

II Premio Periodístico Computerworld España

Fernando Sáez Vacas, ganador del premio Computerworld, de artículos periodísticos, doctor ingeniero de Telecomunicación, Maître es-Sciences Aéronautiques y Licenciado en Informática, es catedrático numerario de Ordenadores en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid, desde 1974.

Miembro de distintas sociedades científico-técnicas, ocupa entre otros cargos, los de vocal de la Junta Directiva de la Asociación Española de Informática y Automática, vocal del Patronato Asesor del Instituto Tecnológico Bull, presidente del Capítulo Español de la Computer Society del Institute of Electrical and Electronics Engineers, y representante español

en el Comité Técnico TC-9 (Computer ND Society) de la International Federation of Information Processing. Su experiencia en los campos educativo, profesional e investigador abarca un período de 22 años, durante los que ha publicado alrededor de cien trabajos, entre artículos, comunicaciones y libros, de los que cabe señalar: "Teoría y práctica del generador HALL" (1966). "Calculadores analógicos" (1969); "Introducción a la arquitectura de ordenadores" (1974); "Fundamento de informática" (1978) y "Computadores personales" (1987).

Este artículo, ganador del Premio Computerworld, se presenta, simulando ventanas, tal y como aparece en el original, por expreso deseo del autor.

Sociedad de la mente y complejidad telemática

por F. Sáez Vacas

El autor de este artículo está convencido de que la imparable profusión de los ordenadores personales acabará dejando una huella trascendente, hasta afectar incluso a algunas de nuestras más acrisoladas concepciones técnicas. Entre otros cambios previsibles, la inmensa mayoría de las organizaciones habrá de convenir en considerar paradójicamente a sus ordenadores grandes y minis no como centro sino como periferia y anclaje de una nube de estaciones electrónicas de trabajo, situación tan revolucionaria a escala informática como lo fue la idea copernicana del mundo en cuanto al geocentrismo cósmico.

En un futuro próximo, quienes nos dedicamos a la informática no tendremos más remedio que adoptar, remozar o construir, según los casos, nuevos conceptos, técnicas y metodologías. El enfoque de los problemas organizativos de la informática, por ejemplo, requerirá iniciar otros planteamientos, que tal vez haya que levantar poco a poco, como se forman al parecer los procesos de la inteligencia, según explica la teoría de la "sociedad de la mente".

En cierta manera, ese cambio probablemente exija hasta formas renovadas de escribir y leer. Nuestra forma de hoy la concebimos como un texto lineal, una

secuencia que se sigue del principio al fin, como corresponde a un conjunto ya organizado (y a veces cerrado de ideas)

A ella nos hemos acostumbrado desde hace siglos y a ella nos obliga el mismo soporte físico y la tecnología del papel,

como ocurre con este artículo en este o en cualquier otro periódico.

Pero este artículo no es un texto lineal, sino un hipertexto, mejor dicho un trozo de un hipertexto, aunque no lo parezca. Normalmente, se construye y se lee por medio de un ordenador, por lo que, encerrada aquí su expresión en el plano del papel, el lector tendrá que hacer un esfuerzo imaginativo para verlo con la estructura del hipertexto que en realidad es. Se han seleccionado y visualizado unas cuantas "ventanas", cuyos títulos son: Hipertexto. Sociedad de la mente. CSCW. Qué es la Ofimática. Funciones Ofimáticas. Modelos en trama. Integración de Tecnologías Información. Complejidad de la ofimática.

Sin embargo, el conocimiento acaba teniendo una trazazón, simbolizada ahora por un esquema de relaciones (en nuestro caso por las relaciones entre "ventanas" del diagrama), que el tiempo y el trabajo irían enriqueciendo de forma personalizada y tan amplia como permitiera la supuesta base de datos de este hipertexto.

