

---

# Gestión de la transformación digital en la empresa industrial

---

PID\_00262372

Jaume Martínez Aguiló

---

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 7 horas

---



**Jaume Martínez Aguiló**

El encargo y la creación de este recurso de aprendizaje UOC han sido coordinados por el profesor: Jordi Ayza Graells (2019)

Primera edición: febrero 2019  
© Jaume Martínez Aguiló  
Todos los derechos reservados  
© de esta edición, FUOC, 2019  
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona  
Diseño: Manel Andreu  
Realización editorial: Oberta UOC Publishing, SL

*Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste eléctrico, químico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita de los titulares del copyright.*

# Índice

<b>1. Caminos para la transformación digital.....</b>	<b>5</b>
1.1. Introducción al concepto de transformación digital .....	5
1.2. Métricas .....	10
1.3. Transformación digital frente a Industria 4.0 .....	16
1.4. Liderazgo del proceso: CTO .....	19
1.5. Barreras .....	20
1.6. Gestión del cambio .....	22
1.6.1. Proyecto PI .....	24
<b>2. Estrategia de la TD.....</b>	<b>27</b>
2.1. Estrategia de la empresa. Porter (oportunidades) .....	27
2.2. Eficiencia operativa. Porter (puntos débiles) .....	30
2.3. Definición de la estrategia de la TDEI .....	32
2.4. Plan estratégico de la TDEI .....	34
2.5. Coherencia e interrelación con el plan estratégico de la empresa .....	40
2.6. ¿Empresa o industria? .....	41
2.7. Proyecto (presupuesto, recursos humanos, tiempo) .....	42
<b>3. Gestión del conocimiento.....</b>	<b>45</b>
3.1. Digitalización, acceso, mantenimiento y mejora del conocimiento .....	45
3.2. <i>Workflow</i> (es conocimiento) .....	49
3.3. Detección de las limitaciones .....	50
<b>4. Perfiles de negocio y de industria.....</b>	<b>54</b>
4.1. B2B y B2C .....	54
4.2. Tipos de procesos industriales .....	55
<b>5. Integración de aplicaciones y cuadros de mando.....</b>	<b>57</b>
5.1. Mapa de aplicaciones .....	57
5.1.1. ERP .....	58
5.1.2. EDMS .....	60
5.1.3. MES .....	61
5.1.4. CMMS .....	61
5.1.5. PLM, CAD/CAM/CAE y PIM .....	61
5.1.6. QMS, APQP/PPAP, NC/CAPA .....	62
5.1.7. CRM .....	62
5.2. Relación con el plan estratégico de TD .....	62
5.3. Definición del proceso de negocio ( <i>workflow</i> , objetivos, KPI, metodologías <i>agile</i> ...) .....	69
5.4. RRHH, talento necesario y barreras de implementación .....	73

5.5. Relación con los sistemas de calidad, innovación, certificaciones .....	74
5.6. Integración de aplicaciones (ERP, MES, PLM...) .....	76
<b>6. Digitalización hasta el cliente</b> .....	78
6.1. Creación de valor a través de la TD .....	78
6.2. Mejorar la experiencia del cliente .....	79
<b>7. TD como foco de la innovación</b> .....	81
7.1. Retorno de la inversión y financiación .....	81
<b>Bibliografía</b> .....	85

# 1. Caminos para la transformación digital

## 1.1. Introducción al concepto de transformación digital

En estos tiempos, a medio camino de llegar al primer cuarto del siglo XXI, vivimos en un mundo lleno de contrastes. En cualquier aspecto que queramos analizar, encontramos polos cada vez más opuestos, dejando un amplio espacio central que queda desierto. Según mi punto de vista, necesitamos cambiar esta tendencia negativa y las nuevas tecnologías deberían ayudarnos. Pero, para tal cosa, también necesitamos una correcta adaptación: debemos transformar nuestra forma de vida y de trabajar para adecuarnos al uso de estas nuevas tecnologías.

El concepto de transformación digital abarca este sentido amplio, que no solo es el cambio de tecnología y la adaptación a su uso, sino cómo nos afecta este cambio a las personas y organizaciones, y cómo nos debemos transformar las personas y organizaciones para disfrutar de sus ventajas y evitar sus inconvenientes.

Un ejemplo de la transformación que estamos haciendo, o deberíamos, es la provocada por el cambio en el sistema de difusión de noticias. Este cambio, que en sí mismo es una transformación, no debería confundirnos con la transformación digital a la que nos referimos. El sistema de difusión de noticias, como era conocido hasta hace pocos años, era una tarea asignada en exclusiva a periodistas. Y estos estaban ligados, demasiadas veces, al poder político-económico.

En los últimos tiempos, ha sufrido un cambio radical debido a las nuevas tecnologías. Internet, con Twitter, Facebook, Instagram y otras aplicaciones, llegaron para generalizar la función de distribución de noticias gratuitamente, o más bien dicho, pagadas con otras monedas como nuestros datos personales.

Este cambio ha puesto en jaque al llamado cuarto poder. Casi todos los periódicos han pasado por una crisis que les ha hecho replantearse su modelo de negocio. Algunos han desaparecido, otros se han convertido a digital. Los más compaginan ambos negocios sin encontrar muy bien la estrategia a seguir. También hay que hacer notar que han surgido nuevas oportunidades de negocio aprovechadas por nuevas formas de informar de forma digital que todos conocemos como Google News y otros.

Sin embargo, mientras nosotros, como sociedad, nos hemos ido adaptando (transformando) a esta nueva realidad, se han producido nuevos cambios. La mejora percibida por liberalizar la difusión de información, ahora desligada

de los poderes llamados «casta» por nuevas fuerzas políticas (Segurado, 2014), se ha vuelto en contra nuestra, y se ha generalizado el fenómeno de noticias falsas o *fake news*, que, si bien no es nuevo, ahora se está extendiendo de forma alarmante gracias a las nuevas tecnologías.

Figura 1. *The fin de siècle newspaper proprietor*. Frederick Burr Opper (1894)



Fuente: Library of Congress

Por lo tanto, nosotros, como parte de la sociedad, debemos realizar una transformación en la manera de interpretar la información que nos llega, asumiendo funciones antes realizadas por profesionales del periodismo, como verificación de fuentes, contraste de la información, etc.

En este contexto, la transformación digital la debemos entender como todas las implicaciones asociadas a los cambios tecnológicos en la difusión de la información.

Puede ser útil observar cómo está definido en Wikipedia: «el efecto social total y global de la digitalización». Debemos recordar esta amplitud del concepto más adelante, cuando analicemos perfiles y roles para desarrollar en esta área. Pero, sobre todo, entender el concepto en esta amplitud, interiorizar el funcionamiento de los grandes negocios que se están desarrollando basados en tecnología, como Amazon, Apple, Google, Microsoft, etc. También, tener en cuenta otros modelos de negocio que están triunfando en terrenos más tradicionales como el de los automóviles. Tesla, fabricante de coches eléctricos y autónomos, superó a Ford en valor bursátil en abril de 2017 (Portafolio, 2017).

Figura 2. Tesla Roadster



Fuente: Thomas doerfer

Los efectos que se producen no son siempre positivos, o al menos, no para todos. Estos cambios de paradigmas benefician a unos grupos y perjudican a otros. Los grupos afectados pueden ser internos al causante del cambio, relacionados directa o indirectamente o externos.

Figura 3. Grupos afectados



Fuente: elaboración propia

### 1) Internos

Pueden ser accionistas, directivos, empleados... Como ejemplo significativo, podemos tomar los empleados de la propia compañía, con las oportunidades que se crean para ellos, pero también las problemáticas, de las que hablamos más adelante. Muchas corrientes de pensamiento actuales consideran que los empleados serán los grandes perjudicados en estos procesos. Las pérdidas de puestos de trabajo asociadas a la automatización de procesos o robotización,

absolutamente ligados a la transformación digital, es un tema que va surgiendo cada vez con más frecuencia. Esto va acompañado de noticias como las del BBVA, que el año 2018 anunció el cierre de ochocientas oficinas (Sampedro, 2018). La justificación por su nueva estrategia de transformación digital, y el hecho de que no se anuncien despidos de personal, no es suficiente para que no se cree alarma social. De hecho, esta sensibilidad social crea una barrera importante contra los procesos de cambio en el seno de las empresas.

## 2) Relacionados

Este grupo es uno de los más significativos, donde incluiremos a los clientes, proveedores, suministradores, usuarios, colaboradores tecnológicos, etc. La visión más «marketiniana» de la transformación digital es, posiblemente, la primera, y la que más fuerza ha adquirido. Y esta, en muchas ocasiones, ha acaparado su significado, dando una visión sesgada de que la transformación digital se basa en el cambio en la relación con el cliente a entornos digitales. Ciertamente, la relación con el cliente, de la que hablaremos más adelante, es uno de los aspectos más importantes para una empresa. Sin embargo, hay que estar atentos para no crear una isla digital para atender al cliente, dentro de un mar de papeles y burocracia en todo el resto de la organización. También, hay que tener en cuenta que el objetivo último de una empresa es la satisfacción del cliente. Nunca he creído en los negocios que funcionan sobre la base de maltratar al cliente, aunque Ryanair (Martín, 2018) y Vueling (Lema, 2016) deben ser la excepción que confirma la regla. Ejemplos de clientes que se revelan por el cambio de la relación con el proveedor, apoyándose en tecnología, cada vez hay más. El último del que he tenido noticias es el de clientes de John Deere, que han hackeado el software de los tractores al no estar de acuerdo con las nuevas condiciones del mantenimiento (*El Economista*, 2017).

## 3) Externos

Como externos, podemos considerar cualquier entidad física o jurídica, grupo, empresas, organización, administración, etc. que esté afectada, positiva o negativamente, por un cambio tecnológico aplicado. Ya tenemos muchos ejemplos de cómo acaban afectando a la sociedad en general conflictos entre terceros por estos cambios. Hemos visto cómo empresas se quedan obsoletas e incluso sectores enteros. Los sectores de venta de música y de libros han quedado muy afectados por empresas como Amazon. Los taxistas están llevando una lucha contra Uber, que, según mi punto de vista, la tienen perdida antes de empezarla. En este último caso, vemos que las protestas del sector, empezando por Barcelona, pero extendiéndose a otras ciudades, provocaron un caos el verano de 2018. Este colapso circulatorio ha perjudicado a toda la sociedad que habita o circula por estas ciudades (Okdiario, 2018).

Un aspecto importante a tener en cuenta, para la comprensión de la transformación digital, es su característica de continuidad. Esta peculiaridad nos clarifica que estamos inmersos en un proceso que empezó tiempo atrás y tendrá



continuidad en el futuro. Sigue vigente la idea de cambio continuo que, aunque nos parezca moderna, se empezó a formular por el filósofo griego Heráclito de Éfeso en el siglo VI a. C. Así, será más conveniente plantear la transformación digital como un proceso continuo, ver qué avances ya están hechos e intentar continuar el camino. Por lo tanto, no será adecuado definir un proyecto de transformación digital, que implica un principio y un fin, sino, en todo caso, de fases de un proceso en continua evolución. Esta visión de continuidad nos es muy beneficiosa en la manera de plantear la implementación. Ya que es mucho más fácil avanzar en pequeños pasos que quedan consolidados que pensar en una implementación tipo *big bang*.

Por último, y ya centrándonos en el ámbito empresarial, nos encontramos con una realidad en la que el personal tiene dos grados de avance diferentes en el camino a la transformación digital. Uno, el suyo propio, en su entorno particular, y otro, en el de la empresa. Con el avance de los *smartphones*, nos podemos encontrar con empleados que tienen más tecnología en su bolsillo que las herramientas de trabajo que les da la empresa. Esta situación, aparte de la consideración anecdótica, tiene un componente de desmotivación, e incluso de barrera al avance en la transformación digital de la empresa, que hay que tener en cuenta.

No es la primera vez que un fenómeno como este se ha dado en las empresas, ya que, de alguna manera, se había producido con la llegada de las herramientas ofimáticas, que penetraron antes en el ámbito particular que en las empresas. Los jóvenes que se incorporaban a su primer trabajo a finales de los años setenta y principios de los ochenta no podían entender que, para los trabajos de la universidad o la escuela, estuvieran usando procesadores de texto como Wordstar o, posteriormente, el WordPerfect, mientras que en el trabajo aún se usaran las máquinas de escribir, y en algunos casos, ni electrónicas.

Lo mismo podríamos decir de las hojas de cálculo como Lotus 123, que se introdujo rápidamente en las empresas a través de los contables.

Ahora la situación puede ser parecida, e incluso generalizada. Los usuarios de aplicaciones en los *smartphones* y tabletas, los que están acostumbrados a los videojuegos, tienen, además, un nivel de exigencia en la usabilidad de la tecnología muy elevado. El *front* de algunas aplicaciones están a años luz de lo que están acostumbrados a usar de modo particular. La situación inversa también se da, pudiendo tener empleados que no están habituados a los avances tecnológicos. Sin embargo, recuerdo que, con este tipo de problemáticas, una directora de informática siempre comentaba: si han aprendido a sacar dinero del cajero, pueden aprender a usar una aplicación. La solución se encuentra, por supuesto, a través de la formación, un aspecto que no podemos olvidar en este proceso. Y es conveniente en ambos casos, ya que, por muy avanzado que pueda estar el usuario, la formación específica en los cambios digitales que queramos implementar es totalmente imprescindible.

## 1.2. Métricas

Encontrar una forma de evaluar el grado de avance en la transformación digital es una necesidad tan irrenunciable como difícil de hallar. Mucho más si aceptamos la definición de Wikipedia, que ya hemos citado: «el efecto social total y global de la digitalización». A efectos prácticos, propongo que usemos el término transformación digital en la empresa industrial (TDEI) como la digitalización en la industria. No tanto por quitarle importancia a los efectos de las compañías, sino por facilitar el hecho de encontrar una forma de medición en la que basar un proceso de mejora.

Ya sabemos la premisa de que lo que no se puede medir no se puede mejorar. De todas formas, no olvidaremos los efectos globales de la TDEI y los tendremos en cuenta, especialmente cuando hablemos de estrategia.

Ahora querría centrarme en cómo podemos medir la TDEI. Antes, quisiera hacer una reflexión sobre la digitalización, y para esto recurriré a uno de los indicadores más antiguos y también más aceptados. Se trata del uso del papel. Aceptamos que, a mayor uso de papel en una organización, menor grado de digitalización.

Recuerdo la primera vez que tuve un empleo «serio» en el departamento de informática de Damart, justo cuando estaba acabando mis estudios universitarios a finales de los ochenta. Dentro del protocolo de bienvenida de los nuevos empleados, estaba ir a recoger un kit de elementos de papelería. Bolígrafo, lápiz, goma de borrar, sacapuntas, libreta, grapadora, caja de grapas, caja de clips, perforadora y archivadores componían no solo un conjunto de herramientas imprescindibles, sino también definían la forma de trabajar.

Después, he conocido organizaciones que controlan el gasto en material de escritorio, folios, marcadores fosforescentes, etc. Este control se implementaba con el único fin de reducir gastos y, lastimosamente, no con el propósito de reducir burocracia. En otras empresas, se llegaba más lejos, incluyendo en el control los gastos de imprenta, que se interpretaban como prescindibles, llegando al punto de limitar los folletos comerciales.

En cualquier caso, estos controles, involuntariamente, llegaron a transformar la empresa juntamente con otras tecnologías, como las fotocopiadoras y las herramientas de ofimática, que mayoritariamente nos dieron una apariencia de modernización.

En el taller, como se suele llamar a la planta industrial, también fueron desapareciendo las libretas de los encargados, que contenían parámetros de máquinas, pasando la información a contenerla los PLC y ordenadores conectados. Así, los vales de materiales, los formularios de control de tiempos, de finalización de órdenes de fabricación, poco a poco, van desapareciendo.

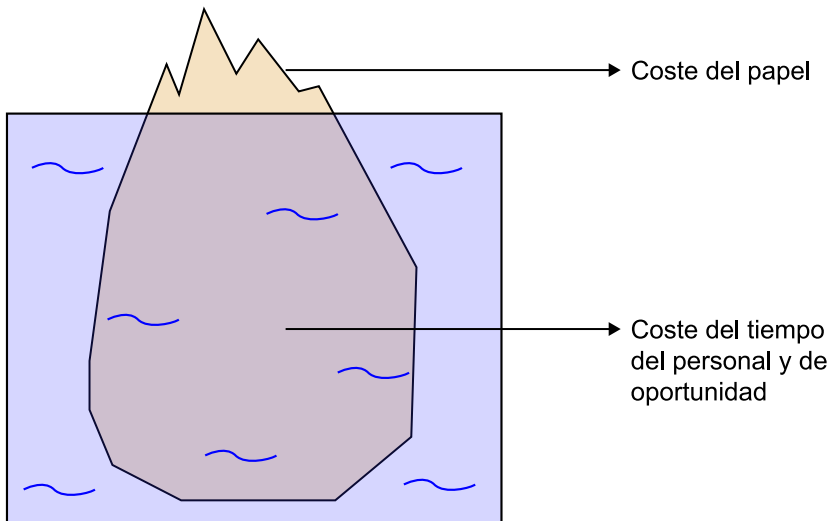
Todas estas prácticas han reducido el uso del papel y han hecho avanzar el proceso de digitalización. Por tanto, parece que todavía hoy usar el indicador de gasto de papel, ya sea por cápita, por facturación o ligado a cualquier otro indicador que nos lo relacione con el volumen de la actividad, es un indicador todavía válido.

¿Cuántas hojas DIN A4 o formularios impresos se usan por mes y empleado? Ya tenemos un KPI (*key performance indicator*): una forma de medir y, por lo tanto, de mejorar. Podemos calcular este KPI por departamento, ver su evolución y empezar a poner objetivos de mejora.

Recuerdo al responsable de una fábrica de automóviles que el año 2018, se interesó por una herramienta para la transformación digital de la fábrica. Estaba visitando la feria de Advanced Factories y se acercó a nuestro *stand* para que le explicáramos cómo funcionaba y las características. Se me ocurrió comentarle que esto no era un problema para ellos, suponiendo que su grado de TDEI sería muy elevado. Su respuesta fue taxativa: «Nosotros no fabricamos coches, fabricamos papeles».

Que nadie piense que, con el ahorro en papel, puede conseguirse el retorno de inversión de un proceso de TDEI. Realmente, aunque sean cantidades importantes las que se descubrirán, son realmente insignificantes en comparación con otras ventajas que podemos obtener. El verdadero ahorro se genera en el tiempo/hombre dedicado por cada hoja de papel que «circula» por la empresa. Especialmente, teniendo en cuenta qué perfil de empleado dedica este tiempo. ¿O es que nadie ha visto al presidente de la empresa haciendo una fotocopia, o llevando un papel al director financiero? Este es el verdadero ahorro de suprimir papeles. Y no solo es contar el tiempo que se pierde por tener la información «atada» a un papel, aunque incluyamos el coste de distribuir esta información e incluso el riesgo de no tener la información actualizada y tomar decisiones basadas en datos obsoletos. Lo que debemos ver es el coste de oportunidad de tener al equipo humano realizando trabajos sin valor añadido, en vez de usar su talento en innovar, desarrollar el negocio u optimizar procesos. Así, si tomamos este indicador de número de hojas DIN A-4 o formularios usados, que nadie caiga en la tentación de hacer la valoración del coste para justificar el retorno de la inversión para una herramienta de transformación digital o para pagar a los consultores, ya que estará viendo solo la punta del iceberg.

Figura 4. La punta del iceberg



Fuente: elaboración propia

Una vez conseguido un primer indicador, la siguiente pregunta es si este es suficiente. Aquí, debemos entender el propósito último de la digitalización. Digitalizando, no pretendemos mejorar un sistema de comunicación, a través de papel, por otro mejor, electrónico. Lo que realmente debemos hacer es poder procesar los datos digitalizados para evitar trabajos burocráticos que no aporten valor, además de automatizar decisiones sobre la base de unas reglas preestablecidas.

Como ejemplo, sirva el proceso manual de finalizar órdenes de fabricación. Consiste en rellenar la documentación con toda la información relativa a la fabricación de un producto. Esta información puede ser la del tiempo real de ejecución de cada fase, la de consumo real de materiales, incidencias ocurridas durante el proceso, operarios que han intervenido, problemáticas de calidad relativas a los componentes o al producto en sí, registros de calidad, etc. Esta información se va rellenando a mano en la documentación que viaja por la fábrica acompañando el producto. Una vez que está terminada y entregada al almacén, esta documentación hay que llevarla a una oficina para que un digitalizador entre los datos en un ERP (*enterprise resource planning*).

Para digitalizar este proceso eliminando el papel, se puede instalar un ordenador donde se rellena el formulario en una hoja de cálculo y se envía por correo electrónico al digitalizador. Es un buen paso, pero hay que ver qué puede pasar con este cambio. Es posible, y probable, que este correo se envíe con copia a más personas. Las copias por correo electrónico no cuestan dinero y ¡es tan fácil!

Así, dejadme profundizar en el correo electrónico que enviamos con copias. El objetivo del papel inicial era que un digitalizador entrara los datos en el ERP, un sistema de planificación de los recursos de la empresa, con información centralizada, procedimientos asociados e integridad de los datos. Al pasarlo a la hoja de cálculo y enviarlo por mail al digitalizador, se continúa consiguien-

do el mismo objetivo y de forma digital. Pero ¿qué pasa con las copias? Muy probablemente, la primera copia fue en el proceso de cambio de papel a digital para controlar que el nuevo sistema funcionara. Una vez que funciona, por rutina se continúa enviando. La segunda la pidió el administrativo comercial para saber cuándo se acababan los trabajos; aquí empezamos a perder centralidad de datos y también integridad. Además, sin darnos cuenta, se han creado nuevos procedimientos fuera de control. ¡Una anomalía que descubriremos en la próxima auditoría de calidad! De aquí llegará la tercera, la cuarta...

Así, parece que una iniciativa favorable a la digitalización nos acaba creando otro problema. La información empieza a circular por caminos no definidos, sin control, que pueden acelerar el proceso, pero, al no estar controlado, puede poner en riesgo otros procedimientos. Imaginemos que tenemos definido un proceso de aseguramiento de la calidad para un tipo de productos que, al entrar en el almacén de producto terminado, estos quedan bloqueados hasta que se les hacen unas pruebas en el departamento de calidad. Como el mail se le envía al comercial en el momento de terminar la orden de fabricación, este puede tener la iniciativa de avisar al cliente de que el producto está listo. Sin embargo, para el tipo de producto que debemos realizar la prueba no es cierto que ya esté disponible.

En esta misma línea de digitalización, podríamos encontrar fábricas donde trabajan sin papeles, pero les falta seguir avanzando en su proceso de TDEI. Podríamos pensar que, una vez que se ha alcanzado la fase de eliminar el papel, deberemos entrar en otra fase donde el foco es la compartición de información. Siguiendo el anterior ejemplo: ¿podríamos proponer un KPI que fuera inverso al número de correos electrónicos en la empresa? Yo apuesto que sí. Pero, atención, ¡qué fácil es malinterpretarlo! La consigna puede generar comentarios como: «Ahora ya no podemos informar ni estar informados», «Ya no somos una empresa transparente», «Se va a prohibir enviar e-mails»... Se deberá hacer una política de comunicación efectiva y, sobre todo, ver que tengamos procedimientos y herramientas alternativos al envío de correos electrónicos. Pero a mí no me cabe ninguna duda que cuantos más e-mails se envían en una empresa menos está avanzando la TDEI.

Así, tendremos un segundo indicador que puede ser el número de e-mails recibidos por trabajador/mes. A menor valor, mejor situación. Para los que les gusta que los KPI siempre vayan directamente con la mejora, y no inversamente, pueden ajustarlo, usando su inverso y cambiando la unidad de tiempo a días, para que salgan unos valores más «amigables».

Conseguidos unos buenos valores del indicador relacionado con los e-mails, deberíamos creer que hemos superado otra fase. Sería el momento de pensar en un siguiente indicador que fuera relacionado con los documentos creados con herramientas ofimáticas, hojas de cálculo, procesadores de textos, presentaciones de diapositivas, etc. Útiles imprescindibles en cualquier empresa pe-

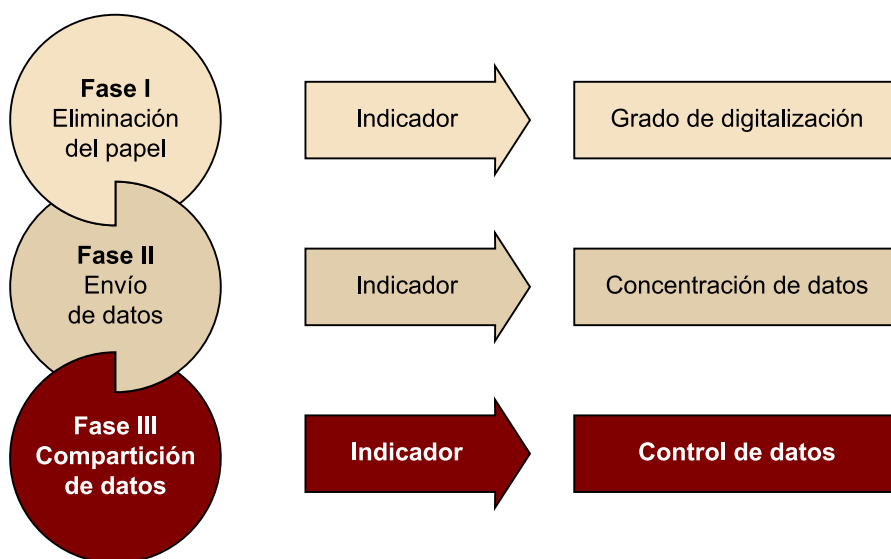
ro que, al mismo tiempo, puede crear una difusión e incongruencia de datos cuando estos se comparten. Como la mayoría de documentos se comparten por e-mail, con el indicador anterior ya lo estamos midiendo.

Sin embargo, cada vez es más frecuente tener espacios de almacenamiento compartidos, ya sea en local o en la nube. Que sea necesario usarlos y/o que proliferen su uso es un síntoma de negativo para conseguir un buen nivel de TDEI. El tercer indicador vendrá determinado por el número de archivos compartidos, ya estén guardados en la nube o en local.

Seguramente, a medida que vamos avanzando en este proceso, deberemos buscar nuevos indicadores.

Ahora bien, sí que me gustaría que entendiéramos cuál debe ser el comportamiento normal en el proceso de transformación digital. Para ello, nos ayudará dar nombres a las fases de las que hemos hablado, y también a los indicadores. Por último, intentaremos ver que es lógico que evolucionen los indicadores en cada una de las fases.

Figura 5. Fases del proceso de transformación digital



Fuente: elaboración propia

### Fase I. Eliminación de papel

Será la fase inicial en el proceso de TDEI; se puede entender como digitalización. El indicador relacionado y que se podría calcular como número de hojas de papel usadas por mes y empleado. Haciendo su inverso, sería el **grado de digitalización**.

