

Información, Tecnología y complejidad. v. 2. 0.

José Vicente Rodríguez Muñoz

Departamento de Información y Documentación

Universidad de Murcia

0. 1. Resumen

Teniendo en cuenta la naturaleza específica de la información y de las tecnologías asociadas a ella, se hace necesario trazar las fisonomías distintivas de las tecnologías de la información, planteadas éstas como herramientas, productos y servicios que caracterizan las dinámicas recientes en la economía global. Esta tarea exige clarificar los ámbitos en los que el desarrollo tecnológico aporta incertidumbre a las organizaciones humanas, entendidas como conjuntos funcionalmente estructurados de individuos. El desacompasamiento entre el desarrollo de las tecnologías de la información y la evolución de las organizaciones humanas plantea importantes desafíos. La verdadera complejidad de las tecnologías de la información, no reside tanto en la articulación funcional, su usabilidad, su diversidad o su sofisticación, sino en las profundas transformaciones que desencadenan en los modos de organización de los sistemas humanos. La derivación de todo ello es que una aceleración exponencial de la variación en los recursos de gestión del conocimiento, incluso cuando conlleva una mejora considerable de las herramientas, puede redundar en la reducción de la capacidad de adaptación o de respuesta de la organización. La composición de las complejidades en lo que a la organización se refiere y a los individuos que la componen junto con las tecnologías de la información, exige una mayor complejidad de los sistemas sociales capaz de absorber el remanente de incertidumbre que aportan las tecnologías.

Palabras Clave: Complejidad. Conocimiento. Incertidumbre. Información. Tecnologías de la Información.

0. 2. Abstract

On the basis of accounting for the specific nature of information and those technologies dealing with it in contemporary societies, it is necessary to outline the distinctive features of information technologies as those tools, products and services that shape global economy. This task involves a clarification of those phenomena in which technological development supplies human organizations

—i. e. functionally structured sets of individuals— with uncertainty. The gap between the development of information technologies and the evolution of human organizations rises serious challenges. As a consequence of them, the real complexity of information technologies does not lie in their functional articulation, their usability or their diversity, nor in their sophistication. It rather lies in the deep transformations they cause in the ways human systems organize themselves. The paradoxical consequence is that an exponential variation of knowledge management resources may result in the drop of the adaptability of the organization, even though it may mean an improvement of tools. The interaction among the several levels of complexity in human organizations —system, individuals and technologies— requires a system design addressed to the management of the uncertainty surplus provided by information technologies.

Keywords: Complexity. Information. Information Technology. Knowledge. Uncertainty.

1. Introducción

Trabajar bajo la trama de la complejidad es una tarea apasionante. Sí, llega a suponer una suerte de dopaje para el devenir de las actividades cotidianas, dado que este término normalmente se trata de soslayar. Tal y como señala Gómez-Pallete (1995), frecuentemente la complejidad se vive como una amenaza, y no tanto como una oportunidad para el desarrollo y la innovación.

Para iniciar nuestro argumento tenemos que realizar algunas reflexiones, y la primera de ellos tiene que ver con el ser humano y sus formas de relacionarse en lo que denominamos organizaciones. Sáez Vacas (1992) señala que los niveles de organización del ser humano son diversos, pero que, a efectos conceptuales, es útil compendiarlos en dos: la estructura organizativa supra-individual y el individuo como entidad organizativa. “En el primero identificamos especialmente al conjunto, mejor o peor articulado” de individuos en torno a funciones estructuradas, como es el caso de la entidad organizacional que denominamos empresa. En la articulación entre individuo y organización la tecnología juega un papel crucial, a la vez que paradójico: por un lado permite reducir la complejidad del entorno y eliminar incertidumbre en las interacciones con éste; por otro, como veremos, incrementa el nivel de generación de complejidad y aporta nuevos excedentes de incertidumbre. Así, al hablar de la empresa o de cualquier institución como entidad organizacional, deberemos tener en cuenta todos aquellos “factores que definen, deciden y controlan qué y cuánta tecnología y su para qué, su cómo y su cuándo en el ámbito” (Sáez Vacas, 1992) funcional de la institución. “Con el nivel individuo, por otra parte, denotamos a cada uno de los componentes humanos de la organización. El triángulo de relaciones formado por la conexión de estos tres vértices —organización, individuo y tecnología—” con el pegamento que los une —la

información— “delimita el campo de complejidad, donde se desarrolla la parte más importante del proceso de innovación tecnológica” (Sáez Vacas, 1992).

