



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

## La industria 4.0 y la industria alimentaria

*Araceli Rendón Trejo<sup>1</sup>*

*Andrés Morales Alquicira\**

*Irene Juana Guillén Mondragón<sup>2</sup>*

### Resumen

Los avances tecnológicos de la Cuarta Revolución Industrial son incorporados por empresas en los países desarrollados. En ellos se han implementado programas de apoyo para la adopción de estas nuevas tecnologías. Hay acciones similares en países en desarrollo.

La industria de alimentos y bebidas se integra paulatinamente a estas tendencias. Resultados de la investigación: mediante el uso de estas tecnologías las empresas mejoran su calidad, disminuyen tiempo de elaboración y de entrega a clientes, personalización de productos. Además, la disposición de la información de manera inmediata a la que puede acceder el consumidor y el productor, se convierte en ventaja para las empresas y para los consumidores. La información emitida por estos últimos junto con la generada y recabado en el proceso de producción se convierte en material valioso que permite la disminución de costos por un lado y por otro, atender mejor a los cambios de la demanda.

**Palabras clave:** Industria 4.0, cuarta revolución industrial, industria de alimentos y bebidas.

### Abstract

Technological advances from the industry 4.0 are being incorporated in enterprises in developed countries. They have implemented programs aimed to the adoption of these new technologies. Similar actions are carried out in developing countries.

The food and beverage industry gradually integrates these trends. Among the results of this research is that through the use of these technologies they can improve their quality, reduce processing time and delivery to customers, as well as customize the products. In addition, the provision of the information immediately accessible to the consumer, becomes an advantage for companies. The information that they emit, likewise, becomes valuable material for companies, information, data that is integrated to what was collected throughout the production chain, with them there is a decrease in costs on the one hand and on the other, they can better serve to demand, adapt to the sudden changes of customers.

**Key Words:** Industry 4.0, fourth industrial revolution, food and beverage industry.

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco, México.

<sup>2</sup> Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, México.

## **Introducción**

Los avances tecnológicos se han ido incorporando a cada vez más actividades económicas en el mundo. Concretamente la industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial ha sido adoptada en varias industrias como la minera, la energética o la automotriz; se plantea que hay más de 80% en automatización y digitalización de procesos en esas industrias (Treta Pak, 2018). En un entorno en el cual la competencia es cada vez más fuerte, la competitividad es fundamental, el ciclo de vida de los productos es cada vez más corto.

En la industria alimentaria se observan muchos cambios en distintos aspectos: en los patrones de consumo, en los gustos y las preferencias, las exigencias en cuanto a calidad y sanidad, precio, entre otros aspectos. Por ello es muy importante que las empresas estén al tanto de los avances tecnológicos que les posibilite ser flexibles y dar rápida respuesta a las necesidades y preferencias del consumidor y a los cambios en los patrones de consumo para poder permanecer y crecer en el mercado.

En la industria de alimentos procesados hay una gran oportunidad, pues su inmersión en estas tecnologías es todavía incipiente. De acuerdo con la agencia de información agroalimentaria Efeagro, esto se debe a que no hay todavía claridad en la totalidad del sector sobre que ruta seguir, así como desconocimiento de las tecnologías y cómo puede favorecerles o perjudicarles en caso de no adoptarlas. En esta industria la rápida respuesta a la demanda permitirá un buen posicionamiento y crecimiento.

Lo que sí es claro es que esta industria seguirá en su tendencia de crecimiento. En 2020 habrá 3 mil millones de nuevos consumidores que generarán 8 billones de dólares más para la industria de bienes de consumo envasados (Siemens, 2018). Este contexto impone retos para las empresas fabricantes del sector, algunas están empezando a adoptar y estandarizar la digitalización para integrarla en una estrategia de industria 4.0.

El objetivo de este trabajo es conocer cuáles son las acciones que está llevando la industria alimentaria y de bebidas en un entorno de cambios tecnológicos disruptivos de la Cuarta revolución, industrial, cuáles son los efectos en ella, sus ventajas.

La estructura del trabajo es la siguiente: en principio un esbozo de lo qué es la Cuarta Revolución industrial, en seguida se aborda la Industria Alimentaria y la Cuarta Revolución Industrial, para después ver algunos casos de la aplicación de estas tecnologías en algunas empresas. Finalmente algunas conclusiones.

## **La cuarta revolución industrial**

Para que se presente una revolución industrial tiene que haber avances tecnológicos e innovaciones disruptivas. Es entonces cuando se presentan cambios radicales respecto de la forma en que tradicionalmente se produce y se vive. Los adelantos tecnológicos, las innovaciones, la generación de conocimiento posibilitan las revoluciones industriales.

En el siglo pasado, la tercera revolución industrial se vio influida por el desarrollo de nuevas fuentes de energía<sup>3</sup> y las tecnologías de la Información y de la comunicación<sup>4</sup>. La informática y la automatización caracterizaron la tercera revolución industrial<sup>5</sup>.

El impulso a la industria llevó al mejoramiento tecnológico, la innovación, lo que a su vez hizo posible el aumento de la productividad, de la eficiencia y del beneficio. La industria y su crecimiento ha sido el motor que ha propiciado cambios y mejoras en la vida de la sociedad, en la economía y la organización social. Es decir, la industria tiene un efecto multiplicador, estimula a los otros sectores de la economía lo que beneficia al crecimiento local, de las regiones y los países.

