos, la Comunidad Europea, Canadá, México, Medio Oriente, Africa, Asia y los países del Pacífico. Ejemplos de empresas que practican el telecommuting, obteniendo grandes incrementos en productividad, son 3Com, Hewlett Packard, Pacific Bell y AT&T.

Hay una tendencia a confundir el telecommuting con el concepto de oficina virtual. Aunque el telecommuting es una manera de oficina virtual, este último término está más asociado a espacios de trabajo existentes en la empresa, con toda la infraestructura necesaria para trabajar (escritorio, computador, teléfono, conexión a red, etc.) pero que no pertenecen a un empleado en particular sino que son compartidos por varias personas en la empresa, que sólo

los utilizan mientras están en la oficina. Este tipo de oficina es muy empleada por el personal de ventas que la mayor parte del tiempo está por fuera de la empresa; trae consigo ahorros en costos y espacio.

Existen tres tipos de telecommuting en la actualidad; estos son trabajar en la casa, tener oficinas satélite o tener centros de trabajo.

- **Trabajar en casa:** Esta es la forma más popular de telecommuting, en la cual el empleado designa un espacio en la casa para sus funciones laborales.
- **Oficinas satélite:** Son localidades remotas de la oficina que se encuentran en un lugar donde vive un gran número de empleados. Esto le permite a los empleados de una compañía compartir un espacio de oficina común y reducir el tiempo y el costo de viajar hacia y desde la oficina principal.
- **Centros de trabajo:** Un centro de trabajo brinda espacio para empleados de diferentes compañías en un sólo sitio. Cada compañía que ten-