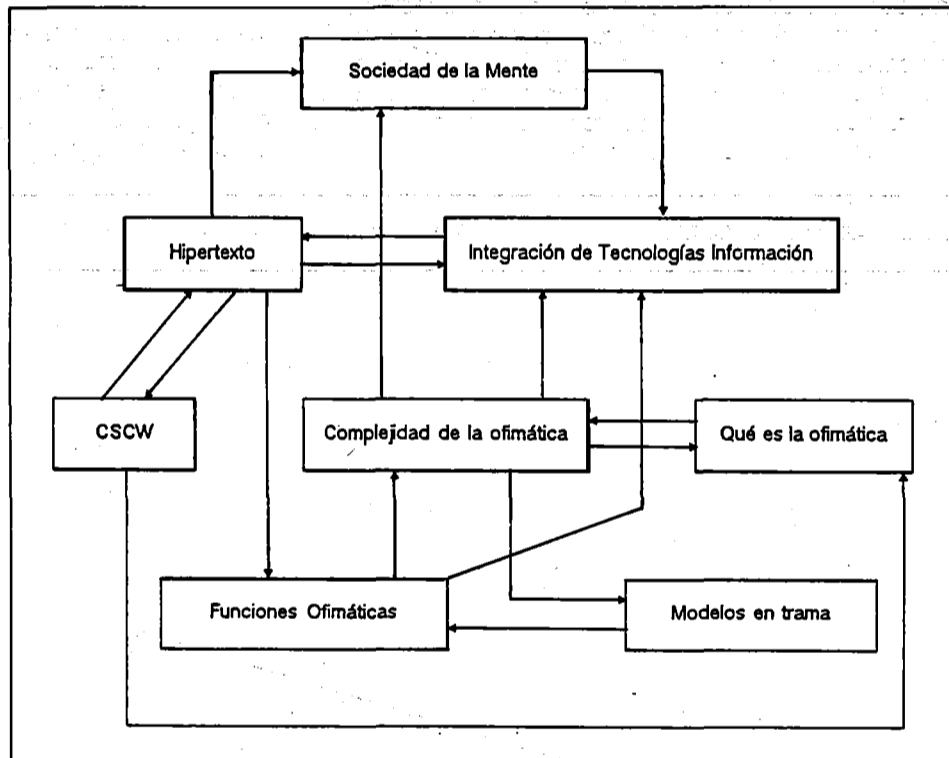


Diagrama de relaciones (Browser) de las "ventanas" de este artículo.

Sociedad de la mente

Marvin Minsky, uno de los pioneros de la Inteligencia Artificial, ha elaborado el modelo de la 'sociedad de la mente', con el que pretende explicar cómo funciona ésta y demostrar que mediante la interconexión de procesos no inteligentes se construyen procesos inteligentes. Como el sentido común, por ejemplo.

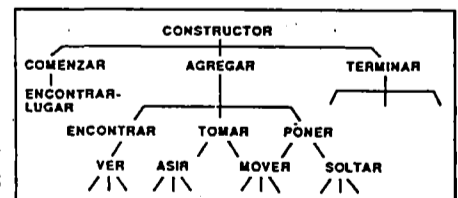
Su punto de partida ideológico es el siguiente a semejanza de la vida, esa entidad tan compleja, que acaba no siendo otra cosa que una red de células formadas por meras sustancias químicas que soportan y reproducen su propio código hereditario; o de los más sofisticados artilugios mecánicos, en último extremo explicables por la asociación de simples mecanismos ya formalizados por la época de Galileo y Newton; o de los algoritmos más sutiles que sin embargo pueden computarse con la máquina de Turing —artefacto tan elemental que hasta un niño

puede comprender cómo funciona—, la mente tiene que operar como un consorcio dinámico de "procesos-partículas" muy sencillos: los agentes de la mente.

Así que para analizar la generación y coordinación de acciones complejas de un ser humano, bastaría teóricamente con remitirlas a una composición activa de los agentes primitivos adecuados, y tal composición es a su vez un agente mental; o una sociedad mental, porque el modelo es recurrente. Minsky asigna la habilidad de construir torres con bloques de juguete a un agente llamado "constructor", quien se compone integrando a otros agentes que ya existen por separado, como indica la figura. Y, en otro orden, la construcción de sociedades mentales cada vez más densas, complejas y capaces requiere una dimensionalidad temporal de evolución aprendizaje e integración.

En el caso del cerebro humano,

PONER
AGREGAR
VER
TOMAR
ASIR
ENCONTRAR-LUGAR



Los agentes en si mismos e integrados en la función 'constructor' (Minsky, 1986).

llevará mucho tiempo resolver tres clases de problemas "Por un lado, habrá que comprender cómo trabajar las células cerebrales" (centenares de tipos distintos). Luego, tendremos que entender cómo interacción las células de cada tipo con las otras clases de células

(millares de especies de interconexión). Y, por último, lo más difícil: también deberemos comprender de qué manera nuestros miles de millones de células cerebrales se organizan en sociedades". (Minsky, 1986, p. 24).

¿Qué es la Ofimática?

De momento, esta es una pregunta de una ingenuidad sorprendente. A estas horas, cuando se están vendiendo en el mundo un montón de millones de dólares en material ofimático y se han escrito al respecto toneladas de kilos de

papel con forma de libros y de artículos, se supone que todo el mundo sabe de qué va la fiesta. Y aquí viene precisamente lo grotesco: que probablemente nadie tiene una idea exacta de qué es la ofimática.

Reflexionando sobre tan peliaguda revelación, se concluye que, dada la inicialmente insospechada e inabordable complejidad de la ofimática, cada uno simplifica y elige de ella aquella parte o vertiente que más le gusta o le conviene. La misma reflexión conduce a otras dos constataciones importantes, a saber: a) Los más interesados y peligrosos simplificadores de la ofimática son los fabricantes de productos ofimáticos. b) El campo aplicativo de la ofimática, la oficina, ya es, por méritos propios, un campo a duras penas

definible, como demuestra el hecho de que para entenderla se le han elaborado por lo menos siete puntos de vista diferentes, científicamente clasificados en dos clases de perspectiva, la perspectiva analítica y la perspectiva interpretativa (Hirschheim, 1985).

