

3. LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, INSTRUMENTO PREESTRATÉGICO: UN MODELO SOCIOTÉCNICO

Fernando Sáez Vacas

En este artículo se expondrá un resumen de este concepto paradigmático, seguido de algunos modelos sociotécnicos y constructivos, elaborados para diseñar estrategias de innovación en el campo de la tecnología *ofimática*, en general, y del *groupware*, en particular. Su última sección tratará de enmarcar todos estos modelos dentro de una teoría de la evolución de las organizaciones humanas. Los resultados aquí expuestos proceden de una línea de investigación sobre complejidad y tecnología de la información iniciada por el autor en 1983 [3.1].

VIEJOS Y NUEVOS PARADIGMAS EMPRESARIALES

“En la teoría económica contemporánea no hay sitio para la tecnología, para la innovación, para el cambio”. “Desde los primeros años 70, la realidad y las teorías económicas disponibles se han distanciado cada vez más” [3.2].

Juntando estas frases del viejo gurú con numerosas observaciones y experiencias de tantos otros, se puede concluir que muchas organizaciones empresariales operan todavía bajo paradigmas culturales que, en los hechos, esto es, al margen de discursos y pronunciamientos teóricos o convencionales, relegan mentalmente la tecnología a un papel secundario, *aposteriorístico* e instrumental. Aquí nos centraremos en la tecnología de la información.

Podríamos decir, aún a riesgo de esquematizar excesivamente, que los paradigmas vigentes conducen a secuencias de decisión clásicas, como, por ejemplo, a elaborar primero los objetivos estratégicos de la empresa, y después a acopiar y organizar los recursos humanos y tecnológicos convenientes. En síntesis, éste es el tipo de pensamiento que se enseña aún en muchas escuelas de negocios y en la universidad en todas sus ramas, incluyendo las técnicas, pero en un mundo de economía global, acelerada y predominantemente tecnológica, estos paradigmas no funcionan bien. Son paradigmas empresariales *paleotecnológicos*, impropios para manejar un entorno hipercomplejo. En una reciente entrevista, Toffler aseguraba que en Estados

Unidos en 1994 se han graduado un elevado número de economistas que recitan todavía que los factores de producción son la tierra, el trabajo y el capital.

Precisamente, uno de los muchos fenómenos que ocurren ahora es que todas las nuevas oportunidades de negocio dependen de parámetros tecnológicos y, a menudo, es la propia funcionalidad de la tecnología, la que muestra el camino de tales oportunidades, y, por tanto, de la estrategia misma. "Conéctese con el futuro global", dice el último anuncio de una firma multinacional japonesa, aludiendo a las redes digitales multimediatas. Frente a este planteamiento, sucede que la mayoría de las empresas, no sólo viven en un estadio tecnológico desfasado, sino que están técnica y culturalmente atrasadas en sus paradigmas de acción. En tales casos, el aprendizaje de la tecnología se constituye en necesidad e instrumento previo al abordaje de estrategias competitivas, en la condición de su viabilidad y, por tanto, de su evolución. El papel de la tecnología sigue siendo instrumental, pero ahora es primario, apriorístico (o casi) y ubicuo, aparece en todas las ecuaciones de la empresa.

Vistas las cosas de esta manera, la *innovación tecnológica* en las empresas se transforma en un asunto esencial y más complejo que la clásica transferencia tecnológica, puesto que toca a los potenciales estratégicos de la empresa, a sus procesos organizativos, a sus procesos productivos y a sus procesos psicosociales. Gracias a las nuevas tecnologías, dice Riboud [3.3], es la organización tecnosocial en su conjunto, es decir, el sistema, la clave de la productividad.

Como comprobará el lector, para nosotros la tecnología de la información ocupa un lugar preeminente en el desarrollo de los *sistemas de actividad humana*, si bien su anatomía técnica, es decir, su conocimiento pormenorizado, tiende a jugar un papel gregario, como uno más entre varios otros factores. El aprendizaje de la tecnología es, en el sentido más amplio posible, un proceso de naturaleza cultural, multidisciplinario.

EL TRINOMIO O, I, T

El concepto que da título a esta sección se publicó por primera vez en la última parte de un libro que presentaba una teoría sociotécnica de la *ofimática* [3.4], e iba ilustrado por un triángulo parecido al de la figura 3.1, cuyos vértices, en su versión actual, significan: O (Organización), I (Individuos), T (Tecnología). En esta forma, ya extendida al campo generalizado de la tecnología de la información, se ha utilizado por el propio autor en un capítulo de un libro posterior [3.5].

En ambos casos, la idea es que la auténtica innovación tecnológica es posible, siempre y cuando se consiga mover (cambiar) los tres vértices hasta su convergencia o alineamiento, y éste es un problema estratégico de diseño y gestión empresarial de la complejidad sociotécnica. En el momento teórico en que se funden estos tres puntos, la entidad (la empresa) alcanza un estado "biológico" nuevo en el que la tecnolo-

gía revela y entrega todo su potencial amplificador, se integra en la cultura y en los procesos de la empresa. Lógicamente, este ciclo hay que repetirlo, en mayor o menor grado, porque los factores que dan nombre a los tres puntos son dinámicos y cambiantes.

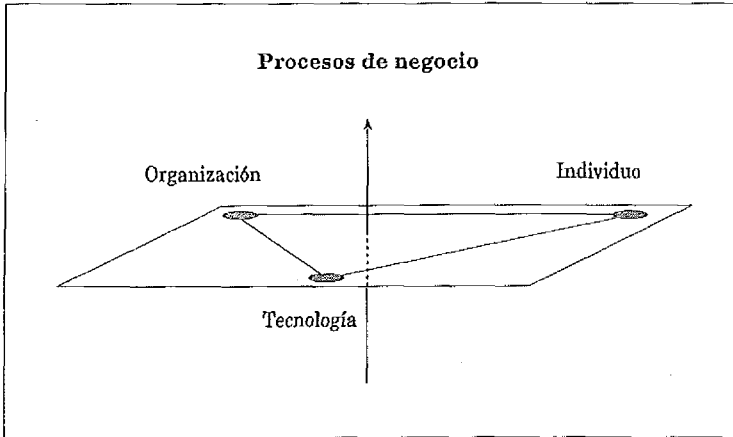


Figura 3.1 Modelo de convergencia orientada a procesos de empresa. Para la empresa, el objetivo sería alcanzar el estatuto dinámico de organización que aprende [3.6], convertirse en un sistema evolucionado de aprendizaje, aunque, como veremos más adelante, este tipo de sistemas puede bloquearse frente a nuevos paradigmas tecnológicos.