Hoy en día se vive diferente de como se hacía hace una década; los cambios y avances tecnológicos se suceden unos a otros rápidamente. Todo ello lleva a cambios radicales en la economía.

## **Cuarta revolución industrial**

### **Características**

En la cuarta revolución industrial, las tecnologías digitales son aplicadas en forma creciente en la mayoría de las actividades económicas de la sociedad. Esto se conoce como proceso de digitalización, el cual permite la comunicación de equipos, procesos e incluso de productos conectados. La digitalización se aplica en todas las fases de la cadena de valor de una empresa u organización, hace que su funcionamiento sea más eficiente e incluso pueda tomar decisiones “inteligentes”. Todo esto favorece a los consumidores al ofrecerles nuevos y mejores bienes y servicios a precios competitivos. Con ello los consumidores cambian sus necesidades y exigencias (Pomar Fernández, Rendón Trejo, & Morales Alquicira, 2018).

Entre los facilitadores de crecimiento y eficiencia se encuentran las soluciones, innovaciones, cadenas de suministro y fábricas inteligentes. Esos facilitadores tecnológicos que posibilitan lo anterior son tecnologías de uso cada vez más cotidiano como la comunicación móvil, la nube, el análisis de datos (Big data), la comunicación de máquina a máquina (M2M), las plataformas sociales, la impresión 3D (fabricación aditiva), la robótica colaborativa y la realidad aumentada (Pomar Fernández, Rendón Trejo, & Morales Alquicira, 2018). En las fábricas inteligentes se

---

<sup>3</sup> Nuclear, eólica, solar, hidráulica

<sup>4</sup> Informática, electrónica y telecomunicaciones, internet y redes sociales

<sup>5</sup> Carolina Castresana Sáenz, *Industria 4.0*, España, Universidad de la Rioja, 2016, p. 9.

cuenta con máquinas que son capaces de comunicarse entre sí, es decir comunicación M2M, máquinas que incluso pueden detectar sus fallas y cuando es necesario mantenimiento o reparación. Esas tecnologías han pasado ya a otros dispositivos, como por ejemplo en los automóviles, que pueden “avisar” al conductor sobre alguna falla.

Ante estos avances, los gobiernos de los países desarrollados han implementado diversos programas para apoyar a las distintas actividades económicas a integrarse a estos cambios. También en los países en desarrollo han puesto atención a estos grandes cambios que tienen influencia en la actividad económica y la vida cotidiana. Las empresas más grandes en todas las actividades económicas se integran a estos cambios; las de menor tamaño también se han incorporado a algunos cambios ya que esto tiene impacto en el proceso de producción, de distribución, de comercialización, de venta al menudeo y mayoreo. Algunos de los programas se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1.** Iniciativas gubernamentales para la reconversión digital de la industria

<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Iniciativa</b>	<b>Promotor</b>
2010	Estados Unidos	Advance Manufacturing National Program	Iniciativa presidencial
2011	Estados Unidos	"Advanced Manufacturing Partnership 2.0"	Iniciativa presidencial con colaboración empresarial.
2012	Alemania	“Platform Industrie 4.0”.	Asociaciones alemanas industriales (Eléctrica, Electrónica, Digital y de Ingeniería).
2013	Francia	“Nouvelle France Industrielle”	Ministerio de Economía, Industria y Digitalización.
2013	Inglaterra	“See Inside Manufacturing”	Departamento ministerial de Negocios, Innovación y Habilidades.
2013	Unión Europea	ICT Innovation for Manufacturing SMEs (I4MS).	Comisión Europea.

Fuente: Elaborado con base en Pomar Fernández, Rendón Trejo, & Morales Alquicira, 2018)

Con distintos nombres han sido llamadas estas iniciativas. Los más comunes hoy son los de la industria 4.0, la fábrica avanzada y tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial (4RI).

Las tecnologías empleadas, como ya se mencionó son: Big Data y análisis de datos, robótica avanzada, simulación de procesos, digitalización, sistemas de participación integral, internet de las cosas (IoT) aplicado a la industria, ciberseguridad, almacenamiento de información en la nube y la realidad aumentada. Con esas tecnologías se optimizan los procesos de fabricación, menores desperdicios, una mejor calidad a un menor costo. Estos cambios se extienden más allá de la

industria, impactan a la vida diaria de los individuos. En la cuarta revolución industrial hay interacción entre software y hardware, la aparición de nuevos materiales, el desarrollo de sistemas operativos más potentes, el diseño de procesos más eficientes y la digitalización de los procesos y servicios)<sup>6</sup> (Terrasas, 2019).

La adaptación de este tipo de estas tecnologías permite a las empresas un ahorro en costos de hasta 30% (Forbes, 2016). Estas tecnologías – por medio de software- pueden, por ejemplo, gestionar y controlar la producción de una planta industrial de cualquier tipo, integrando las líneas de producción, en la parte mecánica, y otros sistemas que optimizan el proceso, operación de máquinas y planificación. También hay sistemas que permiten simular la operación y observar el comportamiento de una línea de producción.

Entre las ventajas de estas tecnologías está el ahorro en tiempo tanto para la elaboración del producto como en la entrega, la satisfacción de la demanda, hay mayor flexibilidad de la producción sin aumento de costos, eficiencia en uso de recursos (agua y materias primas). Estas tecnologías pueden ser implementada por empresas de cualquier tamaño (Forbes, 2016).