En un libro sobre esta materia que ya se ha hecho clásico, se lee el siguiente: "El desafío principal para la tecnología de la información es cómo afrontar el impredecible e inestructurado trabajo de la oficina" (Strassmann, 1985, p. 21).

CSW

Hay una faceta del ordenador, que consiste en utilizarlo como herramienta para tareas como la intercomunicación personal y el pensar. Por tanto, no para computar, organizar masas de datos, o controlar un proceso físico, sino para difundir directivas, crear individual o colectivamente un texto, documentar los trabajos de un proyecto complejo, escribir anotaciones y recuperarlas para estructurar ideas, editar y producir una publicación, establecer un sistema informatizado de cooperación creativa, o navegar a voluntad por una base de datos multimedia.

Aunque dada la indefinición de la Ofimática no es posible asegurarlo tajantemente, no es muy aventurado enunciar que dicha faceta constituye bajo un amplio abanico de formas y ambientes aplicativos uno de sus aspectos avanzados. Algunos conjuntos de técnicas ya han recibido nombre: Computer Supported Cooperative

Work (CSCW) o tecnología de colaboración. A su producto le han empezado a llamar "groupware". Tan reciente es el bautizo que el primer congreso con esta denominación se celebró en Austin, Texas, en diciembre de 1986.

Mucho más reciente es el primer intento de clasificación de la arquitectura de los sistemas CSCW, que es el siguiente (Wilson, abril 1988):

- Sistemas de mensajería.
- Procedimientos de ofimática.
- Teoría del acto por el habla (redes conversacionales).
- Investigación sobre colaboración.

¿Y el Hipertexto? No cabe duda de que su concepto, técnicas y herramientas pertenecen al cuadro de la tecnología informática para la comunicación y el pensamiento. Ahora está siendo investigada su utilidad como tecnología de colaboración.

Hipertexto

Se trata de un concepto ya relativamente antiguo en la historia de la informática —revitalizado y hecho tangible a partir de una nueva tecnología— para crear o componer textos no lineales, o, de forma más general, redes de textos y gráficos con fines analíticos, educativos o de trabajo cooperativo. Puede considerarse como un apartado de la tecnología informática aplicada a potenciar la comunicación y el pensamiento, como igualmente sucede con las técnicas CSCW.

La figura sintetiza algo del concepto y de las técnicas involucradas en el hipertexto (Conklin, dic. 1987).

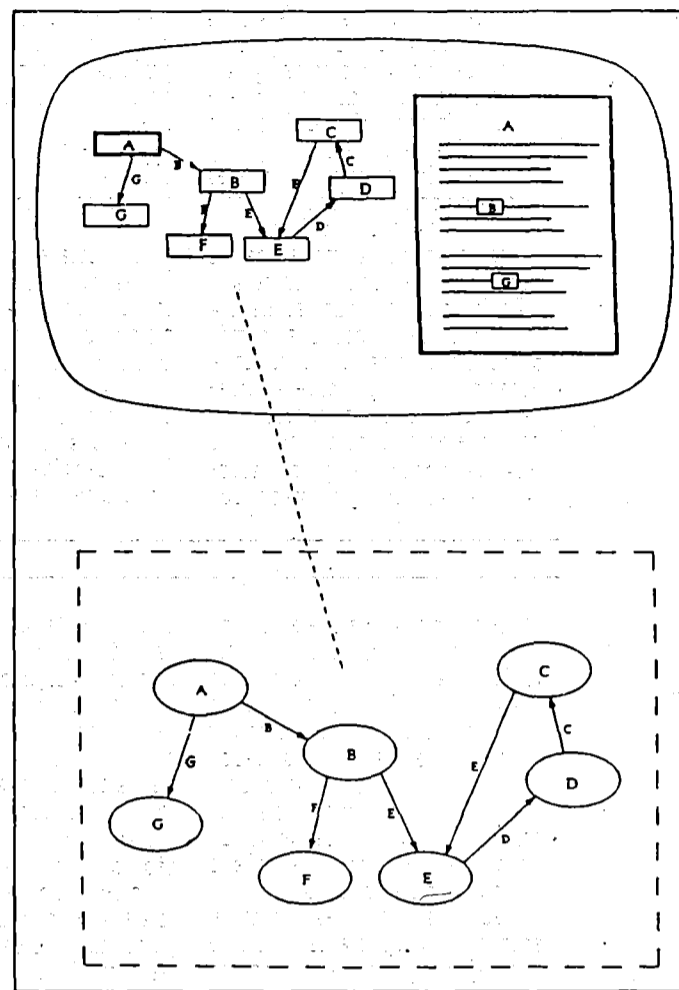
En la pantalla representada podemos imaginar que leemos (o escribimos) en su parte derecha un texto llamado A, donde se incluyen alusiones a otros textos denominados B y G, no editados por el momento. El lado izquierdo visualiza mediante un grafo una porción de la base de datos (abajo) del hiperdocumento que estamos escribiendo o sobre el que estamos encadenando una serie de consultas.