### Fase II. Envío de datos

Como fase posterior a la digitalización, y gracias a ella, se proporciona el envío de datos, con lo que facilitamos la compartición de información y el trabajo en equipo. Esta gran ventaja, que nos permite también aumentar la velocidad en resolución de problemas o en la realización de trabajos, puede convertirse en una deficiencia, transformándose en una dispersión de datos. Si se envían los datos sin una sistemática adecuada, controlable y fácilmente trazable, dejamos de avanzar en la TDEI. Resulta que podemos tener copias de los datos o documentos repartidos sin control, perdiendo trazabilidad y capacidad de actualizarlos coherentemente. El uso del correo electrónico para el envío de estos datos es nocivo para una correcta evolución. El indicador adecuado sería el relacionado con el número de mails recibidos por persona y mes. Su inverso podríamos llamarlo **concentración de datos**.

### Fase III. Compartición de datos

Una buena evolución del envío de datos es la compartición. Esta puede ser como resultado de un trabajo realizado en la elaboración de los datos, o como un trabajo colaborativo en el que trabajan varias personas en un documento. También, en este caso, si esto se realiza de una forma no controlada a través de un flujo de trabajo, podemos dejar de avanzar en el proceso hacia la TDEI. Un síntoma es el número de archivos compartidos. A mayor número de archivos compartidos en servidores locales o en la nube, peor situación, por lo que usaremos el inverso del número de archivos compartidos entre empleados. Al indicador le llamaremos **control de datos**.

Ahora debemos ver que, hasta que una fase no esté superada, no podemos evaluar la siguiente. Es importante que entendamos este concepto, porque los indicadores pueden evolucionar de una forma diferente en cada fase y que el proceso vaya en buena dirección.

Figura 6. Evolución de los indicadores

Fase/Indicador	Grado de digitalización	Concentración de datos	Control de datos
Eliminación del papel	↑	↓	=
Envío de datos	=	↑	↓
Compartición de datos	=	=	↑

Fuente: elaboración propia

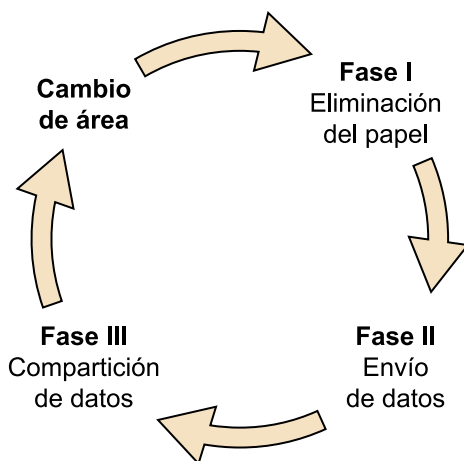
Podemos ver un ejemplo de una correcta evolución de los indicadores en el esquema anterior. En la primera fase, de eliminación de papel, el indicador de digitalización debe aumentar aunque aumente la dispersión de información y, por lo tanto, una concentración baja. En esta fase, la compartición de do-

cumentos puede ni que exista, por lo que el control sería estable. En la fase de envío de datos, la digitalización se estabiliza o tiene un pequeño crecimiento porque, prácticamente, no hay papeles en la empresa. Se trabaja mucho en que no se disperse la información con el envío por mail, por lo que la concentración aumenta, pero a base de un mal indicador de control por un uso de compartición de archivos no controlados. En la tercera fase, ya tenemos poca dispersión de datos, con un uso racional del correo electrónico e, introduciendo el uso de flujos de trabajo automatizados, aumentamos el control.

Es importante ver que, para cada empresa y situación, los comportamientos de los indicadores pueden ser diferentes. Así que una correcta interpretación de la situación es vital para marcar unos objetivos adecuados. Y sería un error intentar generalizar cuál debería ser un adecuado comportamiento de los indicadores.

En un futuro, tendremos que definir nuevas fases, aunque, hasta que toda la empresa no llegue a la tercera fase, mi recomendación es medirlo por departamentos o áreas. Así pues, se puede producir un proceso continuo con cambio de departamento cada vez que se llegue a la fase III.

Figura 7. Proceso continuo



Fuente: elaboración propia

### 1.3. Transformación digital frente a Industria 4.0

Estamos hablando de la transformación digital de la empresa industrial (TDEI). Con poco que estemos relacionados con la industria, enseguida nos viene a la cabeza el concepto Industria 4.0. Pero ¿qué es la Industria 4.0?, ¿de dónde sale el concepto? Y, para mí lo más importante, ¿cuál es el objetivo último de promocionarlo? Es importante conocer los orígenes y las intenciones para comprender la relación con la TDEI.



Según el profesor Wolfgang Wahlster (2016), la primera vez que se publicó el término Industria 4.0 fue en 2011 (VDI Nachrichten, 2011) y su difusión fue propagándose de forma exponencial. La feria de Hannover, donde se originó el término, ha sido uno de los grandes impulsores de ello, y es todavía la referencia mundial (Enginyers Industrials de Catalunya, 2016).

Lo que no cabe ninguna duda es que su inicio es en Alemania. Como tampoco que ha sido una línea de trabajo apoyada desde el más alto nivel por parte de su gobierno. Angela Merkel lanzaba el reto de liderar la Industria 4.0 desde Alemania (Sarmadi, 2014):

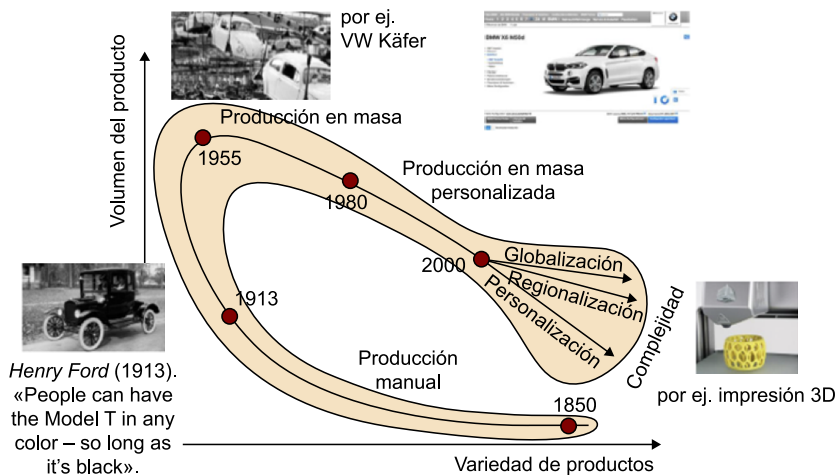
«Connecting digital technologies with industrial products and logistics – Industry 4.0 – Germany has a chance at taking the lead». Angela Merkel

Una reflexión interesante para los líderes industriales es que, si desde la industria no se incorpora toda la potencia de internet, puede que los líderes de las corporaciones digitales lo incorporen a la industria. Creo que fue la misma Angela Merkel, en Davos 2015, que lo enunció tal cosa.

Para mí queda claro que Alemania, si quiere seguir siendo líder mundial en la industria, debe combatir las dos principales amenazas que tiene hoy en día: una proviene de los Estados Unidos, particularmente de las empresas de IT, y otra de Asia, donde el crecimiento de la industria parece imparable. La Industria 4.0, como está quedando definida, crea barreras a estas amenazas. Por una parte, incorpora a la industria las últimas tecnologías que llegan al sector; por otra, y a través de estas tecnologías, se pretende atacar el nuevo paradigma de la teoría de la larga cola de Chris Anderson (2008). La combinación de ambas moderniza la industria y permite reducir los lotes de fabricación para responder a la nueva tendencia de mercado que proclama Anderson. Este último aspecto ha permitido el regreso de industrias que se habían trasladado a China, donde la variedad en la producción es un problema (al menos hasta ahora).

Para mí, ha sido especialmente ilustrativo el siguiente gráfico de la presentación del profesor Wolfgang Wahlster:

Figura 8. La revolución de la producción global



Basado en The Global Manufacturing Revolution; fuentes: Ford, beetleworld.net, bmw.de, dw.de

Fuente: Wahlster (2016)

Llegados a este punto, podríamos entender que la Industria 4.0 es la respuesta a una combinación entre una tendencia del mercado a la personalización y el uso de nuevas tecnologías. La lista de las nuevas tecnologías no es una lista cerrada, sino que se incorporan a medida que van apareciendo. Así, enumeraré las que, según mi opinión, son más significativas:

- *Machine learning*
- *Big data and analytics*
- *Internet of things*
- *Industrial internet of things*
- *Augmented reality*
- *Additive manufacturing*
- *Simulation*
- *Autonomous robots*

Así, habiendo comprendido el ámbito del concepto Industria 4.0, podemos ver que esto es una parte de la TDEI: la más ligada con la fabricación de producto, sin embargo; una empresa industrial debe avanzar en todos los frentes en el camino a la transformación digital. Nos encontramos con los líderes de estas empresas atascados en tareas que llaman «el día a día», que les consumen su tiempo. Si analizamos el tiempo que deben dedicar estos líderes a tareas burocráticas relacionadas con documentos legales, procedimientos, gestión y asistencia a reuniones, etcétera, podremos detectar un cuello de botella.

La TDEI incluye lo que hemos visto de Industria 4.0, más la gestión automatizada (e inteligente) de:

- Documentos legales
- Procedimientos (*workflows*)
- Captura de datos

- Reuniones
- Documentos asociados

Vemos, pues, como conclusión, que el concepto Industria 4.0 es una parte de la TDEI. O, dicho de otra manera, cómo la visión de la Industria 4.0 aplicada a todo el ámbito empresarial de una industria se convierte en la TDEI.

#### 1.4. Liderazgo del proceso: CTO

«La máquina la vienen a buscar mañana y hay que empezar a embalarla ahora», le decía el responsable de expediciones al encargado de montaje. «No te preocupes, vamos a arreglar esta pieza que no encaja, y ya puedes entrar con tu gente», le contestó Joan, el responsable de montaje.

Joan llamó a uno de los operarios más experimentados y le pidió que se llevara la pieza de chapa metálica y le recortara los 2 mm que le sobraban. Sabía que, con esta simple operación, en 10 minutos se solucionaría el problema. De hecho, no era la primera vez que le pasaba. Eran las 7 de la tarde de un viernes caluroso, habían estado trabajando duro para terminar la máquina que debía salir para Rusia y los transportistas habían llegado ya, y esperaban que se acabara para cargar los dos contenedores que se necesitaban para transportarla.

Joan dio por terminado el trabajo y se dispuso a terminar su jornada y semana laboral. La máquina saldría el día previsto y, aunque sabía que no la recibiría, se tenía bien merecida una felicitación por parte de los jefes. También es posible, pensó mientras se le escapaba una ligera sonrisa, que le regañaran por haberse tomado la libertad de modificar un componente sin pedir permiso. El jefe de ingeniería les había hecho una presentación del proyecto *digital twin*, un concepto nacido en la NASA en el que el diseño en 3D debía coincidir con la máquina fabricada. Inmersos como estaban en la dinámica de *smart factories* dentro de la filosofía de Industria 4.0, la empresa estaba dedicando muchos recursos a la concienciación de todo el personal. El mismo director general, recién contratado, lo había explicado a toda la plantilla en una presentación a la que hasta el presidente de la compañía había asistido para dar soporte a la nueva línea de actuación.

Se les había prohibido modificar cualquier pieza en el taller sin antes haber modificado el 3D y su correspondiente lista de materiales en el ERP.

Joan apuntó en su libreta un recordatorio del problema para reportarlo el lunes. No tuvo que escribir mucho, ni siquiera dibujar, porque este problema había sido repetitivo y le costó horrores que desde ingeniería lo solucionaran. No comprendía por qué, después de estar solucionado, había vuelto a repetirse. Al final, era más rápido modificar la parte física y real, una pieza de metal, que la parte virtual en los ordenadores. Pensó que las nuevas tecnologías, en vez de avanzar, lo que hacían era hacerles perder el tiempo.

La historia anterior, aunque inventada, es muy similar a hechos reales vividos en las fábricas de maquinaria donde he trabajado y donde avanzamos mucho en la transformación digital y en Industria 4.0. Mucho antes de que hubieran aparecido estos nombres. Todavía hoy están pasando este tipo de situaciones. El pobre Joan, al volver del fin de semana, deberá hacer un largo recorrido para saber dónde está el fallo y que se corrija. Primero, deberá comprobar que la pieza que le suministró el almacén era la correcta; después, ver qué proveedor la fabricó, comprobar los planos que se le enviaron para su fabricación, ver la correspondencia de la información del ERP y el PLM y comprobar el diseño en 3D. En cualquiera de estos puntos puede estar el error. La libreta quedará llena de anotaciones de referencias, nombres, teléfonos y mails que ha tenido que usar en esta labor de investigación. Por el camino, es fácil que haya en-

contrado otros errores que, de paso, se han solventado. Ha necesitado ayuda de mucha gente, interna y externa a la empresa. Gente de calidad, almacén, aprovisionamientos, compras, ingeniería...

Diez minutos para solventar el problema y todo el lunes para encontrar el error en la parte digital, y puede que semanas para corregirlo. Todo un contrasentido.

Este ejemplo y sus reflexiones nos llevan a pensar en quién debe liderar un proceso de transformación como este, pensando que cosas parecidas pasan en todas las áreas, incluyendo compras, finanzas, recursos humanos, comercial, SAT, etc.

Las competencias que se necesitan son más *soft skills* que *hard*, ya que hablamos de una transformación más cercana a un cambio cultural que a un cambio tecnológico. Así, ha nacido el cambio de la T del CTO, de *chief technological officer*, a *chief transformation officer*. Es muy importante entender que este cambio no debe ser un cambio de nomenclatura, sino un verdadero cambio de perfil.

Cada empresa debe saber interpretar su situación y definir esta función en consecuencia. Ya estamos acostumbrándonos a esta figura que va apareciendo en las empresas. En algunos casos, como un simple factor moda, cambiando el nombre al responsable de IT; en otros, como especialista en marketing digital. En la industria, donde el factor tecnológico puede ser más intenso, es más difícil aplicar y encontrar perfiles adecuados. Alguien que pueda crear puentes entre encargados de negocio y encargados de tecnología. Con capacidad de hablar y entender los dos lenguajes y trabajar colaborativamente con ellos. Capaz de escuchar a las bases. Dotarles de las herramientas adecuadas y no imponer el uso de herramientas poco flexibles que son camisas de fuerza. Y, sobre todo, con un espíritu innovador que provoque cambios de actitud en las bases y mantener una credibilidad para que sea sostenible en el tiempo.

### 1.5. Barreras

La fuerza de rozamiento se define como aquella que se opone al movimiento. Tenemos la fuerza estática, que se opone al inicio del movimiento, y la dinámica, una vez que el movimiento ya se ha iniciado.

¡Qué buena analogía con las barreras al cambio! También aquí podemos hablar de **barrera estática**, que se opone al inicio del cambio, y **barrera dinámica**, una vez que este se ha iniciado.

Iniciar la transformación digital en una empresa industrial es un acto de valentía que debe provenir del más alto nivel, sea la propiedad, el presidente o el consejo de administración en función de cómo esté organizada. También es un acto de responsabilidad que debe ir acompañado de recursos, pero también de ejemplo. Conozco una industria que, en su proceso de transformación digital,

ha abordado la automatización de los procesos de su consejo de administración, la creación de documentación por parte de consejeros y directivos, su distribución a los consejeros, la creación de orden del día y actas del consejo, la gestión de enmiendas... ¡Qué buen ejemplo para el resto de la organización!

Aun así, el inicio del proceso, contratar una asesoría externa, contratar un CTO que implica modificar la estructura directiva, dotar de recursos el proyecto, implica no pocas fricciones dentro de la organización: nuevos repartos de roles y funciones que implican modificar los repartos de poder (¡qué poco gusta hablar de poder dentro de la empresa!); directivos actuales que pierden cuota de poder para cederlo al que llega. Y todavía no hemos empezado el cambio. Solo es la barrera estática.

Muchas veces, vemos y oímos que estos líderes, en todos los ámbitos de la empresa, incluyendo la fabricación, son los responsables del funcionamiento normal del sistema. ¡El funcionamiento normal de la empresa!: precisamente esto es de lo que no debiera preocuparse un líder. Esto es lo que debe funcionar en automático en una *smart factory*. Los líderes no deberían dedicar tiempo a eso porque tendrían que funcionar en modo piloto automático. Sin embargo, en la mayoría de las fábricas, esto es lo que está pasando. Y estos problemas del día a día les consumen todo su tiempo. Tanto que cualquier proyecto que se quiera poner en marcha no será bien recibido, porque les supondrá dedicar tiempo extra, probablemente robado a su familia, para estos proyectos. Este es uno de los principales factores de la barrera estática. Pero no el único.

Una vez que se ha iniciado el cambio, aparecen las barreras dinámicas. Aparecen muchas y de diferentes naturalezas. Yo no he sido capaz de clasificarlas, es más, soy más partidario de creer que van apareciendo de forma diferente en función del proyecto, la empresa y, sobre todo, las personas. Y aquí tenemos la clave. Hablamos de personas, y cada persona es un mundo. Así que las barreras que pueden aparecer una vez iniciado el cambio, y que por tanto empiezan a afectar al conjunto de los trabajadores, son increíblemente variadas. Como ejemplo, podemos enunciar algunas:

- El cambio funciona en un departamento y, cuando se intenta aplicar en otro, empiezan a surgir pegas y no se avanza.
- Una determinada persona, imprescindible para el funcionamiento, no está dispuesta a colaborar en el proyecto.
- Un problema tecnológico obliga a dejar en *stand-by* el proyecto durante unas semanas hasta que queda solventado. Volverlo a arrancar es un drama.

- Una persona abandona la compañía y, hasta que se contrata a su sustituto, queda el proyecto en el aire; la persona que entra viene con ideas nuevas para replantear todo el proyecto.
- Llega una punta de trabajo a la que se debe dar prioridad.
- Entramos en el último trimestre y se pide un esfuerzo para terminar el año un poco mejor.
- Etcétera.

### 1.6. Gestión del cambio

Como no podía ser de otra manera, llegamos a uno de los puntos clave. La transformación digital de la empresa industrial es, obviamente, una transformación. Por lo tanto, no solo es un cambio, sino un cambio profundo. En otras palabras, un cambio cultural. La palabra transformación, con toda su grandilocuencia, no debe confundirnos como para creer que solo es parte de un buen título. Realmente, estamos hablando de reconvertir la empresa, y esto va a afectar a todos los departamentos.

Recordemos que concluimos que la TDEI comprende la Industria 4.0 y que esta se define como la cuarta revolución industrial (Nuñez, 2017). Poca broma: **¡revolución industrial!**

Estamos, pues, planteándonos una transformación, un cambio cultural, una revolución... Y no son palabras rimbombantes para reforzar el concepto. Una característica común de las tres revoluciones industriales anteriores es que se las llamó así para describirlas una vez ya habían pasado. Sin embargo, una de las grandes diferencias, expresada por muchos autores, es que es la primera vez que tenemos consciencia que estamos viviéndola.

Entonces, conscientes de ello, ¿no vamos a dedicar tiempo y recursos a gestionarlo? ¿No merecerá que le demos toda la importancia y conocimientos al proceso de cambio en sí mismo? La respuesta es evidente.

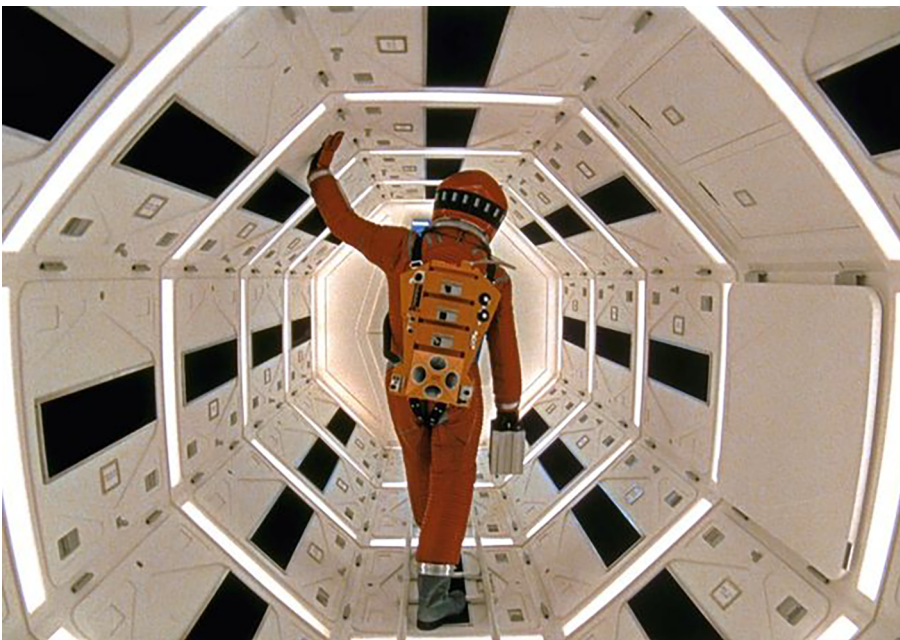
Lo primero que debemos tener en cuenta es que este no será un cambio deseado o querido. A pesar de que pocos se atreverán a manifestarlo en público, nos encontraremos con quien públicamente lo apoya cuando en privado reniega de él. Tenemos que pensar que, cuando hablamos de transformación digital (incluyendo la Industria 4.0), hablamos de automatización de procesos que actualmente realizan humanos. ¡Humanos! Queremos decir, personas, compañeros nuestros, amigos, nosotros mismos. ¿Cómo vamos a desear alguna cosa así? El día en que el director general anuncia el inicio del proceso se hará un silencio en la sala de presentaciones. Cuando se dé la palabra al auditorio, no se harán muchas preguntas. Quizás alguien comentará que ya era hora de

empezar, que nos estábamos quedando atrás, y el resto pensará: este no sabe la que se nos avecina. Al llegar a casa y su pareja les pregunte ¿qué tal el día?, la respuesta será: llegan malos tiempos.

Para gestionar el cambio, es importante conocer cómo reaccionamos ante un cambio no deseado. Se han descrito cinco etapas (Cuadrado, 2010):

- 1) Negación
- 2) Ira
- 3) Negociación
- 4) Depresión
- 5) Aceptación o rechazo

Figura 9. Fotograma de *2001: una odisea en el espacio* (1968)



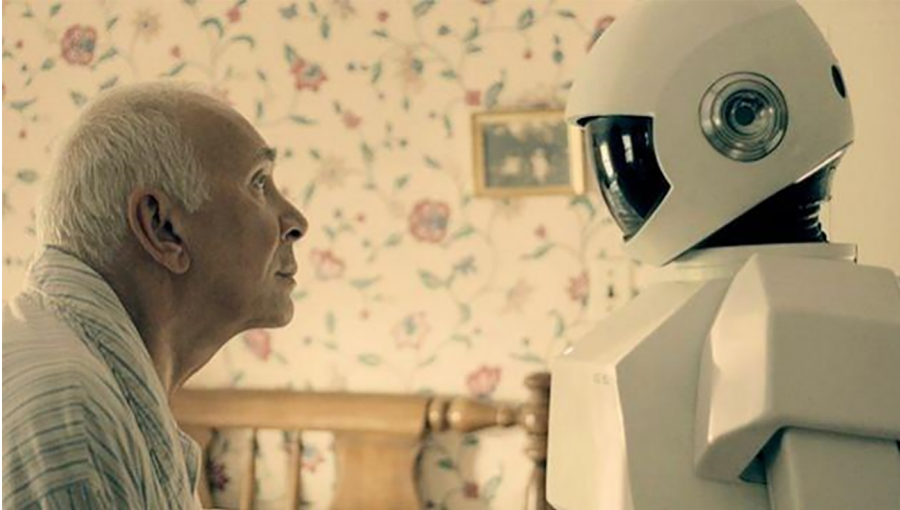
Fuente: Miró (2018)

Saber las etapas por las que pasará la organización y cada uno de los individuos, entender que no todos pasarán al mismo tiempo por cada fase, que habrá avances y retrocesos de fase, nos ayudará a dar la respuesta adecuada a cada individuo en su justa proporción.

¿No era esto parte de la llamada inteligencia emocional? ¿Será que, para la transformación digital, es más importante que la inteligencia artificial? Emociones frente a tecnología. El hombre contra la máquina, justo cuando se celebra el cincuenta aniversario de la película *2001: una odisea del espacio* (Prieto, 2018). Si alguien no la ha visto o no la recuerda, ahora es un buen momento. Volvemos a hablar de la máquina contra el hombre.

Pero también aparece la máquina que ayuda al hombre, que se la empieza a apreciar, querer... He conocido a hombres que «aman» a sus coches (uno de los muchos casos en que se demuestra que las mujeres son más inteligentes). Y también, se empieza a hablar de las máquinas que «sienten». ¿Habéis visto la película *Un amigo para Frank*? Os la recomiendo.

Figura 10. Fotograma de *Un amigo para Frank* (2012)



Fuente: <https://www.filmaffinity.com/es/film983516.html>

Además, deberemos gestionar el proyecto de TDEI en paralelo a gestionar el cambio. Hay que dedicar atención a las personas, pero al mismo tiempo desarrollar una estrategia de implantación, que también tiene que tener en cuenta la situación de las personas. Cómo abordar los proyectos de TDEI, teniendo en cuenta estas consideraciones, no es evidente. Vamos a dar unas pistas.

Siempre se debe ser muy honesto en el trato con las personas en las organizaciones, pero especialmente en procesos de cambio. Si vamos a tener que prescindir de personas, no intentemos ocultarlo. Y ¡atención! Hay que cuidar cómo salen las personas de nuestra organización. Los profesionales que se quedan están observando el modo en que salen sus compañeros y ven el reflejo de cómo saldrán ellos algún día. A veces, se da mucha importancia a ahorrar costes de desvinculaciones y se destruye mucho más valor en la motivación de los que se quedan.

### 1.6.1. Proyecto PI

No recuerdo por qué le pusimos este nombre al proyecto. Pero, a través de él, conseguimos iniciar todo el proceso de transformación digital de una industria.

Hablamos del año 2000, pero cuando entré a trabajar en la empresa me pareció haber retrocedido en el tiempo. La mayoría de planos se hacían en tableros de dibujo. Si hubiera visto un tiralíneas no me hubiera extrañado, pero no, usaban Rotring.



Figura 11. Tiralíneas



Fuente: <http://kinv21.blogspot.com/2015/07/que-es-el-diseno.html>

En el proceso de facturación, a final de mes, para facturar las máquinas, bajaba una persona de administración a la planta industrial (le llamaban el taller), con un papel y un lápiz (en la oreja, y no, ¡no exagero!). Apuntaba las máquinas que estaban terminadas para proceder a su facturación. Tenían un programa de facturación hecho a medida, justo habían terminado de arreglar el efecto 2000 (Such, 2017). Para los más jóvenes, explicaré en qué consistió. En los inicios de la informática, cada dígito almacenado valía tanto que se ponía en cuestión. Se decidió que el año de las fechas se guardaría en dos dígitos, dando por supuesto que los dos primeros eran 19. Todo esto fue válido hasta que se llegó al año 2000, en que todos los programas confundirían el 00 con 1900.

Pero, en paralelo al efecto 2000, llegó el efecto euro, que también afectó a los programas informáticos que usaban la peseta. Casi todos los países han pasado por un cambio de moneda en su historia, y si lo han hecho en los últimos sesenta años, se han encontrado con este problema informático para poder trabajar con dos monedas durante un tiempo.