Por medio de estas tecnologías, los productos se personalizan ya que el consumidor puede solicitar algo “a la medida”. Lo podrá hacer por medio de su teléfono inteligente para especificar materiales, diseño, costo, es decir el consumidor podrá involucrarse en todo, en la selección de las materias primas, las características (Sosa Cruz en Terrasas, 2019).

La adopción de tecnología avanzada, por tanto, ha dejado de ser una opción. En muchas actividades industriales es muy clara la necesidad de adoptar procesos de fabricación flexibles e individualizados. En la industria automotriz, por ejemplo, se dio una rápida aceptación de este enfoque ya que los fabricantes tienen que atender y adaptarse a las necesidades de los clientes individuales.

En 2017, se reconocía a las siguientes grandes empresas en el uso de las tecnologías de la cuarta revolución industrial (Arrieta, 2017):

---

<sup>6</sup> Red de conexión entre equipos, vehículos y maquinaria mediante dispositivos electrónicos entre los cuales hay interacción, recolección e intercambio continuo de datos (Terrasas, 2019).

**Cuadro 2.** Grandes empresas con uso de tecnología de la 4RI, 2017.

<b>Empresas</b>	<b>Tecnologías</b>	<b>Formas, Resultados</b>
Schneider Electric.	IoT, la nube, análisis de datos, programa de innovación abierta, metodología estructurada de innovación	
BMW	Uso de plataformas online en la que los clientes pueden personalizar sus pedidos hasta 8 días antes de comenzar el ensamblaje sin afectar tiempo de entrega	
Lego	Uso de tecnologías digitales para desarrollar experiencias	Colabora con retailers, universidades y empresas para desarrollar experiencias gamificadas “Se reinventó”
John Deere	Digitalización	Se eficientaron procesos y crearon nuevos modelos de ingresos: servicios digitales a agricultores(alertas metereológicas, asesorías sobre cultivos
Rolls-Royce	Sensores y analítica predictiva para controlar el funcionamiento de los motores y así poder hacer recomendaciones a sus clientes.	La marca es reconocida por la atención y cuidado para sus clientes.
Airbus	Cuentan con ProtoSpace, red organizada de espacios de innovación.	Los empleados pueden crear y probar prototipos de nuevos diseños, nuevas formas de fabricar y nuevas soluciones en el ámbito de las nuevas tecnologías.
Siemens	Manejo de las tecnologías de la 4RI. En Amberg posee una de las fábricas más automatizadas del mundo que combina análisis de datos con inteligencia artificial.	En 2017 gestionaba 50 millones de procesos de datos diarios en su mayoría procedentes de máquina a máquina.
Xiaomi	Implantó el crowdsourcing en el desarrollo de sus tecnologías core, lo que le permite optimizar sus inversiones en ID	Solicitó apoyo de otras organizaciones para desarrollar su sistema operativo y modelos.
Dow Chemical	Uso de modelos predictivos (desde 2012) para estimar la demanda y optimizar operaciones.	Análisis en tiempo real de los tipos de cambio y márgenes para estrategias de abastecimiento de materias primas.

Fuente: Elaboración propia con información de Arrieta en Expansión, 2017

## **La industria alimentaria y la cuarta revolución industrial**

En la industria alimentaria hay formas de producción variadas, tanto las que usan todavía métodos tradicionales, convencionales, como aquellas que incorporan tecnología que hace más eficientes los procesos de producción, distribución y comercialización. La industria de bienes de consumo envasados está empezando a adoptar y estandarizar la digitalización a una escala adecuada para integrarla en una estrategia de industria 4.0. Se esperan más cambios en los productos alimentarios de consumo envasados en los próximos cinco años que los que ha habido en los últimos 50 años.

Las tecnologías de la Cuarta Revolución industrial (4RI) son adoptadas por la Industria de alimentos y bebidas en un entorno de hiper-conectividad en la que, además de la empresa, el consumidor se encuentra vinculado a los procesos de innovación, a las cadenas de valor colaborativas; la producción es flexible y eficiente (Martínez Simarro, 2016).

La adopción de estas tecnologías en el segmento de alimentos y bebidas a nivel global apenas ha sido adoptada por un 30% de las empresas de este sector, por lo que es una de las industrias en donde hay más oportunidad de adopción, a diferencia de la industria minera, energética o automotriz las cuales llegan a superar hasta un 80% en automatización y digitalización de procesos (Treta Pak, 2018).

En esta Industria, las tecnologías de la 4RI permiten la automatización digitalizada en los procesos de la cadena de valor que abarca el diseño, la planificación de la producción, ingeniería, ejecución y servicio, lo que favorece el aumento de la producción.

La 4RI en la industria alimentaria se implementa paulatinamente en las empresas en distintas partes del mundo. Para esta industria, implica lo siguiente (AINIA, 2016):

- 1.** Sistemas de producción flexibles, eficientes e integrados con la cadena de valor. Imprescindibles son las redes colaborativas.
- 2.** Ya que cada eslabón de la cadena de valor posee información muy útil para el conjunto, con una industria totalmente conectada se pueden integrar sistemas de información y conocimiento basado en redes colaborativas. Con ello se crean redes horizontales de socios optimizadas en tiempo real que, gracias a la transparencia de información, logran alto nivel de flexibilidad.
- 3.** Fabricación inteligente y segura. Big data y sistemas ciber-físicos.  
Se implementan sistemas de información inter-operables para evaluación de riesgos y vulnerabilidades. Hay que mencionar que las tecnologías avanzadas utilizadas en otros sectores (aeroespacial, defensa, etc...) son adaptadas y/o utilizadas en otras industrias, en este caso sirven para mejorar la resiliencia de las cadenas agroalimentarias (AINIA, 2016).