Así pues, el hipertexto consiste a grandes rasgos en una base de datos y una interfaz con los usuarios. La base de datos tiene sus nodos (textos o gráficos; de forma más general, también imágenes, objetos animados, voz...) y sus

enlaces. En cuanto a la interfaz se cuenta con ventanas asociables a los nodos y con iconos y algún tipo de ratón para manipular convivencialmente los enlaces de la base. Si, con la situación expuesta en la figura, ratoneásemos sobre los nombres B y G del texto aparecerían estos dos documentos ventanizados en la pantalla simultáneamente al texto A, listos para sufrir las operaciones previstas en el sistema.

Un poco de historia: todos los investigadores acreditan a Vannevar Bush como el pionero del concepto, desde que en 1945 describió su idea del sistema Memex. Hacia 1963, Engelbart comenzó a pergeñar su visión del computador como una herramienta para aumentar la operativa intelectual del hombre, en una forma a la que poco más tarde Ted Nelson, otro pionero, dio el nombre de "hipertexto".

Después de estos inicios, una apretada cadena de esfuerzos técnicos ha llevado a materializarlo paso a paso y a hacerlo viable como producto práctico, primero en grandes ordenadores y redes, después en potentes estaciones de trabajo y ahora en ordenadores personales. A ello han contribuido los progresos físicos y de integración de las Tecnologías. Su próxima evolución natural es el "hipermedio", a medida que se vayan aco-



Pantalla con "Browser" y base de datos de un Hipertexto (Conklin, 1987).

plando mutuamente el ordenador y el disco óptico.

Tanto por sus fines, como por las naturalezas de su proceso evolutivo y de sus procedimientos de trabajo, el hipertexto manifiesta una interesante analogía con la Sociedad de la mente, teoría de la inteligencia debida a Minsky. La mente humana funciona por asociación, decía Bush, y la actividad de pensar parece proceder sin un orden lineal o determinado y a la vez según varios frentes, desarrollando ideas a diferentes niveles y sobre diferentes puntos en paralelo que se interinfluyen. Por ejemplo, ahora mismo al describir la asociación "hipertexto/sociedad de la mente" en la mente del autor de esta ventana en la que estamos irrumpiendo, sin que pueda expresarla al tiempo por escrito ni tampoco

abandonarla, la idea de que el desenvolvimiento histórico del hipertexto es en muchos aspectos un microcosmos de las Funciones Ofimáticas.

Y, volviendo a la secuencia interrumpida por esta anotación, está claro que la noción del hipertexto nació como un soporte tecnológico para potenciar esa actividad asociativa en ciertas labores intelectuales, si nos permitimos suponer alguna semejanza entre los nodos de la base de datos hipertextual (o hipermediática) y los "agentes" de la teoría de Minsky. La relación de productos derivados del hipertexto es larga. Citemos Augment, Xanadu, NoteCards, Intermedia y Netptune, entre otros. Hyperties, HyperCard y Guide son sistemas disponibles ya en ordenadores personales.

Funciones Ofimáticas

Una estrategia para trazar la historia de la ofimática consistiría simplemente en ir seleccionando del conjunto de las tecnologías de la información aquellas herramientas que han encontrado un uso significativo en las funciones de la oficina. Así, la máquina de escribir, el teléfono, la máquina fotocopidora, la calculadora, el procesador de datos, el procesador de texto, las redes y servicios de telecomunicación, el microfilm, etc. Incluso, aunque no sea fácil, podría intentarse una buena ordenación cronológica de esta historia e ilustrarla con comentarios técnicos y sociológicos.

En 1970, el Centro de Investigación de Palo Alto de la empresa Xerox anuncia que su tarea investigadora fundamental se orientará a crear la "oficina del futuro":

estaciones de trabajo interactivas, servidores de ficheros e impresoras conectadas por un medio de comunicación fácil. Todo electrónico. Allí, y en ese decenio, se inventan o se materializan el primer ordenador personal, la red local, la impresora láser, el ratón, los iconos, las ventanas y el ordenador portátil.

Del análisis de los aparatos y técnicas ofimáticas a lo largo de tiempo surge sin embargo algo de más valor que la pura cronología histórica: algunos rasgos característicos de su evolución.

— Mejoramiento operativo, enriquecimiento e integración progresivos de las funciones ofimáticas gracias a aportaciones tecnológicas.

— Convergencia de las tecnologías hacia un fundamento común

Complejidad de la Ofimática

compuesto por tres dimensiones favorecedoras de la Integración física de las Tecnologías, y por tanto de las técnicas y herramientas de la información: la dimensión electrónica, la dimensión digital y la dimensión informática, que es la dimensión potenciadora y coordinación básica del conjunto.

De la máquina mecánica de escribir se pasa con el tiempo a la máquina electromecánica, luego a la electrónica, después a la máquina electrónica computerizada especializada, más tarde al ordenador de propósito general con software de proceso de texto o de otras funciones a elegir por separado, al software integrado con

tres o cuatro funciones (p. ej., el procesador de textos, gestor de gráficos, hoja de cálculo y gestor de base de datos), a un software que añade a las funciones anteriores las de dibujo, correo electrónico, planificador de proyectos y emulación de terminales), etc.