La manera de abordar la cuestión que plantea este autor, esto es, el *enfoque triangular*, nos puede servir “para focalizar macroscópicamente la atención sobre aspectos cruciales. Después, si se concentra el análisis en desvelar los detalles internos, aquél no revela que, puesto que el vértice individuo simboliza a todos los individuos de la organización, el triángulo contiene otros tantos triángulos interconectados (formal o informal) que representan los dominios donde se desarrollan diferentes micro-procesos personales de innovación tecnológica” (Sáez Vacas, 1992), en una estructura de homotecia interna similar a la de los fractales.

Se desprende de lo expuesto que son enfoques holísticos y no atomistas los que rigen las interrelaciones generadas en cualquier sistema donde intervengan los ingredientes antes mencionados. Precisamente esa misma interrelación en el nivel organizacional es la que determina no sólo la pertinencia de la perspectiva holística, sino también el potencial organizacional de la complejidad. La complejidad se perfila así como el contexto organizacional de complementariedad entre los sistemas tecnológicos y los sistemas humanos (Sáez Vacas, 1992), es decir, un elemento con el que tenemos que convivir en adelante.

La relevancia de esta cuestión invita a alejarse de los métodos y normas que tutelan los discursos científicos, buscando que se comprendan los asuntos que pueden inquietar antes que la sustancia intrínseca de los mismos. Por ello, el enunciado “conocer y comprender en arte versa sobre conocer y comprender cuál es la complejidad que inquieta al creador, pero no necesariamente comprender tal complejidad” de Wagensberg (1985), debe ser leído más del lado del arte que del lado de la ciencia. Para recomponer estos sentimientos, los que nos inquietan, debemos primero aproximarnos a las claves de este proceso: la información y las tecnologías.

2. La naturaleza de la información

Estamos en sintonía con Gómez-Pallete (1995) cuando señala que “vivimos en una época de gritos y susurros, momentos en que el murmullo de las iniciativas emergentes se suma a los pregones con que nos aferramos a los modelos dominantes”. Podemos afirmar que existimos en una permanente, interna y muda sublevación, y no precisamente por hechos que emanan del exterior. Hay que saber por qué es ahora cuando se dan las circunstancias que permiten reconocer “un futuro en el que, según unos, el poder actual saldrá fortalecido por la disponibilidad de nuevos conocimientos, pero en el que, según otros, el poder irá cambiando paulatinamente de manos a medida que la toma de decisiones autónomas vaya convirtiéndose en práctica habitual para un creciente número de personas”

en palabras de Gómez-Pallete (1995). Pues bien, podemos afirmar que algunas de las raíces de esta discusión, independientemente de cual sea la tesis final, tienen, como expone Gómez-Pallete (1995), “que buscarse en la combinación de estas dos circunstancias: las características intrínsecas de la información y las posibilidades para su tratamiento y transporte que ofrecen las modernas tecnologías.”

Para comprender mejor esto, podemos recurrir al profesor Masuda (1981), autor de reputada autoridad en lo que respecta a la construcción de lo que hoy llamamos Sociedad de la Información, quien se expresa en los siguientes términos:

Por encima de todo, y al contrario de los bienes materiales, la información tiene cuatro propiedades inherentes [...]:

No es consumible. Los bienes se consumen cuando se usan, más la información permanece sin importar cuánto se haya utilizado.

Es no transferible. Al transferir bienes entre A y B, estos se mueven físicamente de A a B, pero al transferir información ésta permanece en A (al mismo tiempo que llega a B).

Es indivisible. Bienes materiales, tales como la electricidad o el agua, se dividen para su utilización; la información sólo puede utilizarse como “conjunto”.

Es acumulativa. La acumulación de bienes se debe a su no empleo; la información no puede consumirse o transferirse, de modo que se acumula para ser utilizada repetidamente. La calidad de la información se eleva al añadir nueva información a la que ya se haya acumulado.

Obviamente, éstas no son las únicas de entre las propiedades relevantes atribuibles a la información. Sin embargo, aunque es importante señalar que el valor de la información no reside en su materialidad, también es preciso recalcar que las propiedades resaltadas por Masuda atañen más bien a la gestión de información (esto es, a la información como objeto de gestión) y no tanto al verdadero valor organizacional de la información, es decir a su potencialidad para el manejo de la complejidad en los sistemas.

Los enfoques sobre información y complejidad aportan precisamente esta dimensión que tiene que ver más con la organización del sistema que con la mera gestión de la información (sin olvidar que, en todo caso, desde la perspectiva del sistema, la segunda se halla supeditada a la primera). Por esa razón, los enfoques sobre complejidad vinculan necesariamente información y conocimiento. Indagar la correlación sistémica entre información y recursos (energía, capital, etc.), o la correlación organizacional entre acción, decisión e información desde esta perspectiva, supone adoptar un punto de vista global en el que las incertidumbres y las contingencias de la interacción con el entorno devienen no ya imponderables, sino elementos de desarrollo complejizador del sistema.