El caso es que, en el momento de hacer una transformación digital no solo necesaria, sino absolutamente imprescindible, nos encontramos con el dilema de por dónde empezar. El sistema de facturación, gestión comercial, gestión de stock, contabilidad y recursos humanos debía ser sustituido por un ERP y los diseños en papel, y algunos en formato CAD de dos dimensiones se debían transformar en 3D e implementar un PLM que relacionara los diseños en 3D entre ellos y también con la información asociada.

Decidimos empezar por el principio, la creación de artículos, en este caso a través de un CAD en 3D y un PLM donde, además de contener toda la información del artículo, se obtuviera la lista de materiales a través de definir una estructura de fabricación. Se trataba de incorporar soluciones CAE para ayudar al diseñador con el cálculo por elementos finitos y también herramientas de CAM para realizar los programas para las máquinas de control numérico (antes hechos a mano y cuello de botella para nuevos lanzamientos de producto).

Una segunda fase sería seleccionar un ERP que pudiera conectarse con la información de producto ya digitalizada.

Sin embargo, la primera fase implicaba tal cambio al personal de la oficina técnica, que no nos vimos capaces de empezar con ellos. Así, nació el Proyecto PI. Decidimos crear un nuevo departamento, con ingenieros salidos de la universidad, y lanzar un proyecto de transformación digital, manteniendo informados e involucrados al personal de oficina técnica. Empezamos con tres ingenieros *junior* con un programa de un año. Los primeros seis meses se les formaría en las nuevas herramientas y definirían los nuevos procesos. A los seis meses, entrarían tres ingenieros más. Los primeros los tutelarían durante seis meses, y así iríamos haciendo una rueda que, además, nos serviría de cantera para la oficina técnica, pero también para otras áreas de fabricación, calidad, servicio al cliente, etc.

No diré que fue todo como una seda, pero sí que fue un éxito. Y casi veinte años después, me he encontrado con alguno de estos jóvenes ingenieros, ahora en posiciones de responsabilidad, y aún recuerdan con mucho cariño este proyecto.

Lo rápido que avanzamos, lo mucho que aprendimos todos y, sobre todo, el nivel de innovación en el proceso que se consiguió es motivo de orgullo para todos los que participamos en ello. Especialmente, para la persona que lo lideró, Montse, sin conocimientos de ingeniería, jugando un papel clave para el éxito. Fueron clave también las figuras de los directores de producción y de ingeniería, recién incorporados y con una mentalidad abierta, capaces de replantearse todos los procedimientos para aprovechar al máximo todas las ventajas de las nuevas tecnologías a nuestro alcance.

Un planteamiento que nos hizo dudar mucho fue la generación de programas de mecanizado de forma automática. Estos programas hechos a mano resultaban mucho más eficientes en tiempo máquina, pero se tardaba mucho más en realizarlos. ¿Qué era más importante, el tiempo máquina o el tiempo al mercado (*time to market*)?

## 2. Estrategia de la TD

### 2.1. Estrategia de la empresa. Porter (oportunidades)

Mientras estudiaba Informática en la universidad, trabajé para mi buen amigo Pep, durante mis vacaciones de verano en Mallorca. Se dedicaba a la venta de ropa con varias tiendas en Palma. Al final de temporada, después de las rebajas, segundas rebajas, remates y liquidación por fin de temporada, saldaba el resto del género a un vendedor ambulante que recorría los mercados de los pueblos. Este venía a la tienda, miraba la cantidad de prendas que había y ofrecía un precio por el total. Explicaba la estrategia de su negocio diciendo: «Yo compro por 10, vendo por 100 y con este 10 % voy viviendo como puedo».

No puedo dejar de comentar, aunque sea una perogrullada, que la base de cualquier negocio es el margen, antes de hablar de estrategia.

La diferencia entre el precio de lo que vendemos y lo que nos cuesta, lo que llamamos el margen, es la columna que sustenta una empresa. Visto desde el punto de vista del cliente, y creo que debe ser la versión más tenida en cuenta, es el valor que le estamos dando. O al menos lo que nos está dispuesto a pagarnos por este valor, además de su coste. A más valor percibido por el cliente, más está dispuesto a pagar y, por lo tanto, más margen podremos tener.

Mantener, y si es posible, incrementar el margen, debe ser el objetivo principal de un negocio. Los matices llegan en la manera de hacerlo. Y aquí sí que podemos empezar a hablar de estrategia.

Matemáticamente, elevar precios, bajar el coste o incrementar el número de operaciones (incremento de volumen) nos conduce a un incremento del margen. Sin embargo, una empresa no es una hoja de cálculo, aunque a veces tendemos a olvidarlo. Subir el precio se puede hacer si hemos hecho acciones para que el producto o servicio que vendemos sea percibido como de más valor. Aun así, los clientes no son uniformes, por lo que unos pueden percibir en algo más valor y otros no; y también podemos acceder a algunos más que, sin este valor extra, no nos considerarían.

Porter (1980) generalizó tres estrategias, no solo pensando en el margen actual, sino cómo hacerlo sostenible en el tiempo.

Relacionó el incremento de volumen con la disminución de costes, llamando a esta estrategia liderazgo en costos. Su fundamento es conseguir unos costos muy bajos, para ganar volumen. Gracias al mayor número de operaciones, aunque el margen sobre la venta en valor relativo pueda bajar, el valor absoluto del margen aumenta.

Las otras dos estrategias genéricas, diferenciación y segmentación, buscan cómo subir el precio de venta. En el primer caso, buscando más valor para el cliente en el producto, y en el segundo, buscando este valor para dirigirse a un segmento de mercado específico.

Porter preconizaba que no seguir estas estrategias y quedarse en medio, o a medio camino, llevaba a las empresas a tener dificultades. Claro que esto era en 1980.

Otros autores posteriores, al final de los años ochenta y en los noventa, defienden que hay vida en estos espacios intermedios (Aranda, 2004).

Pero estamos en el año 2018 y la tecnología ha cambiado mucho. Debemos acordarnos de que el primer *personal computer* fue lanzado por IBM en 1981 y 1983 se considera el año del nacimiento de internet.

Durante este tiempo, la evolución de las tecnologías ha hecho que el mundo de los negocios se transforme. A finales del año 2017, las tres empresas con mayor capitalización bursátil fueron Apple, Google y Microsoft (Mazo y Galera, 2018). No es necesario presentarlas como empresas que venden tecnología, pero sí que vale la pena que tengamos en cuenta que no solo venden tecnología.

Para Google, el 69 % de sus ingresos vinieron de AdWords ya en el año 2008, y en 2009 el 97 % vino de publicidad. Entonces, ¿era Google una empresa que vende tecnología o una empresa de publicidad que usa tecnología punta en el año 2009? (Martín, 2009). Y lo que más me llama la atención es cómo fue evolucionando desde su fundación en 1996, como un proyecto de posgrado de la Universidad de Stanford, basado en la tecnología de un motor de búsqueda. Esta evolución empresarial debemos recordarla cuando hablemos de la industria.

Volviendo al listado de empresas según la capitalización bursátil (Mazo y Galera, 2018), vemos que la cuarta posición está ocupada por Amazon. ¿Es Amazon una empresa que vende tecnología? Desde luego que no. Es una empresa del sector de la distribución. Sin embargo, la asociamos con la tecnología porque es la base sobre la que se sustenta su negocio, no solo con su *front office*, sino en todas sus operaciones. La llegada de Amazon como un nuevo jugador en la distribución, llegando a liderar el mercado, no deja de ser digno de aná-

lisis. Su modelo tecnológico se realimenta y es capaz de plantear la paradoja de sacar partido de su posición de *newcomer* con argumentos que, para el resto del sector, son negativos. Veamos un ejemplo.

Cuando las compañías tradicionales plantean la robotización de un almacén, tienen que superar la barrera de los empleos que se suprimen delante de sus propios trabajadores y, probablemente, de la opinión pública. Sin embargo, un *newcomer* como Amazon, en su proceso de expansión, explica que las nuevas inversiones se hacen con almacenes robotizados y anuncian creación de puestos de trabajo. ¿Contradicción o cinismo? (Porcel, 2017). Es evidente que la cuota de mercado que alcanza Amazon, o al menos una parte, es a costa de un competidor menos robotizado y, por lo tanto, puede haber destrucción de empleos a escala global. Atención, no vayamos a confundirnos, es posible que la transformación digital pueda llegar a disminuir el número de puestos de trabajo a corto plazo y de baja cualificación. Pero, a medio plazo, seguro que se crean más puestos de trabajo y más cualificados. Esto ha pasado en todas las revoluciones industriales y no va a ser esta la excepción.

No quisiera que este ejemplo nos distrajese de la línea argumental que llevábamos. Estábamos viendo cómo empresas tecnológicas estaban liderando los *rankings* de capitalización bursátil y cómo algunas de ellas, como Google, habían evolucionado de vender tecnología a usar la tecnología para vender producto tradicional (publicidad) de una forma diferente, innovadora. También veíamos *newcomers* como Amazon, que están transformando un sector tan tradicional como la distribución a partir del uso de la tecnología tanto en su *front office* como en su *back office*.

¿Cómo podemos trasladar esto a la industria? ¿Hay analogías que debemos tener en cuenta? Efectivamente sí, y muchas. Lo que debemos buscar son las oportunidades que el uso de las nuevas tecnologías nos da para la industria. La TDEI debe ser una oportunidad para mejorar el margen y que esta mejora sea sostenible. Sea por creación de nuevos productos o servicios, por incremento de valor en los actuales, por mejora de las operaciones disminuyendo el coste, por dar flexibilidad al producto para adaptarlo a un segmento, o cualquier otra ventaja competitiva que podamos imaginar.

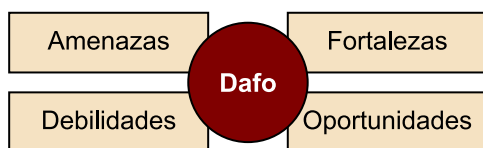
También, aquí, un punto de atención. ¿Podrá la TDEI convertir la visión negativa de Porter sobre quedarse en medio o a medio camino de una estrategia genérica en una oportunidad?

Aquí empezamos a enlazar nuevas tecnologías, con estrategia e innovación. Creo que estamos en el buen camino.

## 2.2. Eficiencia operativa. Porter (puntos débiles)

Casi todas las metodologías para realizar un plan estratégico pasan por la elaboración de un DAFO (FODA en Latinoamérica y SWOT en terminología inglesa). Se trata de realizar un análisis interno de la compañía del que salen los puntos fuertes y los puntos débiles. Hacer un análisis externo del que salen las oportunidades y amenazas. De las cuatro iniciales sale el nombre de la matriz, DAFO o FODA (en inglés SWOT, *strengths*, *weaknesses*, *opportunities* y *threats*). Con las cuatro características se construye una matriz.

Figura 12. Análisis DAFO



Fuente: elaboración propia

El objetivo de la matriz DAFO es encontrar las ventajas competitivas y con ello la estrategia a seguir.

De la matriz DAFO se extraen:

- Potencialidades: combinación de fortalezas y oportunidades
- Limitaciones: debilidades y amenazas
- Riesgos: fortalezas y amenazas
- Desafíos: debilidades y oportunidades

Realmente, es una herramienta muy intuitiva y fácil de elaborar, aunque he visto fallos garrafales en la elaboración de DAFO y también en su interpretación, como confusiones entre puntos fuertes y oportunidades o entre debilidades y amenazas, o entre estrategia y planes de mejora.

Veamos algunas reflexiones que nos ayudarán a no cometer este tipo de errores. Las confusiones entre puntos fuertes y oportunidades, o entre debilidades y amenazas, se solucionan recordando su origen, en la propia definición. Las amenazas y oportunidades provienen de un análisis externo. El análisis externo, como su propio nombre indica, es una mirada al entorno de la empresa. Y a menos de que tengamos un poder de influencia político, económico y social muy fuerte, cosa que raramente ocurre, muy pocas cosas podemos hacer para modificarlo. Podemos llegar a influir a través de asociaciones, *lobbies*, etcétera, pero en realidad no es algo en lo que podamos confiar mucho. En cambio, las fortalezas y debilidades, salen del análisis interno, es decir, de cómo somos o cómo estamos actuando. Aquí sí que claramente podemos cambiar las cosas, con planes de acción, inversiones o combinación de ambas.

Así, si tenemos dudas en cualificar un aspecto como debilidad o amenaza, podemos ayudarnos en preguntas como ¿qué debo hacer para modificar este aspecto? Si salen planes de acción a corto plazo, con inversiones abordables y resultados previsibles, estaremos ante una debilidad.

Si entramos en discusiones sobre si una característica es un punto fuerte o una oportunidad, debemos ver si su origen es interno o externo. Esto nos ayudará a clarificar dónde colocar las cosas. Pero ¿por qué se nos plantean estas dudas? A simple vista, parece evidente qué es qué, pero si analizamos un ejemplo, podemos ver que a veces los límites no son tan claros. Veamos el tema de certificaciones de calidad, medio ambiente o innovación. En el análisis interno veremos las que tenemos y las que no. Si no las tenemos, podemos considerarlo un punto débil; en cambio, tenerla es un punto fuerte. ¿Pero qué pasa si en nuestro sector toda nuestra competencia las tiene? Y ahora estamos hablando de la competencia, y por tanto del análisis externo. Pues que un punto fuerte deja de serlo porque ya es el estándar del mercado. Así que vemos que hay una relación entre lo interno y lo externo. Puntos fuertes y débiles, siendo aspectos internos, lo son en comparación con el entorno, que es parte del análisis externo, pero esto no debe confundirnos.

Otra reflexión es sobre las mejoras y las estrategias. No podemos considerar que un plan de acción para mejorar el funcionamiento de la compañía sea una estrategia. En todo caso, será para dejar de tener una debilidad o para crear una fortaleza que no tenemos. En caso extremo, y normalmente con una gran cantidad de recursos, podremos convertir una debilidad en un punto fuerte.

Está claro que, para afrontar un desafío, es necesario trabajar los puntos débiles, pero en sí mismo ni eliminar un punto débil, ni crear un punto fuerte, puede ser considerado una estrategia. Dicho de otra forma, y como nos explicó el profesor Josep Tapies en una clase magistral sobre estrategia, buscar la eficiencia operativa no es estrategia, es el trabajo de cada día en una empresa.

Vamos, pues, a hablar de la eficiencia operativa empezando por definir la eficiencia en una industria como la relación entre las unidades de fabricación y los recursos consumidos. A más unidades fabricadas con menos recursos, más eficiencia. Sin embargo, este concepto teórico no nos ayuda en la práctica. Las unidades fabricadas no son homogéneas y los recursos, mucho menos. Así, debemos usar otros conceptos que nos permitan avanzar.

Hay elementos que claramente nos ayudan a mejorar la eficiencia operativa. Separémoslos:

### 1) Gastos de estructura

Sobre todo, gastos de personal (finanzas, recursos humanos, dirección, etc.), pero también alquileres, asesoramientos, mantenimiento de instalaciones, material de oficina... Podríamos decir que cualquier disminución de los gastos

de estructura nos aumenta la eficiencia de la industria. Numéricamente, esto es así. Sin embargo, en la práctica, hemos de ver si con la eliminación de estos gastos estamos dejando de hacer tareas que añaden valor. En realidad, de lo que se trata es analizar qué tipo de tareas que no dan valor añadido se están realizando para eliminarlas, y también ver qué tareas que dan valor añadido se pueden hacer con menos recursos o pueden ser automatizadas.

## 2) Gastos indirectos de fabricación

Materiales indirectos, personal indirecto de fabricación, mantenimiento... Podemos hacer una analogía entre los gastos de estructura y los indirectos de fabricación, ya que la mayoría son fijos y, aunque algunos son variables a la fabricación, su influencia en cada producto suele ser tan baja que se puede asignar un tanto fijo al mes; además, las fluctuaciones de fabricación no suelen variar en exceso. Podríamos llegar a decir que son los gastos de estructura de la fábrica. Por tanto, podríamos aplicar la misma receta que en el punto anterior, con especial atención a las tareas administrativas de la fábrica y los recursos que consumen, ya que muchas veces son mandos intermedios con salarios más altos.

## 3) Gastos directos de fabricación

Estos son los que más acostumbrados estamos a analizar y bajar. Menos tiempo por pieza, disminuciones de materiales, mejorar los procesos, etc.

Trabajando la eficiencia operativa, podemos generar puntos fuertes, eliminar débiles, o simplemente mejorar la rentabilidad de la empresa.

### 2.3. Definición de la estrategia de la TDEI

La TDEI es un proceso que empezó hace mucho tiempo. No me atrevo a dar una fecha de inicio, pero lo cierto es que cuando yo me incorporé al mundo laboral a finales de los ochenta, ya llevaba tiempo iniciada. Yo apostaría por que fue la industria la que inició el proceso de transformación digital en el entorno empresarial, entendiendo que la electrónica fue la primera avanzadilla en automatizar procesos a través de la maquinaria, seguramente, entre lo que llamamos la segunda revolución industrial y la tercera (ahora industria 2.0 e industria 3.0). Por lo tanto, a mediados del siglo XX.

El resto de empresas no industriales empezaron posteriormente, salvo algunos sectores muy específicos, probablemente en los años setenta. Con la introducción de las máquinas de escribir eléctricas, y electrónicas posteriormente, en la mayoría de las empresas en los años setenta, se estaban dando los primeros pasos en este proceso. Esto generalizó el inicio del proceso de transformación digital a todos los sectores y, ya en los ochenta, con la introducción de la informática, no hubo prácticamente ningún sector que se quedara atrás.



Hoy, con la popularidad de la Industria 4.0, y con los esfuerzos y recursos que se están dedicando, incluso por parte de gobiernos, empezando por Alemania, y ya por parte de muchos otros, parece que la industria vuelve a coger protagonismo. La Industria 4.0 está impulsando la TDEI y, a su vez, la industria estira del resto de sectores. De manera que, hoy en día, no hay que convencer a ningún directivo de la necesidad de la transformación digital. Sin embargo, muchos están confundidos en la manera de avanzar. Relacionan directamente su departamento de TI (tecnologías de la información) con este proceso. Y estos departamentos de TI, en algunos casos, no son más que el departamento de informática al que se le ha cambiado el nombre. Por esto, hay muchas iniciativas que surgen sin la intervención del área de TI y que son vitales en la TDEI. La compra de una nueva máquina con sensores incorporados y conexión con internet IIoT (*industrial internet of things*), la firma biométrica de los contratos laborales, el sistema de captura de *tickets* de gastos de los comerciales y el sistema de diseño en 3D son ejemplos de problemáticas que se pueden escapar del control del departamento de TI. Y algunos pensarán: qué bueno que sea así, para que no quede todo estancado. De hecho, puede que uno de los problemas mayores para avanzar en la TDEI venga de empresas donde el departamento de IT tiene tanto poder que va cerrando todas las iniciativas de otros departamentos, no por falta de interés, más bien por falta de recursos o conocimientos. Esto no es nada nuevo.

Recordemos cómo en los ochenta y noventa, las empresas tenían grandes departamentos de informática que fueron menguando por el cambio de paradigma creado por programas estándar configurables, en contraposición de los programas hechos a medida. En realidad, con la evolución de las nuevas tecnologías, como el paso de sistemas centralizados a descentralizados, los algoritmos de planificación, la aparición de internet, los códigos de barra, la gestión de documentos, etc., no se podía mantener un departamento de informática capaz de saber de todo. Ahora, con menos personal, más orientación a gestión de proyectos con personal externo, y muy orientados a la implementación de los complejos ERP, el nuevo salto tecnológico, en muchos casos, les vuelve a superar. Es más, en muchas de las empresas, hay un gran agujero negro para los departamentos de IT, en que los datos no tienen copias de seguridad, no mantienen la integridad, se distribuyen sin control dentro y fuera de la empresa, no son congruentes, no tienen trazabilidad... ¿Es posible que estos agujeros negros existan en las empresas?, ¿alguien adivina dónde están? Sí, por supuesto, es toda la ofimática combinada con el correo electrónico. Presentaciones de diapositivas confidenciales enviadas por correo electrónico, datos del ERP exportados a hojas de cálculo, procedimientos de trabajo basados en archivos de texto sin control y rutinas de trabajo basadas en «macros» son algunos ejemplos de la dicotomía entre una información muy protegida por TI y que, por su rigidez, se escapa a caudales a través de la ofimática.

Ante este panorama, la estrategia debemos definirla como el procedimiento para acelerar la TDEI de forma pragmática y flexible. Debe tener en cuenta los recursos humanos, económicos y temporales. Tiene que facilitar la consecución de los objetivos generales de la estrategia general de la empresa.

Debemos notar dos aspectos importantes de esta definición: **recursos necesarios** y perseguir la **estrategia general**.

Como forma práctica para avanzar en la estrategia de la TDEI, deberemos definir e implementar un plan estratégico de la TDEI.

## 2.4. Plan estratégico de la TDEI

Cualquier metodología que considere los factores descritos en el punto anterior será un buen plan estratégico. Es decir:

- Debe ser pragmático y flexible
- Tener en cuenta los recursos:
  - Humanos
  - Económicos
  - Temporales
- Perseguir la estrategia de la empresa

Aquí vamos a proponer uno que, además, persigue la involucración de toda la compañía. Recordemos que estamos usando palabras como transformación, revolución y cambio cultural. Necesitamos, pues, una metodología que nos asegure que mantenemos el control durante todo este proceso, pero al mismo tiempo involucrando a todo el personal para facilitar el cambio. Mi gran amigo Jordi Tovar, en una sesión sobre gestión del cambio, nos explicaba que cuando estos van de arriba abajo son cambios culturales y los cambios que van de abajo arriba son ¡revoluciones! Así, debemos ver cómo aprovechamos todo el talento de la organización, pero sin perder el control. A mi juicio, la mejor manera de conseguir esto es permitiendo y, no solo eso, fomentando la participación.

Otro aspecto que consideramos dentro de la metodología propuesta es la innovación. No deberíamos perder esta gran oportunidad de innovar en un proceso de transformación como el que planteamos. Si realmente queremos crear valor en la compañía, debemos revisar los procesos desde un punto de vista de mente abierta.

Con ello, estamos añadiendo dos características más que debe cumplir nuestro plan estratégico:

- Participativo

- Innovador

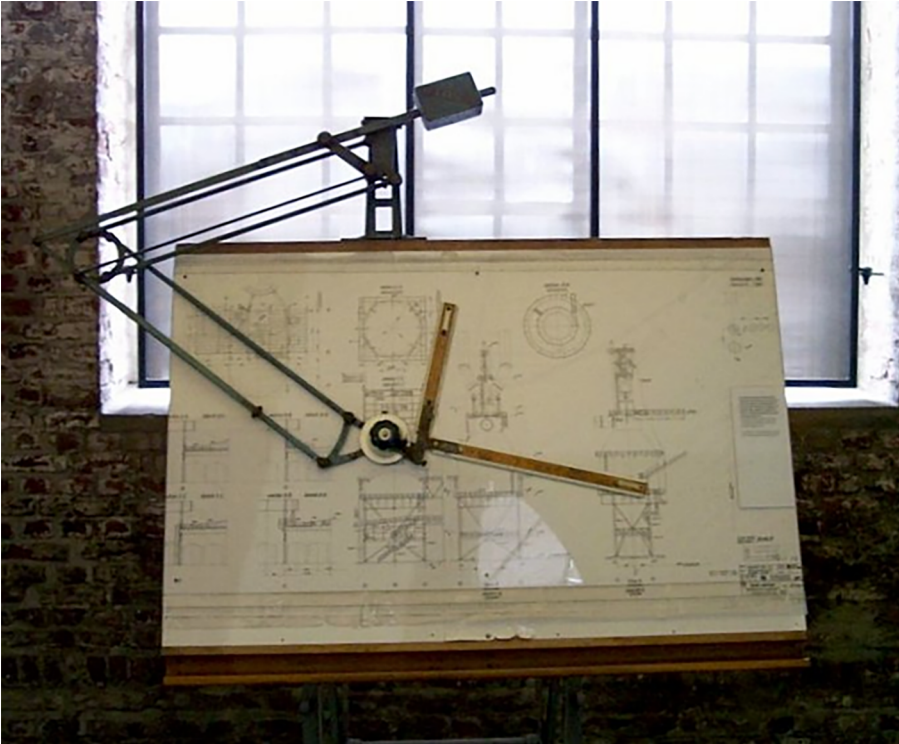
Una vez hemos descrito qué es y qué características debe tener un plan estratégico de transformación digital, estamos ya en condiciones de empezar a elaborarlo.

El primer punto a tener en cuenta para su realización es quién debe realizar el encargo. Es decir, de dónde sale la iniciativa de su elaboración. Sin lugar a dudas, la mejor garantía de éxito es que el encargo venga de lo más arriba posible. El consejo de administración debería ser el que iniciara el proceso.

Dependiendo del tamaño de la empresa, la metodología y los sistemas de control y seguimiento tendrán que ser aprobados por el consejo, o bien asignarse a una persona o comisión encargada *ad hoc*. Sin embargo, no quiero olvidar que la mayoría de industrias son pymes, y muchas de ellas ni siquiera tienen un consejo de administración. Pensemos que, en el año 2016, en España, el número de trabajadores promedio en el sector de manufactura era de 10 personas, y Alemania, con una estructura de empresa industrial mucho mayor, era de 36 (Huerta y Salas, 2017). En cualquier caso, podemos decir que hay una gran parte de la industria de pequeñas dimensiones y que también deben pasar por la TDEI. En estos casos, el protagonismo deberá ser asumido por el propietario directamente, el administrador o el gerente. Que el proceso se inicie de las más altas esferas, independientemente del tamaño de la industria, es necesario, pero no suficiente.

Recuerdo que, al empezar a trabajar en una industria de fabricación de maquinaria en el año 2000, en la oficina técnica había unas estaciones de trabajo para diseño de las máquinas en 3D totalmente infrautilizadas, muchos ingenieros trabajando en tableros de dibujo con tecnígrafos y un departamento de reprografía para los planos. Al preguntar si había un proyecto para digitalizar toda la información gráfica, me dijeron que no, ante mi sorpresa: «Un día pasó el dueño por aquí y decidió comprar estas estaciones y el software para diseño 3D. Lo usamos a ratos y vamos investigando cómo funciona».

Figura 13. Tablero de dibujo con tecnógrafo



Fuente: Wikipedia

Por eso es importante que también se siga una metodología, además de la implicación de la dirección.

Mi propuesta pasa por definir un foco de innovación centrado en la transformación digital. Como ejemplo: la eliminación de burocracia, la automatización de procesos y el trabajo colaborativo.

Figura 14. Foco de innovación



Fuente: elaboración propia

Está claro que cada industria debe hacer su foco de innovación lo más adecuado a sus necesidades. Es importante que en esta fase del proceso intervengan, además de los directivos y mandos intermedios, un consultor externo experto en temas de TDI. Este puede dar una visión mucho más amplia de hasta dónde

se puede llegar, o qué procesos abordar. El foco de innovación debe ser tan amplio como sea posible, para no frenar la innovación, pero también debe tener sus límites claros para no perderse en divagaciones.

Una vez definido el foco de la innovación, es hora de abrir la mente y buscar ideas por toda la organización. Un mecanismo que funciona bien es la lluvia de ideas, una técnica bien conocida para fomentar la aparición de nuevas ideas y hacer partícipe a la organización.