No obstante, somos conscientes de que esta estrategia histórica a través de una visión puramente tecnológica sería no sólo incompleta sino injusta si no se adoptase un planteamiento multiperspectivista. Y, en especial, constituiría un riesgo cierto para el futuro de los sistemas ofimáticos, al no plantearse de forma decidida el problema de la Complejidad de la Ofimática.

Hay quien sostiene que el término 'ofimática' significa "emplear tecnología para manejar información usada en la oficina con el objeto de mejorar el contenido, formato y cantidad de trabajo realizado" (Freeman, 1986), lo que casi equivale a considerar un sistema ofimático meramente como un grupo de herramientas más o menos interrelacionadas.

Pese a esa visión restringida, el asunto ofrece suficientes dosis de complejidad, ya que la información en una oficina puede corresponder a un variadísimo abanico de tipos y ser procesada por muy diversas herramientas: audio (teléfono, PBX, dispositivo de reconocimiento de voz), imagen (gráficos, cuadros, aplicaciones CAD, vídeo), texto (procesadores de texto como cartas, memorandos, informes) y datos (hoja de cálculo, programas de bases de datos).

En esa perspectiva tecnológica, el progreso ofimático suele medirse por la capacidad combinatoria del repertorio concreto de tipos de información y de herramientas y nos remite al estudio evolutivo de la Integración de Tecnologías y Herramientas y, por el lado práctico, a las posibilidades reales de estructuración e integración de las tareas y funciones de oficina. (Véase figura C.O.1.)

Sin embargo, una sola perspec-

tiva no agota la cuestión de ¿Qué es la Ofimática? Ni siquiera considerando adecuadamente la tecnología ofimática como un apartado de las tecnologías de la información, ni estudiándola no sólo a través de sus herramientas sino en forma más completa también a través de sus conceptos y de sus técnicas, o mediante planteamientos más sistemáticos en cuanto a sus modalidades de aplicación, como los cálculos y simulaciones, las comunicaciones, el proceso de documentos, la gestión de información, etc. No la agota en absoluto, aunque pueda dar la impresión contraria puesto que, según Strassmann, entre los años 1960 y 1985 un noventa y cinco por ciento de todo lo escrito sobre ofimática ha girado en torno a cuestiones tecnológicas (Strassman, 1985).

Lo cierto es que, en un sentido amplio, la ofimática debería ser inscrita como una más de las relaciones complejas del triángulo tecnología-individuos-sociedad. Y de aquí surgen tantas perspectivas y variantes que si uno quisiera considerarlas en su totalidad habría para volverse loco. Ya hemos hablado de tecnología y mencionado algo de sus múltiples combinaciones y tipos a considerar. Si nos referimos a los individuos, estos pueden ser asimismo muy variados (managers, administrati-

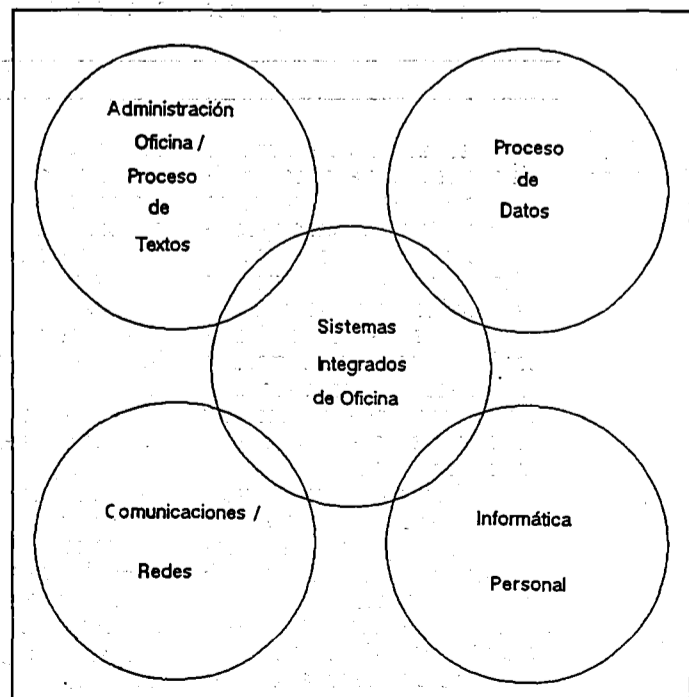


Figura C.O.1. Convergencia de tecnologías hacia soluciones de sistemas ofimáticos integrados (Bair, 1985).