Dicho sea entre paréntesis, la innovación tecnológica ha demostrado ser un concepto moldeable al gusto de cada cual. Nosotros la vemos como el proceso y el conjunto de las transformaciones que se producen por causa de una tecnología, lo cual quiere decir que la tecnología por sí misma no produce necesariamente innovaciones.

Los procesos de empresa

Si alguna virtud tiene el trinomio OIT es su cociente *sencillez/potencia*. Este hace explícitos tres factores fundamentales en el juego de la tecnología, y los que sitúa simbólicamente en un mismo plano, en un terreno de relaciones —de conocimiento, de trabajo, de operación, de poder, etc.— generado por la tecnología: (i) La propia tecnología (es importante explicar que este factor comprende, además de los objetos tecnológicos, los métodos y técnicas, y los especialistas de la tecnología concreta); (ii) La organización (la estructura orgánica y funcional, los esquemas de decisión y de poder, los procedimientos, la cultura empresarial, los directivos); (iii) Los individuos (básicamente, el personal de la empresa no incluido en los colectivos anteriores). In-

interpretado en negativo, viene a postular que es inadecuada toda solución, metodología, teoría o enfoque, relativos al juego de la tecnología, que no abarque cambios en todas o en las principales relaciones entre los tres factores. Estos cambios también afectan, llegado el caso, a las propias piezas componentes de cada "vértice", que pueden ser sustituidas.

La figura geométrica del triángulo visualiza el hecho natural de la existencia de una distancia (distanciamiento, en términos sociales) entre los factores del trinomio. A simple vista, se aprecia que cualquier programa que procure el acercamiento de los vértices es multidisciplinario, y por ello mismo, bien complicado: pura ingeniería de intangibles. En Sáez Vacas [3.1] y Gómez-Pallete *et al.* [3.4], se ha utilizado sistemáticamente la ley cibernética de la variedad, requerida para definir principios generales de diseño de tal programa. Sin embargo, la perspectiva del tiempo nos ha conducido a subrayar, como no lo hicimos entonces, la necesidad de practicar el ajuste sociotécnico de variedades allí descrito, guiándose por algún tipo de orientación objetivable, esto es, sintonizándolo con metas empresariales (institucionales) concretas.

Tal es la intención del eje de "procesos" en el mismo gráfico: poner de manifiesto la idea de que, tanto la selección de la tecnología como las medidas encaminadas al acercamiento de los vértices, deben orientarse en la forma más pertinente a la potenciación instrumental de los individuos y de la organización "en" y "para" los procesos empresariales (*business processes*, en la terminología anglosajona) dentro del entorno de competencia y de los valores e ideologías propios o elegidos. Es bien sabido, por lo demás, que los procesos actualmente se construyen inspirados por el objetivo último de procurar satisfacción a los clientes (usuarios).

El resto de esta sección la dedicaremos a aderezar brevemente el concepto con algunas otras consideraciones y referencias.

Marcos tecnológicos

Muchos investigadores, recientemente Orlikowski y Gash [3.7], han señalado que cuando los marcos tecnológicos concebidos por grupos humanos básicos en las organizaciones, tales como dirigentes, técnicos y usuarios (nuestros tres vértices), son significativamente distintos, pueden presentarse dificultades y conflictos en cuanto al desarrollo, uso y cambio de tecnología. Cualquiera puede comprender que identificar mediante estudios de campo los diversos marcos tecnológicos presentes, es decir, las imágenes o interpretaciones de la tecnología y su papel en la empresa, constituye unos de los primeros pasos para definir las estrategias activas de aproximación de los vértices del triángulo.

El artículo mencionado documenta una experiencia muy viva de los costes y fracasos en la introducción de un famoso producto de *groupware* en una importante empresa norteamericana, por causa de la prevalencia de la visión de los técnicos.

Legendarias son ya las diferencias de imágenes entre técnicos y dirigentes, que Sáez Vacas [3.8] subraya como “las incompetencias cognoscitivas cruzadas” (el técnico especializado ignora la significación de la técnica, es decir, sabe de la tecnología sólo en su dimensión técnica, y el dirigente empresarial “toca de oído” en lo que se refiere a la tecnología).

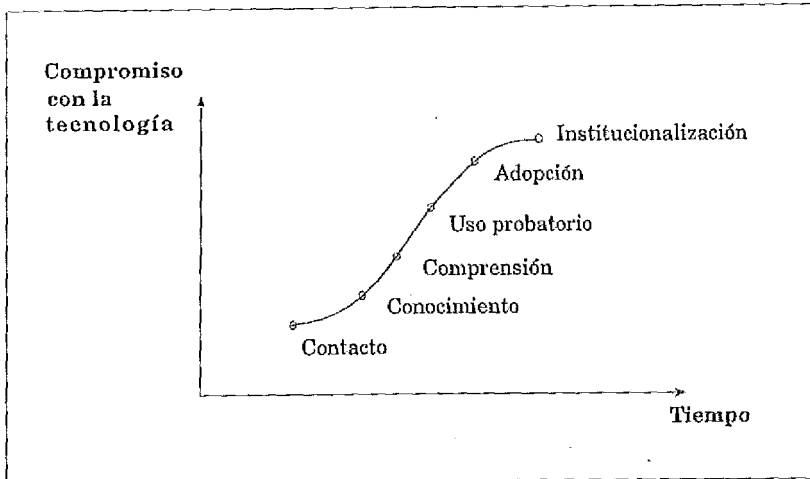


Figura 3.2 Fases de adopción de la tecnología

Se sabe desde hace tiempo que el ajuste social (empresarial) a la tecnología, hasta llegar al más alto grado de compromiso con ella, denominada “institucionalización”, recorre unas fases y tiene una dinámica, que podemos controlar, y hasta acelerar, pero no obviar (figura 3.2). Tampoco debe olvidarse que el concepto de compromiso se extiende a la tecnología en tanto que herramienta en un marco OITPEW (siglas que se comprenderán más adelante, al final de esta sección).

Éste nos parece un aspecto extremadamente crítico, al que, sin embargo, no suele concedérsele apenas importancia en la práctica, quizá por su carácter intangible, psicológico. Cuando se habla de ajuste social a la tecnología, en realidad, se está aludiendo a la sutil red de “curvas de adopción” de todos y cada uno de los individuos y grupos presentes, inmersos en un territorio muy competitivo de lucha por el poder o la supervivencia.