Ciertamente, la información como selección de relevancias es un atributo de todos los sistemas complejos y las dimensiones de su gestión han formado parte de

las sociedades humanas desde su misma existencia. Como señala Gómez Palleto (1995), “la información presenta estas características desde el tiempo de los sumerios hace unos seis mil años. O desde hace doscientos siglos, si nos referimos a las primeras pinturas rupestres. O desde toda la eternidad, pues información y universo son hermanos gemelos”. La cuestión no es, pues, limitar el análisis a la forma en que el desarrollo de las tecnologías ha facilitado su gestión, o cómo ha hecho posible su almacenamiento, transmisión y procesamiento a unas velocidades y nivel de eficacia inconcebibles hace sólo unos años. “En verdad nada sobre la tierra, incluidos el crecimiento de la población humana y el deterioro del medio ambiente, está cambiando más deprisa que las redes mundiales de comunicación, cuya capacidad se multiplica por 10 cada dos o tres años”, nos dice Builder (1993).

Desde la perspectiva de la complejidad, sin embargo, la cuestión radica en ver cómo la complejización de los sistemas sociales se ha desarrollado de forma complementaria a la complejización de los sistemas tecnológicos y cómo éstos se retroalimentan entre sí dando lugar a nuevas formas de organización y aprovechamiento de recursos. Con el nombre de *sociedad de la información* se alude así no sólo a una sociedad determinada económica, científica y técnicamente por un vertiginoso desarrollo tecnológico, sino a un sistema social en el que los procesos que garantizan su mantenimiento y evolución están cambiando a la par de las transformaciones tecnológicas y donde los esquemas que antes permitían comprender sus mecanismos se hallan cada vez más en trance de obsolescencia. Se trata, en definitiva, de preguntarse qué papel juega la información en la evolución del sistema social, esto es, en su dinámica adaptativa a las circunstancias tecnológicas que él mismo produce.

Comprender la importancia del cambio tecnológico en el ámbito de la información en el contexto de las últimas décadas demanda, por tanto, asumir la naturaleza organizacional de la información. En este sentido, las contribuciones de la teoría de sistemas y la cibernética de Bertalanffy, Wiener o Ashby, entre otros, han resultado decisivas en el salto cualitativo tecnológico. La diferencia cualitativa entre las tecnologías de la información antes y después de la revolución sistémico-cibernética reside, precisamente en que la información, que primariamente presentaba un valor de representación, pasa a detentar un valor de organización. De tal modo que el valor de la información en la época actual extiende las características organizacionales de los sistemas cognitivos a sistemas físicos y/o mecánicos (Morin, 1993). En semejante contexto, la información se convierte en la principal herramienta para el tratamiento de la complejidad.

3. Tecnología, riesgo e incertidumbre

Vivimos, como ha señalado Beck (1994), en la sociedad del riesgo. Si es cierto que, como habían anticipado Bacon y los empiristas escoceses, la tecnología se

configura como el *alivio del género humano*, facilitando su adaptación y desarrollo a lo largo de la historia, no es menos cierto que el auge tecnológico introduce en el sistema social un componente de incertidumbre directamente asociado a la creciente complejidad de las organizaciones sociales. En los términos expuestos por Luhmann (1988), todo sistema incrementa su grado de complejidad organizacional a medida que se adapta a su entorno, es decir, a medida que se hace más capaz de manejar la complejidad y la incertidumbre que la interacción con el entorno le aporta. Por eso, a medida que se incrementa la complejidad de los sistemas sociales, la incertidumbre se convierte en un rasgo de la organización del sistema. La incertidumbre es a la previsión lo que el riesgo al control. Por eso, advierte Beck (1994) que nuestras sociedades se caracterizan cada vez más por la gestión del riesgo.

El papel de la tecnología en sistemas sociales complejos es, pues, paradójico. Por un lado, contribuye a la reducción de incertidumbre, incrementando las tasas de control y previsión o en otros términos, reduciendo la complejidad en las interacciones entre sistema y entorno. Por otro lado, multiplica los elementos y las interacciones en la organización del sistema, aportando un incremento exponencial de las trayectorias de ocurrencias posibles y, con ello, incrementando el nivel de incertidumbre. Como ha señalado Sáez Vacas (1992) “la intersección de los sistemas tecnológicos con los sistemas sociales origina un nudo de relaciones de gran complejidad que se manifiesta específicamente por fenómenos relacionados con el desorden, la incertidumbre, la desorganización, la inestabilidad, la entropía, la borrosidad, etc. ”. El contexto de la complejidad, de acuerdo con Morin (1993) o Prigogine (1994), se aproxima al dibujado por la matemática del caos o por las teorías de las catástrofes de las que nos habla Thom (1985), donde variaciones mínimas en las condiciones iniciales pueden producir variaciones máximas en la trayectoria de comportamiento del sistema.