4. Fabricación personalizada. A la medida de las necesidades, gustos, o requerimientos del consumidor. Se supera la producción en masa.

Las nuevas tecnologías digitales pueden mejorar la seguridad alimentaria, gestionar mejor las cadenas de suministro, disminuir costos, asegurar mayor rentabilidad o ser capaz de responder con flexibilidad y rapidez a los cambios en los gustos y preferencias de los consumidores (Treta Pak, 2018). El gemelo digital y las simulaciones en tercera dimensión permitirán que la producción y la logística se potencialicen y aumente la competitividad de las empresas de la Industria de Alimentos y Bebidas. Con base a la recopilación y análisis de datos, podrán ofrecerse servicios predictivos, preventivos y de eliminación de errores lo que permitirá generar un valor agregado real a través de una mayor disponibilidad de la planta. Otras herramientas de simulación de eventos discretos (Tecnomatix Plant Simulation de Siemens) ayudan a crear modelos digitales de sistemas de logística en la producción, para permitir la exploración de las características de los sistemas y la optimización de su rendimiento. “En esta época de aumento de los costos y presión sobre la producción, la logística y el tiempo en el que llega un producto al mercado se ha convertido en un factor clave para el éxito de una empresa, con la tecnología Siemens ofrecemos hasta 50 por ciento de ahorro en el time to market”<sup>77</sup> (Industria Alimentaria, 2018). Estos modelos digitales permiten llevar a cabo experimentos y trabajar con escenarios hipotéticos sin afectar a los sistemas de producción existentes, mucho antes de instalar los sistemas de producción en sí.

En estas nuevas tecnologías la digitalización es fundamental. ¿Cuáles son sus ventajas? “Mediante la digitalización de la cadena de valor de la industria alimentaria, es posible producir mayores cantidades de alimentos, incrementar su calidad e incluso personalizar sus características, para adaptarlos a las necesidades y requerimientos de los consumidores” (Solunion, S/F) .

En las fábricas inteligentes, características de la Cuarta Revolución industrial se aplican de manera conjunta las nuevas tecnologías en los procesos productivos, lo que genera importantes sinergias que se traducen en a) la *optimización* de los procesos de producción lo que aumenta la eficiencia y la calidad de los productos, b) *ahorro*, ya que hay menores costes al reducirse las pérdidas y los defectos en la fabricación, c) *Diseño y elaboración de producto personalizados* (Solunion, S/F).

En Europa, estos avances en la industria se llevan ya a cabo. “... ANIA en España lleva a cabo proyectos con otras organizaciones para desarrollar un nuevo modelo de gestión empresarial apoyada en la digitalización y construida a partir de sistemas información en red donde las tecnologías de inteligencia artificial, tecnologías semánticas y la innovación de modelado empresarial se han implantadas en toda la cadena de valor” (AINIA, 2016). Para la seguridad

---

<sup>77</sup> Ivan Pelayo, Vicepresidente de Digital Factory, Process Industries and Drives de Siemens México, Centroamérica y El Caribe.

alimentaria, con estas tecnologías se pueden gestionar las crisis y dar alertas alimentarias en la Unión Europea<sup>8</sup>.

Además de ello, la vinculación con el consumidor final, sus experiencias, sus deseos y cambios son identificados. El consumidor como “centro” de atención, generador de información al instante es ahora una realidad; en todos los eslabones de la cadena es considerado. Se han desarrollado apps haciendo uso de los teléfonos inteligentes, que buscan mejorar la experiencia de compra ya que gran parte de los consumidores están más atentos por la calidad, seguridad y efectos en la salud, piden más información y disponen de escaso tiempo. Las nuevas tecnologías ayudan a tomar decisiones. SmartexFood fue un proyecto impulsado por Alimerka, CreativIT e Intermark, en colaboración con AINIA y el Instituto de Inteligencia Artificial en España, para crear una plataforma experimental para proporcionar información del producto, recomendaciones de compra (Alimerka, s.f.). Tiene como objetivo la mejora de la experiencia de compra de alimentos dentro de los comercios y grandes superficies. La tecnología que implementa para ello está basada en herramientas de sincronización de la información, tecnología de análisis semántico y razonamiento automático. Los datos se recaban cuando los clientes utilizan la app y sirven a la industria para desarrollar y vender productos y servicios mucho más adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores (AINIA, 2016). Otra App utilizada en la industria de alimentos y bebidas es la de Vivino, desarrollada en 2009 en Copenhague, Dinamarca.

En la dinámica del avance tecnológico hay empresas que desde hace mucho tiempo iniciaron en las actividades manufactureras y que, por su trayectoria y dinámica de crecimiento, incorporaron áreas de investigación, desarrollo e innovación. Esas empresas impulsan hoy en día la adopción de las tecnologías de la 4RI. Entre ellas están Siemens<sup>9</sup>, conglomerado de empresas, que surge en el siglo XIX en Alemania<sup>10</sup> que opera en cuatro sectores principales: industrial, energético, de salud y de infraestructuras; esta organización trabaja un portafolio de soluciones de la industria 4.0. TetraPak<sup>11</sup>, proveedoras de la industria alimentaria con productos innovadores útiles para la

---

<sup>8</sup> Por ejemplo, ante el caso de contaminación malintencionada o no de alimentos por sustancias químicas, biológicas, radiológicas y nucleares (amenazas tipificadas como CBRN) en Europa.