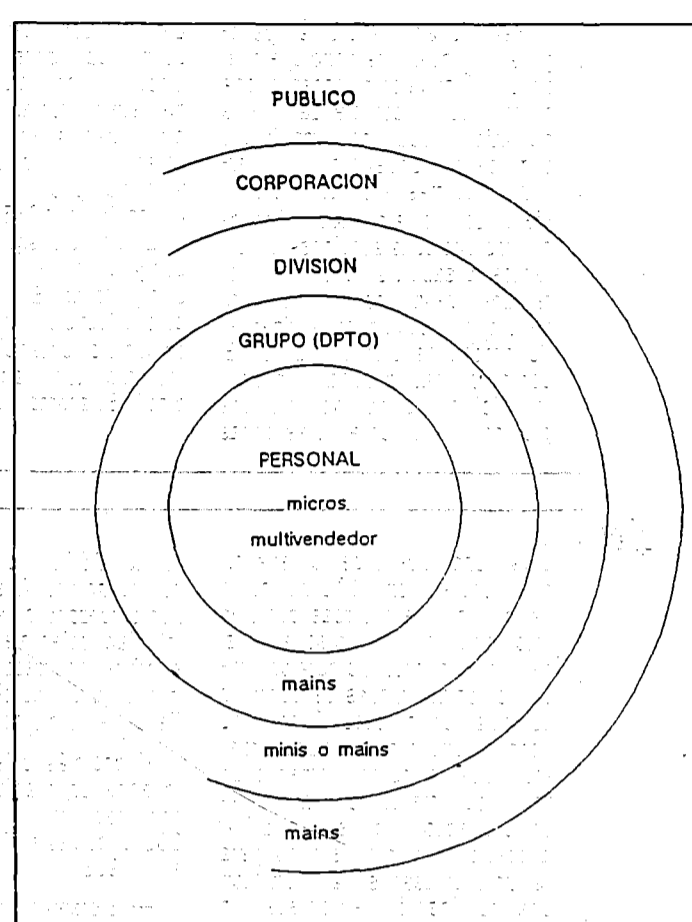


Figura C.O.2. Arquitectura estratégica por niveles de la ofimática (Comunicaciones a través de redes locales, redes corporativas y pasarelas interredes) (Bair, 1985).

vos de varias clases, técnicos) y desarrollar posiciones dispares dentro del arco de producción-uso de sistemas ofimáticos, así como relacionarse con la tecnología según muy diversos propósitos, percepciones, conocimientos, funciones, métodos y experiencia.

Siendo la combinatoria también enorme en lo que se refiere a tercer vértice, el estudioso de la ofimática tendrá que optar por eliminar racionalmente algunas posibilidades, como a título de ejemplo simple se hace a continuación. Lo primero que aislamos mentalmente es la entidad social que llamamos empresa y practicando una incisión más, no muy limpia por cierto, nos quedamos con ese otro ente que es la oficina. Ya dentro, seleccionamos las relaciones de los individuos con el trabajo y no con la educación o con el ocio o con las relaciones humanas. Y siguiendo el desglose, podríamos fijar nuestra atención por ejemplo en cuestiones tales como el desempeño de las actividades y la organización del trabajo en la oficina y soslayar las cuestiones de liderazgo o seguridad en el trabajo. O no soslayarlas, que sería otra opción. Cabe continuar anotando puntos de interés en esta especie de árbol de decisión y pasar a desglosar algunos tipos de objetivos como criterios directores para el diseño ofimático de las actividades y de la organización: beneficio económico, calidad del trabajo, productividad, competitividad, convivencialidad, disciplina, libertad, participación, creatividad, etc.

Podría montarse una argumentación aún más sofisticada, como recientemente ha demostrado Lyytinen (1987), pero ya con lo que se lleva dicho cualquiera puede apre-

ciar que la ceremonia del diseño de un sistema ofimático habría de celebrarse teóricamente bajo los fuegos cruzados de tres universos activos, el tecnológico, el psicológico y el sociológico. Cada universo suscita y ofrece un caleidoscopio de variables, y cada variable es en sí misma un mundo, que, en combinación con las demás, genera otros muchos mundos. Los avances en este campo de la teoría y la práctica de la ofimática no son lineales. De hecho recorren un camino dialéctico de ida y vuelta entra la simplificación y la complejificación, componiendo procesos un poco a la manera como Minsky teoriza que se construye la inteligencia (ver Sociedad de la mente).

Desde un punto de vista pragmático, sin embargo, a los diseñadores de sistemas de información concretos no les queda otro remedio que tomar decisiones reductoras, seleccionar variables, eliminar opciones, modelar, simplificar. Pero, ¿cómo hacerlo conscientemente, para evitar caer en simplismos al uso, como el que se representa en la figura C.O.2., debida a Bair, 1985? ¿Qué metodología usar, que al tiempo que sea práctica, no contrarie la complejidad real que se ha esbozado más arriba, y que es algo más que una complejidad tecnológica? Este tipo de metodologías empieza a abrirse camino y se llaman metodologías "blandas", como ETHICS, de Mumford, o la "Soft-Systems", de Checkland. En general, lo que está sucediendo es que en el campo de la organización informática, los modelos de los recursos de computación vistos como entidades discretas están dando paso a los Modelos en trama (web models).

Modelos en trama de los Sistemas de Información

En la ciencia y en el arte hay ciertos enfoques que se ha dado en llamar paradigmas, caracterizados porque su ciclo de vida atraviesa por una secuencia de fases en cuyo final se encuentran la saturación y el manierismo, momentos que exigen la construcción de otro enfoque más potente y acorde con las circunstancias del tiempo.

