

Tecnologías de la información e innovación organizativa en la empresa española.

EMILIO HUERTA ARRIBAS
MARTÍN LARRAZA KINTANA (*)

Departamento de Gestión de Empresas. Universidad Pública de Navarra

Desde hace dos décadas, las empresas españolas están incorporando activamente nuevas tecnologías de fabricación e información a sus procesos productivos y sistemas de gestión (1). Estas inversiones han

tenido un impacto difícil de reconocer en la arquitectura interna y externa de las empresas. Existe una cierta confusión y perplejidad sobre el alcance y efectos que las inversiones en recursos tecnológicos sofisticados tienen sobre la estructura organizativa. Abundan las anécdotas y opiniones sobre la importancia de las inversiones en información, y, sin embargo, faltan evidencias empíricas que nos ilustren sobre cómo las empresas están integrando estos nuevos activos con los recursos más convencionales y cómo estas inversiones exigen innova-

ciones y cambios en otros ámbitos de la empresa.

Las tecnologías de la información (TI) son un conjunto de elementos, ordenadores, fibra óptica, robots... junto con aplicaciones y usos, como sistemas de diseño asistido por ordenador o sistemas MRP..., dedicados a procesar, almacenar, evaluar y comunicar la información. Las tres áreas que configuran las TI, la informática, las telecomunicaciones y la ofimática (automatización de oficinas), representan una infraestructura de máquinas y sistemas

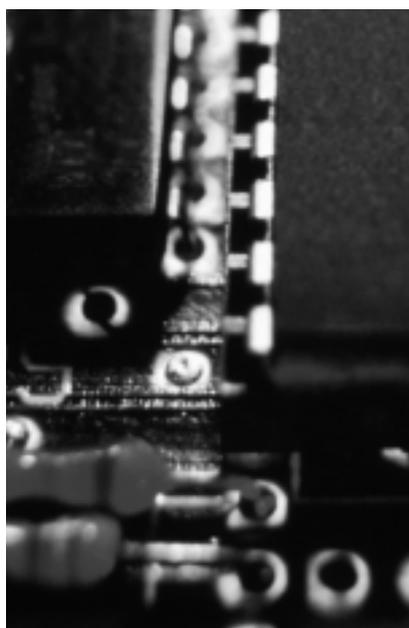
que posibilitan la coordinación de las actividades en la empresa y entre ésta y su entorno de referencia (clientes y suministradores). Las TI, cuando se asocian con la organización interna, se refieren a aplicaciones que ayudan a gestionar la información financiera y contable, permiten desarrollar políticas de recursos humanos y facilitan la administración de las actividades de marketing. Un segundo grupo de aplicaciones se relaciona con los sistemas de planificación, programación y control de los procesos productivos. Por último, otras inversiones se utilizan para el diseño

de nuevos productos y la gestión de la calidad. Existen otras TI que facilitan la conexión y comunicación entre empresas, a lo largo de toda la cadena externa de creación de valor. Estas tecnologías permiten gobernar un conjunto de actividades o etapas que son separables y que operan como unidades independientes bajo un esfuerzo común de coordinación.

El papel de las TI es configurar la infraestructura que permite gestionar el flujo de señales y datos que se generan en las distintas áreas de la empresa y entre ésta y sus mercados. Las empresas adoptan las TI para mejorar el servicio y calidad de lo que ofrecen y aumentar la eficiencia de sus procesos. En cualquier caso, la efectiva puesta en marcha de estas nuevas aplicaciones conlleva, muchas veces, cambios sustanciales en el funcionamiento de la organización. Así, por ejemplo, la mejora en la sincronización de las actividades productivas requiere no sólo de activos tecnológicos más potentes y fiables sino que también son necesarios trabajadores más formados, capaces de manipular esas nuevas herramientas informáticas con precisión y de evaluar la información que el sistema pone a su disposición. Además, estos empleados deben de tener autonomía y estar motivados para responder con rapidez a las señales que les ofrece el sistema.

En definitiva, y ésta es la cuestión central que queremos presentar en este artículo, las empresas, cuando deciden invertir en TI, si quieren ser efectivas, deben plantearse actuar sobre otras dimensiones relevantes de su organización interna y externa. Las innovaciones que impulsan las TI son más valiosas cuando interactúan con otras dimensiones de la empresa, como son los recursos humanos, los sistemas de organización del trabajo y las relaciones que se establecen con clientes y proveedores. Para abordar esta discusión vamos a ofrecer unas primeras evidencias del comportamiento que manifiestan un conjunto representativo de empresas industriales españolas. Estudiaremos las relaciones que se observan entre el esfuerzo que realizan al incorporar TI y sus diseños internos y sus relaciones externas.

Este trabajo se organiza de la siguiente forma. El primer apartado ofrece un mar-



co conceptual donde se explica, y se enuncia, la hipótesis básica sobre la relación de complementariedad entre TI y organización. En el segundo se describe la información disponible, se indica cómo se miden las variables y se representan las principales asociaciones estadísticas encontradas, y, por último, se resumen las principales conclusiones.

Marco conceptual

La empresa, como señalan P. Milgrom y Roberts (1993) y J. Kay (1994), se puede identificar con una estructura de contratos entre propietarios de distintos recursos productivos. Los propietarios de estos recursos los aportan para crear valor y posteriormente éste se distribuye entre todos los que han participado en su generación. Las relaciones e interdependencias que se establecen entre las distintas personas que desarrollan la acción colectiva necesitan de la información. La gestión adecuada de la información garantiza la compatibilidad de las acciones y expectativas que manifiestan los clientes, empleados, trabajadores, supervisores, directivos, accionistas y suministradores, que son los principales colectivos implicados en el funcionamiento de la empresa. En este contexto, las TI ayudan a coordinar los flujos de información nece-

sarios para llevar a cabo las funciones esenciales de la empresa.