<sup>9</sup> Siemens fue fundada en 1847 en Berlín, Alemania por Werner von Siemens y Johann Georg Halske. Es considerada la mayor empresa de fabricación industrial de Europa. Tiene representación en 190 países en el mundo.

<sup>10</sup> Opera principalmente en 4 sectores: industrial, energético, salud, infraestr 190 países en el mundo.

<sup>10</sup> Opera principalmente en 4 sectores: industrial, energético, salud, infraestructura.

<sup>11</sup> Empresa fundada en Suecia, forma parte de Tetra Laval Group, que diseña y produce envases de cartón y procesamiento de la industria alimentaria. Ruben Rausing establece Tetra Pak AB en Lund, Suecia en 1951; en ese año se da a conocer el nuevo sistema de envasado, en 1952 se entrega la primera máquina para envases de cartón en forma de tetraedro a la industria láctea. En 1960, en México empieza a operar la primera planta de producción fuera de Suecia- Diferentes innovaciones se han ido dando a lo largo de la vida de esta organización (Tetra Pak, s/f).

conservación de alimentos, busca asesorar a otras para que se integren a los requerimientos que exige la competencia en un ambiente de la tecnología de la 4RI. Otras más, ubicadas en áreas como la Auditoría, Impuestos, Consultoría, Administración de Riesgos y Asesoría Financiera, como Deloitte, también se hacen presentes para apoyar a otras en su integración a las nuevas tendencias. Hay organizaciones que fueron creadas enfocadas ya en la ciencia, tecnología e innovación. Es decir, hay empresas u organizaciones en distintas actividades que participan o se integran en la dinámica de la 4RI. En esta corriente, las empresas no van solas en los proyectos; las vinculaciones, las asociaciones, las alianzas son fundamentales para lograr buenos resultados. No se puede ir solo en un entorno en el que las vinculaciones con gran cantidad de organizaciones hacen la diferencia en la permanencia, crecimiento y posicionamiento.

TetraPak, por ejemplo, ha establecido alianzas con Microsoft para ofrecer un portafolio de servicios enfocado en la digitalización, arreglos y optimización a empresas. En 2018, también planteaba incorporar códigos únicos en sus envases para promover acciones con el consumidor final, buscando afianzarse más en la posición de proveedor de productos y servicios de calidad a la industria alimenticia. En la tecnología de la 4RI proporciona servicios de asistencia y soporte remoto a través de realidad aumentada, mantenimiento predictivo (Tetra Pak, 2018).

AINIA es un ejemplo de una organización creada exprofeso como centro tecnológico. Se constituye en 1987 como una asociación privada sin fines de lucro, formada por empresas del sector agroalimentario y afines por iniciativa de un grupo de empresas y del Instituto de la Mediana y Pequeña Industria en Valencia. Cuentan con más de 700 empresas asociadas y 1,300 clientes. Buscan impulsar la competitividad de las empresas a través de la innovación en toda la cadena de valor (AINIA, s.f.). Se ha especializado en las siguientes áreas: alimentación y salud, calidad y seguridad alimentaria, diseño y producción industrial, sostenibilidad y mercado y, bienes de consumo. Desarrolla su actividad a nivel mundial y para ello cuenta con una extensa red de contactos y alianzas con entidades públicas y privadas (AINIA, s.f.).

Con las siguientes tecnologías las empresas pueden garantizar que su clientela obtenga información detallada y, de alguna manera, certificada (Siemens, 2019):

- Información mediante códigos QR<sup>12</sup> (Quick Response). Información muy valiosa tanto para el comprador como para el fabricante. Con ello se proporciona acceso a toda la información disponible sobre el origen de cada ingrediente o las condiciones de producción, el transporte y el embalaje.

---

<sup>12</sup> Sustituyen al código de barras. Almacenan información sobre productos, inventarios, por ejemplo. Es habitual que contengan un enlace WEB que enriquece la información del texto o publicidad.

- BlockChain. Tecnología que permite diseñar procesos y transacciones digitales que pueden ser rastreadas y monitoreadas por todas las partes interesadas en el ciclo de vida del producto. Cuenta con una estructura de datos definida en la que ninguna transacción o información se introduce y registra de forma inmutable a menos que las partes implicadas así lo hayan decidido, por lo que es muy segura ya que no puede ser alterada o manipulada.

La cadena de información crece y todos los participantes en la red tienen siempre la misma copia de los datos cifrados, que pueden comprobar en cualquier momento y en tiempo real.

Las experiencias y los productos cada vez más inteligentes están cambiando la industria de alimentos y bebidas. Entre los beneficios que aporta la digitalización a la producción, están, por ejemplo (Siemens, 2018):

1. La formulación digital.
2. La integración de la información.
3. El diseño colaborativo.
4. La virtualización y la simulación.
5. Las aplicaciones del gemelo digital.
6. La trazabilidad del producto y la optimización de recursos.

Por ello, empresas que se encuentran en la vanguardia de estos conocimientos, difunden las ventajas de estos procesos de digitalización con el fin de que puedan crecer en un entorno en el cual la competencia es cada vez mayor, el consumidor posee más conocimiento, tiene más información y es cada vez más exigente (variedad de sabores, envases innovadores, etc.). Además, en este entorno, aparte de la productividad, la velocidad es fundamental para el logro de beneficios.