Análogamente, la informática exclusiva y especializada de los grandes ordenadores está en fase de saturación. Desde la aparición de los ordenadores personales se ha abierto una época nueva que reclama un enfoque conceptual —y por tanto tecnológico y social— correspondiente a una informática de creciente capilaridad (doscientos millones de estaciones de trabajo electrónicas para 1999, según Strassmann, 1985). El ordenador personal —en sentido amplio, las estaciones de trabajo— y las comunicaciones son el núcleo tecnológico del nuevo paradigma informático que hay que construir. En él, los grandes ordenadores (no los supercomputadores, que son cuestión aparte) y los minis desempeñarán el paradójico papel de periferia.

Pero el mismo fenómeno que desplaza el centro de gravedad de la tecnología provoca un deslizamiento de otros puntos de atención o, al menos, cambia el peso espe-

parte de un mosaico social y técnico más amplio donde se embebe una determinada tecnología de la información. Son los modelos en trama (web models). Para formarse un concepto aproximado de en qué consiste la ideología de un modelo de trama, recogemos a continuación un par de notas tomadas de un escrito reciente de uno de sus principales proponentes (Kling, 1987). "Además de sus capacidades funcionales como una herramienta de proceso de la información las tecnologías informáticas son también objetos sociales posiblemente cargados de significado". Un analista de trama no empezaría preguntando 'qué clase de equipo se está usando' o 'cuáles son los objetivos formales de esta organización', sino 'quiénes son los actores clave, qué clases de cosas hacen aquí, qué incentivos empujan sus actividades, y qué rutinas organizativas constriñen sus acciones y sus opciones'. "El marco lógico de un análisis de trama se apoya en el supuesto de que un recurso informático es utilizado por una red interdependiente de productores y consumidores".

Las Funciones Ofimáticas requieren ser vistas en este contexto, tanto más cuanto mayores y más complejas sean las organizaciones humanas, o, dicho en términos tecnológicos, cuanto mayor sea el

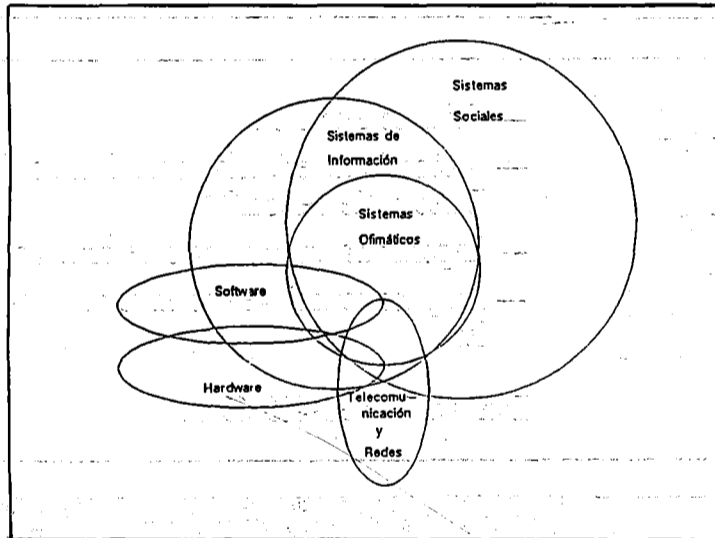


Figura M.T.1. Relación de los sistemas ofimáticos con la informática, los sistemas de información y los sistemas sociales.

cífico de sus componentes. No se puede negar que para la organización informática y para el diseño y desarrollo de los sistemas de información se ha tenido en cuenta el componente humano de los usuarios y en ocasiones hasta algo de los componentes del contexto social, pero forzoso es reconocer que casi siempre de manera tangencial, como cualquiera puede comprobar echando una ojeada a las muchas metodologías elaboradas a este respecto. Las circunstancias cuantitativas arriba mencionadas propician ahora un nuevo orden cualitativo, en el que los componentes tecnológicos reducen su peso, y crecen los factores organizativos, sociológicos y hasta lingüísticos.

Kling y Scacchi, en 1982, han propuesto una familia de modelos para el desarrollo de sistemas de información, en los que el cambio tecnológico se estudia como una

número de ordenadores personales, redes, ordenadores grandes y niveles de arquitectura del sistema tecnológico. La figura M.T.1. expresa con el lenguaje gráfico de los conjuntos algunas de las relaciones entre varios de los conceptos analizados.

Sobre ese esquema podrían establecerse distinciones, comentarios y matices acerca de determinadas clases de sistemas de información que no sería práctico considerar como sistemas sociales o que no lo son en absoluto; acerca de lo que propiamente es informática, pero que no por ello podría ser catalogado como perteneciente al campo de los sistemas de información y viceversa; acerca de las carencias técnicas y metodológicas de lo que actualmente se entiende por Ingeniería del Software aplicada a los sistemas de información, y algunas otras cosas.

Integración de las tecnologías de la información

En sentido amplio, hay que considerar "tecnologías de la información" a la informática y a las telecomunicaciones, pero también a las tecnologías de imagen y sonido, la reprografía y las tecnologías de observación y medida del mundo material, como son la espectroscopia, la telescopía, la microscopia, la cromatografía, la radioscopia, la magnetometría y en general toda la instrumentación de transducción.