M. Porter (1987) indica que la empresa constituye un conjunto de actividades, unas de carácter productivo y otras, complementario; unas, que añaden valor a la producción y otras que facilitan la coordinación. Las TI son el soporte necesario para el gobierno de todas las actividades de la organización. En este trabajo queremos destacar la relación de complementariedad que se establece entre las TI y tres dimensiones esenciales de la organización: el capital humano, la organización del trabajo y las relaciones con suministradores y clientes. La inversión en ordenadores y robots o redes, así como en aplicaciones, implica no sólo incorporar nuevos activos a la empresa sino que afecta, también, a las capacidades y habilidades de los usuarios; permite descentralizar la capacidad de decisión y dar más autonomía a los trabajadores; exige liderazgo y compromiso por parte de la dirección y facilita la incorporación de nuevos servicios a los que ya se ofrecen. Además, se aumentan las oportunidades de cooperación entre las distintas etapas que constituyen la cadena de creación de riqueza.

Por tanto, estamos sugiriendo que, para que las inversiones en TI sean plenamente efectivas, se necesita volver a diseñar los parámetros esenciales que definen y configuran la estructura de la empresa. Pongamos algunos ejemplos:

El capital humano: La utilización de aplicaciones informáticas que facilitan la planificación, fabricación y control de los procesos permite sustituir a empleados que tienen escasa cualificación y formación, y que son asignados a tareas mecánicas y rutinarias, por sistemas técnicos. De otro lado, la incorporación de TI y el mayor volumen y complejidad de los datos que integran realiza el valor de las acciones que realizan las personas y que conllevan juicio, análisis, identificación de problemas y valoración y selección de alternativas. Los nuevos activos requieren de unos empleados con buena formación y capaces de establecer juicios precisos ante el cúmulo de sucesos y datos que observan. Las TI requieren de personas con habilidades sofisticadas y

conocimientos especializados para extraer todas las implicaciones a la información que suministran los sistemas integrados.

Estamos, en definitiva, diciendo que las TI tienen efectos sobre las características de los recursos humanos que emplea la organización. Por tanto, la naturaleza de los procesos de selección, el esfuerzo y tipo de formación aparecen como elementos relevantes de la fuerza de trabajo que utiliza los nuevos activos tecnológicos.

La organización del trabajo: Las empresas más tradicionales (2) se estructuran sobre la base de una notable especialización y división de tareas en la planta y una clara distinción entre los responsables de las decisiones y los ejecutores. La información se acumula en los niveles superiores de la estructura, y las directrices básicas de gestión se establecen de forma centralizada. La jerarquía recibe la información de lo que sucede en los distintos ámbitos de la organización, la almacena y evalúa para luego establecer un conjunto de instrucciones y normas de actuación que se comunican a los empleados. El poder de decisión y la información están muy centralizados y se localizan en los niveles superiores de la jerarquía.

Este modelo centralizado presenta algunas ventajas en términos de coherencia y evaluación completa de las opciones a seguir antes de tomar las decisiones, pero ofrece notables limitaciones asociadas con la racionalidad limitada de la dirección para resolver todos los problemas, la saturación del tiempo y capacidad de análisis de la gerencia, y supone retrasos en la toma de decisiones y pérdida de iniciativa, compromiso y motivación de los empleados a los que no se confía la resolución de los problemas y el control de los procesos.

Las TI son herramientas que ayudan a funcionar con esquemas mucho más descentralizados, donde los trabajadores disfrutan de una amplia delegación de autoridad y tienen una notable autonomía para evaluar las contingencias, discutir las posibles alternativas que se susciten y seleccionar una de ellas para resolver el problema planteado.



Además, las TI pueden ayudar a que se difunda la información sobre los objetivos, así como que la misión y visión de la empresa impregnen toda la organización, facilitando la compatibilidad de objetivos y el compromiso de los empleados con la marcha del proyecto empresarial en el que participan.

En definitiva, la existencia de mecanismos que dispersan y extienden ampliamente la información en la empresa ayuda a que el poder de decisión y la iniciativa se descentralicen (3). Ello facilita la rapidez en la toma de decisiones, permite el aprovechamiento del conocimiento específico y asegura la responsabilidad y compromiso de los empleados que se sienten protagonistas e implicados con la marcha de la empresa. La sustitución de la comunicación vertical por la horizontal estimula el intercambio de información entre empleados y potencia el desarrollo del trabajo en equipo.

Relaciones con suministradores y clientes: Un número creciente de empresas reconoce que los resultados que obtienen dependen de las relaciones que mantienen con sus proveedores y clientes. En la medida en que la información se dispersa a lo largo de la cadena de creación de valor, se mejora la coordinación entre las distintas etapas del proceso productivo, se consiguen reducciones en los costes y se satisfacen mejor y más

rápidamente las necesidades de los clientes.

Las TI incorporadas a las relaciones verticales reducen las necesidades de inventarios y recursos de holgura y facilitan que todos los eslabones necesarios para satisfacer mejor las necesidades de los consumidores finales operen de forma más sincronizada y eficiente. La interconexión de la demanda final (EDI, Internet) con los programas de producción y de éstos con las necesidades de aprovisionamiento facilita que se reconozcan mejor cambios en los gustos de los clientes finales y permite un intercambio en tiempo de real de enormes cantidades de información necesaria para compartir planes y programas de trabajo (MRP). En definitiva, la información que suministran las TI es un buen sustituto de inventarios y recursos de holgura, que, como se sabe, son costosos y tienen efectos negativos sobre la calidad de los intercambios.

Por todo ello, y siguiendo los trabajos de R. Milgrom y Roberts (1993), V. Salas (1995) y T. Bresnahan y otros (2000), que han desarrollado el concepto de complementariedades, señalaremos como hipótesis central de nuestro trabajo la siguiente:

Las inversiones en TI, para ser plenamente efectivas, estarán asociadas a cambios en el capital humano de la

empresa; deben estar, también, vinculadas a modificaciones en la organización del trabajo y tienen que observarse conjuntamente con la existencia de nuevas prácticas de relación vertical entre proveedores y clientes.

En definitiva, nuestra hipótesis básica (4) apunta que deberíamos observar unos patrones consistentes en los ámbitos de la incorporación de las TI, desarrollo de políticas de recursos humanos, diseño de nuevos sistemas de organización del trabajo y relaciones verticales entre empresas. Estos conjuntos de prácticas deberían encajar entre sí de forma coherente para obtener el mejor resultado.