Los marcos tecnológicos son un caso particular de conceptos más amplios. Así, Mèlèse [3.9], emplea el concepto de “sistemas y lógicas transversales”, aplicable a colectivos humanos. Nos dice que conviene ver la empresa como un nudo del gran sistema político-socio-económico, en el que se entrecruzan y combinan los efectos de numerosos sistemas y lógicas transversales, cuya determinación se encuentra generalmente fuera de la organización (sistemas tecnológico, mercantil, financiero, social,

sindical, espacial, simbólico, etc), de forma que el nudo es otro sistema cuyos elementos en interacción son las representaciones que de él se hacen diversos actores internos y externos. ¿Cómo ven a la tecnología cada una de estas lógicas transversales?

El autor [3.10], por su parte, ha generalizado el proceso de observación de la realidad cuyo resultado es siempre una imagen –y nada más que una imagen– del objeto real, producida por la interacción de tres campos, a) el observador propiamente dicho, con sus circunstancias personales, b) su instrumental de observación (interfaz, herramientas cognitivas, sistemas de representación, etc.) y c) el objeto en sí. Este modelo tiene un carácter práctico porque visualiza bien las posibilidades de manejo de un grupo de imágenes en presencia.

Reingeniería de procesos

La reingeniería de procesos de negocio (*Business Process Reengineering*, BPR en la jerga) ha cobrado gran fama en los últimos años, en los que ha recibido tantas alabanzas como críticas. Aparte de que no contiene fundamento teórico alguno, razón por la cual se convierte en un enfoque sumamente dependiente de artes particulares, observamos que su versión canónica [3.11] es claramente discontinua y partidaria del todo o nada: “rediseñar no es mejorar o modificar el negocio, sino reinventarlo con vistas a saltos gigantescos en rendimientos”. No explican cómo hacerlo, ni qué factores considerar, ni en qué orden. Por el lado humano, postula la intervención de un líder, del dueño del proceso, del comité directivo y del zar de reingeniería, lo que no coincide demasiado con los factores OIT.

Su visión de la informática como capacitador esencial de la reingeniería se resume así: todo proceso está basado en una tecnología y la nueva tecnología rompe el orden establecido por la tecnología anterior. La compartimos, y así lo hemos expresado en la primera sección de este artículo; sólo que su brusca aplicación podría llegar a producir pan para hoy y hambre para mañana. Pensamos que la práctica de la BPR se normalizaría a mediano y largo plazo si ésta se integrase en las pautas de los modelos continuos y de aprendizaje que aquí se proponen.

Soft Systems Methodology

SSM es una metodología muy extendida para abordar problemas no estructurados, en los que el enfoque clásico de sistemas no es aplicable, porque se trata de situaciones rodeadas de circunstancias borrosas, como aquellas donde las percepciones de las personas implicadas son diferentes, a veces contradictorias, y con frecuencia confusas. Es porque son lo que Checkland [3.12], y Checkland y Scholes [3.13], llaman Sistemas de actividad humana.

C	Clientes: beneficiarios (o víctimas) de las actividades del sistema
A	Agentes: llevan a cabo el proceso de transformación
T	Proceso de transformación del sistema
W	<i>Weltanschauung</i> : perspectiva o punto de vista, imagen o modelo del mundo que da sentido a este sistema y a su proceso de transformación. Este tiene que ver con la cultura de empresa.
O	Propietario del sistema: puede ocasionar daños al sistema, incluso su inexistencia.
E	Entorno: condiciones o restricciones que influyen determinantemente en las actividades del sistema.

Cuadro 3.1 Elementos básicos de la definición raíz de los sistemas relevantes en SSM (Checkland, 1981).

Para nosotros, la innovación tecnológica y la BPR, entre otros campos que podrían señalarse, engloban procesos típicos de sistemas de actividad humana, por lo que ganarían mucho si se enfocasen dentro de una “filosofía” como la de la SSM, o semejante (en general, el diseño sociotécnico). Uno de los debates más inquietantes de los últimos años, conocido como la “paradoja de la productividad de la tecnología de la información” [3.14], se pregunta cómo es que, habiéndose incrementado desde 1970 la potencia informática en dos órdenes de magnitud en la economía de Estados Unidos, se ha estancado (cuando no disminuido) su productividad, especialmente en el sector de servicios. Esto se esclarecería, probablemente, escrutando a la luz de los modelos sociotécnicos de innovación tecnológica, los fallos de los mecanismos utilizados corrientemente en la implantación de las tecnologías.

El paso 3 de la SSM preconiza que para definir de forma raíz los sistemas relevantes de la empresa (en el lenguaje actual, los procesos de negocio), hay que incluir necesariamente los elementos conocidos por el mnemónico CATWOE (cuadro 3.1). Es evidente que este conjunto de elementos muestra que el modelo OITP, esquematizado en la figura 3.1, encaja con este cuadro (O, C, A y T se corresponden con los factores humanos, contenidos, respectivamente, en los vértices O, I, T y con el eje o vector P) y al mismo tiempo se completa con él.

Circularidad causal de los factores

La simplicidad del modelo OITP es sólo aparente. Su misión primaria es recordarnos la ineludibilidad referencial de considerar todos los campos de los factores O, I, T, en relación con P (actuales y futuros procesos de la empresa), en función del entorno E, y de acuerdo con el vigente “modelo” del mundo W. Pero luego está el hecho de que las dependencias entre estos factores es circular (de ahí su complejidad de fondo).

Por poner un ejemplo, la organización, es decir, la estructura organizativa, los esquemas de decisiones, la acción de los dirigentes, sus interpretaciones y tantas otras cosas, dependen objetivamente (se quiera o no) de la tecnología, de los individuos, de los procesos reales o previstos, de las condiciones del entorno, del *Weltanschauung*, y de las interrelaciones mutuas entre todos estos y de su historia anterior, lo que se podría expresar en forma aproximada y pseudomatemática por $O = O(I, T, P, E, W)$. Pero también podría escribirse que $P = P(O, I, T, E, W)$, y así sucesivamente, con lo cual el número de combinaciones se hace inmanejable, y ello convierte en imprescindible el derivar de este modelo general modelos más sencillos aplicables a situaciones más restringidas, verbigracia, las que suceden con el *groupware*.

Y aunque no es el objetivo de este trabajo, dejaremos al menos sugerido que este conjunto mínimo de factores, y su interacción circular, abren un territorio de sospechas acerca de la pertinencia de una buena parte de la teoría y de la metodología de las empresas y de la mayoría de las lógicas transversales hoy en uso.