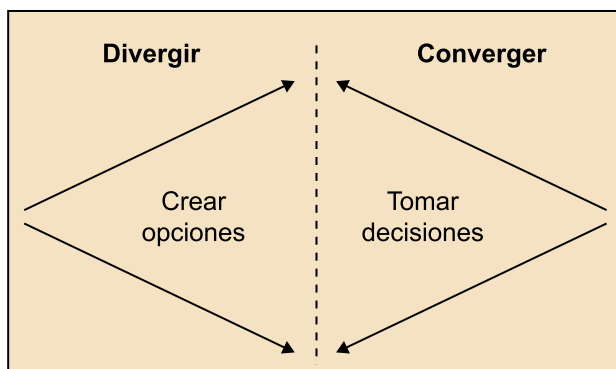
Figura 15. Recogida de ideas



Fuente: elaboración propia

La lluvia de ideas (*brainstorming* en su terminología inglesa) o cualquier otra técnica para conseguir ideas es el inicio del proceso de innovación, donde se promueve el pensamiento divergente.

Figura 16. Técnicas de pensamiento



Fuente: <http://www.plays-in-business.com/design-thinking-techniques/>

Habiendo creado el máximo de alternativas, donde la única regla debe ser que vayan dirigidas al foco de la innovación, el proceso creativo pasa por la convergencia. El pensamiento convergente pretende encontrar soluciones, por lo que a partir de las alternativas generadas durante la fase divergente se concreta en acciones, planes, proyectos, etc. que se trabajan para concretar.

Proponemos una metodología que nos ayude en este proceso. Primero la evaluación de ideas, como paso previo a la selección.

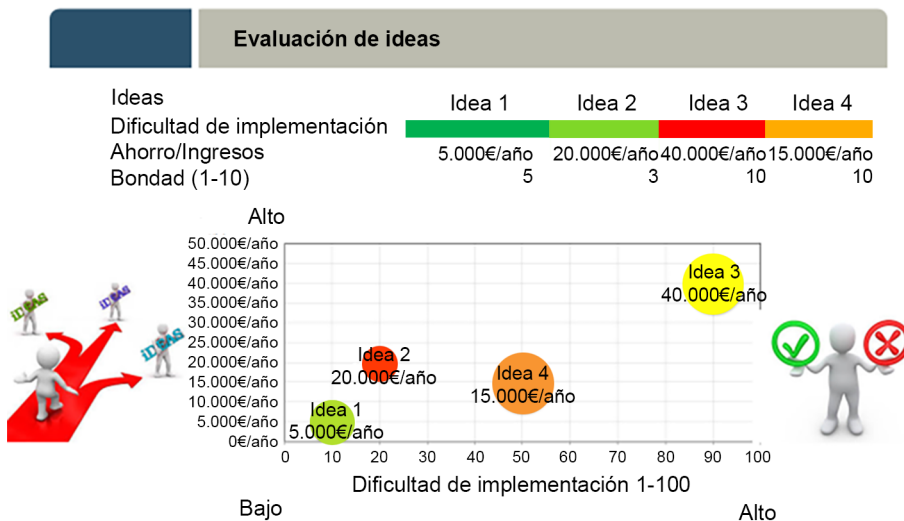
En el proceso de evaluación, lo más importante es definir las características a evaluar. Es importante que las características a evaluar sean lo más medibles y objetivas posibles. La persona o comité que realice este trabajo no debería estar implicado en las ideas que se proponen, con el objeto de conseguir la máxima objetividad posible y no tener conflicto de intereses. Los aspectos a evaluar pueden ser tantos como se quieran, aunque sugiero que sean dos o tres.

Una buena terna de características es:

- Nivel de inversión para su implementación
- Tiempo para su implementación
- Incremento de margen producido. Ya sea por ahorro de costes o bien por incremento de ingresos.

Su representación gráfica puede ayudar en los procesos posteriores y hasta en tres dimensiones; usar un sistema de coordenadas cartesianas y unas circunferencias donde el tamaño represente la tercera resulta muy intuitivo.

Figura 17. Evaluación de ideas



Fuente: elaboración propia

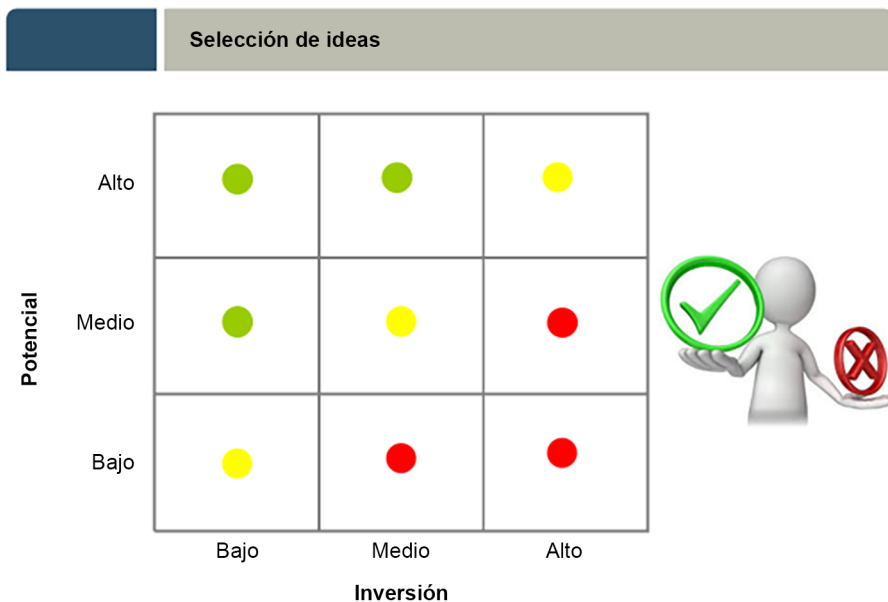
Las ideas que necesitan poca inversión y poco tiempo en su implementación, que además generen mucho margen, serán las más atractivas en el proceso de selección.

El siguiente paso, dentro del proceso de convergencia, es el de selección. Este proceso debería ser abordado por el comité de dirección o algún grupo de suficiente conocimiento de la estrategia general de la empresa. La sistemática debe ser la elección de unos criterios; recomiendo dos con los que basar la

elección de las ideas a implementar. Estos criterios, al contrario de las características usadas para la evaluación, no es necesario que sean medibles de una forma exacta ni objetiva, ya que en la metodología que proponemos es por comparación y, además, que se trabaje de forma conjunta en busca del máximo consenso. En empresas más estructuradas, puede ser que sea el consejo de administración el que determine los criterios y que del comité de dirección salga una propuesta de ideas a implementar ordenadas por prioridades.

Un ejemplo de criterios para la selección puede ser la coherencia con la estrategia general de la empresa y las probabilidades de éxito en la ejecución. De forma que, siendo difícil ponerles un valor absoluto, puede ser relativamente fácil ponerse de acuerdo en ordenarlas por comparación. Esto puede hacer que quede una tabla de dos dimensiones con valores relativos entre ellos y sin escala de valores.

Figura 18. Selección de ideas

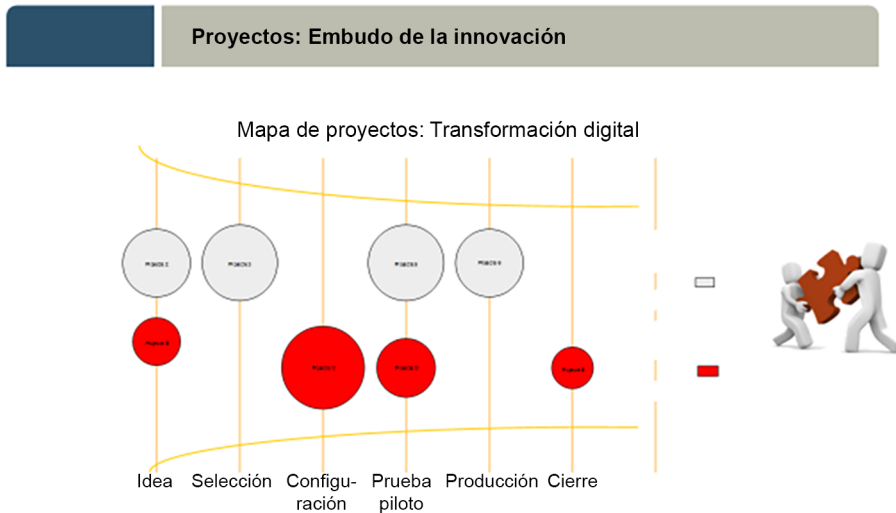


Fuente: elaboración propia

Entre los dos gráficos puede haber suficiente información para decidir qué ideas implementar y en qué orden. Esta segunda puede dar una idea de la importancia, y la primera, de evaluación, da más idea de prioridad.

Es conveniente llevar un control del estado de los proyectos para mantener un buen número de proyectos en marcha, que no sean pocos ni excesivos, al tiempo que se controla que se cumplan las premisas de inversión y tiempos. Generalmente, se utiliza el llamado embudo de la innovación para representarlo gráficamente.

Figura 19. Embudo de la innovación



Fuente: elaboración propia

Por último, cabe recordar que este debe ser un proceso continuo, por lo que se debe regresar al ciclo inicial de generación, evaluación y selección de ideas, teniendo una visión actualizada con las ideas no implementadas y las nuevas, además de realimentar el proceso creativo con ideas que se generan sobre las ya implementadas.

## 2.5. Coherencia e interrelación con el plan estratégico de la empresa

Es absolutamente imprescindible que el plan estratégico para la TDEI sea coherente y vaya ligado a la estrategia general de la empresa. Esto, que parece una obviedad, causa más de un problema en alguna empresa en la que no se ha tenido en cuenta.

En realidad, la desalineación de objetivos parciales y objetivos generales es más común de lo que nos podemos imaginar. En general, dedicamos poco tiempo a definir objetivos departamentales y hacerlos coherentes con los generales. A este respecto, he vivido situaciones de frustración, en el ámbito del consejo de administración (o propietarios en industrias más pequeñas), cuando el personal directivo, al terminar el año, ha revisado el cumplimiento de objetivos.

Podemos ver consejos de administración apenados por no haber conseguido los resultados deseados y un equipo directivo eufórico por haber superado los objetivos de su departamento. Pero también a la inversa, un gran año económico, celebrado por el propietario y un equipo directivo desmotivado por no haber conseguido los objetivos, haber pasado un año desordenado y corriendo como «pollos sin cabeza».



Especialmente sucede con los objetivos de calidad, en los que el proceso de definición debe seguir unas pautas que a veces lo separan de la definición del plan estratégico, o siguen diferentes ritmos temporales, o van marcados por asesores de calidad, que son diferentes de los asesores para la construcción del plan estratégico.

Debemos evitar estos desajustes en todas las áreas, y esto se consigue con una buena definición del plan estratégico general, que abarque todas y cada una de las visiones de la empresa. Ahora no vamos a entrar en el detalle en la construcción del plan estratégico general de la empresa. Sí que hemos visto, en la metodología de plan para la TDEI, que tenemos mecanismos para evitar que sucedan estos desalineamientos. Recordemos, como se planteaba, que el foco de la innovación debía ser definido por el consejo de administración, o que los criterios de selección pueden ser coherentes con el plan estratégico.

## **2.6. ¿Empresa o industria?**

No cabe duda de que el término empresa agrupa a todas las industrias. Entonces, ¿por qué separamos el término transformación digital para la industria? O, mejor dicho, ¿qué aspectos son comunes entre las empresas no industriales y las industriales? ¿Debemos tener en cuenta estos aspectos en la transformación digital de la empresa industrial? La respuesta es evidente. No solo hay que tenerlos en cuenta por su importancia, sino también por coherencia. Ya no sirve la división, que provocaba partidos de fútbol entre lápices y tornillos en las fábricas. Ya no se trata de que los ingenieros bajen a la planta y los mecánicos suban a la oficina técnica. Deben trabajar en equipo, compartiendo los mismos datos, la misma información gráfica, tener la misma información y al mismo tiempo. Pero, no solo eso, no es coherente que, en una planta robotizada, puntera en Industria 4.0, haya en la recepción una libreta y un bolígrafo para apuntar quién entra, a qué hora, a quién va a visitar, de qué empresa viene, el carnet de identidad y la firma. ¿Conocen alguna? Yo a muchas. Pero, aunque como anécdota pueda resultar gracioso, si lo analizamos seriamente veremos que estamos poniendo a disposición del visitante una información que en algunos casos puede ser sensible. Un ejemplo de un caso real: se convoca a diversos proveedores para negociar un mismo contrato, se les cita a diferentes horas del día para que no coincidan y no sepan contra quién compiten. El que llega último, cuando va a firmar la hoja de visitas, puede ver en la misma cuáles han sido las visitas anteriores, qué competencia tiene e incluso quién es el vendedor que la defiende o si la competencia ha llevado a personal directivo a defender la oferta.

Hay otros casos más flagrantes. ¿Hemos visto la cantidad de papeles que mueven en el departamento de recursos humanos? Muchos de ellos extremadamente confidenciales y que van de mesa en mesa. Por no hablar del área de finanzas, donde encontramos algunas personas que pasarían por adictos a la fotocopidora, especialmente cuando llegan los auditores de cuentas. O el departamento de prevención de riesgos laborales, con sus formularios rellena-

dos a mano o con el ordenador, pero que después se deben imprimir para ser firmados. Y no será porque no haya soluciones de firmas digitales, como la firma biométrica. VidSigner, de la empresa Validated ID, es una de las mejores soluciones que conozco, aunque no la única, a este respecto.

En el punto anterior, hablábamos de la coherencia del plan estratégico de transformación digital con la estrategia general de la empresa. Aquí, vemos que debemos tener una coherencia general a la hora de afrontar la TDEI, teniendo en cuenta que toda industria es una empresa, y podemos quedar deslumbrados por las soluciones de la Industria 4.0 que no nos dejan ver grandes agujeros en digitalización en otras áreas. Muchas veces, chocan culturas de una industria automatizada que, cuando deben realizar tareas de oficina, como notificación de horas extras, las deben hacer de forma totalmente manual.

## **2.7. Proyecto (presupuesto, recursos humanos, tiempo)**

Según la metodología planteada, al final nos encontramos con un proceso de transformación digital que, en realidad, es un conjunto de proyectos que está en continua evolución. Hay proyectos que finalizan, y otros que aparecen nuevos. Cada uno de ellos debe tener asignados sus recursos. Una buena gestión de estos proyectos y, sobre todo, un buen control de los recursos utilizados respecto a los presupuestados será clave para el éxito de la TDEI.

Sin embargo, no hay que olvidar el proceso de selección, del que hablábamos en el punto 2.4, en el que aconsejábamos un proceso muy analítico para dar prioridades. Para el inicio del proceso, recomiendo una variable diferente, más orientada a asegurar el cambio cultural: priorizar aquellos proyectos que dan unos éxitos rápidos o que benefician a personas que puedan ser más reticentes a este cambio. Hay que convencer a los involucrados que habrá beneficios. Pero no se trata de convencer con argumentos, sino con hechos. Hay que empezar a dar soluciones a sus problemas cotidianos, empezando por los más simples, como la libreta de Joan, ¿os acordáis?; dotarles de las herramientas adecuadas y no imponer el uso de herramientas poco flexibles que son camisas de fuerza. O logramos generar adeptos de la TDEI, o nos costará mucho avanzar.

Pasada esta primera fase de arranque, tendremos que centrarnos en la buena selección de los proyectos. Las tres variables tiempo, dinero y personas deben considerarse en sus dos aspectos cuantitativo y cualitativo. Aunque parezca que las dos primeras, deban mirarse exclusivamente en su aspecto cuantitativo, volveremos a ellas después de hablar de personas.

Hablando de recursos humanos, podríamos dedicar todo un capítulo e incluso una asignatura a ello. Aquí, todos tenemos claro que podemos medir el aspecto cualitativo y que a veces es más importante que el número que disponemos. Veamos qué aspectos hay que tener en cuenta en lo que hace referencia a los recursos humanos. Antes de profundizar en las necesidades para cada uno de los proyectos, vamos a dedicar un tiempo a un aspecto que ya hemos comen-

tado, el actitudinal. Será lo que más cuesta cambiar, y es la base del cambio cultural del que hemos estado hablando. La actitud individual de cada empleado, esté en el nivel que esté (incluso directivo o miembro del consejo), es clave para poder llevar a cabo, no ya la transformación digital, sino también el inicio del proceso. Además, la suma de las actitudes, no de una forma aritmética, sino ponderada por el grado de influencia de los que suman (o restan), es lo que provoca que el cambio cultural se acabe produciendo o no. Sí, en las empresas tenemos *influencers*. No estamos hablando del típico concepto relacionado con la imagen de marca y las redes sociales. Hablamos de los internos (Gómez, s. f.). Es una nueva denominación que se está empezando a usar, aunque el concepto viene de antiguo. Siempre han existido las personas que se han ganado una reputación dentro de la empresa. Es aquel técnico, el mecánico a punto de jubilarse, el comercial de toda la vida... que, en cuanto tienes una duda, vas a preguntar porque quieres oír su opinión, aparte de las versiones oficiales. Ellos hacen mucho bien, o mucho mal, en los inicios de los cambios. Los hay que juegan limpio, y otros que no tanto. Sabedores de su influencia, la emplean más para su beneficio personal que para el bien de la compañía. También están los charlatanes, que a partir de recoger ideas de otros y mezclarlas, confunden a buena parte del personal. No son los mismos para todo el mundo, cada uno tiene a sus personas de confianza. Dejadme poner dos ejemplos, uno en cada sentido.

En una de las empresas que trabajé, estábamos desarrollando un proyecto clasificado como innovación disruptiva. Teníamos que presentar los avances realizados para solicitar más fondos para seguir adelante con el proyecto. El equipo de ingenieros que trabajaban en él realizó un extenso informe con los avances, los nuevos retos y las prioridades sugeridas. El presidente de la compañía lo desacreditó, después de consultar a uno de sus *influencers* internos y ver que no estaba de acuerdo en un aspecto concreto. Después de hablar con él, explicarle el informe técnico, vimos que simplemente no estaba de acuerdo, porque no conocía las pruebas que se habían hecho y su punto de desacuerdo estaba basado en comentarios infundados que corrían por el taller. El proyecto fue finalmente aceptado y desarrollado, pero un montón de energías se gastaron por el camino, aparte del tiempo perdido y la frustración para los autores del informe. A partir de ese momento, se incorporó al equipo a esta persona y, sobre todo, antes de presentar alguna cosa al presidente, se le hacía pasar por sus manos. ¿Quién tenía más poder, el director técnico o el *influencer*?

Otro caso inverso es el de una compañía aérea. Los pilotos, *influencers* internos por excelencia, pusieron en marcha una herramienta de transformación digital, Gladtolink, que cumplía con todas sus necesidades, pero, además, la podían adaptar ellos mismos, sin ayuda de los técnicos de sistemas. La herramienta se ha hecho tan popular dentro de la compañía, que pronto se estudiará en las escuelas de negocios, como un caso de éxito de transformación digital.

Figura 20. Gladtolink



Fuente: <https://capturedata.gladtolink.com/>

Pero, volviendo a los recursos humanos para los proyectos, quisiera profundizar un poco en cuanto a los diferentes aspectos a tener en cuenta, entre ellos los cualitativos. No solo es pensar el número de personas que necesitaremos, sino decidir qué conocimientos deben tener. El paso siguiente es buscar las personas que tienen estos conocimientos dentro de la empresa y ver si se pueden liberar de tareas que tienen actualmente para dedicarse a este proyecto. Este paso acostumbra a ser el más complicado. A veces, se convierte en un juego de Tetris donde tienes que encajar piezas de diferentes formas y tamaños. En algunos casos, tendremos que recurrir a dar formación y entrenamiento a nuestro personal y, el caso menos recomendado, contratar personal nuevo. Esta última opción retrasa el proyecto y eleva el riesgo de fracasar.

Pasemos ahora al tiempo y al dinero. La cantidad es el factor importante, pero no debemos despreciar otros aspectos de los que enumeraré algunos para que se tengan en cuenta.

- Idoneidad de empezar el proyecto en una fecha determinada.
- Coste de los recursos económicos internos frente a contratación en el exterior.
- Sinergias que se pueden producir, económicas y temporales, por abordar algunos proyectos en paralelo o secuencialmente.

## 3. Gestión del conocimiento

### 3.1. Digitalización, acceso, mantenimiento y mejora del conocimiento

La gestión del conocimiento es un concepto aplicado en las organizaciones. Desde hace ya mucho tiempo, todas las organizaciones empresariales, y especialmente la industria, tiene una gran consciencia del valor del activo inmaterial que es el conocimiento. Yo no he conocido ningún caso donde este activo estuviera valorado, ni siquiera que estuviera inventariado. En la mayoría de industrias, la cantidad de conocimiento es enorme, no sabiendo muy bien cómo se ha generado, ni dónde se encuentra.

Está claro que tenemos que asociarla a personas y, por tanto, debe haber una relación importante entre cómo se transmite este conocimiento entre ellas.

Años atrás, la transmisión del conocimiento se hacía de persona a persona. Eran los tiempos en que los trabajadores entraban en la empresa con pantalón corto y se mantenían en la misma hasta su jubilación. La entrada se hacía como aprendiz, y su entrenamiento correspondía a una persona experimentada, que lo tenía a su lado ayudándolo. El proceso de aprendizaje no siempre era fácil para el aprendiz. Primero, debía superar la fase de bromas, donde se le tomaba el pelo por su falta de conocimiento e ingenuidad debida a su corta edad. Un ejemplo es el típico encargo de ir a buscar la llave de girar el taller, donde el aprendiz iba de departamento en departamento buscando la mágica llave, y siempre le redirigían a otro sitio. Superada esta fase, se debía ganar la confianza de su mentor. Pero, una vez superado esto, le iba enseñando todo lo que sabía, hasta los más mínimos detalles, incluyendo los trucos prácticos que había ido aprendiendo, algunos descubiertos por él mismo y guardados como un tesoro delante del resto de compañeros, pero compartidos con el discípulo, en un afán de hacer perdurar su descubrimiento.

Muchos líderes industriales llevan tiempo reclamando el regreso de la figura del aprendiz; una petición más sentimental por regresar a los viejos tiempos que una necesidad real. Otros lo confunden con la formación profesional y con sus prácticas. Hay quien aboga por el sistema dual de la FP, admirados por el sistema alemán. Pero, en realidad, lo que están reclamando es una buena gestión del conocimiento. Las prácticas de formación profesional o su sistema dual son, indudablemente, imprescindibles, y pueden ayudar a la gestión del conocimiento, pero no debemos confundirlo como la solución.

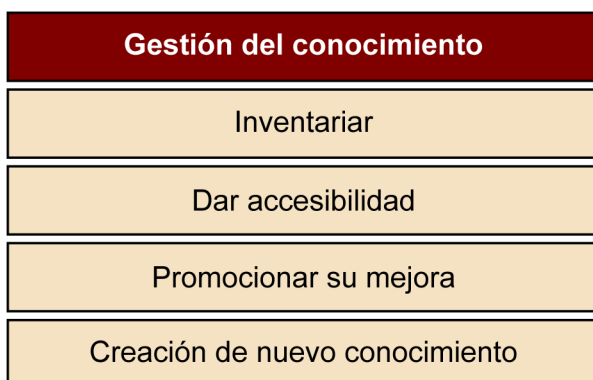
Sea como fuere, sabiendo o no que se trata de una problemática que relaciona conocimiento con personas, la cuestión es que se teme a la pérdida de conocimiento de la empresa. Y esto es algo que puede suceder en procesos de cambio de la empresa. Hay situaciones dramáticas que, por situaciones de crisis, se debe recurrir a la disminución de personal y la empresa sufre esta pérdida de conocimiento. En otros casos, delante de un cambio tecnológico, o de mercado, es obligado desaprender para hacer las cosas de otra manera. En estos casos, la gestión del conocimiento es todavía más difícil, ya que parte del conocimiento debe ser cambiado, pero no todo. Discernir entre uno y otro, y saber dónde está, se convierte en todo un reto.

Gestionar el conocimiento implica:

- 1) Inventariar.
- 2) Dar accesibilidad.
- 3) Promocionar su mejora.
- 4) Crear nuevo conocimiento.

Inventariar el conocimiento parece que sea una tarea sencilla, pero os puedo asegurar que no lo es en absoluto. Primero, porque es difícil saber dónde está, y después, porque muchas veces es difícil estructurarla y dejarla para la siguiente fase, que es dar accesibilidad. Hay que tener en cuenta que, en la mayoría de ocasiones, este conocimiento tiene mucho valor para el cliente, pero no siempre somos capaces de darle el valor que tiene y sacar el provecho oportuno.

Figura 21. Gestión del conocimiento



Fuente: elaboración propia

Dejadme que os ponga un ejemplo vivido. En una empresa de maquinaria, la venta de recambios era una parte importante de la facturación, ya que había muchas piezas de desgaste por la abrasión de la materia prima. Josep, encargado de la venta de recambios, se encontraba con la siguiente problemática.

Cuando el cliente quería hacer una parada para mantenimiento de la máquina, le pedía un presupuesto. Josep, conocedor del parque de máquinas del cliente, de las características de su materia prima (en función de la cual se definían los recambios de desgaste) y sabedor también de las circunstancias de estos paros por mantenimiento, dedicando mucho tiempo y esfuerzo, le confeccionaba este presupuesto. Con esta información, le estaba detallando todo su conocimiento, que era específico para sus máquinas y para su fábrica de forma gratuita. En algunos casos, más de los deseables, con el presupuesto en mano, y por lo tanto el conocimiento, el cliente buscaba alternativas con recambios piratas, o yendo directamente a buscar rodamientos, electrónica y neumática directamente a los fabricantes. Acababa comprando solo aquello que no podía encontrar en otros sitios, o bien aquello que no encontraba más barato. La única solución que se veía era bajar precios, ya que, como fabricantes de la maquinaria, debíamos dar el servicio. Al mismo tiempo, se generó todo un negocio de proveedores piratas, que solo proveían aquellas piezas de más rotación. «Se nos comían el jamón y nos dejaban el hueso», nos decía Josep.

Sin embargo, una vez que detectamos el valor que tenía el conocimiento, definimos una sistemática para mejorar el procedimiento, realizando un plan de mantenimiento para cada máquina de cada cliente y de allí hacer un programa de recambios a tres años vista. Sobre esta programación le hacíamos un descuento sobre el total, con la única condición de que se tenía que comprar el total. Fue un éxito absoluto.

Habíamos inventariado el conocimiento, lo estructuramos, se mejoró y pasamos a ofrecerlo al cliente, de forma que nosotros también obtuviéramos beneficio. No solo incrementamos la cifra de negocio; sobre todo, pasamos a dar un servicio excelente y, más que esto, empezó a ser un argumento de venta para las nuevas máquinas, lo cual nos daba una ventaja competitiva delante de nuestra competencia.

Inventariar y dar accesibilidad pasa por su digitalización. En este caso, se prepararon unas hojas de cálculo para confeccionar las programaciones y mejorarlas (el cliente nos ayudaba). Una vez se aprobaba el presupuesto, se incluía en el ERP con las fechas de entrega de los siguientes tres años.

¡Imaginaos cómo ayudó a la planificación de la producción pasar de tener unas previsiones de venta a una certeza de consumo detallada, con la fecha y la referencia! Por lo tanto, también se bajaron los costos de producción y de compra, porque se ganó capacidad de negociación con los proveedores.