La evidencia empírica

Vamos a presentar la información disponible sobre las empresas que vamos a utilizar para contrastar la hipótesis central que hemos enunciado. Después describiremos cómo medimos las dimensiones relevantes de la empresa que vamos a estudiar. Básicamente nos referiremos a las TI, capital humano y organización interna y externa de la empresa. El estudio empírico aporta las correlaciones entre las variables identificadas y plantea una comparación entre los resultados y la arquitectura de las empresas con alto y bajo uso de las TI.

Características de la muestra

La información disponible se refiere a 965 establecimientos de todos los sectores industriales (excepto energía, agua y electricidad). Su distribución por sectores y tamaños viene indicada en el cuadro 1. En particular, la información se obtuvo mediante una encuesta dirigida al director de la planta o director de producción, y realizada en el marco de un proyecto de investigación que, financiado por la Fundación BBVA, estaba centrado en el análisis de los nuevos sistemas de producción y organización del trabajo en la industria española. Esta encuesta se llevó a cabo en el período de abril a noviembre de 1997.

A partir de los datos que ofrece el *Directorio Central de Empresas*, se procedió a la distribución muestral para un tamaño total

objetivo de 1.000 establecimientos, siendo el universo de referencia de 6.013 establecimientos industriales de más de 50 trabajadores. El diseño se estableció para estratos de plantilla entre 50 y 99 trabajadores, 100 y 499, y 500 o más. La unidad de análisis seleccionada ha sido la planta, y las personas elegidas para contestar el cuestionario, habitualmente, los directivos de la planta o responsables de producción. Se realizó una entrevista personal con una duración aproximada de 45 minutos.

En la encuesta hay un bloque inicial de cuestiones referidas a las características generales de la planta: antigüedad, tamaño, tipos de productos que fabrica, así como a las características generales de los mercados donde actúa. El segundo bloque de cuestiones, se refiere a preguntas sobre la tecnología de información y fabricación, y los sistemas de calidad implantados en el centro. Los bloques tercero y cuarto estudian aspectos vinculados a la gestión de los recursos humanos y la organización del trabajo; un quinto apartado se refiere a las relaciones que se han establecido con proveedores y clientes, y, por último, se demandan algunos datos sobre las características generales de la empresa en la que se integra la planta. La información se recogió en 1997, y los datos solicitados se referían al año anterior. El conjunto de establecimientos encuestados emplea a un total de 249.418 trabajadores.

Medición de las variables

Antes de realizar el estudio estadístico vamos a describir cómo hemos construido las principales variables de referencia, utilizando las preguntas de la encuesta y sus diferentes *ítems*.

Tecnologías de la Información: La encuesta contiene información referente a 6 tipos distintos de TI: «robots o autómatas programables» (ROBOT), «sistemas automáticos para el almacenamiento y recogida de materiales» (AUTOMAT), «diseño asistido por ordenador» (CAD), «fabricación integrada por ordenador» (CIM), «planificación de necesidades de producción» (MRP), y «redes informáticas de tratamiento de los datos sobre la producción de la planta» (REDINF). El grado de

adopción de cada una de ellas se mide mediante una escala de 0 a 10 (0=adopción nula, 10= máximo nivel de adopción posible). Las diferentes dimensiones de las TI que capturan estas 6 variables se resumen en el índice TECINF, el cual se construye como la media aritmética de las citadas variables. El valor de este índice, que también oscila entre 0 y 10, nos indica la intensidad con la que la planta hace uso de las TI (5).

Capital humano: Para describir el capital humano, y su gestión en la planta, disponemos de un conjunto de variables que recogen cada una de ellas aspectos diferenciados y relevantes. Los **criterios de selección** más empleados por los establecimientos industriales contenidos en la muestra son respectivamente la formación y la experiencia previa. Las variables experiencia previa y formación son ficticias, que toman valor 1 si el criterio principal de selección es, respectivamente, la experiencia previa o la formación. Estas variables toman valor 0 en caso contrario.

Para capturar los aspectos más relevantes de la política de **formación** de las empresas contamos con las variables, Horas (*media*) que nos mide el número de horas de formación media anual que proporciona la empresa a un operario, % *formación específica*, que indica el porcentaje de la formación dedicada a formación específica en el puesto de trabajo, y % *formación genérica*, que recoge el porcentaje de la formación total del operario que corresponde a formación genérica. La formación específica es aquella que va ligada exclusivamente al desempeño en el actual puesto de trabajo. Por el contrario, la formación genérica recoge aquella que es de utilidad incluso en contextos y situaciones diferentes del actual puesto de trabajo (p. ej., formación en temas de calidad, formación en técnicas de trabajo en grupo y resolución de problemas).

Otro aspecto del capital humano a considerar es el de las **políticas de promoción**. Contamos, para ello, con dos variables que aproximan, en una escala del 1 al 5, cuántos de los actuales directivos (o encargados y técnicos cualificados) fueron antes operarios de esa misma planta.

Estas dos variables reciben el nombre de directivos promoción interna y encargados y técnicos cualificados promoción interna en nuestro análisis.

Por último, se considera la retribución. Mediante una escala de 3 puntos se interroga al encuestado acerca del *nivel salarial*. 1 indica que el salario medio es inferior a la media del sector, mientras que 3 indica que el salario medio es superior a la media sectorial. Se recoge, a su vez, mediante una variable ficticia, información sobre el *uso de incentivos* (1=los operarios reciben algún tipo de incentivos, 0= los operarios no reciben ningún tipo de incentivos). En caso de utilizar incentivos (*incent.*) éstos pueden ser de diversos tipos. Tres son particularmente relevantes: *por productividad*, *por calidad*, o basados en los *resultados de planta o empresa*.

Organización del trabajo: Son varios los aspectos de la organización del trabajo medidos en nuestro análisis. En primer lugar, tenemos en cuenta la supervisión. Mediante una escala de 5 puntos se aproxima la tendencia en cuanto al número de niveles jerárquicos de la organización (*tendencia n^o niveles*). 1 indica una fuerte tendencia a reducir los niveles jerárquicos, mientras que 5 representa el extremo opuesto. El *tramo de control* se mide mediante el número medio de operarios controlados por un mismo supervisor. Por último, una escala de 5 puntos nos mide el grado de control al que están sometidos los empleados: 1 indica que este grado de control es casi inexistente, mientras que 5 indica que es muy elevado.