TECNOLOGÍA DEL *GROUPWARE*: NECESIDAD DE UN MODELO ESTRATÉGICO DE IMPLANTACIÓN

Actualmente las empresas pueden llevar, en vez del personal al trabajo, el trabajo al personal, y así, comienzan a considerar el diseño de la organización de la misma forma que el diseño de productos, mientras se sienten cada vez menos condicionadas por los límites de tiempo y lugar. Las telecomunicaciones permiten enlazar unidades organizativas geográficamente alejadas, recurriendo para ello a tecnologías como el correo electrónico, el fax, la videoconferencia y el acceso del ordenador personal a recursos compartidos para coordinar a través de los distintos husos horarios¹. En un libro muy conocido, cuyo subtítulo, *Business Design through Information Technology*, es suficientemente explícito, Keen expone capítulo a capítulo sus componentes del diseño empresarial integrados con la tecnología de la información [3.15].

El *groupware* (*GW*) es una de las tecnologías con mayor potencial de cambio organizativo y valor estratégico. Constituye la base tecnológica del "trabajo cooperativo asistido por ordenador" (en inglés, *CSCW*, *Computer Supported Cooperative Work*). El mundo *GW* y *CSCW* está compuesto por un complejo entramado de productos, herramientas, técnicas y servicios, que van desde el hardware (redes informáticas, computadores, interfaces, ...) hasta las técnicas organizativas (teoría de la coordinación, criterios de seguridad y privacidad de la información, organizaciones reticulares, ...), pasando de manera muy especial por el software (sistemas operativos y ba-

¹ Huso horario: cada una de las 24 partes, con una amplitud de 15° cada uno, en que está subdividida la superficie terrestre para dotar a todos los países de la tierra de una hora convencional.

ses de datos para trabajo en grupo, flujos de trabajo, interfaces de usuario grupal, paquetes integrados para oficina, etc.).

La avalancha de productos GW, o que se pretenden como tales, suscita diversas clasificaciones. Una de ellas, por áreas de aplicación y sus combinaciones factibles, es la siguiente:

- Sistemas de mensajería: correo y boletines electrónicos (*BBS, Bulletin Board System*).
- Editores de texto y de gráficos multiautor.
- Planificadores, gestores de proyecto y agendas de grupo.
- Sistemas grupales de apoyo a la toma de decisiones conjunta (*GDSS, Group Decision Support Systems*).
- Conferencia por computador
- Agentes inteligentes: filtros, presentadores y reencaminadores de información.
- Sistemas de coordinación: redes de conversaciones y flujos de trabajo (*workflows*).
- Sistemas documentales
- Bases de datos de grupo

Como se ve, algunas de estas aplicaciones contienen una esencia de computación personal individual en su origen, y luego se han adaptado a los procesos de grupo, que son de una naturaleza bien diferente, puesto que integran operaciones muy complejas de comunicación y coordinación. Otras poseen netamente una orientación grupal desde su génesis.

Otro criterio conduce a clasificar a los sistemas GW por su intervención en cuanto a las coordenadas espaciales y temporales: ubicación de los participantes en el mismo o en distintos espacios físicos (como es el caso de la teleconferencia), el trabajo de manera sincrónica —en tiempo real— o asincrónica (caso del correo electrónico y las aplicaciones sobre él basadas) y las combinaciones técnicamente posibles.

Para terminar este drástico resumen, no queremos dejar de mencionar otra clasificación muy general, elaborada en nuestro departamento [3.16], que divide al *groupware* en dos grandes segmentos: el GW orientado a la creación y el GW orientado a los flujos de trabajo. El primero persigue la consecución de un resultado final concreto y que da por terminado un proceso de trabajo, como por ejemplo, la generación conjunta de un documento, o la producción cooperativa de una aplicación software desde su etapa de análisis y diseño hasta la de codificación y prueba. Su ámbito de aplicación es primordialmente de carácter científico o técnico. El segundo, por su parte, da apoyo informático y de comunicaciones a la labor organizativa de una empresa, sustentando total o parcialmente los diferentes flujos de trabajo e información

presentes, o generando otros nuevos (vía que conduce al rediseño de procesos y a las ventajas competitivas derivables). A este segundo tipo de *groupware*, cuyo ámbito específico es el empresarial y organizativo, es al que nos referiremos en el resto de esta sección y en la siguiente.

Sociología del CSCW

Por estos días, en las principales revistas internacionales se publica repetidamente el siguiente anuncio de un producto GW: "There will come a time when everyone in your company will communicate, collaborate and coordinate in ways you never imagined". Lo que ni siquiera sugiere el texto es que "comunicar", "colaborar" y "coordinar" son algo más que operaciones físicas, son también actividades humanas nada elementales, que si siempre requieren una planificación, un aprendizaje, incentivos y también un cierto control, mucho más lo necesitarán al abordar formas "nunca imaginadas". Necesitan un modelo estratégico de implantación, coherente con los principios apuntados en la sección anterior. Por el contrario, el mensaje que transmite el anuncio refuerza el camino del fracaso al que conduce la visión exclusivamente técnica citada en dicha sección.

Y es que no se debe olvidar la relación entre GW y CSCW, donde este último término expresa la índole sociotécnica de la tecnología GW. Por suerte, se va generando ya un acervo de observaciones y de experiencias censadas, de las que daremos aquí unos breves apuntes, empezando por referirnos, a modo de ejemplo, al caso del correo electrónico, que es algo así como la tecnología troncal de las aplicaciones y sistemas *groupware*.

Un reciente sondeo en Estados Unidos muestra que el 74.7% de las empresas encuestadas le atribuyen significación contributiva para su competitividad y, más aún, que su importancia crecerá en el futuro, habida cuenta del hecho de que el correo será multimediático, integrando voz, imágenes y gráficos. Opinión tan positiva tiende probablemente a ocultar un tanto las realidades sociales del correo electrónico, que, como cualquier herramienta tecnológica nueva de la que se espera algún fruto, requiere tiempo de adaptación, cierta disciplina y reorganización.

Tal vez el más conocido de los efectos es el del llamado "correo basura", que, como mínimo, incluye esa categoría de mensajes triviales o inoportunos, por desgracia demasiado habituales, que se han compuesto haciendo oídos sordos al consejo de "asegúrese de conectar el cerebro antes de enviar un mensaje" (en ciertos sistemas de correo electrónico sobre redes abiertas cada persona emite o responde entre 25 y 100 mensajes diarios) y ha dado lugar a la paradójica tecnología defensiva de los filtros de información y agentes inteligentes (*discernobots*), cuya misión consiste en analizar y categorizar los contenidos del buzón electrónico y en su caso eliminar automáticamente los mensajes indeseados. Como anécdota, el novelista William

Gibson, autor de *Neuromancer*, quien acuñó el término “ciberespacio”, ha decidido no conectarse al correo electrónico, para proteger su privacidad.