Aunque hay mucha bibliografía sobre los tipos de conocimiento, y parece que se ha llegado a un consenso en cuanto a que hay un conocimiento implícito o tácito, y otro explícito (Albarracín, s. f.), en sus definiciones no hay tanto acuerdo, especialmente en el tácito.

A mi modo de entender, el conocimiento explícito es aquel que podemos estructurar y, por tanto, es más factible de digitalizar y dar accesibilidad. Este tipo de conocimiento es el que debemos asegurar, a través de este proceso de digitalización, que pase a ser propiedad de la empresa. Muchas veces no lo es. Problemáticas que suelen suceder es que la información no está actualizada o no es accesible.

Un ejemplo de esta problemática la encontramos cuando decidimos internalizar la fabricación de una máquina que nos hacía completa un proveedor con nuestros planos. Durante los años anteriores siempre las había fabricado el proveedor, pero las mejoras en la máquina e incluso algunos cambios de diseño se realizaron, bien por teléfono, o se comunicaron vía correo electrónico. Todo ello sin actualizar los planos originales por falta de tiempo. La primera máquina que se realizó internamente tuvo un montón de problemas en la fabricación y otros de funcionamiento que ya dábamos por solucionados. El conocimiento estaba en manos del proveedor y no de nuestra empresa.

Así, aunque hablemos de conocimiento explícito, no es obvio que esté estructurado y sea accesible, y menos que sea correcto. Debemos hacer un esfuerzo en definir bien los procedimientos que usaremos para tener esta información actualizada y accesible al personal que la necesita.

El conocimiento implícito o tácito, el que más controversia genera, es aquel que es difícil de inventariar, estructurar y transmitir. Según mi punto de vista, este conocimiento es el que, con investigación, se puede convertir en explícito. En realidad, tener un conocimiento y no poderlo estructurar, para mí, es sinónimo de que no conocemos bien el problema, ni cómo solucionarlo. Y no podemos sacar provecho de ello. La investigación sobre este tipo de conocimiento es lo que da a la industria verdaderas ventajas sobre la competencia. Mientras no se sea capaz de estructurar este conocimiento, queda en el limbo de los trucos, mañas, etc. Incluso, en muchas ocasiones, se habla de magia o brujas para cuando no se comprende una situación en la fábrica. Ya se sabe lo que dicen los gallegos: «Eu non creo nas meigas, mais habelas, hainas».

Se debe poner atención a este último tipo de conocimiento, pues, tras una investigación, se puede llegar a la conclusión de que este sea inexacto, cuando no falso. Debemos, entonces, no solo estructurar el bueno, sino llevar a cabo una acción formativa para cambiar hábitos que se daban por buenos durante muchos años y ahora se descubre que ya no lo son. Esto nos lleva a la creación de nuevo conocimiento basado en conocimientos anteriores, o bien fruto de innovaciones. Aquí sería imperdonable que no naciera ya en digital, accesible y con los mecanismos de actualización funcionando.



### 3.2. *Workflow* (es conocimiento)

Los que hemos visto lo que la gente de calidad sufre para tener los procesos, procedimientos e instrucciones de trabajo de la empresa escritos y puestos al día (Robledo, 2017) nos damos cuenta de que es una problemática no resuelta.

Especialmente en las fábricas, pero en general en todas las empresas, la máxima de «hacemos lo que está escrito y escribimos lo que hacemos» no es tan evidente; es más, las herramientas que tenemos para ello tampoco son una maravilla. A veces, para explicar un procedimiento o instrucción de trabajo, necesitamos mezclar información gráfica con textos e incluso sonidos o vídeos. Sin embargo, no hay duda de que los procedimientos de la empresa es una de las partes importantes de lo que llamamos **conocimiento**.

Asumiendo que es complicado describir la forma de actuar, que es conocimiento de la empresa y que no tenemos unas herramientas adecuadas para documentarlo, nos hallamos ante un importante reto. ¿Tiene esto que ver con la transformación digital?

Vayamos por partes. Porque parece que, casi sin quererlo, estamos llegando a una clave fundamental, no solo del proceso de transformación digital, sino del funcionamiento de la empresa y de la manera de crear valor.

El primer punto que querría tocar es el del conocimiento. No solo el actual, sino cómo se puede trabajar sobre él para mejorarlo o crear nuevo. Volvemos a hablar de gestión del conocimiento. Pero, en realidad, podemos asimilarlo con el proceso de mejora continua que deberíamos tener en todas las empresas. Un proceso que se inicia con el análisis de un procedimiento como paso previo para su mejora. Así que, si no tenemos este procedimiento bien documentado y actualizado, no podremos iniciar el proceso de mejora. Y aquí vemos la importancia de aplicar la transformación digital, que se convierte en clave de la mejora y un potenciador.

Otro punto es convertir este conocimiento en flujos de trabajo, asociados a documentación y predefiniendo decisiones rutinarias que ayuden a dar solidez a los procesos de la empresa: lo que conocemos con el término anglosajón *workflow*. Cada vez hay más soluciones informáticas que incorporan ayudas a la implementación de los flujos de trabajo. La primera vez que vi una solución de este tipo con cara y ojos creo que fue en el año 2000, en el PLM (Product Life Management) de PTC, Windchill asociado a software de diseño gráfico en 3D Pro-engineer, hoy llamado Creo. El hecho de poder incorporar un flujo de trabajo en las tareas de los ingenieros de diseño de producto y de proceso suponía una revolución en las oficinas técnicas. Disminución de burocracia, procesos seguros, eliminación de errores, mejora de tiempos de respuesta, etc. eran algunas de las ventajas que se obtenían.

Dejadme que haga un paréntesis para compartir una reflexión producto de aquel tiempo en que implementamos el PLM respecto al número y cualificación de los trabajadores de la oficina técnica. A medida que íbamos avanzando en las fases de implementación, los ingenieros dedicaban más tiempo a la creación de producto o adaptación de productos a clientes para ofertas concretas, ya que se liberaron de tareas que les consumían mucho tiempo. Como ejemplo, estaba la creación en el sistema de gestión (ERP) de la lista de materiales de los productos que se creaban, ya que se incorporaron automáticamente. También teníamos ingenieros técnicos dedicados exclusivamente a estos tipos de tareas, como hacer los planos en 2D para llevar al taller, que se suprimieron al darle acceso a la visualización en 3D. Estos ingenieros técnicos se formaron en diseño en 3D y pasaron a ayudar a la creación de nuevo producto, disminuyendo el *time to market*. También teníamos algunas personas sin preparación técnica que, lamentablemente, perdieron su trabajo; algunos se jubilaron anticipadamente y otros tuvieron que abandonar la empresa. A este punto quería llegar, porque el presupuesto laboral del departamento de ingeniería no disminuyó, sino que se contrataron ingenieros jóvenes. En valor absoluto, no hubo una disminución de personas ni de presupuesto laboral. Así que se produjeron tres tipos de situaciones: mayor productividad en los ingenieros, ingenieros técnicos elevando el nivel de su trabajo a través de formación en nuevas tecnologías (CAD 3D) y sustitución de personal no cualificado por jóvenes ingenieros. Esto nos puede dar una idea real de lo que está pasando en la sociedad en general con el proceso de transformación digital.

Pero, volviendo al tema de convertir el conocimiento en *workflows*, hay que tener en cuenta que, aunque el término viene de los procesos ingenieriles y fabriles, ahora se usa en cualquier tipo de proceso en la empresa.

El último punto que quería tratar en este apartado es el conocimiento del funcionamiento de la empresa que se obtiene por plasmar los flujos de trabajo y poderlos analizar. Los que estamos acostumbrados a trabajar en la industria ya tenemos el hábito de analizar procesos e identificar cuellos de botella en la fábrica. El reto de tener que hacerlo para todos los procesos de la empresa nos amplía la visión de Goldratt y de su teoría de las limitaciones que vemos en el siguiente apartado.

### **3.3. Detección de las limitaciones**

Una de las experiencias vividas que me ha quedado marcada en la memoria se refiere a una situación de bloqueo que se produjo cuando dos asistentes del departamento comercial dejaron la empresa casi al mismo tiempo. Se trataba de una empresa de fabricación de maquinaria y la principal tarea que realizaban era la elaboración de presupuestos. Se produjo una situación de crisis por el cuello de botella que se creó y que puso en riesgo la entrada de pedidos.

Otra situación vivida se produjo en un periodo de crecimiento, con unas entradas de pedidos altas. Se empezaron a alargar los plazos de entrega y, al ver dónde se quedaban atascados los pedidos, nos dimos cuenta de que era en la preparación de pedidos para la fábrica en la oficina técnica. En el taller tenían capacidad para procesar los pedidos, pero la documentación no les llegaba.

Todas estas situaciones, aunque desde la visión de una fábrica, son las que se explican en *La meta* (Goldratt y Cox, 2004), libro de obligada lectura para cualquier interesado en flujos de trabajo. La TDEI obliga a tener muy bien definidos los *workflows*. A partir de aquí, dar prioridad a automatizar aquellos que nos causan cuellos de botella es una buena forma de abordar su automatización. Seguir la metodología de Goldratt para hacerlo es una muy buena práctica.

Vamos a recordarla:

- 1) Identificar el cuello de botella.
- 2) Explotar el cuello de botella.
- 3) Subordinar todo a las decisiones del paso anterior.
- 4) Elevar la limitación del sistema.
- 5) Volver al punto 1.

Hablando de TDEI, la aplicación de tecnología, asociada a la Industria 4.0 o a procesos burocráticos que se pueden convertir en cuellos de botella, le dan un sentido mucho mayor al paso de explotar el cuello de botella. Este es el punto donde la TDEI puede dar mucho valor. Vamos a profundizar en esto con algunos ejemplos.

### Ejemplo 1

La fábrica está muy integrada verticalmente, iniciándose el proceso con el corte de planchas metálicas desde 10 mm hasta 250 mm, y tubos y barras de hasta 200 mm de diámetro. Se continuaba con la construcción electrosoldada para construir los bloques de la máquina. De ahí se pasaba a la mecanización y al montaje, consistente en la unión de varios bloques.

Identificamos el proceso que queríamos que fuera el que saturara la fábrica. Definimos que toda la empresa iría a ritmo de este proceso, que era la mandrinadora mayor que teníamos y de mayor costo. Una Bost de columna móvil con una altura de 3,5 m. La intención era que pudiéramos planificar toda la fábrica en función del centro de trabajo de esta máquina. Vimos que esto debía ser así porque, al analizar el comportamiento de este centro de trabajo, veíamos que tan pronto se nos quedaba parado como se convertía en cuello de botella. Es decir, la fábrica funcionaba a borbotones. Si conseguíamos forzar que siempre estuviera lleno, adelantando trabajo, podíamos estabilizar el trabajo del resto de la fábrica.

Teníamos implementado un ERP que nos planificaba a capacidad infinita, por lo que una vez que lanzábamos un orden de fabricación de una máquina con una fecha de entrega, el ERP planificaba hacia atrás con los tiempos establecidos. Como el proceso de corte de plancha por plasma requería cortar una plancha de un mismo grosor completa, pusimos un *buffer* para que adelantara los cortes de plancha y los pudiéramos agrupar.

### Bibliografía

E. Goldratt; J. Cox (2004).  
*The goal: A process of ongoing improvement*. Great Barrington, MA: North River Press.

Pero, en realidad, para poder tener saturada la mandrinadora, lo que hicimos fue definir un tiempo de espera justo antes del puesto de trabajo donde estaba asignada, con lo que creábamos un cuello de botella virtual. A partir de aquí, planificando que los bloques de una máquina se mandrinaran al mismo tiempo, estabilizábamos los procesos posteriores.

Vemos en este ejemplo cómo tener un ERP implementado y conocer el funcionamiento de la fábrica y jugando con los parámetros, la hacemos funcionar de forma más fluida.

### **Ejemplo 2**

Continuando en la misma industria que el ejemplo anterior, y habiendo avanzado en dar fluidez a la fábrica, se consiguió incrementar el *output* y, por lo tanto, se nos creó otro cuello de botella, ahora en la construcción electrosoldada.

Para hacernos una idea, hablamos de construir unos bloques de unos 2 m x 2 m x 2 m con formas irregulares, como por ejemplo reductores. Los caldereros los construían sobre la base de un sinfín de piezas no siempre de la precisión adecuada. Empezaban por la base e iban subiendo añadiendo piezas con puntos de soldadura. A medida que iban añadiendo piezas, las pequeñas imprecisiones iban aumentando el error y rellenaban los huecos con soldadura. La primera vez que construían una pieza los errores podían ser enormes. Las siguientes, conociendo los errores anteriores, los compensaban desde el inicio. En fin, un trabajo casi artesanal. ¿Qué paso cuando quisimos incrementar la producción? No teníamos suficientes artesanos. Y se agravó porque la edad media de los caldereros era elevada y se empezaron a jubilar y aumentar las bajas por enfermedad.

Como nos podemos imaginar, el tiempo de formación de un calderero es largo con esta metodología tan artesanal. Todos los diseños eran antiguos y realizados en planos de papel. Aprovechamos para rediseñar los bloques, estandarizando los grosores (para simplificar el corte de las planchas), y diseñando las piezas con un sistema poka-yoke que, además, evitara los puntos de soldadura (que fueran autoportantes).

Esto facilitaría muchísimo la formación de nuevo personal, definiendo un método. Todos los diseños se hicieron en 3D y la documentación se documentó gráficamente. Además, se lanzó una inversión en una máquina de corte por láser (para mejorar la precisión) y un almacén automatizado de planchas cortadas. La estructura de materiales se realizó en el PLM asociado al sistema de CAD y conforme a las necesidades del almacén automático, agrupadas por espesores.

Cabe añadir que, en el PLM, podíamos, y lo hacíamos, definir diferentes estructuras de materiales. De manera que podíamos tener la estructura de diseño, la de fabricación, la de SAT, etc. conectadas para que una modificación de diseño posterior se tuviera en cuenta.

Como conclusión, a pesar de que estamos hablando de inversiones en bienes de equipo, de técnicas como el poka-yoke, diseño en 3D o estructuras de materiales realizadas en un PLM, el punto más importante es que pasamos de tener un conocimiento clave, la construcción electrosoldada, en manos de personas y difícil de transmitir, a que el conocimiento fuera de la empresa, organizado y accesible por las personas fácilmente. Y esto gracias a la transformación digital de este proceso.

### **Ejemplo 3**

Una de las tareas más laboriosas, en el proceso de diseño de maquinaria, es la confección de planos explicativos para la sección de montaje. En algunas circunstancias se convierte en un cuello de botella que deja la fábrica parada a la espera de esta documentación.

Los ingenieros deben imaginarse las medidas, indicaciones, etc. que necesitarán los mecánicos para montar la máquina. Los más minuciosos ponen tantas indicaciones y medidas que se convierte en un plano de estilo barroco y un montón de tiempo para hacerlo. Y, a pesar de todo, recuerdo un mecánico criticando a uno de ellos diciendo: «Me pone todas las medidas menos la que necesito». ¡Recordemos que la afición más popular entre los mecánicos es encontrar fallos a los ingenieros! Otros tienen tendencias minimalistas, y prácticamente no ponen medidas o indicaciones, de manera que los mecánicos deben ir a la oficina técnica a preguntar constantemente, dejando tareas de revisión de los planos para que contengan las respuestas a sus dudas. Desde que se diseña en 3D, esta tarea es más fácil, ya que se pueden hacer estos planos/instrucciones de una forma fácil y tomando las vistas necesarias del objeto en 3D. Además, hasta se puede suprimir el papel dando acceso a la visión del plano desde un ordenador en planta.

Sin embargo, como ejercicio de transformación digital, y no solo de digitalización, se procedió a eliminar dichos planos añadiendo las indicaciones en el mismo 3D y con un visualizador de objetos de tres dimensiones que permite tomar medidas. Se formó a los mecánicos en este visualizador, pudiendo ellos rotar la máquina, separar las partes, tomar

medidas y ver las indicaciones asociadas al objeto. Los mecánicos tenían la información que querían y los ingenieros dejaron de hacer un trabajo laborioso. Como conclusión, en este ejemplo hemos visto cómo se ha eliminado un cuello de botella a través de eliminarlo por vía de la digitalización.

#### **Ejemplo 4**

Retomemos el caso de las asistentes de comercial y los presupuestos. La ratio de éxito de presupuestos convertidos en pedidos, en muchos sectores, es bajísimo. En algunos casos, el problema es que se pierde el negocio contra la competencia, pero en muchas ocasiones, lo que pasa es que se pospone la decisión o se cambian de idea y se necesita otro presupuesto diferente, o simplemente hay que modificar algunas opciones.

En los procesos de venta compleja es habitual que, además, vaya acompañado por pequeñas, o no tan pequeñas, consultorías de proceso, análisis de materias primas incluyendo pruebas de laboratorio. El resultado es que se invierte mucho en preventa y el *output* es un presupuesto que puede contener una parte de presentación de la empresa que lo realiza, una descripción de la empresa a la que va dirigido, una explicación del problema a resolver o de la oportunidad a alcanzar, una solución propuesta y explicada, una valoración económica, un análisis de retorno y unas condiciones de venta y periodo de validez. Además, está la complicación del idioma que se debe emplear (siempre que se pueda debe ser el del cliente), las unidades de medida, la tarifa que se aplica y la moneda en la que se cotiza. Es habitual que, una vez preparado, deba pasar por varios departamentos para dar su visto bueno. En algunos casos, hasta por dirección.

La ofimática ha dado muchas facilidades para estas elaboraciones tan complejas, pero, a pesar de esto, nos queda un problema complejo. Hemos de pensar que, por una parte, tenemos un flujo de trabajo que empieza con la petición del presupuesto al comercial con consultas a la oficina técnica y peticiones del asistente, y por otra, las aprobaciones finales antes de enviarlo al cliente. Todo este proceso se puede automatizar. También está la creación del documento, normalmente en PDF para que no pueda ser modificado. Este documento provendrá de diferentes fuentes: procesador de texto, hojas de cálculo y otros formatos gráficos. Hoy en día, empiezan a existir herramientas que también facilitan esta automatización.

No es que, con estas automatizaciones, se elimine la intervención humana. Lo que se hace es minimizarla para que solo sea necesaria en aquellos pasos en los que se añade valor.

#### **Ejemplo 5**

Entrada automática de pedidos y cálculo de plazo de entrega.

A finales de los años noventa, en una fábrica de mobiliario de oficina, un proceso laborioso era la consulta de plazos de entrega que el mercado cada vez exigía con mayor precisión. El proceso era laborioso porque el distribuidor debía entrar el presupuesto y pasárnoslo a la fábrica; aquí se debía entrar un pedido, procesar el MRP y dar los resultados. Estamos hablando de los noventa, cuando los grandes ERP todavía no habían tomado la fuerza que tienen hoy en día. Pero, a pesar de esto, incluso ahora no se tiene una respuesta evidente a esta problemática. Especialmente por el hecho de que es el distribuidor el que querría esta información en línea.

En aquel tiempo se desarrolló una aplicación para el distribuidor, que, una vez entrado el presupuesto, se conectaba a la fábrica (vía internet), creaba automáticamente el pedido y lanzaba un proceso del MRP para devolver una fecha directamente al distribuidor. Habíamos eliminado todo el trabajo de la fábrica, dando un mejor servicio.

La conclusión de este caso es que no debemos quedarnos en el proceso interno, sino que debemos ver toda la cadena de valor desde el cliente hasta el proveedor. Muchas veces, el mismo trabajo se repite en dos organizaciones que están colaborando, produciendo retrasos que lo que hacen es destruir valor.

## 4. Perfiles de negocio y de industria

### 4.1. B2B y B2C

Tradicionalmente, la industria se ha caracterizado por ser un negocio B2B. Así, la transformación digital es un proceso más interno que externo. La parte externa se limitaba a la relación con los clientes (una empresa) y a los proveedores (también empresa); había en general un número relativamente pequeño de actores. Pudiendo parecer que la colaboración para automatizar procesos tendría mucho sentido, no deja de tener una cierta complicación porque generalmente es necesario compartir información. Los clientes de tus proveedores suelen ser tu competencia y los proveedores de tus clientes también. Así que, salvo excepciones, la relación no deja de ser compleja y a veces peligrosa.

Cuando, por determinadas razones, esta relación no está viciada por vínculos con la competencia, se da una gran oportunidad para aprovechar sinergias automatizando procesos colaborativos. Es complicado, ya que se requiere de la voluntad de las dos organizaciones y de su personal. Si se consigue, los resultados pueden ser espectaculares.

Con la irrupción de nuevos modelos de negocio a través de internet, y la transformación digital, se está produciendo una reducción de la cadena de distribución, creándose negocios en que están desapareciendo los intermediarios. En realidad, lo que se produce es que el valor que ofrecía la distribución se suple por la automatización de procesos vía internet. Ejemplos tenemos en aquellos en que el mayor valor que proporciona el distribuidor es facilitar información. Ahora este valor cada vez tiene menos sentido. Así, se están empezando a ver industrias que se convierten de B2B a B2C por la reducción de la cadena de distribución.

Tenemos ejemplos de grandes éxitos en los que se han unido la integración vertical de la fábrica con la cadena de distribución y la automatización de procesos. Se producen unas sinergias tan grandes que han disparado el negocio a posiciones de liderazgo a escala mundial. Estoy pensando en el grupo Amancio Ortega, donde una de las claves del éxito es la inmediatez de la información del punto de venta con la fábrica. Esta ventaja es difícil de obtener si la distribución no está en las mismas manos.

Otros ejemplos podemos verlos en las cadenas de franquicias, en las que, si bien la cadena de distribución no pertenece a la fábrica o marca, esta tiene control sobre la información.

Hay situaciones mixtas en las que hay una mezcla entre diferentes sistemas de distribución. Dell basó el éxito de su negocio en la venta directa, pudiendo así personalizar cada uno de los ordenadores. Cuando empezó, tuvo una gran ventaja competitiva que le hizo asumir posiciones de liderazgo a escala mundial. Poco a poco, su competencia ha desarrollado este sistema de contacto directo con el cliente final perdiendo este diferencial. Apple tiene un sistema mixto vendiendo en línea, pero también con tiendas propias, y HP es más fuerte en el sistema tradicional a través del canal de ventas.

Aun con las salvedades expresadas anteriormente, debemos concluir que la industria está íntimamente relacionada con B2B, y como decíamos al principio de este capítulo, más enfocada a la parte interna que a la externa. Por esto, no es de extrañar que los conceptos relativos a la Industria 4.0 se refieran a las entrañas de la fábrica y, a veces, nos hagan olvidar otros departamentos de la industria.

Especial mención deberían tener las industrias que venden a otras industrias, en que la transformación digital pasa de ser una necesidad interna a una demanda por parte de sus clientes. Maquinaria, consumibles y servicios enfocados a una fábrica deberán adaptarse al proceso de transformación digital de sus clientes.

## **4.2. Tipos de procesos industriales**

La clasificación que más me gusta es (OBS Business School, s. f.):

- Producción en masa
- Procesos por flujo continuo
- Procesos por lotes
- Procesos por trabajo

Aunque, seguro que hay excepciones, cuando hablamos de la producción en masa y de los procesos por flujo continuo, e incluso de la producción por lotes cuando los lotes son grandes, la transformación digital es más fácil. Los parámetros pueden ser automatizables y la maquinaria está preparada para estas grandes producciones. Es muy rentable automatizar procesos que son repetitivos, aunque sean complejos. Claro está que me estoy refiriendo a los procesos productivos exclusivamente. Nos podemos encontrar en que procesos auxiliares a la producción, como controles de calidad, asignaciones de costes, mantenimientos, etc. se ejecuten y controlen manualmente. Sin embargo, el reto está en realizar la transformación digital en los procesos por lotes cuando estos son pequeños o unitarios y en los procesos por trabajos. Aquí cada ciclo vuelve a ser diferente. La información, el método, la secuencia, todo debe hacerse por primera vez. En este tipo de proceso acaba sucediendo que los empleados actúan como si fueran artesanos. No hay patrones de funcionamien-

to, ni de solución de problemas. O son tan complicados que solo caben en la mente humana. Aquí es donde la sensórica, la inteligencia artificial, IIoT, etc. se deben emplear a fondo.

Industrias de series cortas como la fabricación de maquinaria, astilleros e ingenierías dedicadas a proyectos son las que más sufren y más deben invertir.



## 5. Integración de aplicaciones y cuadros de mando

### 5.1. Mapa de aplicaciones

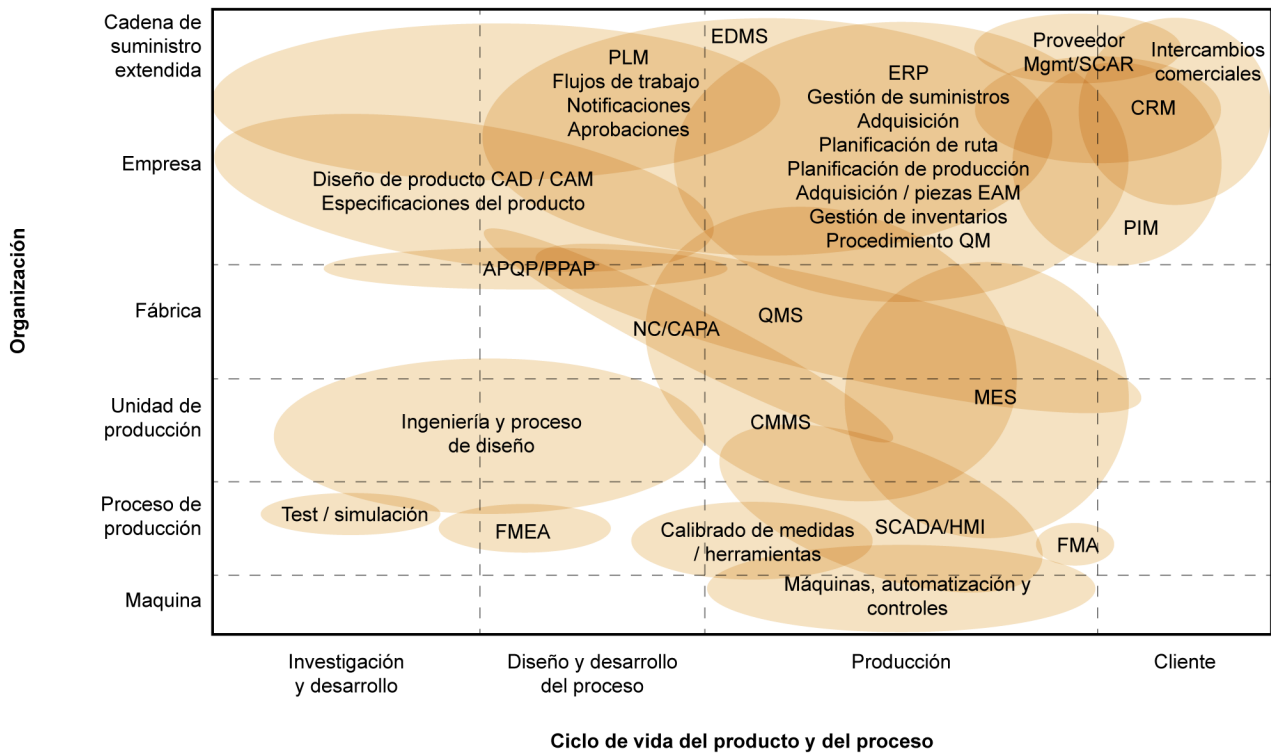
Gartner es una consultora que analiza el mercado de software para aconsejar a las empresas por su mejor opción. Se ha hecho famosa por su cuadrante mágico en que plasma la situación de las diferentes ofertas de software de un determinado segmento en una matriz (Soto, 2016-2017). Esta matriz los divide en:

- *Leaders*
- *Visionaries*
- *Niche players*
- *Challengers*

La clasificación se hace en función de la amplitud de visión y su capacidad de implementación.