La organización del trabajo propiamente dicha se analiza a partir de tres variables. La primera de ellas utiliza una variable ficticia, denominada *rotación*, para determinar si las empresas rotan a sus operarios (1 = rotan, 0 = no rotan). Otra variable ficticia captura el uso o no de *equipos* en las empresas como forma de organización de las actividades productivas (1 = existen equipos, 0 = no existen equipos). Por último, la presencia de *grupos de mejora* en la empresa queda capturada por la variable del mismo nombre, que toma tres valores: 1 = no se usan nunca, 2 = se usaron antes y 3 = se utilizan actualmente. La complejidad de las tareas es otra de

CUADRO 1
DISTRIBUCIONES DE LA MUESTRA POR SECTORES Y TAMAÑO

CNAE	Sector	50 a 200	201 a 500	Más de 500	Total
15, 16	Alimentación, bebidas y tabaco	105	27	14	146
17-19	Industria textil, confección, cuero y calzado	100	12	6	118
20	Madera y corcho	26	1	0	27
21, 22	Papel, edición y artes gráficas	53	13	5	71
24	Industria química	51	12	8	71
25	Caucho y materias plásticas	47	7	4	58
26	Productos minerales no metálicos	56	6	4	66
27, 28	Metalurgia y fabricación de productos mecánicos	91	14	14	119
29	Maquinaria y equipo mecánico	52	12	8	72
30-33	Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	40	18	11	69
34, 35	Material de transporte	40	22	27	89
36, 37	Industrias manufactureras diversas	49	8	2	59
Total		710	152	103	965

FUENTE: Elaboración propia.

las dimensiones de la organización del trabajo analizadas. Una escala de 10 puntos mide, por separado, en qué medida los operarios preparan las máquinas, realizan el mantenimiento, analizan los resultados del trabajo, planifican el trabajo, participan en la formación nuevos operarios o participan en el diseño de los puestos de trabajo. El valor 0 indica que no sucede nunca, mientras que 10 indica que sucede en gran medida.

Por último, la **información** queda representada por un conjunto de cuatro variables medidas en una escala del 1 al 3 (1 = no se usan nunca, 2 = se usaron antes, 3 = se utilizan actualmente). El uso de sistemas de sugerencias individuales, la realización de encuestas para conocer la satisfacción de los operarios (*encuesta satisfacción trabajo*), las reuniones para informar sobre aspectos de la empresa (*reuniones informativas*) o las jornadas de puertas abiertas (*jornadas puertas abiertas*) son las cuatro variables de referencia.

Relaciones con suministradores y clientes: Tanto las relaciones con los suministradores como las relaciones con los clientes se miden con un conjunto de 6 variables cada una. Cada *ítem* representa una situación típica en las relaciones suministrador-cliente. Para cada una de estas variables se midió en una escala del 1 al 5 con qué frecuencia se da en sus relaciones con suministradores (clientes) la situación concreta representada por la variable (1 = en todos los casos, 5 = en ningún caso).

Las situaciones para las relaciones con suministradores son: se tratan de establecer relaciones duraderas y a largo plazo (*relación largo plazo*); anteponeamos la calidad a cualquier otro criterio de selección (*criterio calidad*); los evaluamos periódicamente mediante auditorías (*evaluación periódica*); colaboramos en aspectos técnicos relacionados con la producción (*colaboración técnica*); nos realizan entregas «justo a tiempo» (*entregas JIT*), y si tenemos establecidos sistemas de calidad concertada (*calidad concertada*).

Por otro lado, las relaciones con clientes serían: los hacemos encuestas para conocer su nivel de satisfacción para con nuestros productos (*encuestas de satisfacción*); anteponeamos la calidad a cualquier otro criterio de selección (*criterio calidad*); nos evalúan periódicamente mediante auditorías (*evaluación periódica*); colaboramos en aspectos técnicos relacionados con la producción (*colaboración técnica*); les realizamos entregas «justo a tiempo» (*entregas JIT*), y si tienen establecidos sistemas de calidad concertada (*calidad concertada*).

Análisis estadístico

Nuestra hipótesis de complementariedad e integración de prácticas tecnológicas y organizativas tiene un conjunto de implicaciones que queremos contrastar. Si la utilización de TI se asocia con políticas avanzadas de recursos humanos, deberíamos reconocer que aquellas empresas

CUADRO 2
CORRELACIONES ENTRE TI Y CAPITAL HUMANO

	ROBOT.	AUTOMAT.	CAD.	CIM.	MRP.	REDINF.
Criterio de selección						
Experiencia previa	-0,109**	-0,083*	-0,023	-0,090**	-0,075*	-0,052
Formación	0,076*	0,089**	0,088**	0,150**	0,108**	0,106**
Formación						
Horas (media)	0,078*	0,044	0,081*	0,079*	0,104**	0,148**
% formación específica	-0,026	-0,048	-0,027	0,005	-0,077*	-0,028
% formación genérica	0,028	0,052	0,029	-0,002	0,079*	0,030
Promoción						
Directivos promoción interna	0,050	0,077*	0,113**	0,117**	0,140**	0,141**
Encargados y técnicos cual. promoción interna	-0,058	0,011	0,035	-0,043	-0,035	0,028
Retribución						
Nivel salarial	0,075*	0,080*	0,010	0,049	0,095**	0,083*
Uso incentivos	0,009	0,023	0,093**	0,020	0,115**	0,097**
Incentivos por productividad	-0,040	-0,034	0,076	0,000	0,054	-0,022
Incentivos por calidad	0,009	0,044	-0,064	0,047	0,046	0,064
Incentivos por resultados de planta o empresa	0,057	0,072	0,115**	0,091*	0,102*	0,114**

Significado: (*) $p < 0,05$; (**) $p < 0,01$.