Otro género de consecuencias se observa en el terreno del comportamiento social del usuario del correo electrónico. Este sistema tiende a diluir determinados factores sociales y de contexto (estatus, cargos), que normalmente actúan como barreras, favoreciendo la participación e incluso el apasionamiento (la gente dice lo que no diría nunca cara a cara), y por tanto la creatividad, pero dificultando el proceso de toma de decisiones, que en algunos experimentos ha llegado a cuadruplicar el tiempo del grupo electrónico con respecto al grupo físico (o clásico). Buenas y malas noticias.

En definitiva, lo que ocurre con el correo electrónico es sólo una muestra benigna de lo que puede ocurrir con el *groupware* y sus impactos en el mundo del trabajo y de la empresa. La industria de la tecnología tiene la costumbre de postular mundos *rousseauianos* en los que la colaboración y la cooperación se toman por actitudes humanas naturales. Sus experiencias piloto suelen llevarse a cabo con grupos de técnicos o de universitarios favorablemente predispuestos en cuanto a conocimientos, mentalidad y cultura. Olvidan que en la realidad de las empresas e instituciones se manifiestan esquemas de poder y subculturas organizativas preexistentes. El director de una consultoría americana ha declarado que el *groupware* es espantoso para muchos directivos, porque, por diseño, es rápido y democrático. El correo electrónico funciona bien en organizaciones abiertas, pero no lo hace, o lo hace superficialmente, en aquéllas que imponen rígidas constricciones jerárquicas, fronteras para las comunicaciones o imputaciones de costes.

Para solidificar, por último, el argumento empleado en el primer párrafo de este apartado, citaremos cómo en la sociología laboral es reconocido que, en las relaciones de trabajo, junto a los mecanismos de colaboración, juegan también otros mecanismos, como la competencia, el conflicto, la convivencialidad, la coerción, el compromiso, el control, la coordinación, y así, hasta once C's, cuya simple enumeración revela por contraste la preocupante ingenuidad de algunos fabricantes y vendedores de tecnología.

El modelo sociotécnico de complejidad 4D x 3N

Como se ha dicho, conviene tener siempre en mente un marco de referencia robusto al hablar de la interacción del individuo, los grupos o las organizaciones con la tecnología. Sugerimos emplear el modelo de tres niveles de complejidad (3N) [3.1], que en su versión aplicada a la *ofimática* (o tecnología de oficina) se esquematiza por un gráfico integrado 4D x 3N [3.4].

La figura 3.3 recoge sólo una parte del modelo 4D x 3N, particularizado (parametrizado) al caso de las aplicaciones *groupware* [3.17]. Se ve ahí cómo estas aplicaciones comportan la necesidad de armonizar los procesos en tres dimensiones

(D) diferentes, que pueden imaginarse también, si el lector lo prefiere, como las tres ruedas solidarias de una máquina, con sus correspondientes engranajes.

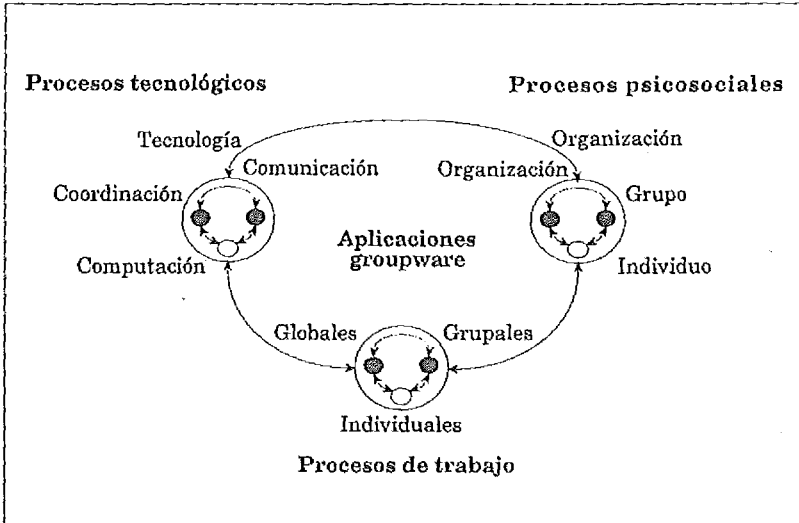


Figura 3.3 Diseño de aplicaciones groupware, derivado del modelo 4D x 3N

En la dimensión de la *tecnología de la información* se representa el punto de vista estrictamente técnico o tecnológico, con sus tres niveles (N) de complejidad, que ilustran tres estadios de evolución o de aprendizaje, empezando por la fase de computación (tratamiento de texto, hoja de cálculo, gestor de bases de datos, etc.) y siguiendo por la de comunicación (redes, correo electrónico simple, sistemas cliente/servidor, etc.) hasta llegar a la de coordinación (coordinadores, bases de datos compartidas, sistemas multiautor, etc.). Las aplicaciones *groupware* utilizan técnicamente una gama de productos, de sistemas y de procesos, de un amplio espectro entre los niveles de comunicación y de coordinación. La dimensión de los procesos de trabajo (de negocio, de empresa) expresa los procesos productivos, que también modelamos en tres niveles, según sean procesos ejecutados individualmente, por un grupo o por un conjunto o conjuntos de grupos. Y, por último, está la dimensión de los procesos psicosociales.

El gráfico, con sus tres dimensiones o ruedas, ha de leerse como una teoría completa para el diseño de aplicaciones groupware, compatible con el modelo OITP y derivado de él por el procedimiento de explicitar el nivel de grupo, por la rotunda razón de que estamos hablando de *groupware*. De una manera u otra, Organización, Individuos y ahora Grupos, deberán estar presentes en tres diferentes tipos de procesos engranados en una sola y eficaz maquinaria.

El esquema pone de manifiesto un programa de pautas indicador de lo que hay que hacer y de lo que no hay que hacer para diseñar e implantar aplicaciones *groupware*. No sirve de nada, o, peor, puede ser muy costoso y perjudicial, crear o introducir nuevos procesos tecnológicos al margen de las otras dimensiones, como tampoco sería finalmente efectivo hacer BPR, incluso bien soportada en los adecuados procesos tecnológicos (versión Hammer), si no se consideran los procesos psicosociales, los marcos tecnológicos, o las citadas lógicas transversales o imágenes presentes en la empresa, en fin, toda la urdimbre de relaciones humanas. Contamos ya con suficientes ejemplos recientes de fracasos, por causas psicosociales, de tecnologías como la agenda informática de grupo y los sistemas de soporte a las decisiones, así como con dificultades ocultas en tecnologías tan indiscutibles como el correo electrónico. No creemos exagerar al decir que, desafortunadamente, la práctica habitual del rediseño de procesos y en particular la implantación tecnológica se concentra en áreas disociadas y que los empresarios no parecen dispuestos a comprender, abordar y pagar, diseños sociotécnicos.