Lo más importante que está ocurriendo en este campo tecnológico es el proceso global de convergencia hacia un dominio de creciente integración física. Se han definido tres vectores que orientan esta transcendental unificación (Sáez Vacas, 1983): la electrificación, o tendencia al uso de un soporte físico homogéneo para toda clase de información; la digitalización, o tendencia al uso del bit como soporte simbólico único, y la computadorización o tendencia al uso del microprocesador o del ordenador como gran factótum dinamizador y gestor de convergencia.

Las consecuencias son casi indescriptibles y sólo el tiempo irá haciendo ver lo que ahora muchas veces sólo alcanza la imaginación. Dice Voelcker

(1986), a propósito de la futura red digital de servicios integrados (que es un ejemplo ya casi tangible de esas consecuencias): "en un universo de comunicaciones digitales, los mismos sistemas básicos de telecomunicaciones conmutadas puedan integrar el servicio telefónico de voz con un conjunto de otros servicios que incluyen transmisión digital de datos, interfaces de ordenador personal, redes de área local, centralitas automáticas privadas, videoconferencia, aplicaciones remotas, surtidores automáticos de gasolina...".

El Hipertexto parecía un sueño hace unos años —hecho posible en la década de los 80— y ahora empieza a materializarse el sueño mayor del 'hipermedio'. La información codificada digitalmente en medios ópticos (disco compacto ROM), la señal audio también codificada digitalmente, las cámaras digitales, el hardware para capturar, almacenar y manipular imágenes para uso sobre computador, y el software para pintar en colores sobre una pantalla informática, son otros tantos aspectos representativos de los vectores de convergencia que abren la vía de las aplicaciones del hipermedio.

"Ventana" de conclusiones provisionales y bibliografía

Que más del noventa por ciento de lo escrito sobre ordenadores personales y ofimática desarrolle una visión exclusivamente tecnológica nos convence de que una cierta simplicidad inspirada por la ubicuidad informativa de fabricantes de hardware y software cubre como un velo tupido la realidad compleja de los sistemas de información.

El artículo hipertextual que acabamos de recorrer intenta provocar la curiosidad y plantear la necesidad de nuevos puntos de vista basados en perspectivas más amplias, enfoque sociotécnico y metodologías "blandas". La integración progresiva de las tecnologías de la información, unida a la dificultad (habitualmente enmascarada por una ideología tecnogista) de estructurar muchas funciones organizativas, hace concebir la esperanza de elaborar esos

planteamientos alternativos —de los que aquí se han citado algunos como las redes conversacionales, los modelos en trama, etc.— pero también aconsejan la cautela de hacerlo con modos paralelos a los que teóricamente se siguen para construir procesos intelectuales como el mismísimo sentido común.

También el formato del artículo intenta idealmente —supuesto que su soporte material fuera el ordenador— ser un reflejo de lo que podría ser un método de estudiar, pensar y construir en un entorno de trabajo basado en una "tecnología de colaboración" abierto desde ahora a la interacción con todos los lectores que tuvieran algo que decir sobre este asunto. Para su propia ampliación, estarían disponibles los textos completos de las siguientes referencias bibliográficas:

- Bair, J.H. y Mancuso L. (1985). *The office systems cycle*, Hewlett-Packard Co., Palo Alto, California.
- Conklin, J. (1987). *A survey of Hypertext*, MCC Technical Report, STP-356-86, rev. 2.
- Freeman, H.A. y Thurber, K.J. eds. (1986). *Tutorial: Office Automation Systems*, The Computer Society Press, Wash.
- Hirschheim, R.A. (1985). *Office Automation: a social and organizational perspective*, J. Wiley, Chichester.
- Kling, R. (1987). *Defining the boundaries of computing across complex organizations*, in (Boland, R.J. y Hirschheim, R.A. eds) *Critical issues in information systems research*, J. Wiley Chichester.
- Lyytinen, K. (1987) *A taxonomic perspective of information systems development: theoretical and recommendations*, in (Boland, R.J. y Hirschheim, R.A. eds) *Critical issues in information systems research*, J. Wiley, Chichester.
- Minsky, M. (1986). *La sociedad de la mente*, Ed. Galápagos, Buenos Aires.
- Perry, T.E. (1987). *Hypermedia: finally here*, IEEE Spectrum, 24, 11, pp. 38-39.
- Sáez Vacas, F. (1983). *Las tecnologías de la tercera revolución de la información*, Mundo Electrónico, 133 pp. 133-141.
- Strassmann, P.A. (1985). *Information Payoff. The transformation of work in the electronic age*, The Free Press, New York.
- Voelcker, J. (1986). *Helping computers communicate*, IEEE Spectrum, 23,3 pp. 61-70.
- Wilson, P. (1988). *Key Research in Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, in (Speth, R., ed.) *Research into Networks and Distributed Application*, Elsevier (North-Holland), Bruselas.