Gartner también ha elaborado este mapa de aplicaciones para la industria que sitúa cada tipo de solución en función del departamento de la industria y del ciclo de vida del producto y del proceso.

Figura 22. Mapa de aplicaciones



Fuente: Adaptado de Gartner (2017)

A simple vista, vemos que los tipos de software que ocupan más espacio en el cuadro son:

- ERP
- EDMS
- MES
- CMMS
- PLM, CAD/CAM y PIM
- QMS, APQP/PPAP, NC/CAPA
- CRM

Esto nos puede dar una idea de la importancia de cada uno de estos. En mi opinión, este mapa está bastante bien logrado, aunque podría variar en función del tipo de proceso de fabricación y la complejidad del producto. Otro aspecto importante que puede modificar esta visión es la estrategia general de la empresa, de la que hablamos en el siguiente punto.

Ahora, vamos a profundizar en los más comunes.

### 5.1.1. ERP

Enterprise Resource Planning (planificador de los recursos de la empresa, en castellano), sin lugar a dudas, es el programa estrella de todas las empresas, algo así como la columna vertebral. Nació como una evolución de los paquetes básicos que tenían las empresas, contabilidad, gestión comercial, inventa-

rios, gestión de compras, etc. La necesidad surge de poder planificar con la información que se tiene. Tenemos la demanda de la gestión comercial, donde tenemos los pedidos, los presupuestos y también las previsiones. Tenemos los recursos como inventario, condiciones de entrega de proveedores, etc. Con demanda y recursos, podemos empezar a pensar en una planificación y su correspondiente conexión con contabilidad. Así se empezó a denominar ERP al conjunto de estos paquetes de software.

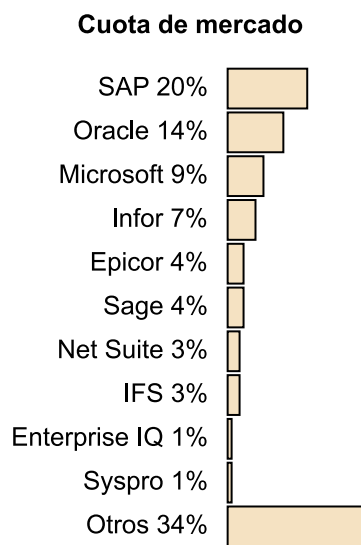
En la industria, se potencia el concepto de planificación. Hay que añadir la lista de materiales (BOM, por las siglas de *bill of materials*), las rutas de trabajo y la definición de los centros de trabajo, directamente de la demanda, o construyendo un plan maestro de producción (PMS). Añadiendo esta información a la demanda y los recursos, ya se puede lanzar un proceso de planificación para saber cuándo tendremos las necesidades de materiales, llamado MRP (*material requirements planning*). Este nos dirá las fechas en las que debemos tener los materiales para poder fabricar la demanda en las fechas comprometidas. Generalmente, hasta aquí se le llama MRP I. Si queremos analizar capacidades y cuellos de botella, y llegar a un sistema de planificación a capacidad finita, se le suele llamar MRP II (*manufacturing resource planning*) (Soto, 2012). Estas definiciones no están muy claras en el mercado, ya que los fabricantes de software definen la frontera en función de cómo tienen estructurado el producto.

Para la industria, un ERP debe cumplir los requisitos mínimos mencionados. También es verdad que cada fabricante de software establece los límites de lo que es fraccionable y opcional. También es una tendencia hacer crecer los ERP transversalmente, para buscar más cuota dentro de cada cliente. Aprovechan la facilidad de acceso a los datos para ofrecer soluciones paralelas, como RRHH, gestión de proyectos, gestión documental, etc.

Como las primeras implementaciones de los ERP solían sustituir muchos programas hechos a medida, nunca se llegaba al grado de satisfacción al que se estaba habituado. En muchos casos, la implementación era un verdadero fracaso y no tenía vuelta atrás.

El mercado actual (2017), a escala mundial, está liderado por SAP, con un 20 % de cuota de mercado, seguido de Oracle, con un 14 %, y Microsoft, con un 9 %. La lista de los *top ten*, según Panorama Consulting Solutions (2018), la completan, por orden de cuota de mercado, Infor, Epicor, Sage, Net Suite, IFS, Enterprise IQ y Syspro.

Figura 23. Cuota de mercado de los principales ERP



Fuente: elaboración propia con datos de Panorama Consulting Solutions

SAP, siendo con diferencia el líder del mercado, está implementado en la mayoría de sectores, industria incluida. Se caracterizaba por ir dirigida a grandes empresas, pero ya hace años que lanzó el SAP Business One para introducirse en las pymes. Tiene fama de robusto, pero también de rígido, seguramente robustez y flexibilidad, que son lo que deseáramos, son dos características que rozan la incompatibilidad. Se beneficia de su cuota de mercado y de su implantación en grandes empresas en su comercialización. Las personas que tomaban la decisión de adquirir SAP siempre podían asegurar, en caso de fracaso, que la causa de este no era por una mala decisión de compra, ya que el programa estaba más que probado. Esto ha ido realimentando su liderazgo.

Oracle viene de uno de los softwares de mejor fama en el aspecto financiero (antes, JD Edwards). Al ser comprado por Oracle, se ha potenciado como ERP.

Microsoft Dynamic se ha construido por la adición de diferentes softwares de otros fabricantes, entre los que se encuentra Navision.

Mención especial merece Infor LN, heredero del Baan, muy especializado en industria de procesos discretos. Recordemos que habíamos comentado que eran las que más complicado lo tenían en términos de transformación digital.

### 5.1.2. EDMS

Electronic Documents Management System, o gestión documental. Actualmente, con el impulso de la transformación digital, son sistemas que están en boga. Nacieron con la sola idea de clasificación y almacenamiento; hoy, los más avanzados se están transformando incluyendo metadatos, *workflows*, sistemas de captación de datos con movilidad e, incluso, creación de documen-

tos automáticamente. El objetivo a perseguir es la eliminación de papeles y la automatización de procesos. Esto sirve para ambientes de oficinas, pero también para industriales, donde se avanza a gran velocidad en las fábricas.

### **5.1.3. MES**

Manufacturing Execution System o control de planta. Normalmente conectado al ERP, pretende controlar la situación de la planta en tiempo real. Con el avance de la filosofía de Industria 4.0, la tendencia es que esta información llegue directamente de las máquinas vía sensores y a través de internet (IIoT, *industrial internet of things*), pero también adquiriendo la información que deben transmitir los operarios. Deben proporcionar la realidad de la producción y poderla comparar con la planificada, tanto del punto de vista de tiempo como de costes.

### **5.1.4. CMMS**

Computerized Maintenance Management System o gestión de mantenimiento asistido por ordenador. Aquí también estamos viendo la revolución llamada Industria 4.0 ya que, si inicialmente este tipo de software planificaba los mantenimientos y controlaba su ejecución, hoy la demanda es para conseguir el mantenimiento preventivo y predictivo de forma automática. Aquí entra la inteligencia artificial, maquinaria de una nueva generación con sensórica avanzada y conexión a internet, etc. Estamos viendo los primeros pasos en esta área, ya que los fabricantes de maquinaria están dedicando muchos esfuerzos en innovación que pronto darán resultados.

### **5.1.5. PLM, CAD/CAM/CAE y PIM**

Product Lifecycle Management, Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing, Computer Aided Engineering y Product Information Management, o sea, gestión del ciclo de vida del producto, diseño, fabricación e ingeniería asistido por ordenador y gestión de la información del producto. Relaciono todos estos softwares porque van íntimamente ligados, o deberían irlo (Leño, 2017).

El diseño por ordenador es, hoy en día, inevitablemente, en 3D, con posibilidad de impresión a bajo coste también en 3D. La ingeniería asistida por ordenador hace referencia a todos los procesos de análisis sobre las piezas diseñadas en 3D, como por ejemplo el análisis por elementos finitos (FEA) para detectar posibles roturas, pero también otras como la mecánica de fluidos computacional (CFD) que permiten la simulación, validación y optimización de productos. Y la fabricación asistida por ordenador que facilita la elaboración y modificación de los programas para las máquinas herramienta.

Todos ellos deben estar conectados y controlados por el PLM, incluyendo la información del producto de cara al cliente (PIM) para dar integridad a la información y, además, para que en la fase de diseño ya se tenga en cuenta todo el ciclo de vida del producto.

#### **5.1.6. QMS, APQP/PPAP, NC/CAPA**

Quality Management System, Advanced Product Quality Planning, Product Part Approval Process, Non-Conformities /Corrective Actions Preventive Actions, es decir, gestión del sistema de calidad, planificación avanzada de la calidad del producto, proceso de aprobación de las piezas del producto, no conformidades y acciones correctivas y preventivas. Son aplicaciones relacionadas todas con el sistema de calidad. Algunas de las soluciones que se ofrecen al mercado no dejan de ser un sistema de gestión documental adaptado para la documentación de calidad. Debemos exigir algo más de ellos.

#### **5.1.7. CRM**

Customer Relationship Management (gestión de las relaciones con el cliente). A pesar de que se cuentan grandes fracasos en implementaciones del ERP, y algunas muy notables (Evaluando ERP.com, 2018), en mi opinión, el que se lleva la palma en cuestión de fracasos es el CRM; algunas fuentes llegan a cifrarlo en el 65 % del total de implementaciones (Informática Hoy, s. f.), otras hablan desde un 20 % hasta más del 67 % (Cook, s. f.). Lo cierto es que veo un gran consenso a la hora de identificar el CRM como una de las aplicaciones más difíciles de implementar. Muchas son las causas enumeradas: falta de compromiso de la dirección, falta de enfoque, falta de implicación del personal afectado, etc. Desde mi punto de vista, hay uno que es el principal. Debemos entender el concepto de un CRM; tratamos de realizar la transformación digital de un proceso, que es la relación con el cliente. Esto es tan complejo que es muy difícil llegar al punto de implementar una herramienta que ayude a esta relación con el cliente, pero que no quiera sustituir el conocimiento del comercial o su manera de actuar. Incluso con herramientas de inteligencia artificial sería difícil estructurar una metodología de trato al cliente, con muy pocas excepciones.

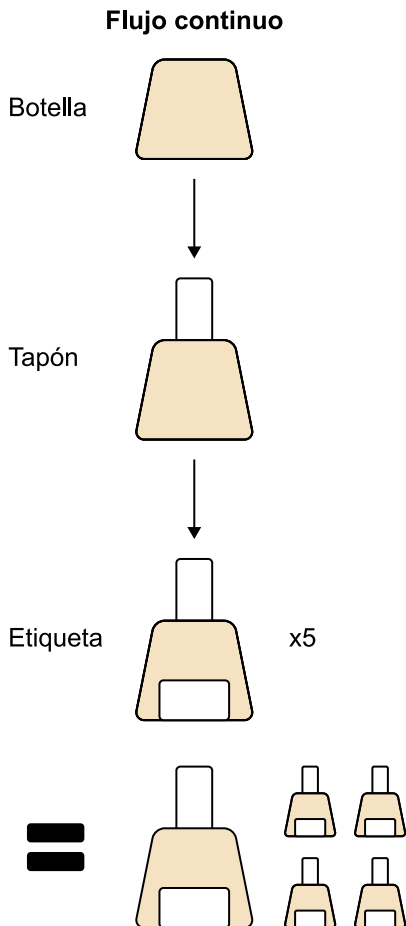
### **5.2. Relación con el plan estratégico de TD**

La visión de un mapa de aplicaciones dentro de la empresa, en función de su distancia al cliente y el proceso dentro de la industria, nos da una idea muy aséptica, muy independiente del tipo de industria y de la estrategia. Así, nos da conocimiento de los tipos de software que nos pueden ayudar a realizar la transformación digital, pero no nos ayudan a decidir cuáles son importantes o prioritarios para la implementación en nuestra industria en particular. A pesar de ello, nos ayudará mucho tener presente esta matriz como repositorio para saber dónde encontrar lo que nos conviene.

Un buen ejercicio es entender la tipología de la industria en la que estamos y sobre esto realizar una reflexión sobre los tipos de software que deberíamos tener implementados como un punto fuerte en nuestra gestión. Veamos algunos ejemplos sobre los tipos de industria que hemos enunciado anteriormente en función de sus procesos:

### 1) Producción por flujo continuo

Figura 24. Ejemplo de flujo continuo

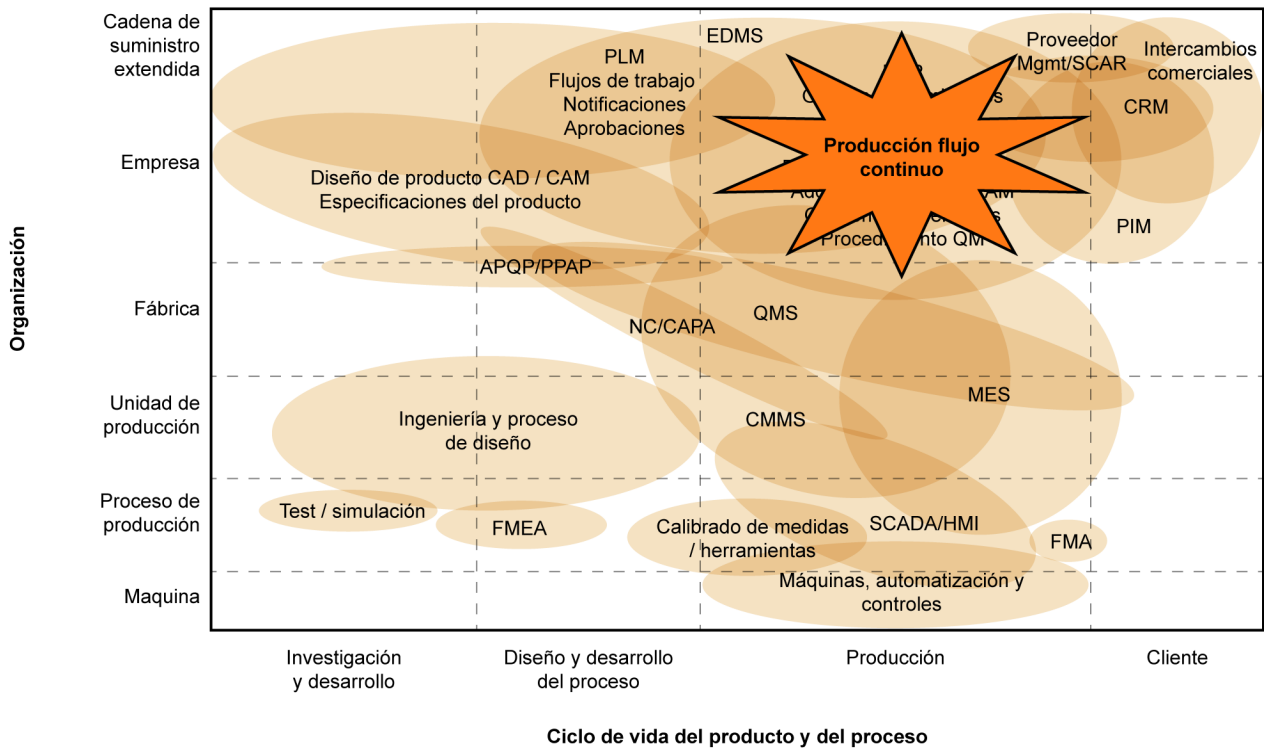


Fuente: <https://www.lucidchart.com/pages/es/ejemplo-de-proceso-de-flujo-continuo>

Este tipo de producción requiere un trabajo muy fuerte de ingeniería tanto de proceso como de producto cuando se está diseñando la línea. Por el contrario, una vez puesta en marcha y funcionando, es mucho más simple, ya que en funcionamiento normal no hay variaciones. El uso de herramientas de software se debe focalizar en que la línea no pare. Es decir, el proceso de planificación de recursos.

La falta de materiales, de personal, etc. son las razones principales para producir paradas de línea.

Figura 25. Producción de flujo continuo



Fuente: adaptado de Gartner (2017)

## 2) Producción en masa

Aunque la producción en masa, en serie o en cadena es muy parecida a la de flujo continuo, y hay fuentes que las identifican, entendemos que la diferencia radica en la complejidad del producto. Prueba de ello es que, cuando se hace referencia a ella, el primer ejemplo que se suele poner es el de las cadenas de montaje del sector del automóvil, y se suele nombrar la fábrica del Ford T como primer caso en el que se aplicó esta definición. Todos recordamos la famosa frase de Henry Ford al respecto:

«Any customer can have a car painted any color that he wants so long as it is black».



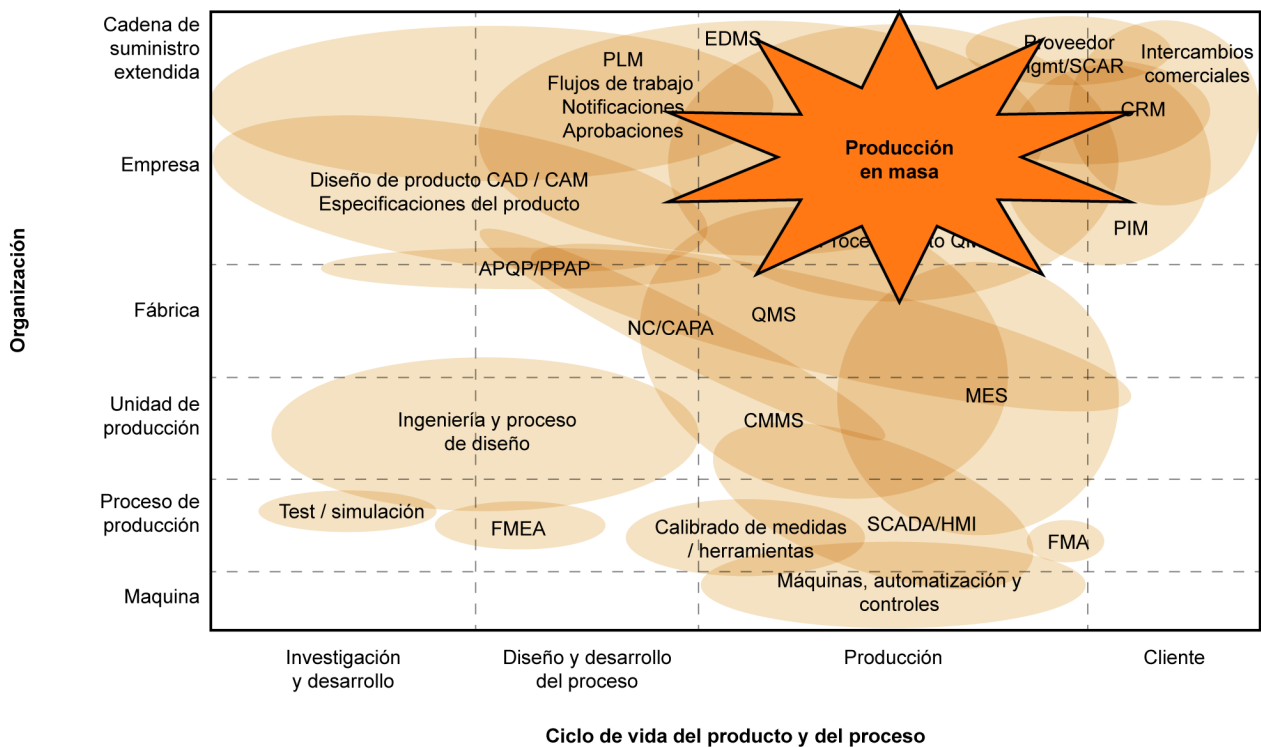
Figura 26. Ford T, primer automóvil fabricado en cadena



Fuente: Wikipedia

Con la fabricación en cadena, seguimos la misma filosofía de la fabricación en flujo continuo, una gran preparación del producto y del proceso en el momento de montar la cadena. Pero, en este caso, la necesidad de control es más laboriosa por la complejidad del producto. Al ser más complejo el producto, la probabilidad de que se produzca un fallo de suministro, de personal o de calidad que hagan parar la cadena es mucho más alta. Debido a ello, el foco de las necesidades de software es más amplio.

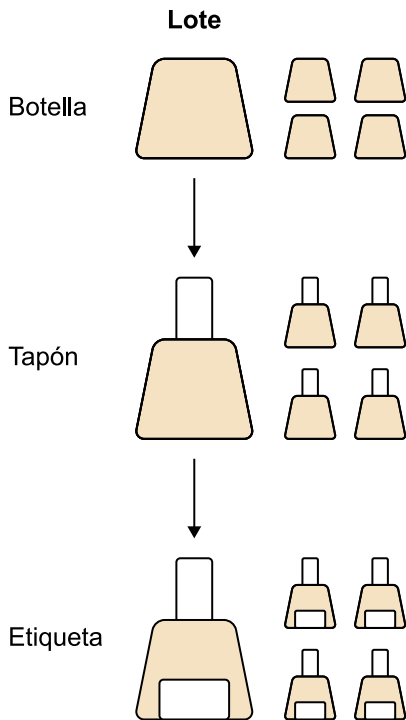
Figura 27. Producción en masa



Fuente: adaptado de Gartner (2017)

### 3) Procesos discontinuos o por lotes

Figura 28. Ejemplo de proceso por lotes

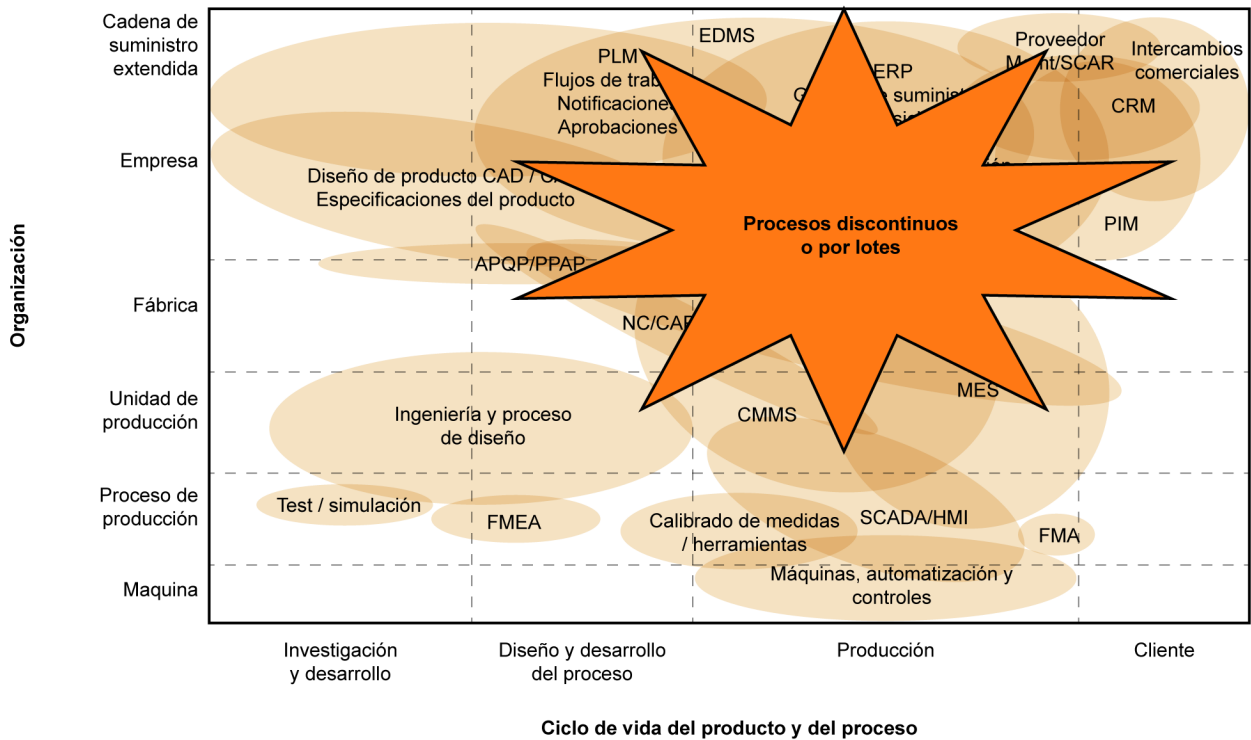


Fuente: <https://www.lucidchart.com/pages/es/ejemplo-de-proceso-de-flujo-continuo>

Este sistema de producción viene como una evolución del sistema continuo, cuando no se tiene suficiente demanda para dedicar la línea exclusivamente a un producto. Esto lleva la complicación de tener una línea multipropósito, lo que implica tener que modificarla para cada cambio de producto. Podemos tener casos simples, en los que cambia el producto en cada lote, pero se mantiene el mismo proceso, pero también se nos puede dar el caso de que cambie el producto y el proceso. En este último caso, el cambio de lote es más largo, por tener que adaptar la línea. Estas complicaciones elevan la necesidad de ayudas de software, ya que las variables se incrementan al variar el producto y, en algunos casos, el proceso para cada lote. Aquí deberemos controlar no solo que la línea no pare por falta de algún recurso, sino también que en los cambios de producto o producto/proceso no falten recursos para realizarlo.

Esto puede llevar a tener que controlar útiles, personal especializado en los cambios, etc. Además, propio de este sistema de fabricación es el incremento de stocks de productos semielaborados. Esto supone adicionar complejidad al tener que conocer los stocks intermedios, su localización y su movimiento en la planta. La dificultad de planificación también es mucho mayor.

Figura 29. Procesos discontinuos o por lotes

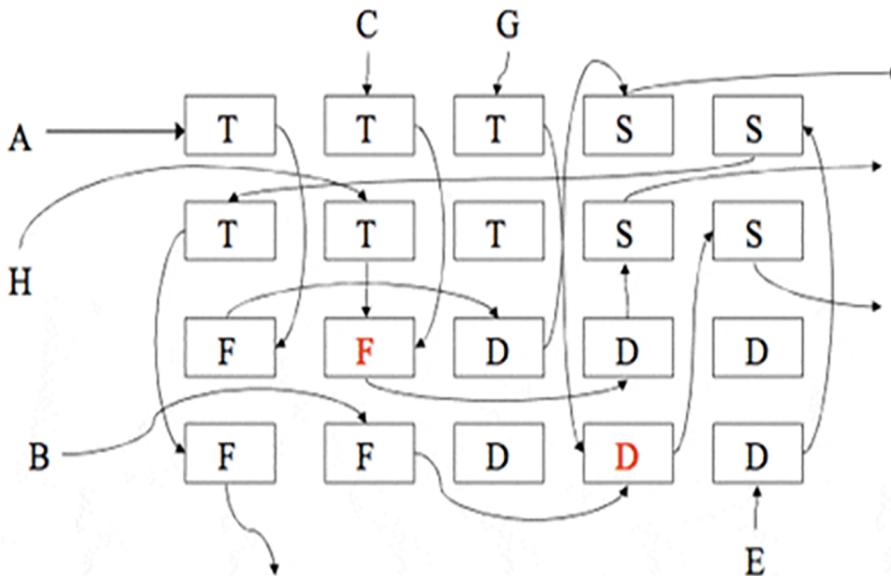


Fuente: adaptado de Gartner (2017)

#### 4) Producción por trabajos o *job shop*

En este proceso productivo, los productos siguen diferentes rutas de trabajo, pudiendo variar el centro de trabajo (ya que puede haber varios que realicen la misma función) e incluso el orden (pues pueden realizarse operaciones en diferente orden sin que afecte al producto final). El esquema de cómo funciona una producción de este tipo da idea de su complejidad (Geo Tutoriales, 2015).