De conformidad con nuestra idea de los nuevos paradigmas empresariales, el modelo OITP y, más en particular, la teoría del diseño de aplicaciones *groupware* (en general, de *ofimática*) que se acaba de exponer están dirigidos fundamentalmente, y a la vez, a los altos dirigentes de la empresa, a los directores de tecnología y sistemas, a los responsables de recursos humanos, a los estudiosos de la sociotecnología, a los asesores en organización y tecnología, y muy especialmente a los profesores especializados en alguna de las materias implicadas. De acuerdo con nuestra experiencia, estos modelos poseen también un alto poder comunicador, lo que los convierte en herramientas para promover la convergencia de imágenes mentales y la participación humana (tipo SSM) en todos los niveles organizativos de la empresa.

Todavía puede concretarse más en cuanto a las vías activas de implantación de la tecnología *groupware*, esto es, en cuanto a su metodología, pero su descripción, excesivamente técnica, desbordaría las fronteras habituales de esta publicación, por lo que sólo se dará a continuación una nota meramente introductoria.

Modelo de transferencia de tecnología *groupware*

Actualmente, se está trabajando e investigando bastante en todo lo referente a optimizar los procesos de transferencia tecnológica. En nuestro departamento, el profesor G. León y su equipo [3.18], están desarrollando modelos de transferencia de tecnología de software. Algo que es común a estos modelos es que versan por lo general sobre tecnologías que prácticamente (casi) sólo involucran a los departamentos técnicos. O muchas veces así se cree. No es el caso de la tecnología ofimática y otras tecnologías de la información, que, por su naturaleza, afectan a toda la empresa. Por tal razón, aunque formalmente nos hemos inspirado en uno de estos modelos de transferencia, lo hemos sometido a las correcciones oportunas.

Como punto de partida, hemos postulado que, por el estado de su ciclo evolutivo, la tecnología GW es inmadura, propiedad que imprime al proceso de transferencia toda la esencia de un proceso de innovación, con sus ventajas e inconvenientes. Otro supuesto plausible es que la distancia entre la tecnología fuente (a la que se sustituye, si existiera alguna) y la tecnología destino (la que se implanta) es elevada. Ahora bien, fijémonos en que esta distancia, concepto que matizaremos en el próximo apartado, acarrea otras dos distancias, visto el asunto a través del trinomio OIT: la distancia organizativa (cómo será la organización resultante, con respecto a la actual, una vez institucionalizada la nueva tecnología) y la distancia individual –múltiples distancias, en realidad– (cuáles serán las funciones y cómo el trabajo de cada elemento humano de la empresa). Esto de las distancias no es una medida, sino un concepto, difícil de cuantificar, pero que implica la fuerte conveniencia de que, como arma estratégica, se dibuje al principio del proceso de innovación un escenario de resultados lo más realista posible en cuanto a esas tres líneas.

Dado que la distancia tecnológica suele ser elevada, es procedente el empleo de una tecnología intermedia, como la que para productos tecnológicos específicos ofrezcan las empresas VAR (*Value Added Resellers*), sobre todo si se plantean con eficacia y globalidad. En general es conveniente empezar con lo que hemos llamado aplicaciones *groupware* de perfil bajo. Nuestro modelo de transferencia para esta tecnología es espiral si se lo representa en un plano de coordenadas, con cuatro cuadrantes o fases, por los que se avanza por ciclos hasta conseguir el grado de transferencia buscado. Está descrito con todo detalle en [3.16]. El autor, por su parte, ha definido y está procurando aplicar un cierto número de dispositivos conceptuales para el diseño sociotécnico de la ofimática empresarial, que caen también muy fuera del ámbito de este artículo.

El modelo 4D x 3N, muchas observaciones publicadas y diversas experiencias exitosas, muestran también las siguientes conclusiones útiles: a) que los directivos son la mejor puerta de entrada al GW en la empresa (frente al caso de otras tecnologías), b) que un primer paso táctico o “psicológico” para la innovación siempre es una cierta adaptación (aproximación) inicial del *groupware* a la organización y a los individuos que la componen, para que adquieran confianza.

Concluida la exposición de los modelos concretos, es el momento de remontar el vuelo para intentar situarlos dentro de un marco general de cambios institucionales.

INNOVACIÓN Y PARADIGMAS TECNOLÓGICOS

Hace unos años, nos interesábamos por los procesos de innovación tecnológica en la sociedad, y más exactamente por las relaciones e influencias mutuas entre tecnología, cultura y sistema social [3.19]. Empleábamos el concepto de “escala del proceso” para referirnos al orden de magnitud temporal que separaba cambios sustanciales

en cada una de las diferentes parcelas del sistema social; por ejemplo, el sistema industrial o el sistema educativo. El sistema industrial tiene una escala de decenas de años, mientras que la escala de evolución del sistema educativo es de centenares de años. Una tecnología concreta estaría capacitada para marcar profundamente a esta o aquella parcela del sistema social cuando tuviera el potencial de provocar en ella algún cambio esencial conveniente (se subrayan los términos “esencial” y “conveniente”), representativo del inicio de una nueva dinámica en cuanto a sus procesos básicos. El artículo en cuestión hablaba de mecanismos de “ósmosis” social, de interprocesos culturales y de bloques epistemológicos, es decir, aportaba una visión macroscópica del fenómeno de la innovación tecnológica. Una visión analítica de observador sociológico.

Una teoría del ciclo de vida y de los cambios

Por su parte, Gómez-Pallete, en un libro recién publicado, aporta una teoría macroscópica sobre la dinámica evolutiva de las culturas, los sistemas industriales, el sistema científico y los grupos humanos, y, en particular, sobre las organizaciones inmersas en un determinado entorno [3.20]. Como se puede apreciar en la figura 3.4, estos sistemas nacen y, a través de una secuencia de cambios internos, crecen, maduran, se mantienen un tiempo y, finalmente entran en declive, si no se impulsa en ellos algún proceso de cambios trascendentales como para lanzarlos a un ciclo de vida diferenciado.

El núcleo central de esta teoría reside en que, en circunstancias de entorno hipercomplejo, el salto (incierto) a un nuevo ciclo se produce sólo después de que la organización, perpleja pero decidida, se abra al entorno y se comunique con él a través de un tiempo de azar, tanteos autoorganizativos y fluctuaciones —es lo que representa la mancha en el gráfico— hasta desembocar, con suerte y gran esfuerzo, en una nueva fase determinista de evolución controlada.