Siemens, posee un portafolio de soluciones de acuerdo a las características y necesidades de las empresas. Ha desarrollado software para distintas necesidades. Plantea que “las empresas deben rentabilizar las ventajas de la digitalización en todos los aspectos; desde la reestructuración de la cadena de valor hasta la adopción de la virtualización y el aprovechamiento de los datos de valor proporcionados por el Big Data y IoT. El mayor potencial de digitalización en el sector de la alimentación y bebidas está en la capacidad de representar virtualmente la información del producto y lograr que fluya sin obstáculos hasta la planta de fabricación. Las empresas con mayores oportunidades son las que tengan amplias carteras de productos caracterizadas por tener mucha variación, un gran volumen y una estructura de productos de elevada complejidad” (Siemens, 2018). La empresa asegura que el gemelo digital permite que las empresas puedan reducir su tiempo de salida al mercado hasta en un 50% además de disminución de costos. La empresa tiene experiencia de éxito en su apoyo a las empresas, se encuentra en muchos países, con resultados en

los beneficios a corto plazo. La adopción de tecnologías que permiten la digitalización integrada de todos los procesos de la cadena de valor es fundamental en esta 4RI.

Ahora bien, por lo que se refiere al consumidor en general y en particular en la industria de alimentos y bebidas, su perfil se ha modificado; en general la población se encuentra con conectividad: teléfonos móviles, tabletas y pantallas inteligentes están a disposición de personas de todas las edades.

Se tiene acceso a información constante, en cuya creación participa el usuario de esos dispositivos. Este acceso a grandes cantidades de información impone, en el caso de la industria de alimentos que sus productos se vinculen a valores como transparencia, salud y personalización. La industria debe ser capaz de ser flexible y responder de manera rápida a las demandas del consumidor.

Los consumidores están cada vez más interesados en conocer qué contienen los alimentos que consumen, cómo han sido elaborados, cómo fueron producidos los insumos o ingredientes. El proporcionar la mejor y completa información sobre los alimentos que se producen en esta industria de Alimentos y Bebidas se convierte hoy en día en una ventaja competitiva. Con ello los consumidores podrían estar completamente seguros de los estándares de la calidad que un producto dice tener.

La alimentación es un tema que preocupa mucho a la población que quiere estar informada sobre los productos que consume: desde su origen y producción hasta su trazabilidad y conservación.

Por ello, proporcionar información detallada permite que las empresas puedan diferenciarse y supone una ventaja competitiva con respecto a la competencia.

### **Industria de alimentos y bebidas y 4RI. Algunos casos**

Esta industria incorpora lo avances de la 4RI. Algunos casos se mencionan a continuación.

#### **España**

Como ya se ha mencionado, en Europa hay programas encaminados a apoyar a la industria en su crecimiento. En lo que se refiere a la industria de alimentos, en España tanto empresas como gobierno apoyan la creación de organizaciones que ayuden a la incorporación a las tecnologías de la Cuarta Revolución industrial. Hay empresas que han buscado integrarse a estas tecnologías y han recibido el apoyo de importantes empresas con amplia experiencia en estos temas. Una de ellas es una empresa española productora de chocolates en varios países.

- Chocolates Valor, empresa fundada en 1881, ha implementado el proceso “del grano a la tableta” con el objetivo de “buscar la calidad, el sabor, la trazabilidad y la ética en todo el proceso de elaboración de la tableta de chocolate”. Para ello fue necesario el control y sincronización de todo el proceso de producción de chocolate cuidando la selección de las

materias primas, la fermentación, el secado y el tostado de los granos, su mezcla o fundido, su refinación y su moldeado (Martínez Simarro, 2016). Esto se agrega a los sistemas de automatización ya implementados por Siemens en las fábricas de Chocolates Valor (Martínez Simarro, 2016).

En este tipo de procesos el control de la información en tiempo real es fundamental, así como herramientas para la toma de decisiones y optimización de producción. Se digitalizó la cadena de suministro y todos los procesos existentes en la fábrica para obtener información precisa en el menor tiempo posible<sup>13</sup> y mediante la aplicación de un programa específico construido para ella, se pudo simplificar la toma de decisiones y priorizar acciones, se buscó un alto grado de estandarización para garantizar los mejores resultados. Con ese programa, la recopilación de la información es más precisa, más rápida y con menores recursos, además que se posibilita la transparencia de los procesos. Con ello se logró (Martínez Simarro, 2016):

- Secuenciar los pedidos de una forma más rápida y más precisa ajustándose a los programas de producción establecidos.
- Optimizar la planificación de producción.
- Mejorar la comunicación entre departamentos
- Ahorro de 16 horas por semana.

Dado que esta empresa tiene varias fábricas en el mundo, tiene como prioridad en su plan estratégico implementar la digitalización en todas ellas.

## **México**

Conscientes de la importancia que tienen las tecnologías de la 4RI, en México se han realizado acciones encaminadas a que las empresas adopten estas tecnologías. En el pasado sexenio, el gobierno con base en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), 2013-2018, implementó políticas públicas orientadas hacia la innovación y programas para el desarrollo de la industria de software<sup>14</sup> (PROSOFT). En la actual administración es preocupante el que se reduzcan los presupuestos destinados a la Ciencia y la tecnología ya que eso impacta al desarrollo tecnológico y a la innovación.

---

<sup>13</sup> Antes la empresa trabajaba su información en Excel.