Paradójicamente, por tanto, la innovación entendida como la evolución adaptativa de la organización del sistema en su relación con el entorno, comporta a la vez una reducción de la complejidad en las interacciones con el entorno (adaptación) y un incremento de la complejidad del sistema (evolución). En este punto la dimensión organizacional de la información es decisiva, y, por extensión, también lo es la configuración informacional de la tecnología en la edad contemporánea. Como ha afirmado Wiener (1969), “damos el nombre de información al contenido de lo que es objeto de intercambio con el mundo externo, mientras nos ajustamos a él y hacemos que se acomode a nosotros. El proceso de recibir y utilizar información, consiste en ajustarnos a las contingencias de nuestro medio y vivir de manera efectiva dentro de él... Vivir de manera efectiva significa poseer la información adecuada. Así pues, la comunicación y la regulación constituyen la esencia de la vida interior del hombre tanto como de su vida social”.

Pero, para comprender la naturaleza esencialmente paradójica de la relación entre complejidad e información, es necesario tener en cuenta la condición igualmente paradójica de la organización compleja, de la que las organizaciones sociales constituyen un ejemplo excelente. En la organización compleja confluyen de forma complementaria los principios de orden y entropía: como ha planteado Foerster (1960), la organización compleja se caracteriza por el *orden a partir del ruido* o, en los términos expuestos por Atlan (1990), por el *orden a partir de la complejidad*. De acuerdo con Morin (1993), la organización compleja se caracteriza por la autonomía y la relación constante con el entorno (de ahí el término auto-eco-organización) y se constituye sobre la base de la complementariedad, la concurrencia y el antagonismo entre los principios de orden y desorden. “El orden es todo aquello que es repetición, constancia, invariabilidad, todo aquello que puede ser puesto bajo la égida de una relación altamente probable. [...] El desorden es todo aquello que es irregularidad, desviación con respecto a una estructura dada, elemento aleatorio, imprevisibilidad. [...] Las relaciones en el interior de una organización, de una sociedad, de una empresa son complementarias y antagonistas al mismo tiempo.” (Morin, 1994).

La interacción constante con un entorno cambiante, complejo, hace necesario para la organización la capacidad no sólo de afrontar la incertidumbre, la imprevisibilidad del entorno, sino también de incorporarla a su propio funcionamiento, un tanto a la manera del sistema inmune que se desarrolla a medida que se relaciona con su entorno. Una organización compleja, por tanto, es aquella que resulta capaz de integrar la aleatoriedad — tanto exógena, o derivada del entorno, como endógena, o derivada de su propia dinámica — en su funcionamiento organizacional y, además, es capaz de generar su propia aleatoriedad, de manejar su propio margen de incertidumbre, como principal recurso adaptativo y evolutivo.

Por esta razón, la aparición de las tecnologías de la información supone una revolución organizacional: permite a los sistemas sociales, a las organizaciones humanas, pasar del control a la organización, de la programación a la estrategia y de la reproducción a la innovación. El precio a pagar es, obviamente, una mayor complejidad y, como ha señalado Beck (1994), un incremento del riesgo.

Sin embargo, las complejidades que configuran las organizaciones humanas son diversas. La reflexión en torno a la complejidad es, en sí misma, compleja. Como ha señalado Löfgren (1991), la complejidad es un término autológico. No decimos lo mismo cuando nos referimos a la complejidad de las tecnologías que cuando nos referimos a la complejidad de los sistemas sociales. El tipo de complejidad de un trasbordador espacial o de un satélite es diferente del tipo de complejidad de un ecosistema o de una empresa multinacional. En definitiva, como ha señalado Sáez Vacas (1992), el tipo de complejidad de los dispositivos tecnológicos es diferente del tipo de complejidad del cerebro humano o de las organizacio-

nes humanas. Más aún, como ha planteado este mismo autor, el problema de la innovación y la complejidad asociado a las tecnologías de la información radica precisamente en la integración de diferentes complejidades, “para comprender de forma general la situación, hay que considerar que de la investigación de dos sistemas tan dispares sólo puede emerger un híbrido con nuevas y desconocidas propiedades. Se enfrentan dos clases de complejidades, la complejidad ordenada de los mecanismos técnicos y la complejidad desorganizada del hombre y los sistemas sociales”.