Encontramos aquí una reformulación de la “escala del proceso”, visualizada de forma más universal y potente, y más útil para generalizar los argumentos del presente artículo, que pertenecen más bien al orden constructivo de la ingeniería empresarial basada en la tecnología. En la visión de un técnico, como el autor, la ingeniería empresarial se ocupa de diseñar o inventar métodos o mecanismos para guiar y acelerar los procesos de innovación tecnológica en sistemas de actividad humana, que es lo que son las empresas.

Las empresas son las células más vivas del sistema social. Forman parte del sistema económico, están obligadas a ser viables [3.21] y por lo tanto a responder con la suficiente rapidez y acierto a los cambios de su entorno. No resulta exagerado pensar que el mundo de la empresa constituye una de las vías más caudalosas de integración social de la tecnología, por lo que puede ser socialmente muy rentable contribuir

a armar los nuevos paradigmas empresariales y a crear coherentemente con ellos artefactos cognitivos prácticos.

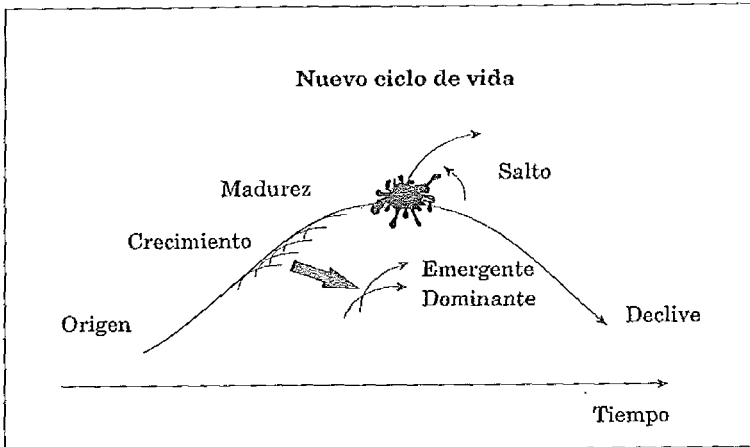


Figura 3.4 Ciclo de vida y cambios (adaptado de Gómez-Pallete, 1995)

Hace casi treinta años, en un libro muy inspirado, Sampredo resume las fuerzas económicas de nuestro tiempo en: la explosión demográfica, la aceleración técnica y la evolución social. En el mismo prólogo las reduce a dos, puesto que reconoce que la explosión demográfica moderna es la resultante del progreso técnico [3.22]. Es de esperar que hoy, tal vez a su pesar, escribiría que la tecnología es "la" fuerza económica de nuestro tiempo. Por ello, parece justificado decir, sin ambages, que tiene que ser alrededor del impulso tecnológico como se construyen los sucesivos cambios evolutivos que forman la curva del ciclo de vida de una empresa moderna viable (figura 3.4, en la que las coordenadas pueden representar "nivel de desempeño" y "tiempo").

Por su parte, Sáez Vacas [3.23], ha tocado también la cuestión de los ciclos de vida de la tecnología, las empresas y las personas, subrayando precisamente la tendencia que se da por la diferencia de longitud de estos ciclos —más corta la de la tecnología que la de las empresas, y ésta que la de las personas (el ser humano tiene que adaptarse en un sólo ciclo de vida a varias generaciones sucesivas de compleja tecnología)— "la tecnología desgasta a las empresas y las empresas a los hombres". Es un fenómeno de entropización organizativa (pérdida comparativa de función) a costa de la evolución técnica.

Todos los modelos descritos en las secciones anteriores han dejado claro que la tecnología capacita, abre espacios y posibilidades, muestra caminos de estrategia, pero está destinada a un costoso fracaso si no se integra solidaria e inteligentemente con un determinado conjunto de factores en torno a una nueva plasmación de procesos e ideas. Ahora estamos viendo, de forma más general, que las transformaciones

previstas por el modelo OITP son en realidad una faceta de los cambios que gobiernan el ciclo de vida de las empresas.

Queda por analizar si tales modelos y sus correspondientes teorías se acomodan conceptualmente, no sólo a los cambios evolutivos de la empresa, sino también a los saltos hacia otro ciclo de vida. Nos vemos obligados a introducir la noción de "paradigma tecnológico".

Tecnología de la información: una sucesión atropellada de paradigmas

Es sorprendente hasta qué punto la noción de paradigma, acuñada por Kuhn, es aplicable al campo de la tecnología de la información, con sólo sustituir el apellido "científico" por "tecnológico". Kuhn utilizaba ese término para referirse a "realizaciones científicas universalmente reconocidas, que durante cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica". Cuando surgen nuevas formulaciones o conceptos, la comunidad se divide: al principio, la mayor parte de ella se resiste a aceptarlas, manteniendo esa resistencia siempre o durante largo tiempo, mientras se va creando una nueva y tal vez pujante comunidad científica en torno a lo que se convertirá en nuevo paradigma. Es el caso de la ciencia neurológica, que experimentó con Ramón y Cajal un cambio trascendente con su nuevo paradigma neuronal: el concepto de sistema nervioso formado por una tela enmarañada de hilos nerviosos era sustituido por una red de células nerviosas independientes, las neuronas.

Así funciona la ciencia. Obsérvese que se trata de un problema más bien psicológico. Científicos que con numerosos años de estudio y esfuerzo han construido un armazón intelectual experimentan serias dificultades mentales y emocionales para negarlo de pronto. Precisamente, una característica esencial de la tecnología de la información, y en especial de la informática y de todas sus ramas, es que se basa en modelos computacionales (construcciones intelectuales) que se fijan lenta y trabajosamente en la mente de sus practicantes y teóricos, y de los que luego es casi imposible desprenderse, lo que acarrea importantes consecuencias.

Arquitecturas de computador, modelos de programación, arquitecturas de sistemas operativos y de bases de datos y muchos otros apartados han cambiado tanto que, algunas veces, han causado auténticos terremotos humanos y empresariales (derrumbamientos y emergencias) en la industria tecnológica y en la sociedad. La aparición de los computadores personales y su encuentro con las redes han introducido cambios radicales en la práctica informática, por ejemplo. La digitalización universal, la optoelectrónica y el aumento del ancho de banda de la tecnología abren el camino a las inforpistas y al multimedia distribuido. La tecnología de objetos se va imponiendo día a día. Las interfaces con las máquinas son cada vez más "humanas". Para los técnicos profesionales estas novedades se comportan como auténticos pa-

radigmas, cuya perversión consiste en que se renuevan con una velocidad enloquecida y trazan en la sociedad un mapa fragmentario, con frecuencia incoherente, de actividades sometidas a diversos paradigmas coexistentes.