FUENTE: Elaboración propia.

que están incorporando nuevos activos y sistemas de información están desarrollando de forma simultánea esfuerzos significativos para mejorar su capital humano. Similares asociaciones deberían aparecer entre TI e innovación de los sistemas de organización del trabajo y entre TI y estrategias de colaboración con suministradores y clientes.

Por ello, vamos a esperar a que las variables con las que medimos estas cuatro dimensiones de la empresa estén significativamente correlacionadas entre sí. Es más, deberíamos de observar diferencias relevantes en los perfiles de gestión del capital humano, innovación organizativa y desarrollo de prácticas de colaboración entre empresas, entre el conjunto de empresas con un bajo nivel de adopción de TI y de empresas con un alto nivel de adopción de estas tecnologías. Este diferente grado de adopción de TI podría tener también implicaciones en términos de los resultados de la planta.

Correlaciones. Como hemos discutido en la sección anterior, tenemos diferentes variables que miden aspectos importantes de las TI: el capital humano de la empresa, la organización del trabajo y las relaciones verticales. La forma prime-

ra y más sencilla de examinar los datos es estudiar las correlaciones existentes entre las distintas variables. Los cuadros 2 a 4 recogen las correlaciones de Pearson entre las variables que miden diferentes aspectos de las TI con variables de capital humano, organización del trabajo y relaciones con suministradores y clientes.

En el cuadro 2 aparecen diferenciados cuatro aspectos básicos de la gestión del capital humano en la empresa. Podemos observar que un mayor grado de adopción de TI va asociado a criterios de selección de operarios basados más en la formación y menos en la experiencia previa. Este resultado es plenamente consistente con la intuición de que las empresas en la vanguardia de la adopción tecnológica buscan un perfil de operarios que les permita mantener la necesaria flexibilidad y adaptabilidad. En este sentido, operarios más formados, con mayores conocimientos y habilidades, configuran un conjunto amplio de saberes necesarios para garantizar las cotas de innovación y adaptabilidad exigidas. Por otro lado, las empresas más reticentes a adoptar estas nuevas tecnologías prefieren buscar en el mercado a aquellos operarios que poseen un conocimiento amplio de la tecnología que actualmente aplica la empresa.

Consistentemente con esta idea, la adopción de TI viene acompañada de un mayor esfuerzo formativo por parte de la empresa (medido como número medio de horas de formación por operario). En cuanto a las políticas de promoción, cabe destacar que el uso de TI está fuertemente asociado con la promoción interna de directivos.

Del estudio de las correlaciones entre las TI y la retribución se puede observar que una mayor adopción de TI va asociada, en términos generales, a niveles retributivos superiores a la media del sector y a un mayor empleo de los incentivos de planta o empresa.

El cuadro 3 resume las correlaciones entre las variables de adopción de TI y las referentes a la organización del trabajo. Tal y como expusimos con anterioridad, las variables relativas a la organización del trabajo las dividimos en cuatro subgrupos: supervisión, organización del trabajo propiamente, complejidad de las tareas y, finalmente, información.

La correlación con las variables de supervisión, aun no siendo todas significativas, señala una tendencia a la reducción en el número de niveles jerárquicos y a un aumento en el tramo de control. Las correlaciones con la tendencia en el número de

CUADRO 3
CORRELACIONES ENTRE TI Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

	ROBOT.	AUTOMAT.	CAD.	CIM.	MRP.	REDINF.
Supervisión						
Tendencia n.º niveles	-0,065*	-0,016	-0,060	-0,064*	-0,132**	-0,067*
Tramo control	0,092**	0,035	0,042	0,060	0,098**	0,115**
Grado de control	-0,038	0,065*	-0,025	-0,012	0,002	0,087**
Organización del trabajo						
Rotación	-0,015	0,004	0,046	-0,026	0,109**	0,053
Equipos	0,000	0,029	0,044	0,059	0,106**	0,064
Grupos de mejora	0,203**	0,144**	0,147**	0,230**	0,307**	0,186**
Complejidad tareas						
Operarios preparan máquinas	0,022	0,037	0,047	0,022	0,018	0,071*
Operarios realizan mantenimiento	0,033	0,087**	0,062	0,040	0,043	0,055
Operarios analizan resultados trabajo	0,192**	0,151**	0,080*	0,211**	0,131**	0,157**
Operarios planifican trabajo	0,109**	0,102**	0,070*	0,099**	0,057	0,067*
Operarios forman nuevos operarios	0,154**	0,077*	-0,018	0,064*	0,058	0,073*
Operarios diseñan puestos	0,133**	0,096**	0,063	0,131**	0,085*	0,118**
Información						
Sistemas sugerencias	0,164**	0,105**	0,123**	0,181**	0,226**	0,153**
Encuesta satisfacción trabajo	0,127**	0,150**	0,083*	0,161**	0,199**	0,174**
Reuniones informativas	0,070*	0,107**	0,115**	0,185**	0,248**	0,166**
Jornadas puertas abiertas	0,133**	0,144**	0,093**	0,165**	0,173**	0,148**

Significado: (*) p < 0,05; (**) p < 0,01.

FUENTE: Elaboración propia.

niveles jerárquicos presentan signo negativo. Por su parte, las correlaciones con el tramo de control son de signo positivo.

La rotación y el uso de equipos en sentido amplio no aparecen ligados a las TI (excepción hecha del MRP) en el caso de las empresas industriales españolas. Si lo está, positivamente, el empleo de grupos mejora. La rotación y los equipos son prácticas de organización del trabajo que a menudo han sido ligadas a empresas con niveles tecnológicos superiores (6). Es posible que las empresas industriales españolas hayan sido más cautelosas al tratar de aprovechar estas hipotéticas complementariedades y hayan preferido impulsar primero los grupos de mejora.

Parece clara la asociación entre la complejidad de las tareas y la adopción de TI. En otras palabras, la adopción de TI está ligada al enriquecimiento de los puestos de trabajo. Tal y como muestra el cuadro 3, la adopción de estas tecnologías está vinculada a la ejecución, por parte de los operarios, de un amplio conjunto de tareas que marcan una mayor implicación del trabajador en el diseño, planificación, ejecución y control de su labor. Como puede observarse en el último blo-

que de correlaciones del cuadro 3, la adopción de TI está positivamente correlacionada con un conjunto de actividades que favorecen la transmisión de información entre los operarios y los distintos niveles organizativos. Esta relación se extendería incluso a la comunicación entre la organización y el entorno que la rodea a través de la organización de jornadas de puertas abiertas.