<sup>14</sup> El PROSOFT, se crea en 2002 y reactiva en 2013 con fin de orientar a las empresas a la innovación. En 2014 este programa se actualiza con la Agenda Sectorial para el Desarrollo de las Tecnologías de la Información en México 2014-2024, conocida como PROSOFT 3.0, con el propósito de promover el mercado digital de TIC por ser considerado un sector estratégico (Casalet M. , 2018, pág. 54 en Pomar Fernández, Rendón Trejo, & Morales Alquicira, 2018).

Las empresas en general, deberán integrarse a esos avances tecnológicos para poder mantenerse y crecer. Particularmente el sector alimenticio, reconoce la importancia que tienen estas tecnologías.

En México. Jalisco, un estado de México, es llamado “el gigante agroalimentario”, desde 2017 consideró importante crear un instituto de capacitación enfocado a la industria 4.0 sobre todo en temas de inocuidad tanto para la exportación como para el mercado interno. También, desde ese año, se propuso crear una ley alimentaria para regular y garantizar la inocuidad y la calidad en el manejo de los productos alimenticios en la entidad con el fin de que cualquier empresa del ramo pueda exportar sus productos.

Por lo que se refiere a la implementación de las tecnologías de la 4RI en México, en 2013 inició el proyecto de Producción Orientado al Sujeto y Centrado en la Gente “Subject Oriented People Centered Production” (SO-PC-Pro por sus siglas en inglés) auspiciado por la Unión Europea (UE) y el Organismo Sistemas de Manufactura Inteligente “Intelligent Manufacturing Systems” (IMS); se planeó que concluyera en octubre de 2016. Fue concebido en la Universidad Johannes Kepler (JKU) de Linz Austria, en conjunto con la empresa alemana Metasonic, GmbH, en 2013 y fue financiado por la Unión Europea. Para ese proyecto se creó un consorcio conformado por 11 empresas, 5 empresas tecnológicas, 3 firmas consultoras y 3 empresas manufactureras en las cuales se acordó probar una plataforma de solución llamada Metasonic. La empresa mexicana invitada fue Grupo Bimbo, y se asignó a la empresa El Globo -elaboradora y comercializadora de pan, pasteles, galletas-, como su división de negocios participante<sup>15</sup>. AxxiS Consulting fue la firma consultora asociada a Grupo Bimbo para la realización de este esfuerzo (Axxis Consulting, 2016).

Los Objetivos para el Consorcio Europeo fueron:

1. Automatizar el proceso productivo en los lugares de trabajo, a través de interacciones hombre-maquina (Sujetos de trabajo)
2. Empoderar al trabajador para rediseñar sus lugares de trabajo utilizando métodos de diseño intuitivo (cambios al proceso desde su lugar de trabajo) y herramientas de colaboración
3. Integrar los procesos de producción y de negocios para permitir lugares de trabajo más adaptables.

Los Objetivos para la empresa “El Globo” fueron:

1. Reducir el porcentaje devoluciones de producto
2. Reducir el porcentaje de Agotamiento de producto

La plataforma Metasonic SBPM es un generador de aplicaciones de sistemas aplicado en el proyecto SO-PC-Pro para desarrollar el proceso de planeación de la producción y el seguimiento de

---

<sup>15</sup> Se designó a la sucursal Calzada de Guadalupe para esa prueba piloto.

su ejecución a través de innovaciones en producción. Esta plataforma se aplica a la Empresa Digital.

Realizada la prueba lo que buscaban era difundir el uso de la plataforma Metasonic extendida durante el desarrollo del proyecto SO-PC-Pro y la experiencia útil (el proceso de planeación de la producción y su ejecución) en un modelo de centro de abastecimiento a una cadena de sucursales (Axxis Consulting, 2016).

Entre los resultados que se obtuvieron estuvo el identificar que las empresas de alimentos y bebidas, y en general la industria minorista conocida como "retail" tiene el potencial de mejorar sus resultados utilizando la visibilidad de la cadena de suministro y la trazabilidad encontrada por los trabajadores desde su lugar de trabajo (Axxis Consulting, 2016).

Hay más empresas interesadas en el uso de estas tecnologías, sin embargo, aún hay un gran desconocimiento de ellas, de ahí la importancia de dar a conocer en qué consisten, sus ventajas, el trabajo, tiempo y recursos que eso requiere. El papel de las organizaciones y del gobierno es muy importante para integrar la actividad productiva a esas nuevas tecnologías. El ciudadano común cuenta ya con dispositivos móviles inteligentes, cada vez más se extiende el uso de la red internet. Habrá todavía más cambios en los procesos de producción, la distribución, la comercialización, el marketing, el consumo.

## **Conclusiones**

Para que las empresas-organizaciones puedan mantenerse y crecer en el o en los mercados en que operan no es suficiente elaborar un buen producto, con calidad, a un mejor precio y con entrega a tiempo. En la 4RI los productos serán resultado de la integración de los datos que se recaben tanto del proceso productivo, distribución, comercialización, gustos y cambios de los clientes. El uso de tecnologías como la nube, la realidad aumentada, el IoT, la robótica avanzada entre otros impregna cada vez más las actividades no solo de la industria, los servicios y el agro, la vida cotidiana se llena cada vez más de dispositivos que hacen uso de esas tecnologías en la comunicación, en las diversiones, incluso en la toma de decisiones de qué productor comprar, elegir. Cada vez más, por medio de esas tecnologías se cuenta con información sobre productos, características, ventajas y desventajas de usarlos o consumirlos. Según Deloitte se pasará de “fabricar productos” a “capturar valor” según Deloitte en ecosistemas ampliados donde la generación de información de todos los participantes en la cadena productiva así como las reacciones y necesidades cambiantes de los clientes serán registrados por gran cantidad de sensores colocados en prácticamente todas las cosas que nos rodean. Serán necesarios nuevos conocimientos, habilidades y talento.