4. Complejidad algorítmica, complejidad organizacional y tecnología

La distinción que propone Atlan (1990) entre complicación y complejidad parece aquí seguir los criterios que utiliza Sáez Vacas. De acuerdo con Atlan, la complicación corresponde a sistemas altamente determinados, cuya estructura, funcionamiento y desarrollo son previamente conocidos y/o diseñados (como es el caso de las tecnologías). La complicación atañe básicamente a las leyes informacionales de la cantidad y la variedad, y hace por tanto alusión al número de elementos observables de un sistema y al número de interrelaciones entre estos. Podríamos, pues, plantear la complicación como una forma de complejidad mecánica organizada o de *complejidad algorítmica*.

A diferencia de la complicación, la complejidad organizacional comporta un excedente de incertidumbre y aleatoriedad, de imprevisión e indeterminación como partes consustanciales del funcionamiento del sistema. Nuevamente aquí el sistema inmune de los organismos desarrollados se nos ofrece como una metáfora excelente. La misma diferencia planteada por Atlan es recogida por Luhmann (1988) en el contexto de los sistemas sociales al distinguir entre *complejidad simple* y *complejidad compleja*. Sólo los sistemas auto-organizados (como, por ejemplo, las sociedades humanas o el cerebro) son capaces de desarrollar la complejidad organizacional que incluye la incertidumbre y la espontaneidad como potencial de innovación y adaptación. Mientras la complejidad organizacional demanda un sistema capaz de auto-referencia, de auto-representación (autoconciencia, podríamos decir en términos cognitivos) y, por tanto un sistema autónomo; la complejidad algorítmica, la complicación, forma parte de sistemas heterónomos, de naturaleza artificial, prediseñados y estructurados *ad hoc*.

Al margen del debate sobre la máquina autoorganizada, que alimenta algunas de las hipótesis de desarrollo en el ámbito de las tecnologías y la cognición, el encuentro entre la complejidad de las tecnologías de la información y las organizaciones humanas presupone el encuentro —y, en su caso, la integración— de las dos formas de complejidad. En este encuentro la información asume el papel de lenguaje a través del cual se integran las formas diversas de complejidad: la información es tanto el lenguaje de las tecnologías como el lenguaje organizacio-

nal de los sistemas humanos. Es, por así decirlo, el vehículo a través del cual los dispositivos tecnológicos se integran en las necesidades organizacionales del sistema social en cuestión y responden a ellas, incrementando sus potencialidades de representación, planificación y respuesta a la interacción con el entorno.

Pero la integración de la complejidad algorítmica propia de las tecnologías y la complejidad organizacional propia de los sistemas sociales comporta problemas adicionales, directamente derivados de los ritmos de desarrollo de ambos sistemas. Así, cuando considerábamos la tecnología como una herramienta de adaptación del sistema social a su entorno, estábamos introduciendo una relación de funcionalidad explícita entre (a) las necesidades del sistema en su relación con el entorno, (b) la capacidad del sistema de reproducir o representar internamente la dinámica de sus relaciones con el entorno, y (c) la integración de la interacción efectiva y la representación de la misma; esto es, la integración de (a) y (b). En tanto la capacidad de representación (valga decir, de modelización) de la interacción del sistema social con el entorno determine la evolución del sistema tecnológico, el umbral de complejidad aportado por este último tenderá a mantenerse dentro de los límites asumibles por la dinámica del sistema social. Dicho de otro modo, si el sistema social (por ejemplo, la empresa) es capaz de representar (modelizar) adecuadamente sus interdependencias funcionales con el entorno, dispondrá de variables suficientes y fiables para la selección y/o diseño de aquellos dispositivos tecnológicos que le permitan optimizar su funcionamiento.

Sin embargo, la dinámica actual es más bien la contraria: es la propia evolución de los dispositivos tecnológicos la que determina la capacidad de representación o modelización de los sistemas sociales independientemente de la naturaleza, intensidad y frecuencia de las interacciones con el entorno. El problema es de tal calibre que en la actualidad es posible concebir el ámbito de las tecnologías como un entorno intermedio entre los sistemas sociales y sus entornos. El desarrollo de las tecnologías de la transmisión, almacenamiento, recuperación y gestión de la información ha alcanzado un elevado nivel de diversificación y sofisticación. Su complejidad funcional demanda cada vez con más frecuencia una remodelación de las organizaciones humanas, que deben destinar crecientes recursos y tiempo a la adaptación a las nuevas herramientas y a su integración funcional. Pero no es sólo la complejidad funcional de los nuevos entornos tecnológicos la que resulta determinante, sino sobre todo el hecho de que su tasa de obsolescencia y su ritmo de evolución se muestran mucho más acelerados que la propia tasa de evolución adaptativa de los sistemas sociales a sus entornos. El resultado es, pues, que las organizaciones humanas dedican cada vez más tiempo y recursos a la adaptación a los entornos tecnológicos y, consecuentemente, menos a la adaptación a sus entornos funcionalmente relevantes.