Este intercambio de información entre la organización y su entorno queda de nuevo patente al analizar la correlación entre las TI y las relaciones con suministradores y clientes. Tales correlaciones pueden observarse en el cuadro 4. Salvo alguna excepción, se reconoce una estrecha relación entre las TI y los distintos niveles de vinculación con suministradores y clientes. Esta fuerte relación positiva pone de manifiesto el importante papel que la creación de redes tiene en la transmisión y difusión del conocimiento, en este caso asociado a las TI. Según esta idea, la adopción de nuevas TI en una empresa fomentará también la adopción de esas tecnologías por parte de sus principales suministradores y clientes. Por otro lado, las nuevas TI favorecen la creación y la integración de estas redes de suministradores y clientes.

Uso de TI, resultados de la planta, perfiles de gestión y arquitectura. En este apartado se analizan las diferencias que puedan existir entre las empresas con bajo y alto nivel de adopción de TI en términos de resultados, se discuten también los diferentes perfiles que presentan en su gestión del capital humano y su arquitectura interna y externa.

Para tal fin separamos, en primer lugar, a las empresas en tres grupos: baja adopción de TI, adopción media de TI y alta adopción de TI (7). El grado de adopción de las TI se controla por el sector. De este modo evitamos los posibles sesgos que pudiera crear la comparación de la dimensión tecnológica de empresas que pertenecen a sectores manufactureros diferenciados. Para realizar nuestro análisis nos fijamos exclusivamente en los dos grupos extremos, las empresas con baja adopción de TI y las empresas con alta adopción de TI.

Resultados. Una vez establecidos los dos grupos procedemos a comparar los resultados medios obtenidos por las empresas incluidas en cada uno de ellos. En varias preguntas de la encuesta se solicita información sobre la evolución de distintas variables de resultados al nivel de planta

en los últimos tres años. Se pedía información sobre posibles mejoras en el porcentaje de horas productivas sobre el total de horas de presencia de mano de obra, el cumplimiento de los plazos de entrega, el porcentaje de devoluciones, el porcentaje de productos defectuosos terminados y el porcentaje de desechos. La valoración se hacía en una escala 1 (la situación es mucho peor) a 5 (la situación en mucho mejor). Hemos construido un primer indicador de resultados global a partir de la media aritmética de las cinco medidas mencionadas (RDO).

Siguiendo un procedimiento análogo al empleado en el caso del grado de adopción de TI, creamos un segundo indicador que mide el resultado de la planta con relación a la media del sector en el que opera la empresa (RDOSEC). El cuadro 5 muestra la media y la desviación típica de estas dos medidas de resultados en los grupos de alta y baja adopción de TI. Tal y como puede observarse, los valores de ambos indicadores (absoluto y relativo) de resultados son superiores en el grupo de plantas con un alto grado de adopción de TI. Es más, dicha diferencia es estadísticamente significativa (8). Por tanto, podemos afirmar que la adopción de tecnología por encima de la media del sector lleva, en términos generales, a obtener mejores resultados, incluso cuando éstos se comparan con los de otras empresas del mismo sector.

Capital humano, organización del trabajo y relaciones con suministradores y clientes. Los cuadros 6, 7 y 8 recogen los valores medios, para cada uno de los dos grupos tecnológicos, de las variables de capital humano, organización del trabajo y relaciones con suministradores y clientes que presentamos anteriormente. La última columna de estos cuadros indica si el contraste de diferencia de medias es significativo, y a que nivel de significatividad, o no. De manera consistente a lo reconocido en nuestro análisis inicial de correlaciones, observamos diferencias significativas para la mayoría de las variables.

Así, por ejemplo, en el cuadro 6 se refleja cómo el grado de utilización de la experiencia como criterio de selección es significativamente mayor en las empresas con menor adopción de TI. Por el contrario, la formación es el criterio más relevante en plantas con alto grado de adopción de TI.

CUADRO 4
CORRELACIONES ENTRE TI Y RELACIONES CON SUMINISTRADORES Y CLIENTES

	ROBOT.	AUTOMAT.	CAD.	CIM.	MRP.	REDINF.
Suministradores						
Relación Largo Plazo	0,021	0,066*	0,031	-0,036	0,020	0,064*
Criterio calidad	0,041	0,071*	0,036	0,057	0,084*	0,131**
Evaluación periódica	0,225**	0,181**	0,152**	0,214**	0,284**	0,300**
Colaboración técnica	0,167**	0,152**	0,128**	0,141**	0,192**	0,158**
Entregas JIT	0,088**	0,128**	0,050	0,138**	0,127**	0,148**
Calidad concertada	0,141**	0,187**	0,123**	0,176**	0,236**	0,203**
Clientes						
Encuestas de satisfacción	0,159**	0,145**	0,100**	0,194**	0,238**	0,218**
Criterio calidad	0,086**	0,117**	-0,013	0,057	0,101**	0,086**
Evaluación periódica	0,137**	0,124**	0,117**	0,124**	0,196**	0,165**
Colaboración técnica	0,058	0,123**	0,124**	0,080*	0,110**	0,158**
Entregas JIT	0,081*	0,120**	-0,036	0,130**	0,074*	0,141**
Calidad concertada	0,082*	0,127**	0,072*	0,133**	0,137**	0,128**

Significado: (*) p < 0,05; (**) p < 0,01.