Figura 30. Producción por trabajos



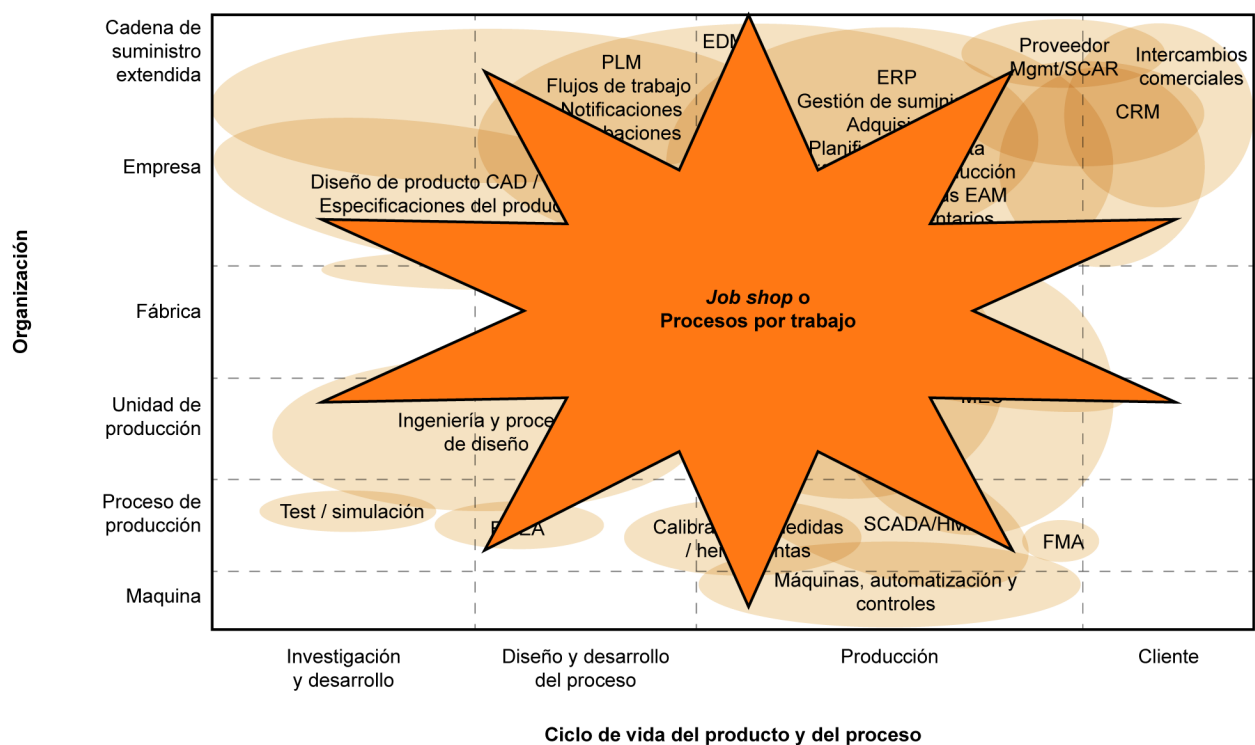
Fuente: <https://www.gestiondeoperaciones.net/procesos/caracteristicas-de-un-proceso-productivo-job-shop-produccion-tipo-taller/>

Este tipo de proceso de producción tiene las siguientes características:

- Alta variedad de producto
- Bajo volumen de producción por pieza
- Equipos y máquinas de propósito general
- Operadores ampliamente capacitados
- Muchas instrucciones de trabajo
- Alto valor de la materia prima, en muchos casos subproductos provenientes de procesos anteriores
- Alto nivel de stock en producto en curso (WIP)
- Flujo lento de productos
- Capacidad de suministrar *make to order*
- Expansión de capacidad flexible
- Programación compleja

Vemos que las ayudas de software en un proceso como este se agradecen en casi todos los ámbitos.

Figura 31. Procesos por trabajo o *job shop*



Fuente: adaptado de Gartner (2017)

Hemos visto que, en función del tipo de proceso productivo, podemos tener unas necesidades u otras de soluciones digitales. Sin embargo, cada una de las empresas, en función de su estrategia, debe hacer variar estas necesidades. Veamos algunos ejemplos.

Si estamos en una industria de productos complejos con un sistema de trabajo tipo *job shop* y nuestra estrategia es ofrecer las máquinas personalizadas en función de los deseos del cliente, deberemos enfocarnos en sistemas de CAD/CAM/CAE con un potente PLM que esté conectado al ERP para que nos permita realizar toda la documentación de cada máquina de la forma más automática posible. Sin embargo, estando en la misma tipología de industria, si nuestro objetivo estratégico es la estandarización para conseguir volumen vía costos bajos, será prioritario enfocarse en sistemas PIM que permitan gestionar opciones estándar en la información que le damos al cliente de una forma automática. En el primer caso, la venta debe ser parecida a una ingeniería, donde se diseña el producto a su medida, mientras que, en el segundo caso, debemos tener un tipo de venta más parametrizada.

Es importante recordar que estamos hablando de la transformación digital como un proceso. No podemos aspirar a estar transformados en un chasquido. Por tanto, es muy importante que sepamos por dónde ir avanzando, y que esta decisión sea acorde con la estrategia de la empresa. Y no solo eso, sino que, a la hora de decidir el tipo de solución que adaptaremos, seamos conscientes de que vaya en línea con nuestra estrategia. En el ejemplo que veíamos, donde queríamos enfocarnos en productos diferentes para cada cliente, a la hora de decidir un sistema CAM para la realización de programas de control numérico, será más importante la rapidez en su elaboración y la facilidad de transmitir estos programas automáticamente al CNC que el programa de control numérico que nos haga esté muy optimizado. Es lógico pensar que, si es un programa que solo ejecutaremos una vez, no debemos gastar muchos recursos en su optimización. Sí que tendremos que enfocarnos en hacer muchos y, por tanto, la rapidez en su realización y transmisión nos ayudará más.

### **5.3. Definición del proceso de negocio (*workflow*, objetivos, KPI, metodologías *agile*...)**

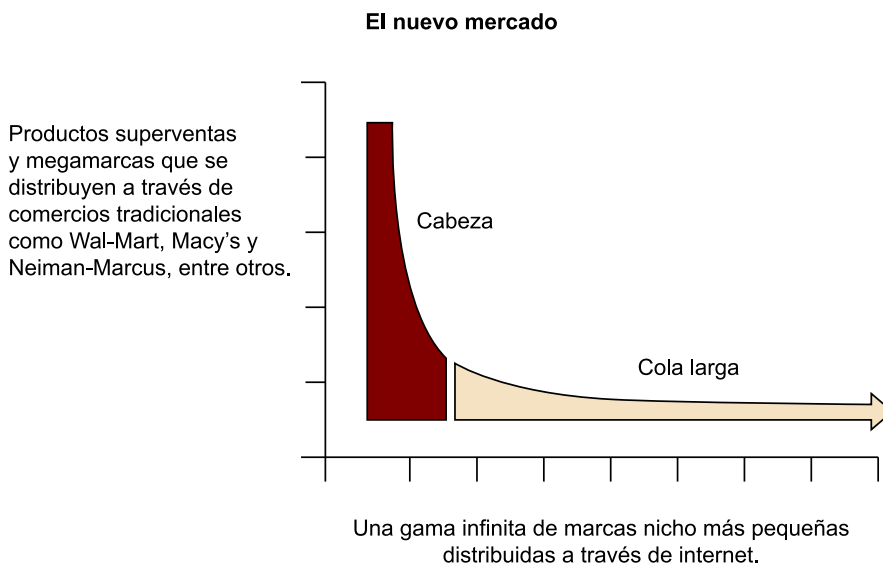
Hemos hablado de los procesos de negocio como una parte importante del conocimiento implícito de cualquier industria. Debemos encontrar la manera de que los flujos de trabajo queden no solo definidos, documentados y accesibles, sino también ágilmente modificados manteniendo las características anteriores. De nada nos sirve ser ágiles en modificar procedimientos si es sobre la base de que queden obsoletos los documentos que los describían. Muchos de estos documentos pueden estar directamente en los sistemas que usamos. Si definimos un *workflow* en un PLM o en la gestión documental, este debería servir para el sistema de calidad, donde deben estar documentados. Y no porque se vayan haciendo copias, sino por estar conectados y accediendo a la misma fuente.

Exactamente lo mismo ocurre con los objetivos y sus correspondientes mediciones vía KPI. Una vez definidos los indicadores y sus objetivos, debemos tener una manera de que se calculen y tenerlos accesibles de manera automática, de igual forma que la formación de *dashboard* adaptados a cada necesidad, conjuntando los KPI necesarios.

Ahora bien, toda la definición de *workflows*, poderlos tener de una forma que podamos cambiarlos fácilmente para poder tener una mejora continua eficaz, definir indicadores y cuadro de mandos, tiene que tener una meta clara, responder a una estrategia de transformación digital que vaya acorde con el tipo de industria en la que estamos y en la estrategia general de la empresa. ¡Y esto no es palabrería! Introduzcamos aquí el concepto de Agile Manufacturing, que nos ayudará para definir escenarios finales como objetivo.

Es difícil encontrar una definición clara de *agile manufacturing*; según diferentes autores, lo relacionan con la fabricación JIT y con la fabricación flexible (Avella y Vázquez, 2005). La fabricación ágil intenta producir a costes de la producción en masa saltándose las limitaciones de diseños, tiempos y cantidades que nos impone este tipo de industria. Definido así, vemos que es más un camino que una meta. Sin embargo, es la respuesta a las nuevas exigencias de mercado, en la que el consumidor ya no está dispuesto a pagar mucho más por tener un producto personalizado, único y al momento. Volvemos a referirnos a la teoría de la larga cola, *long tail* (Anderson, 2008).

Figura 32. El nuevo mercado



Fuente: Soto (2017)

Se sitúan en el eje de las abscisas los productos, y en el de las ordenadas, las ventas en unidades.

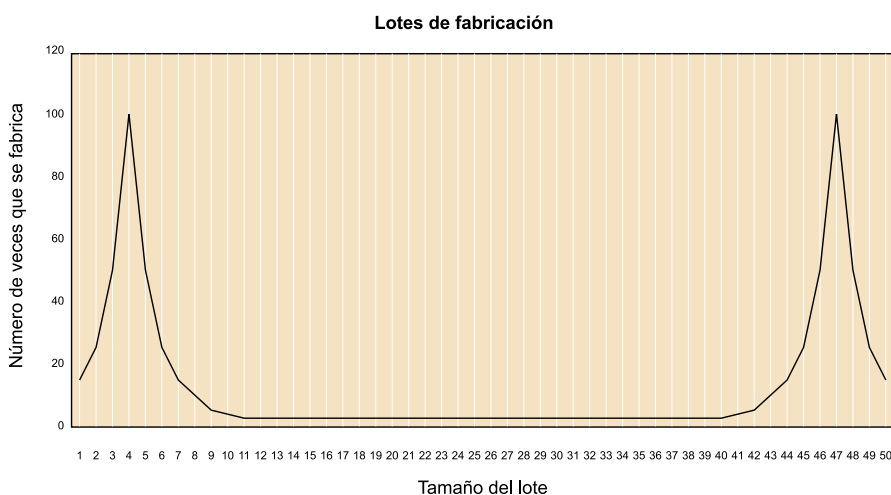
La idea es que cada vez se venden más productos con poca demanda y el negocio que produce el conjunto de productos con poca demanda (*tail*) es mayor que el conjunto de los *best sellers* (*top*). Claro que este es solo un aspecto

relacionado con las cantidades. Es decir, si consideramos que el precio que está dispuesto a pagar el consumidor por las producciones hechas en pequeñas cantidades es muy alto, la parte de la cola se desplaza muy a la derecha. Cuando conseguimos que los costes de las pequeñas producciones se acerquen a los de las grandes, por un pequeño diferencial, el consumidor preferirá su producto diferenciado, con lo que la cola se hace más larga. Aquí introducimos no solo las cantidades, sino también los costes. Solo queda el tiempo. Si, además, podemos disminuir los tiempos de entrega para los productos personalizados, acercándonos a la inmediatez de los productos en masa, estamos abordando el cambio que se está dando en el mercado. Lo hemos visto en la distribución, con Amazon, en las películas con Netflix y, a medida que avanza el *agile manufacturing*, lo iremos viendo en el resto de sectores.

Hay que tener en cuenta que esta es una tendencia que se realimenta. Es decir, que se desplace demanda de las grandes producciones a las producciones medias y cortas hace que la industria centrada en la producción en masa pierda sus ventajas de coste y, por tanto, a medida que baja la demanda, la oferta debe bajar, los costes aumentan, los precios deben subir y las diferencias de precio entre grandes y medianas producciones disminuyen, retroalimentando la tendencia. Así que, mi opinión es que es inevitable que toda la industria evolucione a este modelo en mayor o menor medida.

En algunos casos, en la industria gráfica de envases flexibles, he observado una tendencia a una distribución bimodal, manteniéndose una gran cantidad de tiradas largas y otra punta en las tiradas cortas, viéndose un valle en las tiradas medias. De manera que obliga a las industrias a especializarse o tener líneas de producción separadas.

Figura 33. Distribución bimodal en los lotes de fabricación

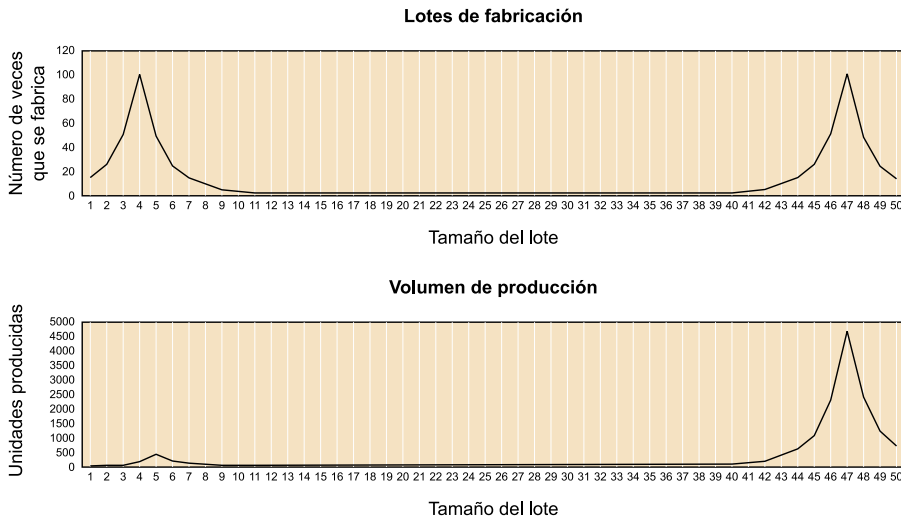


Fuente: elaboración propia

Hay que tener en cuenta, a la hora de considerar estas distribuciones en los lotes de fabricación, el efecto sobre las unidades fabricadas. En las siguientes gráficas vemos cómo varía la distribución de unidades y lotes de fabricación.

En el primer gráfico, y usando la misma distribución bimodal en los lotes de fabricación, vemos cómo la distribución en unidades es significativamente diferente.

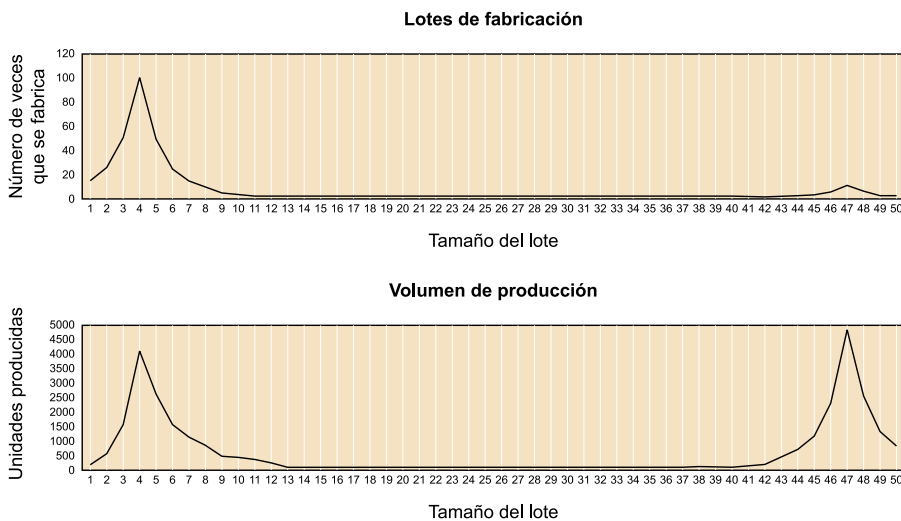
Figura 34. Efecto en el volumen de producción



Fuente: elaboración propia

En este segundo vemos un efecto diferente si la distribución se da en las unidades, llevando al límite el número de lotes de fabricación necesarios para conseguir el mismo volumen de fabricación.

Figura 35. Distribución bimodal en las unidades de producción



Fuente: elaboración propia

La producción ágil se nos presenta como una tendencia a seguir, a menos que estemos claramente situados en una producción masiva. Es importante tener claro esto porque puede ser una doble validación cuando nos marquemos los objetivos a través de indicadores. Si algún indicador nos va en contra de la fabricación ágil, démosle otra vuelta porque es posible que haya un error.



Como ejemplo de indicadores, hay uno que me ha gustado usar en diferentes industrias: el número de órdenes de fabricación abiertas. La primera vez que las contamos, salieron un montón. A la que le pusimos el ojo, en las primeras semanas bajaron de golpe. Muchas de ellas no estaban cerradas por problemas burocráticos. Esta primera limpieza ya fue buena en sí misma. Después, se empezaron a ver muchas que estaban lanzadas pero que no se podían empezar por falta de material, u otras que habían empezado a fabricarse pero que estaban paradas por falta de material en fases posteriores. También, había las que se habían quedado paradas porque ya no hacían falta (anulaciones de pedidos). Todas estas órdenes generaban trabajo burocrático a los encargados y debían ir priorizando, aumentando su gestión. Se hizo otra disminución de órdenes, dejando de lanzar todas aquellas que no estuviera asegurado que se pudieran terminar. Poco a poco, al disminuir el número de órdenes, bajo el inventario en planta, quedó la planta más ordenada, el almacén trabajaba más fluido, los encargados tenían menos problemas y avanzamos hacia una producción Lean. Por supuesto, salieron otros problemas que se tuvieron que gestionar, como que, al no lanzar las órdenes, no se reservaba el material para ellas, o que al no ser lanzadas nadie las perseguía. Se tuvieron que cambiar procesos para gestionar estas y otras dificultades que fueron apareciendo, pero al menos no se les «pasaba» el problema a los encargados.

Otros indicadores útiles son los del tiempo real desde el lanzamiento de una orden de fabricación hasta su cierre. Se puede ver orden a orden, haciendo una media o de cualquier forma que focalice a dar rapidez al proceso. Poner un ojo a las más largas, al tiempo que se usa la media, puede ser una buena combinación. Estos sí que van más directamente a medir si la fabricación es ágil.

#### **5.4. RRHH, talento necesario y barreras de implementación**

El apartado de recursos humanos, como hemos comentado en puntos anteriores, es uno de los que más afectan al éxito de una transformación digital. Podemos ver diferentes aspectos que afectan a este tipo de procesos.

Primero vemos que, en el lanzamiento, necesitamos crear un «estado de ánimo» favorable a la organización. El momento en que se inicia puede ayudar a que la corriente de pensamiento de la organización sea positiva a la implementación. Me refiero a la situación económica y de crecimiento de la empresa frente a una situación de recesión. Automatizar tareas cuando se está creciendo ayuda al crecimiento de la empresa, ya que se pueden realizar más tareas por las mismas personas, sin necesidad de sufrir el freno por la formación de nuevas incorporaciones. Mientras que, en épocas de decrecimiento, automatizar puede significar prescindir de personas. Lógicamente, la sensibilidad del personal y su estado de ánimo será diferente y puede facilitar u obstaculizar el proceso.

Otro aspecto es la necesidad de talento para realizar el proceso. Por una parte, necesitaremos incrementar el nivel de conocimiento general y, por otra, necesitaremos personal especializado para liderar y gestionar el proceso.

Es posible que podamos tenerlos en la compañía, como habíamos apuntado en apartados anteriores. En este caso, siempre es la mejor opción.

Finalmente, nos podemos encontrar con personas que se oponen a participar por diferentes razones. En la mayoría de casos, se produce por sentimientos de miedo al cambio. Es fundamental poder ayudarlos, y para ello necesitaremos tener la sabiduría para separar los que no saben, los que no pueden y los que no quieren. A los que no saben hay que formarlos. A los que no pueden hay que entrenarlos. Y a los que no quieren hay que hacerles cambiar de actitud. Lo importante es tenerlos localizados, para no iniciar procesos en los que estén involucrados y tener previstas estas actuaciones para cuando los necesitemos involucrar.

Hay barreras de implementación que pueden aparecer enmascaradas como barreras del personal. Es importante dedicar esfuerzos a analizarlas y comprenderlas bien. Soluciones que son poco amigables, que provocan más trabajo burocrático que los beneficios que dan, demasiado rígidas, etc. pueden provocar descontento en la implementación y las podemos confundir con opositores al cambio. Está bien recordar aquí que uno de los castigos peores que los dioses pusieron fue a Sísifo, y consistía en subir una piedra por la ladera de una montaña para que, antes de llegar a la cima, rodara hacia abajo. Y repitiendo la operación una y otra vez eternamente. Se considera que obligar a hacer tareas absurdas es lo más frustrante que puede tener un trabajador. Así que, si en ocasiones, por seguridad de implementación, se deben realizar tareas redundantes durante un tiempo, hay que asegurarse de que la persona que debe hacerlo entiende las razones y sabe que será por un tiempo limitado, además de asegurarnos de que así sea.

### **5.5. Relación con los sistemas de calidad, innovación, certificaciones**

Uno de los principios básicos de los sistemas de calidad, innovación, seguridad y salud, medio ambiente, etc. es que, ya que hacemos el esfuerzo en mantener actualizados estos sistemas, podamos darles visibilidad.

Figura 36. Ejemplo de certificaciones de una empresa



**GIRBAU**  
INNOVATIVE LAUNDRY SOLUTIONS

Buscar

Grupo Productos Sectores Posventa Laundry Tips Comunicación Crea valor Contacto y registro

Grupo > Certificados

Nuestra empresa  
>Girbau en el mundo  
Estrategia  
>Medio ambiente  
Certificados  
Ferias

## Calidad y seguridad certificada

Nuestra filosofía de obtención de certificaciones no es una carrera para ganar títulos. No es así como lo entiende Girbau, que tiene por único objetivo garantizar a sus clientes, a sus empleados, a sus proveedores y a su entorno que en la empresa las cosas se hacen bien.



### Certificaciones de empresa

Girbau posee diversas certificaciones que acreditan el cumplimiento por parte de la empresa de los criterios de calidad y de respeto al medio ambiente.

**Certificación ISO-9001**  
La certificación ISO-9001, obtenida en 1996, garantiza que los productos Girbau han sido diseñados y construidos de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos en el manual de calidad, que aseguran la repetibilidad de los procesos en todos los productos.

**Certificación ISO-9001**  
Siguiendo la política de calidad de Girbau, la sociedad Girbau Robotics, miembro del grupo, obtuvo a finales de 2004 la certificación ISO-9001. De esta forma, el centro de Girbau dedicado a la fabricación de equipamiento para la automatización de procesos también garantiza la repetibilidad de los procedimientos.

**Certificación ISO-14001**  
La certificación ISO-14001, obtenida en el año

**Certificación EMAS de Gestión Ambiental**

**CERTIFICADO** →

**CERTIFICADO** →

Fuente: <https://www.girbau.es/equipamiento-lavanderia/certificaciones>

Esto pasa por estar certificados por terceras partes independientes. Y los procesos de certificación buscan evidencias de que lo que se les explica sea realmente cierto. Por mucho tiempo, estas evidencias fueron papeles firmados. Así que cualquier certificación acababa inundando la organización de papeles. Además, para asegurar que se pasaban las certificaciones y que no teníamos al personal de línea rellenando papeles, en bastantes empresas se crearon departamentos de «gestión» de la calidad, «gestión» de la innovación, etc. encargados de mantener el sistema al día. La realidad es que, en muchas organizaciones, se crean sistemas divergentes. El real y el de la certificación.

En algunos casos, esta divergencia producía que el mismo trabajo se realizara de forma diferente para diferentes fines. Como ejemplo, en tema de innovación, un proyecto de innovación se documentaba, para la certificación UNE 16600, para la subvención pedida a organismos públicos, para la justificación fiscal y para la propia gestión.

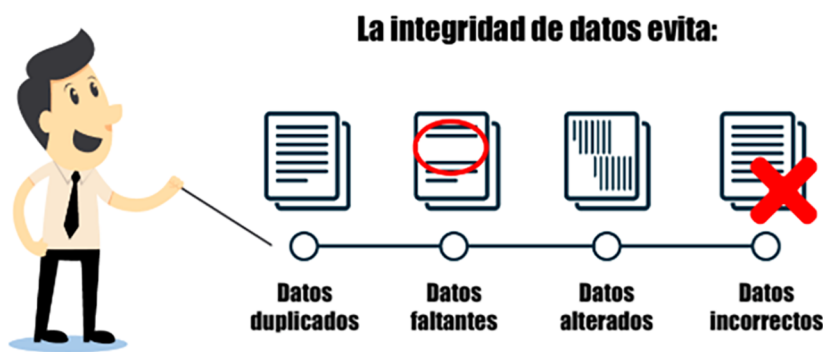
Con el paso del tiempo, y gracias a la gran labor de los responsables de estos departamentos, han conseguido hacer converger la realidad con los sistemas. La digitalización ha ayudado mucho en hacer más amigable la tarea del papeleo, lo cual ha acercado al personal de línea a los sistemas. El paso a que, vía

softwares con gestión de procesos, se puedan automatizar y eliminar la burocracia al tiempo que se mantienen las evidencias, ya se está empezando a dar desde hace algún tiempo.

### 5.6. Integración de aplicaciones (ERP, MES, PLM...)

Hemos hablado mucho sobre el mapa de aplicaciones y algunas aplicaciones en particular. Sin embargo, una de las mayores complicaciones es cómo se conectan estas aplicaciones entre ellas. No solo es sumamente costoso, sino que se debe tener en cuenta la integridad de los datos. La integridad de los datos se refiere a su exactitud y fiabilidad. Los datos deben estar completos, sin variaciones del original, que es el confiable y exacto (Tecnologías-Información, s. f.).