Semejante dinámica sólo es posible si tenemos en cuenta la estrecha relación entre los nuevos desarrollos tecnológicos y el mercado de la economía global. Este último constituye quizás uno de los principales entornos de los sistemas sociales, no sólo de las empresas, sino de buena parte de las organizaciones humanas. La integración de los desarrollos tecnológicos al mercado de la economía globalizada desplaza la caracterización de la herramienta tecnológica como dispositivo de optimización funcional de las organizaciones humanas hacia una cierta auto-finalidad propia, por otra parte, de los productos en el contexto de la economía de libre mercado. Las características de los desarrollos tecnológicos no responden así (o, al menos, no sólo), a las necesidades funcionales de los sistemas sociales, sino a las necesidades funcionales del propio sistema tecnológico: la tasa de obsolescencia se incrementa, la diversificación competitiva de los productos se reduce a diferencias de diseño (superficiales más que operativas), la compatibilidad funcional se gestiona como una estrategia de interdependencia entre los productos tecnológicos más que como un valor añadido de los mismos (como en el caso de Microsoft), los riesgos de disfunción se someten a la estrategia de marketing, etc.

Como resultado, la complejidad derivada de la integración entre sistemas tecnológicos y organizaciones humanas se desarrolla en un doble nivel:

- a) En el nivel de la propia *organización humana*, que debe destinar cada vez más recursos y tiempo a la integración de las herramientas tecnológicas en todos los niveles de su funcionamiento, y que incluye:
 - El adiestramiento y especialización de los individuos que la componen.
 - El control y mantenimiento funcional de los dispositivos tecnológicos.
 - La adaptación de la dinámica funcional de la organización humana a las posibilidades de los dispositivos tecnológicos.
- b) En el nivel de las propias *tecnologías*, en tanto que producto y servicio característico y que, consecuentemente, integra la complejidad algorítmica o funcionalmente determinada de las herramientas tecnológicas con la complejidad organizacional de las empresas en una rama del mercado de la economía global caracterizada por su intensa evolución. Esta hibridación característica impone algunos rasgos que creemos deben ser tenidos en cuenta por las organizaciones sociales:
 - Ampliación y mejora de las capacidades funcionales de las herramientas tecnológicas: las tecnologías permiten gestionar cada vez más y mejor la información, hasta convertirla en el capital por excelencia de las organizaciones humanas.

- Sometimiento de su evolución a las condiciones del mercado: la evolución de las tecnologías depende, cada vez más, de las propias condiciones del mercado y cada vez menos de las necesidades reales de las organizaciones humanas en las que se integran.

Si bien el punto (b) constituye la esencia de la industria tecnológica en las sociedades desarrolladas desde el último cuarto del siglo XX, el punto (a) constituye la esencia del problema a que se enfrentan las organizaciones humanas en lo relativo al incremento de complejidad e incertidumbre derivado de la tecnología.

5. Hacia un modelo complejo de integración entre tecnología y sociedad

Las organizaciones humanas deben desarrollar un esfuerzo adicional destinado a la absorción de la incertidumbre generada por la integración de las tecnologías en su dinámica funcional. Sólo así será posible una utilización adecuada de las mismas y sólo así podrá el desarrollo tecnológico optimizar su potencialidad adaptativa en las relaciones entre sistema y entorno de las organizaciones humanas. Semejante esfuerzo pasa no sólo por el aprendizaje de los individuos y la superación de las complejidades algorítmicas de las herramientas tecnológicas —como son la superación de las resistencias al manejo de las tecnologías, la familiarización con las nuevas interfaces, etc.—; pasa, sobre todo, por el desarrollo dentro de las organizaciones de los mecanismos adecuados de evaluación, control y optimización del impacto de las tecnologías en el funcionamiento de las mismas.