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 5
DIFERENCIAS DE MEDIAS DE RESULTADOS POR GRUPOS TECNOLÓGICOS

	Resultado de la planta		Resultado relativo a la media del sector	
	Baja adopción de TI	Alta adopción de TI	Baja adopción de TI	Alta adopción de TI
Media	3,65	3,88	-0,11	0,11
Desviación típica	0,60	0,61	0,59	0,60

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 6
PERFILES DE EMPRESAS: VARIABLES DE CAPITAL HUMANO

	Baja adopción de TI	Alta adopción de TI	Diferencia de medias significativas
Criterio de selección			
Experiencia previa	0,39	0,25	**
Formación	0,27	0,41	**
Formación			
Horas (media)	17,41	25,66	**
% formación específica	50,94	45,71	*
% formación genérica	12,27	13,61	*
Promoción			
Directivos promoción interna	2,70	3,23	**
Encargados y técnicos cualificados promoción interna	3,73	3,67	NO
Retribución			
Nivel salarial	2,33	2,50	**
Uso incentivos	0,61	0,72	**
Incentivos por productividad	0,77	0,78	NO
Incentivos por calidad	0,22	0,30	+
Incentivos por resultados de planta o empresa	0,12	0,23	**

Significado: (+) p < 0,10; (*) p < 0,05; (**) p < 0,01.

FUENTE: Elaboración propia.

La formación media es superior en empresas con alto grado de TI. Si bien la formación media parece ser fundamentalmente de carácter específico, el peso de este tipo de formación es superior en aquellas plantas con niveles de TI inferiores a la media de su sector. Por el contrario, la formación genérica media es menor.

El uso de la promoción de directivos es superior en empresas tecnológicamente más avanzadas, no observándose diferencias significativas en lo referente a la promoción de encargados y técnicos cualificados.

Finalmente, tal y como pudimos comprobar en nuestro análisis anterior, el nivel retributivo y el uso de incentivos es superior en empresas con algún grado de adopción de TI, siendo los incentivos de planta o empresa los que más diferencias generan entre ambos grupos.

El cuadro 7 vuelve a confirmarnos los resultados del análisis de correlaciones. A excepción del grado de control, el uso de la rotación y los equipos, y la participación de los operarios en la preparación y mantenimiento de las máquinas, el resto de variables presentan medias en ambos grupos que son significativamente distintas. Estas diferencias van en la dirección apuntada en nuestro análisis precedente.

Finalmente, en el cuadro 8, se recogen las diferencias de medias entre grupos para las variables que representan las relaciones con suministradores y clientes. Nuevamente se apoyan nuestros comentarios anteriores. La mayor relación con clientes y suministradores de las empresas con un mayor grado de adopción de TI, a la que hicimos alusión, queda patente en esta comparación de medias. Todas ellas son significativamente superiores en el grupo de las plantas con un grado de adopción de TI superior a la media de su sector.



Conclusiones

La complementariedad, el encaje, que deben guardar las diferentes dimensiones que conforman la empresa es la idea central que guía el presente trabajo. La efectiva implantación de TI en la empresa debería ir acompañada de los consiguientes ajustes en aspectos como su capital hu-

CUADRO 7
PERFILES DE EMPRESAS: VARIABLES DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

	Baja adopción de TI	Alta adopción de TI	Diferencia de medias significativas
Supervisión			
Tendencia n.º niveles	2,90	2,75	**
Tramo control	14,45	16,85	**
Grado de control	3,35	3,39	NO
Organización del trabajo			
Rotación	0,45	0,46	NO
Equipos	0,26	0,31	NO
Grupos de mejora	1,65	2,27	**
Complejidad tareas			
Operarios preparan máquinas	6,54	6,63	NO
Operarios realizan mantenimiento	3,85	4,26	NO
Operarios analizan resultados trabajo	3,30	5,03	**
Operarios planifican trabajo	2,11	2,92	**
Operarios forman nuevos operarios	6,13	6,64	*
Operarios diseñan puestos	3,27	4,16	**
Información			
Sistemas sugerencias	2,09	2,54	**
Encuesta satisfacción trabajo	1,37	1,77	**
Reuniones informativas	2,06	2,55	**
Jornadas puertas abiertas	1,34	1,72	**

Significado: (*) p < 0,05; (**) p < 0,01.

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 8
PERFILES DE EMPRESAS: VARIABLES DE RELACIONES CON SUMINISTRADORES Y CLIENTES

	Baja adopción de TI	Alta adopción de TI	Diferencia de medias significativas
Suministradores			
Relación largo plazo	4,20	4,33	*
Criterio calidad	4,04	4,24	**
Evaluación periódica	2,56	3,52	**
Colaboración técnica	2,82	3,46	**
Entregas JIT	2,43	3,06	**
Calidad concertada	2,69	3,48	**
Clientes			
Encuestas de satisfacción	2,19	2,98	**
Criterio calidad	3,57	3,83	**
Evaluación periódica	2,24	2,72	**
Colaboración técnica	2,60	2,97	**
Entregas JIT	2,76	3,22	**
Calidad concertada	2,55	2,93	**

Significado: (*) p < 0,05; (**) p < 0,01.

FUENTE: Elaboración propia.

mano, su organización interna o su arquitectura externa. Tal y como remarcábamos al inicio del trabajo, nuestro objetivo no ha sido otro que el de ofrecer una primera fotografía, una impresión, de los cambios organizativos y de gestión que se observan asociados a la adopción de TI en las empresas españolas.

A modo de resumen, podemos indicar que los resultados de los análisis realizados sugieren que, en efecto, la adopción de TI va asociada a cambios en la estructura organizativa, reflejados en nuestro estudio en las variaciones en las políticas de gestión del capital humano, la organización del trabajo y las relaciones con suministradores y

clientes. Los cambios en estas dimensiones parecen ir encaminados a garantizar una mayor flexibilidad y participación (compromiso y motivación) de los empleados en estos procesos de innovación.

Los análisis llevados a cabo esbozan perfiles diferentes para empresas con diferentes niveles de adopción de TI. Las empresas con mayor grado de adopción parecen fomentar la flexibilidad y la descentralización en la toma de decisiones, generando, para ello, estructuras más abiertas y participativas, en las que el trabajador adquiere un mayor compromiso con su labor. Al mismo tiempo, se establecen vínculos de colaboración más estrechos con el exterior (suministradores y clientes), abandonando progresivamente las relaciones puras de mercado para fijar unas pautas de cooperación más amplias entre empresas.

A su vez, cabe señalar que se intuye una mejora en los resultados de las empresas asociada a la adopción de TI. Si bien nuestra aproximación es incompleta, las mejoras de eficiencia que habitualmente se asocian a la adopción de las TI, particularmente al nivel de producción, podrían estar detrás de esta diferencia en los resultados que hemos detectado.