Figura 37. La integridad de datos



Fuente: <https://www.tecnologias-informacion.com/integridaddatos.html>

A la hora de hacer integraciones, debemos ser muy cuidadosos en cuidar estos aspectos; tenemos que definir muy bien quién tiene el dato original y hacia dónde se envía. El siguiente paso es asegurar:

- que la aplicación que tiene los datos originales, en caso de modificación o eliminación, comunique al resto de aplicaciones estos cambios;
- que la aplicación que necesita estos datos no permita modificarlos. Y en el caso de que los modifique, que también lo haga en el original y al mismo tiempo.

Es importante ser conscientes que esta responsabilidad es nuestra, ya que cada aplicación se ocupa de la integridad de sus datos, pero ya no se siente responsable, una vez que se han traspasado.

Un buen ejemplo de integración es entre el sistema de CAD, donde se diseñan los artículos, el PLM, que complementa la información con la estructura de producto, y el ERP, que necesita esta información. En general, los ERP tienen su «maestro de artículos» donde se generan los códigos y toda la información que después necesita. Sin embargo, si estos artículos se diseñan en CAD, en

el sistema de CAD ya tienen un código, que después plasman en un plano. Yo había llegado a ver una libreta donde se mantenía una correspondencia de códigos de plano y códigos de artículo en el ERP. El responsable de la libreta, en la oficina técnica, respondiendo por teléfono al que necesitara saber el número de plano de un código, el código de un número de plano y repartir códigos y/o números de plano al que lo necesitara.

## 6. Digitalización hasta el cliente

### 6.1. Creación de valor a través de la TD

La transformación digital de la empresa puede ir dirigida a mejorar procesos internos, ya sean para solventar problemáticas ya existentes o para abordar oportunidades de realizar nuevos procesos que no se estaban realizando. Por supuesto, con esto se crea valor. Sin embargo, hay otras maneras de crear valor a través de la transformación digital en las relaciones con el cliente. El marketing digital nos permite llegar más y mejor al cliente para ofrecer soluciones o servicios que, de otra manera, no le llegarían. Es decir, podemos incrementar las ventas a través de transformar algunas de las funciones de nuestro personal comercial.

En ámbitos no industriales, donde los procesos internos pueden ser más simples, la transformación digital se enfoca más hacia el exterior, en cómo establecer relaciones con los clientes a través de internet, páginas web, aplicaciones, etc. Esto sucede de manera muy extrema en negocios B2C.

En la industria, donde principalmente se trabaja B2B, esta parte está, en general, pendiente de desarrollar. Ha sido más habitual empezar con los proveedores o con portales de empleados que con la parte del cliente, sobre la base, muchas veces, de la simple oferta de información o petición de contactos.

Incrementar la facturación a través de ofrecer bienes o servicios que, de forma tradicional, no se venderían es el reto que tenemos en la industria. También, entra en este apartado el concepto de «servitización», tan de moda cuando se habla de Industria 4.0, consistente en convertir la venta de un equipo en un servicio pagado en función de su uso. En el sector aeronáutico, tenemos uno de los ejemplos más conocidos, el de los motores Rolls Royce (Laboratorio Ecoinnovación, 2014). Como estrategia de innovación, dejó de vender motores para empezar a vender horas de vuelo, lo que supuso un cambio radical del modelo de negocio. Con todo, no es una idea feliz que surge un día. Hay que estar muy preparado técnicamente para hacer este cambio, ya que se asume parte del riesgo del cliente, para que este se pueda concentrar en su *core business*.

Sin llegar al extremo de la servitización, para buscar los productos o servicios que se pueden vender usando las nuevas tecnologías, uno de los análisis a realizar es el costo/beneficio que supone ofrecer estos productos o servicios por nuestra fuerza de ventas. Podemos hacer un símil con la teoría de la cola larga. Haciendo una simplificación, lo que nos pasa con los artículos de poca tirada es que no sale a cuenta fabricarlos por la pequeña cantidad que se vende.

Aquí el símil sería ver qué productos/servicios son muy laboriosos de vender y no se trabajan desde la fuerza comercial. Intentar automatizar estas ventas a través de digitalizarla y que el mismo cliente pueda «autoservirse» puede ser una clave para desarrollar estos servicios. Como ejemplo, se podría ofrecer la búsqueda de artículos fuera de catálogo o de lento movimiento, con lo que se puede favorecer la disminución de inventario con peligro de obsolescencia, al tiempo que se producen ventas.

Otro caso es aquel que requiere procesar gran cantidad de datos antes de poder hacer una propuesta o recomendación. Una de las vías para viabilizar esta opción, sobre todo cuando se trata de ventas unitarias muy pequeñas o de porcentaje de éxito bajos, es automatizar esta captura de datos. Podemos hacer que sea el mismo cliente el que los aporta, a través de nuestra web, o tener desarrollado un enlace que enviamos por correo electrónico de forma masiva. Con los datos recogidos podemos procesarlos, hacer simulaciones y generar una solución que podemos ofrecer, enviándola automáticamente o generando una visita de la fuerza comercial. Esto puede ser muy simple, pero también tan complejo que tengamos que usar *big data* e inteligencia artificial.

Es importante ver que el paso a digital no tiene por qué ser completo, y que podemos entrar y salir en función de nuestra conveniencia. Me explico. Se puede iniciar un proceso de venta en el mundo digital, que en un determinado momento pasa al tradicional y de aquí vuelve al digital para completarse. A veces nos quedamos bloqueados, buscando una solución «superautomática» que no podemos realizar y el proyecto se queda parado. A veces, hay que recordar la Falacia del Nirvana que formuló Voltaire: «Lo mejor es enemigo de lo bueno».

## 6.2. Mejorar la experiencia del cliente

Uno de los factores a tener en cuenta, a la hora de avanzar en la transformación digital enfocada al cliente, es la experiencia que «vive» durante la relación digital que tiene con nosotros. Esto es especialmente importante en la industria, donde el cliente es una organización y puede tener un peso importante en nuestra cifra de negocios.

Como usuarios, todos hemos pasado por alguna mala experiencia interactuando con una página web o una aplicación que no solo no es amigable, sino que parece que va en contra de nosotros. Esto es algo que, en el mundo industrial, simplemente no nos podemos permitir. Sabemos lo difícil que es automatizar una parte de la relación con el cliente, pero no se deben escatimar esfuerzos en la elaboración e implementación de las herramientas que usaremos para que la interrelación con el cliente sea agradable. Tenemos que ser muy conscientes de que, en la otra parte, tendremos profesionales y que merecen ser tratados como tal.

Existen muy buenas experiencias de multinacionales que abren sus catálogos a los técnicos de la empresa cliente para que puedan conectarse y obtener todas las características, tener acceso a programas de simulación para facilitar la elección del producto e incluso descargar los diseños en tres dimensiones para que puedan incorporarlos en sus propios diseños. Personal de mantenimiento o los diseñadores obtienen unas grandes ventajas de trabajar en línea con los suministradores y, aunque en algunos casos, no son ellos los decisores finales, la experiencia digital que han tenido los predispone positivamente para esta marca.

Hay otros casos de éxito en que el seguimiento de los pedidos en curso se realiza en línea. Estos casos, que son realmente simples de implementar de modo logístico, y un poco más complicados en lo que atañe al seguimiento del proceso de fabricación, pueden dar mucho valor añadido a clientes en procesos de producción complejos.

En este tipo de procesos, se puede incurrir en el error de pensar en procesos independientes de la fuerza comercial. Al contrario, es importante que estén involucrados en el proceso, hasta el punto de que sean ellos los que realicen la introducción del servicio, ayudando a implementarlo en los clientes piloto que se elijan y recogiendo el *feedback* para asegurar que es lo suficiente amigable como para que sea apreciado por el cliente.



## 7. TD como foco de la innovación

### 7.1. Retorno de la inversión y financiación

Hemos defendido que la transformación digital debería ser considerada como una línea de innovación para la industria. Hemos aclarado que es diferente de la innovación en producto, pero que, aplicada a los procesos, no solo debe ser considerada como una forma de mejora continua, que también, sino que puede producir nuevas formas de trabajar que no se pueden realizar de la forma tradicional.

En algunos casos, puede llegar a producirse una innovación disruptiva, por el hecho de aplicar las nuevas tecnologías de inteligencia artificial, *big data*, etcétera, a los procesos fabriles.

Me explicaron un caso que me pareció gracioso en que el sistema debía informar a los operarios sobre si el producto estaba en el rango adecuado o no. La manera más eficiente de informar a los operarios que se encontró fue mediante un sonido. Así no debían estar pendientes de una pantalla para comprobar la situación. ¡Se estableció un sonido positivo como unos aplausos y uno negativo con un «buuu»!

En muchos casos, aplicar estas innovaciones requiere inversión, y esta debe estar justificada. La falta de conocimientos financieros por parte de los técnicos en transformación digital y la falta de conocimientos técnicos por parte de los financieros pueden provocar una falta de justificación que aborta el proyecto antes de empezarlo.

No pretendo aquí explicar la manera de justificar una inversión, pero sí que queden claros los conceptos para, al menos, poder servir como interlocutores entre ambas partes.

Llamamos inversión a aquellos recursos que se necesitan dedicar en el presente (ejercicio actual) para que en el futuro (ejercicios siguientes) se generen unos beneficios. Una inversión, por tanto, debe tratarse contablemente de una forma diferente a un gasto.

En general, sabemos si el negocio funciona si lo que ingresamos es mayor de lo que gastamos. Pero debemos tener claro que debe corresponder al mismo periodo de tiempo. Debe haber una correlación temporal entre los ingresos y los gastos. Si no, los resultados que vemos son engañosos. Son muchos aspectos que nos hacen variar la manera de considerar los ingresos y los gastos en función del periodo al que se atribuyen. Una es el stock. Si compramos este mes lo

que vendemos el siguiente y no tenemos en cuenta el stock, este mes habremos perdido y el próximo habremos ganado. Por esto hacemos jugar el stock en las cuentas de resultados. En el caso de cambios de ejercicio, típicamente a final de año, esto es especialmente importante, porque coincide con el cierre de ejercicio, donde se deben presentar cuentas a los accionistas, a hacienda, a terceros (como bancos), etc. Así que, en el caso del stock, el inventario de final de año es sumamente importante.

En el caso de las inversiones, tenemos uno o varios cambios de ejercicios por definición, entre el gasto y el ingreso. Esto implica que los «gastos» de este ejercicio producirán beneficios en los siguientes. Contablemente, se intenta corregir esta desviación activando los «gastos» (se ponen en el balance como activo y se quitan de la cuenta de resultados como gasto) cuando se producen. Se amortizan en los ejercicios siguientes donde también se producirá el beneficio (se «quita» del activo una parte y se lleva a la cuenta de resultados como gasto).

Las ideas básicas que debemos tener es que hemos de hacer una lista exhaustiva de todos los costos que supondrá la inversión y el periodo en el que se necesitará realizarlos. Al mismo tiempo, tendremos que ver todos los beneficios que obtendremos y en el periodo que se obtendrán. Con estos datos, cualquier financiero nos podrá calcular el retorno de la inversión.

Pero vayamos un poco más allá en los datos a calcular. Primero, hemos de entender que el responsable de estos datos somos nosotros. Si no tenemos suficientes beneficios como para superar los gastos, está claro que no vale la pena ni presentar el proyecto. Si hay más beneficios que gastos, el proyecto entrará en competición con todos los proyectos que se presenten. Lógicamente, se aprobarán aquellos donde esta diferencia sea mayor.

Por otra parte, hay que entender que los beneficios y los gastos deben ser diferenciales. Es decir, hay que asignar la diferencia ente los gastos que tendríamos sin el proyecto y con el proyecto. Lo mismo para los ingresos. Hay que tener muy en cuenta los ahorros que se producen, para contarlos como ingresos o gastos negativos.

Así, el retorno de la inversión suele medirse en tiempo, los años necesarios para recuperar los recursos invertidos. Inversiones con retorno de menos de dos años son extremadamente rentables. Sin embargo, para realizar una inversión, no basta con que la operación sea rentable; debemos tener los recursos disponibles para invertir. Si no se dispone de ellos, podemos recurrir a financiarlos.

La manera más típica de financiar las inversiones es a través de créditos bancarios. Las inversiones en inversiones materiales, que se pueden ver, tocar, como naves industriales, máquinas, etc. son fáciles de financiar en el sistema bancario. Las inversiones inmateriales, y específicamente las soluciones innovadoras, como pueden ser las necesarias para la transformación digital, son

más difíciles de que sean financiadas de forma tradicional. Para ello, la ayuda de organismos oficiales como CDTI, dependiente del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, puede ser muy útil. En la mayoría de casos, además de ayudar a buscar la financiación, pueden ayudar con subvenciones, con lo que se mejora el retorno de inversión.

También, las comunidades autónomas pueden tener organismos que ayuden a financiar proyectos de innovación.

A pesar de esto, no hay que confundir la financiación de un proyecto con las subvenciones que se puedan obtener.



## Bibliografía

**Albarracín Iranzo, S.** (s. f.). «Conocimiento explícito vs Conocimiento tácito». Ainia Centro Tecnológico. <<https://www.ainia.es/insights/conocimiento-explitico-vs-conocimiento-tacito/>>

**Anderson, C.** (2008). *The long tail: Why the future of business is selling less of more*. Nueva York: Hyperion.

**Aranda Ogayar, M.** (2004). «Estrategias Genéricas Competitivas» [en línea]. 5campus.com, Dirección Estratégica. [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2018]. <<http://www.5campus.com/leccion/egc>>

**Avella Camarero, L.; Vázquez Bustelo, D.** (2005). «¿Es la fabricación ágil un nuevo modelo de producción?». *Universia Business Review* (núm. 6). <<https://ubr.universia.net/article/view/532/-es-fabricacion-agil-modelo-produccion->>

**Cook, Rick** (s. f.). «Tres razones por las que el CRM fracasa». Busco CRM. <<http://www.buscocrm.com/crm-failures.php>>

**Cuadrado Salido, D.** (2010, marzo). «Las cinco etapas del cambio» [en línea]. *Capital Humano* (núm. 241, pág. 54). [Fecha de consulta: 13 de agosto de 2018]. <[https://factorhuma.org/attachments\\_secure/article/420/c303\\_cincoetapas.pdf](https://factorhuma.org/attachments_secure/article/420/c303_cincoetapas.pdf)>

**El Economista.es** (2017, 23 de marzo). «¿Por qué los granjeros de EEUU hackean con software ucraniano sus tractores?». *El Economista*. <<http://www.economista.es/empresas-finanzas/noticias/8240075/03/17/Los-granjeros-de-EEUU-hackean-con-software-ucraniano-sus-tractores-John-Deere-para-liberar-su-mantenimiento.html>>

**Enginyers Industrials de Catalunya** (2016, 11 de junio). «Fòrum Indústria 4.0: tendències i novetats». <<http://www.eic.cat/noticies/forum-industria-40-tendencias-novetats>>

**Evaluando ERP.com** (2018, 18 de abril). «Implementaciones fallidas de ERP: 9 casos de fracasos y decepciones». <<http://www.evaluandoerp.com/implementaciones-fallidas-erp-9-casos-fracasos-decepciones/>>

**GEO Tutoriales** (2015, 9 de enero). «Características de un Proceso Productivo Job Shop (Producción Tipo Taller)». Gestión de Operaciones. <<https://www.gestiondeoperaciones.net/procesos/caracteristicas-de-un-proceso-productivo-job-shop-produccion-tipo-taller/>>

**Goldratt, E.; Cox, J.** (2004). *The goal: A process of ongoing improvement*. Great Barrington, MA: North River Press.

**Gómez, C.** (s. f.). «Los influencers internos, una herramienta clave de CI para contagiar energía». Estudio de comunicación. <<https://www.estudiodecomunicacion.com/los-influencers-internos-una-herramienta-clave-de-ci-para-contagiar-energia/>>

**Huerta Arribas, E.; Salas Fumás, V.** (2017, octubre). «Tamaño y productividad de la empresa española. El recurso olvidado de la calidad de la dirección» [en línea]. *Policy Brief* (núm. 12). Europeg.com. [Fecha de consulta: 30 de agosto de 2018]. <[http://www.europeg.com/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=85%3A2017-11-29-12-10-32&id=1%3Apolicy-brief&lang=ca](http://www.europeg.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=85%3A2017-11-29-12-10-32&id=1%3Apolicy-brief&lang=ca)>

**Informática Hoy** (s. f.). «Los motivos del fracaso de un sistema CRM». <<https://www.informatica-hoy.com.ar/software-crm/Los-motivos-del-fracaso-de-un-sistema-CRM.php>>

**Laboratorio Ecoinnovación** (2014, 6 de octubre). *Caso práctico Rolls-Royce*. <<http://www.laboratorioecoinnovacion.com/download/101>>

**Leño, L.** (2017, 19 de octubre). «CAD vs CAE vs CAM: ¿Cuáles son las diferencias?». Blog de Ingeniería Eléctrica Moderna. E3 Series. <<https://www.e3seriescenter.com/blog-de-ingenieria-electrica-moderna/cad-vs-cae-vs-cam-diferencias>>

**Lema Pérez, D.** (2016, 3 de julio). «El caos de Vueling, un día más con nuevos vuelos cancelados y retrasos». *El Mundo*. <<http://www.elmundo.es/cataluna/2016/07/03/57781117e2704e1c1d8b456d.html>>

**Martín, C.** (2018, 5 de julio). «Ryanair, el negocio del maltrato: ahora a tripulantes de cabina, que harán huelga el 25 y el 26 de julio». *Hispani-*

*dad*. <[https://www.hispanidad.com/confidencial/ryanair-lel-negocio-del-maltrato-ahora-atrifulantes-de-cabina-que-haran-huelga-el-25-y-el-26-de-julio\\_12002546\\_102.html](https://www.hispanidad.com/confidencial/ryanair-lel-negocio-del-maltrato-ahora-atrifulantes-de-cabina-que-haran-huelga-el-25-y-el-26-de-julio_12002546_102.html)>

**Martín, J.** (2009, 5 de marzo). «Google SA, agencia de publicidad». *El País*. <[https://elpais.com/diario/2009/03/05/ciberpais/1236223465\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2009/03/05/ciberpais/1236223465_850215.html)>

**Mazo, E. S.; Galera, C.** (2018, 8 de enero). «Apple, Google y Microsoft amplían su liderazgo mundial por valor en Bolsa». *Expansión*. <<http://www.expansion.com/empresas/2018/01/08/5a538a94e5fdea82218b4655.html>>

**Miró, F.** (2018, 5 de abril). «2001: Una odisea en el espacio», así nació la película que cambió la historia de la ciencia ficción». *El Diario.es*. <[https://www.eldiario.es/cultura/cine/2001-odisea-espacio-pelicula-kubrick-ciencia-ficcion\\_0\\_757325313.html](https://www.eldiario.es/cultura/cine/2001-odisea-espacio-pelicula-kubrick-ciencia-ficcion_0_757325313.html)>

**Núñez Zorrilla, C.** (2017). *Industria 4.0: Digitalización*. Publicado independientemente.

**OBS Business School** (s. f.). «¿Qué características tiene un proceso industrial?». OBS. <<https://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/proyectos-de-ingenieria/que-caracteristicas-tiene-un-proceso-industrial>>

**Okdiario** (2018, 31 de julio). «Huelga Taxis: El caos de España por los taxistas es recogido por la prensa internacional en temporada alta para el turismo». *Okdiario*. <<https://okdiario.com/economia/2018/07/31/caos-espana-taxistas-recogido-prensa-internacional-temporada-alta-turismo-2818439>>

**Panorama Consulting Solutions** (2018). *Panorama's 2017 Top 10 ERP System Rankings Report* [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2018]. Top 10 ERP Systems Report.

**Porcel, M.** (2017, 26 de abril). «Los robots llegan a Amazon (y crean 800 empleos)». *Huffpost*. [Fecha de consulta: 18 de agosto de 2018]. <[https://www.huffingtonpost.es/2017/04/26/los-robots-llegan-a-amazon-su-nueva-tecnologia-creara-800-emple\\_a\\_22056310/](https://www.huffingtonpost.es/2017/04/26/los-robots-llegan-a-amazon-su-nueva-tecnologia-creara-800-emple_a_22056310/)>

**Portafolio** (2017, 12 de junio). «Tesla ya supera en valor de mercado a GM y Ford». <<http://www.portafolio.co/negocios/empresas/tesla-ya-supera-en-valor-de-mercado-a-gm-y-ford-506753>>

**Porter, M. E.** (1980). *Competitive Strategy*. Nueva York: Free Press.

**Prieto Arellano, F.** (2018, 1 de abril). «“2001: Una odisea del espacio”, 50 años del estreno de una epopeya metafísica». *La Vanguardia*. <<https://www.lavanguardia.com/vida/20180401/442100338125/2001-una-odisea-del-espacio-50-anos-del-estreno-de-una-epopeya-metafisica.html>>

**Robledo, P.** (2017, diciembre). «Diferencias entre Procesos, Procedimientos e Instrucciones de Trabajo». Albatian Innovation Consulting. <<https://albatian.com/es/blog/diferencias-entre-procesos-procedimientos-e-instrucciones-de-trabajo/>>

**Sampedro, R.** (2018, 14 de mayo). «BBVA cierra 800 oficinas en España en dos años y deja su red en mínimos». *Expansión*. <<http://www.expansion.com/empresas/banca/2018/05/14/5af9398be2704e22618b45ed.html>>

**Sarmadi, D.** (2014, 22 de octubre). «Merkel calls for “industry 4.0” at German IT Summit». Euractiv. <<https://www.euractiv.com/section/digital/news/merkel-calls-for-industry-4-0-at-german-it-summit/>>

**Segurado, N.** (2014, 20 de octubre). «El diccionario de Podemos: Los conceptos fetiche del partido, desde la “casta” a los “círculos”». *20 Minutos*. <<https://www.20minutos.es/noticia/2271717/0/podemos/conceptos-fetiche-casta/asamblea-partido/>>

**Soto Lull, B.** (2016-2017). *Análisis comparativo de las herramientas software para gestión de proyectos* [en línea]. Trabajo fin de máster presentado en la Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Máster en Dirección y Gestión de Proyectos. [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2018]. <[https://riUNET.upv.es/bitstream/handle/10251/90695/35596893T\\_TFM\\_15010099779996423370487153300304.pdf?sequence=2](https://riUNET.upv.es/bitstream/handle/10251/90695/35596893T_TFM_15010099779996423370487153300304.pdf?sequence=2)>

**Soto, M. G.** (2017, 23 de diciembre). «The Long Tail Theory y las redes sociales: ¿El fin de las grandes audiencias?». Medium. <<https://medium.com/@marvin.soto/the-long-tail-theory-y-las-redes-sociales-el-fin-de-las-grandes-audiencias-ee6ea64b8eaa>>

**Soto Molina, C. A.** (2012, 10 de marzo). «MRP I y MRP II». Blog. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. <<http://cadenadesuministroscsotomolina.blogspot.com/2012/03/mrp-i-y-mrp-ii.html>>

**Such, M.** (2017, 5 de septiembre). «Sí, el Efecto 2000 fue un peligro real y estuvo a punto de acabar con nuestra civilización». *Magnet*. <<https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/si-el-efecto-2000-fue-un-peligro-real-y-estuvo-a-punto-de-acabar-con-nuestra-civilizacion>>

**Tecnologías-Información** (s. f.). «Integridad de Datos». <<https://www.tecnologias-informacion.com/integridaddatos.html>>

**VDI Nachrichten** (2011, 1 de abril). «Industrie 4.0. Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industrielle revolution». [Fecha de consulta: 9 de agosto de 2018]. <[http://www.wolfgang-wahlster.de/wordpress/wp-content/uploads/Industrie\\_4\\_0\\_Mit\\_dem\\_Internet\\_der\\_Dinge\\_auf\\_dem\\_Weg\\_zur\\_vierten\\_industriellen\\_Revolution\\_2.pdf](http://www.wolfgang-wahlster.de/wordpress/wp-content/uploads/Industrie_4_0_Mit_dem_Internet_der_Dinge_auf_dem_Weg_zur_vierten_industriellen_Revolution_2.pdf)>

**Wahlster, Wolfgang** (2016, 11 de abril). «Industrie 4.0: Cyber-Physical Production Systems for Mass Customization» [en línea]. DFKI. *German-Czech Workshop on Industrie 4.0*. [Fecha de consulta: 9 de agosto de 2018]. <[http://www.dfki.de/wwdata/German-Czech\\_Workshop\\_on\\_Industrie\\_4.0\\_Prague\\_11\\_04\\_16/Industrie\\_4\\_0\\_Cyber-Physical\\_Production\\_Systems\\_for\\_Mass\\_Customizations.pdf](http://www.dfki.de/wwdata/German-Czech_Workshop_on_Industrie_4.0_Prague_11_04_16/Industrie_4_0_Cyber-Physical_Production_Systems_for_Mass_Customizations.pdf)>

### **Páginas web**

Advanced Factories: <https://www.advancedfactories.com/>

Bost: <http://www.bost.es/es/>

Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial: <https://www.cdti.es/>

Damart España: <https://damart.es/>

Film Affinity: <https://www.filmaffinity.com/es/>

Gartner: <https://www.gartner.com/en>

Girbau: <https://www.girbau.es/equipamiento-lavanderia/certificaciones>

Gladtolink: <https://www.gladtolink.com/>

Inditex: <https://es.wikipedia.org/wiki/Inditex>

Integral Innovation Experts: <https://integralplm.com/>

Library of Congress: <https://www.loc.gov/resource/ppmsca.29087/>

Lucidchart: <https://www.lucidchart.com/pages/es/ejemplo-de-proceso-de-flujo-continuo>

Plays-in-business: <http://www.plays-in-business.com/design-thinking-techniques/>

Rotring: <https://www.rotring.com/es/>

### **Entradas de Wikipedia:**

Análisis DAFO: [https://es.wikipedia.org/wiki/Análisis\\_DAFO](https://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_DAFO)

Falacia del Nirvana: [https://es.wikipedia.org/wiki/Falacia\\_del\\_Nirvana](https://es.wikipedia.org/wiki/Falacia_del_Nirvana)

Gestión del conocimiento:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Gestión\\_del\\_conocimiento](https://es.wikipedia.org/wiki/Gestión_del_conocimiento)

Google: <https://es.wikipedia.org/wiki/Google>

Google News: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Google\\_News](https://ca.wikipedia.org/wiki/Google_News)

Henry Ford: [https://en.wikiquote.org/wiki/Henry\\_Ford](https://en.wikiquote.org/wiki/Henry_Ford)

Heráclito: <https://es.wikipedia.org/wiki/Heráclito>

Historia de la computación: [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Historia\\_de\\_la\\_computación](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Historia_de_la_computación)

Lotus 1-2-3: [https://es.wikipedia.org/wiki/Lotus\\_1-2-3](https://es.wikipedia.org/wiki/Lotus_1-2-3)

SAP Business One: [https://en.wikipedia.org/wiki/SAP\\_Business\\_One](https://en.wikipedia.org/wiki/SAP_Business_One)

Sísifo: <https://es.wikipedia.org/wiki/Sísifo>

Tetris: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tetris>

Transformación digital: [https://es.wikipedia.org/wiki/Transformación\\_digital](https://es.wikipedia.org/wiki/Transformación_digital)

WordPerfect: <https://es.wikipedia.org/wiki/WordPerfect>

WordStar: <https://es.wikipedia.org/wiki/WordStar>

Workflow: <https://en.wikipedia.org/wiki/Workflow>