El excedente de complejidad aportado por las tecnologías de la información a las organizaciones humanas no se deriva, como se ha señalado, únicamente de la complicación mecánica o funcional de las tecnologías mismas, sino de su integración en un doble nivel (el de la empresa tecnológica y el de la organización que integra la tecnología) con el *factor humano* de la organización. Esta doble complejidad ha sido denominada por Sáez Vacas (1992) como *complejidad C&C* o complejidad de *cerebro completo*. Utilizando como metáfora explicativa la complejidad característica del cerebro humano, Sáez Vacas llama la atención sobre el hecho de que la organización compleja de éste aparece caracterizada por la integración de una complejidad algorítmica (la lógica y la computación como funcionalidades típicas del cerebro o hemisferio izquierdo) y una complejidad organizacional (la creatividad, la intuición, la espontaneidad y, en general, la integración de la incertidumbre como funcionalidades típicas del cerebro o hemisferio derecho). El autor citado propone esta integración como modelo organizacional que permitiría a los sistemas sociales una integración funcional de las turbulencias y la incertidumbre generadas por el vertiginoso desarrollo tecnológico.

La pertinencia de esta metáfora explicativa viene avalada por una doble vía. En primer lugar, autores como Morin (1994) han señalado la correspondencia entre las complejidades organizacionales del cerebro humano y de las sociedades humanas, a las que califica como sistemas hiper-complejos. En segundo lugar, desde la cibernética y desde la teoría de sistemas se insiste en la diferencia complementaria entre información y comunicación. Mientras la primera se asocia a los requisitos de la computación y, por tanto a la que hemos denominado *complejidad algorítmica*, la segunda se asocia a la dinámica de interacción entre sistema y entorno, y, por tanto, a la *complejidad organizacional*. La comunicación supone la integración de las potencialidades representacionales de la información en el funcionamiento del sistema, del mismo modo en que el modelo de organización compleja propuesto por Sáez Vacas supone la integración de las potencialidades representacionales de la tecnología en la organización humana.

Característicamente asistimos a un desplazamiento en la bibliografía especializada del interés por la gestión de la información como capital del funcionamiento de sistemas sociales tales como las empresas, hacia un interés creciente por la gestión del conocimiento como principal capital de las mismas. El paso de la *sociedad de la información* a la *sociedad del conocimiento*, del *information management* al *knowledge management* (Brown y Duguid, 1992; Gergen, 1997), pone de relieve lo que ya se ha apuntado: la verdadera potencialidad de la información reside en la integración del excedente de incertidumbre que aporta en las organizaciones humanas; y, en consecuencia, demanda una complejización adicional de la estructura y funcionamiento de esas organizaciones que dé cuenta de las turbulencias que genera el nuevo entorno tecnológico. La capacidad de adaptación e innovación de las organizaciones humanas pasa necesariamente por la integración de la incertidumbre y la gestión del riesgo asociada a ella, que sólo puede ser afrontada desde una organización compleja.

6. Conclusiones

En este trabajo, se ha tratado de plantear los rasgos distintivos de las tecnologías de la información en tanto que herramientas y en tanto que productos y servicios característicos de las dinámicas recientes en el mercado de la economía global. Para ello es imprescindible, en primer lugar, tener en cuenta la naturaleza específica de la información y de las tecnologías asociadas a ella, fundamentalmente por lo que respecta a su potencialidad como herramienta de representación y acumulación del conocimiento, así como por lo que concierne a su transmisibilidad, su acumulatividad y su funcionalidad organizadora.

En segundo lugar, se ha intentado clarificar los niveles en los que el desarrollo tecnológico aporta incertidumbre a las organizaciones humanas, entendidas como conjuntos funcionalmente estructurados de individuos. Como consecuencia del

excedente de incertidumbre, derivado fundamentalmente de la integración entre dos clases de complejidad, las que se ha denominado *complejidad algorítmica* y *complejidad organizacional*, las organizaciones humanas deben plantear un incremento de complejidad en su dinámica funcional que las haga capaces de optimizar el potencial adaptativo e innovador introducido por los desarrollos tecnológicos.

El desacompasamiento entre el desarrollo de las tecnologías de la información y la evolución de las organizaciones humanas plantea importantes desafíos, tanto por lo que respecta a la superación de las complicaciones derivadas de la adaptación a nuevas herramientas de representación y gestión del capital de conocimiento de las organizaciones como por lo que respecta a la conciliación entre las necesidades funcionales de las organizaciones humanas (característicamente, de las empresas) y las necesidades funcionales de la industria de las tecnologías.

La verdadera complejidad de las tecnologías de la información, en consecuencia, no reside tanto en la articulación funcional —su *usabilidad*, su diversidad o su sofisticación—, sino en las profundas transformaciones que desencadena en los modos de organización de los sistemas humanos. De ahí la paradoja de que precisamente aquellos desarrollos tecnológicos que multiplican exponencialmente las capacidades de gestión del conocimiento de las organizaciones sean los que mayor tasa de incertidumbre aportan.