Esta primera aproximación genera numerosas cuestiones que deben ser objeto de análisis futuros más pormenorizados. Por ejemplo, y profundizando en el análisis de los supuestamente beneficiosos efectos derivados de la complementariedad, sería interesante comprobar hasta qué punto las diferencias observadas en los resultados de las plantas con similares niveles de adopción de tecnología se deben a la gestión del capital humano, o a la presencia de una organización interna acorde al grado de implantación de TI. Así mismo, sería de enorme interés explorar la presencia de complementariedades entre las TI y las diferentes dimensiones organizativas en niveles de agregación distintos al empleado en el presente trabajo (p. ej., sector, tamaño).

(*) Los autores agradecen la financiación recibida de la Fundación BBVA, mediante el proyecto «Nuevos sistemas de organización de la producción y del trabajo: su impacto sobre la competitividad de la empresa», y del Ministerio de Educación, a través del proyecto PB 98/0550.

Notas

(1) La difusión de las tecnologías de la información en la empresa en España ha sido estudiada, entre otros, por Y. Polo (1986), M. Buesa y Molero (1987), J. I. López Sánchez (1995), M. J. Álvarez (1995) y los informes anuales presentados por el Ministerio de Industria y Energía y Sedisi. En un trabajo reciente, E. Huerta y Sánchez (1999) analizan cómo las empresas españolas evalúan sus inversiones en TI.

(2) Véanse V. Salas (1995) y J. Womack y otros (1991) para una discusión extensa de los distintos modelos de empresa manufacturera.

(3) Vease M. Aoki (1996) para una discusión amplia sobre las ventajas de las organizaciones descentralizadas.

(4) Esta idea central de nuestro trabajo se apoya en las hipótesis sostenidas por E. Brynjolfsson y Hitt (1997) sobre las relaciones entre TI y diseño organizativo.

(5) Nuestra variable de TI tiene algunas limitaciones obvias, ya que no disponemos de información sobre el número de ordenadores e inversión en TI realizada por las empresas. En cualquier caso, representa, a nuestro juicio, una aproximación razonable del grado de utilización y uso de un conjunto de tecnologías de información y fabricación extendidas ente las empresas industriales. En una discusión más general sobre la tecnología, C. García y Huerta (1999b) realizan una aproximación similar, aunque extendida a más ítems.

(6) Véase C. García y Huerta (1999a).

(7) Para realizar esta comparación es preciso construir un indicador que nos mida, de manera global, el grado de adopción de TI en las empresas de nuestra muestra. El índice TECINF, antes definido, nos permite aproximar este grado de adopción. Cabe recordar que dicho índice toma valores entre 0 y 10, siendo este último el máximo grado de adopción posible. Una vez obtenido este indicador, su valor se compara, para cada planta, con el grado de adopción media de TI en el sector al que pertenece la empresa. Este índice recibe la denominación TISEC. Para ello, y en base a los códigos CNAE, se agrupó a las empresas en 12 sectores distintos (ver cuadro 1). Utilizando este nuevo índice definimos el grupo de las empresas con un bajo índice de adopción de tecnología, como aquél compuesto por empresas que difieren en más de una unidad respecto de la media del sector ($TISEC \geq -1$; $N = 325$). El grupo de las de alto uso de tecnología es aquél compuesto por empresas cuyo índice tecnológico supera en mas de una unidad al del sector ($TISEC \geq 1$; $N = 304$).

(8) Los correspondientes estadísticos de contraste para la igualdad de medias son: para el índice RDO $t = -4,40$ ($p = 0,00$), y para el índice RDOSEC $t = -4,29$ ($p = 0,00$).

Bibliografía

- ÁLVAREZ, M. J. (1995). «Los efectos de las tecnologías de la información y comunicación sobre la producción», *Economía Industrial*, nº 303.
- AOKI, M. (1996). «The firm as a system of attributes», en M. Aoki y R. Dore (ed.), *The Japanese firm: the sources of competitive strength*, Oxford University Press.
- BRESNAHAN, T.; BRYNJOLFSSON, E. y HITT, L. (2000). «Technology, organization and the demand for skilled labor», en M. M. Blair y T. A. Kochan (eds.), *The new relationship: human capital in the American corporation*, Washington D.C.: Brookings Institution Press.
- BRYNJOLFSSON, E. y HITT, L. (1997). «Information technology and organizational design: evidence from microdata», *MIT, Sloan School*, Working Papers.
- BUESA, M. y MOLERO, J. (1984). *Innovación industrial y dependencia tecnológica en España*, Madrid, Eudema.
- GARCÍA, C. y HUERTA, E. (1999a). «La innovación en la empresa industrial española: extensión de los nuevos sistemas de organización del trabajo», *Economía Industrial*, nº 329.
- GARCÍA, C. y HUERTA, E. (1999b). «Esfuerzo tecnológico y competitividad: ¿son las empresas españolas cada vez más flexibles?», *Papeles de Economía Española*, nº 81.
- HUERTA, E. y SÁNCHEZ, P. J. (1999). «Evaluation models of information technology in Spanish companies: a cluster analysis», *Information and Management*, nº 36.
- KAY, J. (1994). *Fundamentos del éxito empresarial*, Ed. Ariel.
- LÓPEZ SÁNCHEZ, J. I. (1995). «La implantación de técnicas de inteligencia artificial en un entorno integrado de producción. Estudio del software CIM en España», *Economía Industrial*, nº 303.
- MILGROM, P. y ROBERTS, J. (1993). *Economía, organización y gestión de la empresa*. Ed. Ariel.
- POLO, Y. (1989). «Difusión tecnológica en España: algunos resultados», *Papeles de Economía Española*, nº 39.
- PORTER, M. (1987). *La ventaja competitiva*, CECSA.
- SALAS, V. (1995). «La lógica de la producción ligera: valoración e implicaciones», *Revista Situación*, BBV.
- WOMACK, J., JONES, D. y ROOS (1991). *The machine that changed the world*. Rawson Associates, Nueva York.