En la sección anterior se hablaba de la distancia, entre la tecnología fuente y la tecnología destino, en los procesos de transferencia de tecnología. Ahora podemos decir que los cambios tecnológicos dentro de un mismo paradigma generan una distancia, mayor o menor, pero que podemos imaginar dentro del mismo plano donde manejamos las relaciones del triángulo OIT y los procesos de adaptación y diseño OITP. Su correspondencia en el diagrama de la figura 3.4 son los cambios evolutivos.

También podemos imaginar situaciones en que la distancia tecnológica separe dos planos distintos, cuando las dos tecnologías pertenecen a paradigmas distintos, en cuyo caso hay que esperar normalmente que los técnicos se resistan u opongan, bajo mil argumentos “razonables”, a recorrer la distancia. Sus muy interiorizados “marcos tecnológicos” construyen un obstáculo psicológicamente gigantesco. Conocemos varios casos reales, en los que los técnicos de la empresa habitan distintas capas paradigmáticas y están seguramente incapacitados para saltar a una nueva, al menos en un plazo aceptable. Su dificultad de acción se corresponde con el salto azaroso de la figura 3.4 hacia un nuevo ciclo en la dimensión técnica.

Hemos empezado el artículo hablando de nuevos paradigmas empresariales, que son los que integran plenamente a la tecnología en su discurso. Pero si se trata de tecnología de la información, ésta se presenta a su vez como un dominio generador de paradigmas tecnológicos, lo que complica un tanto las soluciones. Ajustes sucesivos en el plano de un determinado paradigma deberían tratarse como cambios planificados en una organización operada como un sistema de aprendizaje.

Ahora bien, si la tecnología elegida se rige por los patrones de un nuevo paradigma, la innovación tecnológica de la empresa podría adquirir en muchos casos una dimensión que desbordaría a las técnicas de la reingeniería y a las capacidades de una organización aprendiz, para desembocar en un mundo incierto de imágenes y procesos por inventar, en un cúmulo de esfuerzos azarosos y de medidas especiales, en una aventura. Circunstancias semejantes aconsejarían fuertemente elegir una vía hacia la construcción de un nuevo sistema técnico y no a una mera evolución del actual.

LA TECNOLOGÍA, ARTEFACTO SOCIAL

El físico Schrödinger escribió: “El conocimiento aislado obtenido por un grupo de especialistas en un campo estrecho no tiene, en sí mismo, valor alguno de ninguna clase. Sólo tiene valor en el sistema teórico que lo une al resto del conocimiento”.

Nos parece que si semejantes consideraciones son rotundamente válidas en algún sitio, es éste el campo de la tecnología. Esta cambia el mundo en casi todas sus

manifestaciones. La tecnología de la información provoca cambios en las estrategias, en las operativas, en los conocimientos y también en las emociones. Es un absurdo ineficaz manejarla sólo como si se tratara de un conjunto de artefactos técnicos. Un error, incluso. Lo que está reclamando a gritos es que la teorizamos como un artefacto social, articulado con el pensamiento filosófico, económico, sociológico, psicológico, biológico, artístico, etcétera.

Esta es la ideología básica de este artículo, en el que hemos pergeñado una teoría general del diseño sociotécnico del cambio empresarial, basado en la tecnología de la información, aplicándolo, para que no se crea que andamos por las nubes, al caso concreto del *groupware*.

REFERENCIAS

- [3.1] Sáez Vacas, F., "Facing Informatics Via Three Level Complexity Views", *Proceedings of 10th. Int. Congr. on Cybernetics, Symposium XII: Man in a High Technology Environment*, (G.E. Lasker, ed.), Namur, International Association of Cybernetics, pp.30-40, (1983).
- [3.2] Drucker, 1989.
- [3.3] Riboud, A., *Modernisation, mode d'emploi*, Paris, Union Générale d'Éditions, 1987.
- [3.4] Sáez Vacas, F., *Ofimática compleja*, Madrid, Fundesco, 1990.
- [3.5] Gómez-Pallete, F., (edit.), *Estrategia empresarial ante el caos*, Madrid, Rialp, 1993.
- [3.6] Senge, P., *The Fifth Discipline: the Art and Practice of the Learning Organization*, Londres, Century Business, 1992.
- [3.7] Orlikowski, W. y D. Gash, "Technological Frames: Making Sense of Information Technology in Organizations", en: *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 12, 2, pp. 174-207, (1994).
- [3.8] Sáez Vacas, F., *Manual de microinformática para directivos*, Madrid., CDN, 1990.
- [3.9] Mèlèse, J., *Approches systémiques des organisations*, Suresnes, Ed.. Hommes et Techniques, 1979.
- [3.10] Sáez Vacas, F., *Complejidad y tecnología de la información*, Madrid, Inst. Tecn. Bull, 1992; E.T.S.Ing. Telecom (Reimpresión), 1994.
- [3.11] Hammer, M. y J. Champy, *Reingeniería*, Bogotá, Ed. Castellana, Norma, 1994.
- [3.12] Checkland, P., *Systems Thinking, Systems Practice*, Chichester, J. Wiley & Sons, 1981.
- [3.13] Checkland, P. y J. Scholes, *Soft Systems Methodology in Action*, Chichester, J. Wiley & Sons, 1990.

- [3.14] Brynjolfsson, E., "The Productivity Paradox of Information Technology", en: *Communications of the ACM*, Vol. 36, 12, pp. 67-77, (1993).
- [3.15] Keen, P., *Shaping the Future*, Boston, Harvard Business School Press, 1991.
- [3.16] Jiménez Bonilla, F.J., *Estudio de la tecnología del groupware desde el punto de vista de su impacto organizativo y humano*, Tesis de grado. (Tutor, F. Sáez Vacas), Madrid., E.T.S. Ing de Telecomunicación, 1995.
- [3.17] Sáez Vacas, F., *Groupware: Promesas, "estado del arte" tecnológico, experiencias e impacto organizativo*, Madrid., CITEC'94, 1994.
- [3.18] León, G. y J.C. Yelmo, "Perspectivas y modelos del proceso de transferencia/adopción de tecnologías Sw", en: *Revista de Informática y Automática*, Vol. 27, 1, pp.40-52, (1994).
- [3.19] Sáez Vacas, F. "Apuntes sobre la percepción social de la informática", en: *Telos*, 16, pp.13-19, (1988-1989)
- [3.20] Pallete, F., *La evolución de las organizaciones*, Madrid, Noesis, 1995.
- [3.21] Beer, S., *Diagnosing the System for Organizations*, Chichester, J. Wiley & Sons, 1985.
- [3.22] Sampedro, J.L., *Las fuerzas económicas de nuestro tiempo*, Madrid, De. Guadarrama, 1967.
- [3.23] Sáez Vacas, F., "Biotiempos", en: *El hombre y la técnica*, Madrid, Ed. América Ibérica, (1994).