En este punto, la metáfora sensorial puede resultar ilustrativa: en la medida en que las tecnologías de la información permiten optimizar la representación interna de las interacciones con el entorno que todo sistema (u organización humana) debe desarrollar, pueden compararse a los sentidos de un organismo vivo, es decir, aquellos dispositivos que permiten representar y organizar las percepciones del entorno y extraer de él los datos (información) relevantes para su funcionamiento y adaptación. El desarrollo de una auto-finalidad específica de las herramientas tecnológicas en el marco del mercado global, caracterizado por una elevada tasa de obsolescencia (tanto para el hardware como para el software) y un incremento exponencial del ritmo de diversificación y sofisticación, vienen a suponer una dinámica similar a la de un desacompasamiento entre la evolución del sistema sensorial con respecto a la organización global de un sistema vivo. La consecuencia obvia es que semejante organismo debe dedicar de forma creciente sus recursos a adaptarse a la propia evolución acelerada de sus sentidos, de modo que estos mantengan su funcionalidad respecto de las interacciones con el entorno.

El resultado, como se ha apuntado, es que una aceleración exponencial de la variación en los recursos de gestión del conocimiento, incluso cuando conlleva una mejora considerable de las herramientas destinadas a ello, puede redundar en la reducción de la capacidad adaptativa o de respuesta de la organización, generando con ello un excedente de riesgo cada vez más difícil de asumir. La

integración de las complejidades relativas a la organización, los individuos que la componen y las tecnologías de la información, demanda cada vez más una complejización de los sistemas sociales capaz de absorber el excedente de incertidumbre que las tecnologías aportan.

7. Referencias

- Atlan, H. (1990). *Entre el cristal y el humo: ensayo sobre la organización de lo vivo*. Madrid: Debate, 1990.
- Beck, U. (1994). *Risk society: towards a new modernity*. London: Sage, 1994.
- Brown, J.S. ; Duguid, P. (1991). *Organizational Learning and Communities of Practice: Toward a Unified View of Working, Learning, and Innovation*. // *Organization Science*. 2 (January-February 1991).
- Builder, C.H. (1993). *It is a transition or a revolution*. // *Futures*. 25:2 (Marzo 1993).
- Foerster, H. (1960). *Self-organizing systems*. California: Yovitz and Cameron, 1960.
- Foerster, H. (1981). *Observing systems*. Seaside, CA: Intersystems Publications, 1981.
- Gergen, K. J. (1997). *Organizational Science in a Postmodern Context*. // *Journal of Applied Behavioral Science*. 32 (1997).
- Gómez-Pallete, F. (1995). *La evolución de las organizaciones*. Madrid: NOESIS, 1995.
- Kiel, L.D. (1997). *Embedding Chaotic Logic into Public Administration Thought*. // *Public Administration and Management Journal*. 2-4 (1997).
- Löfgren, L. (1991). *Cybernetics, Science and Complementarity*. // Ganville, R. ; De Zeeuw, G. (eds.). *Mutual uses of Cybernetics and Science*. Amsterdam: Thesis Publishers, 1991.
- Luhmann, N. (1988). *General Systems Theory in Sociology*. New York: Columbia University Press, 1988.
- Luhmann, N. (1989). *Ecological Communication*. Cambridge: Polity Press, 1989.
- Masuda, Y. (1981). *The information society as post-industrial society*. Washington: World Future Society, 1981. Ed. en castellano: Madrid: Fundesco, 1984.
- Morin, E. (1992). *El método IV. Las Ideas*. Madrid: Cátedra, 1992.
- Morin, E. (1993). *El método I. La naturaleza de la Naturaleza*. Madrid: Cátedra, 1993.
- Morin, E. (1994). *El método III. El conocimiento del conocimiento*. Madrid: Cátedra, 1994.
- Prigogine, I.; Nicolis, G. (1994). *La estructura de lo complejo. El camino hacia una nueva comprensión de las ciencias*. Madrid: Alianza Universidad, 1994.
- Sáez Vacas, F. (1992). *Tecnología de la información, innovación y complejidad: Propuestas para un nuevo diseño empresarial*. // *Telos*. 30 (Junio-Agosto 1992). URL:<http://www.campusred.net/telos/antiores/num_030/index_030.html?opi_perspectivas3.html>.
- Thom, R. (1985). *Parábolas y catástrofes*. Barcelona: Tusquets, 1985.
- Wagensberg, J. (1985). *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Barcelona: Tusquets, 1985.
- Wiener, N. (1969). *Cibernética y Sociedad*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1969.