Se observa a empresas que han estado desde tiempo atrás en la industria, en la investigación y el desarrollo o bien, innovando desde hace décadas o en la asesoría en otras áreas vinculadas a las organizaciones, en la senda de estar dando soporte, “apoyo”, mediante programas, plataformas diversas hechas a las necesidades de los clientes de la industria de alimentos y bebidas.

La competencia en este entorno es más fuerte, las alianzas, las vinculaciones diversas entre empresas, organizaciones, instituciones de educación superior, centros de investigación, gobierno, son indispensables en esta carrera de cambios tecnológicos continuos y constantes. Los fabricantes de alimentos y bebidas deben construir alianzas si desean aprovechar por completo las posibilidades que ofrece la Industria 4.0.

El sector alimentario tiene retos a enfrentar como son la recopilación, gestión y utilización de gran cantidad de información; el aumento de intercomunicación entre sistemas y eslabones de la cadena de valor; la flexibilización y optimización de los procesos; la adecuación del sector hacia una mayor adaptabilidad al mercado (AINIA, 2016). En la industria alimentaria, como en otras, hay mucho por hacer. Algunas ya van en ese camino.

## Referencias

- AINIA. (2016). *AINIA*. Obtenido de [http://formacion.ainia.es/web/tecnoalimentalia/ultimas-tecnologias/-/articulos/rT64/content/sistemas-de-produccion-avanzada-como-funciona-la-industria-conectada-4-0?p\\_r\\_p\\_564233524\\_tag=ab+suggar](http://formacion.ainia.es/web/tecnoalimentalia/ultimas-tecnologias/-/articulos/rT64/content/sistemas-de-produccion-avanzada-como-funciona-la-industria-conectada-4-0?p_r_p_564233524_tag=ab+suggar)
- AINIA. (s.f.). *AINIA*. Recuperado el 5 de Agosto de 2019, de <https://www.ainia.es/ainia/sobre-ainia/quienes-somos-ainia-tecnologico/>
- Alfa. (17 de Abril de 2017). *Alfa Editores*. Obtenido de <https://www.alfa-editores.com.mx/jalisco-punta-de-lanza-en-tecnologia-alimentaria-nacional/>
- Alimerka. (s.f.). *Alimerka*. Obtenido de <https://www.alimerka.es/web/index.php/proyectos-idi/smartexfood-una-plataforma-experimental-para-la-mejora-de-la-experiencia-de-compra-701>
- Arrieta, E. (8 de Noviembre de 2017). Diez empresas que lideran la Industria 4.0. *Expansión*. Obtenido de <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/11/08/59f8a85922601d1b458b4618.html>
- Axxis Consulting. (2016). *Axxis Consulting*. Recuperado el 17 de Julio de 2019, de <http://www.axxisconsulting.com.mx/eventos/Noticiasopcpro.htm>
- Casalet, M. (2018). *La digitalización industrial. Un camino hacia la gobernanza colaborativa*. Santiago: CEPAL.
- Forbes. (13 de Octubre de 2016). *Forbes*. Recuperado el 21 de Junio de 2019, de <https://www.forbes.com.mx/la-industria-4-0-cambiara-por-completo-a-los-negocios/>

- Industria Alimentaria. (28 de Septiembre de 2018). *Industria Alimentaria*. Obtenido de <https://www.industria-alimentaria.com.mx/industria-de-alimentos-y-bebidas-en-mexico-entrara-a-la-cuarta-revolucion/>
- Martínez Simarro, D. (2016). *AINIA*. Obtenido de <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/food-industry-4-0-digitalizacion-industria-alimentaria/>
- Pomar Fernández, S., Rendón Trejo, A., & Morales Alquicira, A. (Noviembre de 2018). Iniciativas gubernamentales para la Cuarta Revolución Industrial. Estados Unidos, Unión Europea y México. *Congreso del Departamento de Producción Económica*. Cuernavaca, Morelos, México.
- Pomar Fernández, S., Rendón Trejo, A., & Morales Alquicira, A. (Noviembre de 2018). LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Y EL APOYO GUBERNAMENTAL A LA MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA EN MÉXICO. *XII Congreso de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*. Jalisco, México.
- Secretaría de Economía. (diciembre de 2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Obtenido de [www.economía.gob.mx](http://www.economía.gob.mx).
- Siemens. (6 de Abril de 2018). Recuperado el 7 de Junio de 2019, de Siemens: <https://ciudadesdelfuturo.es/la-industria-alimentaria-ante-el-reto-de-la-digitalizacion.php>
- Siemens. (15 de Marzo de 2019). Recuperado el 30 de Mayo de 2019, de <https://ciudadesdelfuturo.es/el-futuro-de-la-industria>
- Solunion. (S/F). *Solunion Blog*. Obtenido de <https://www.solunion.es/blog/digitalizacion-en-la-industria-alimentaria/>
- Terrasas, R. (14 de febrero de 2019). *Industria y empresas*. Obtenido de <http://industriayempresas.com/2019/02/14/asi-se-vive-la-industria-4-0/>
- Tetra Pak. (s/f). *TetraPak*. Obtenido de <https://www.tetrapak.com/mx/about/history>
- Treta Pak. (8 de Agosto de 2018). *Treta Pak*. Obtenido de <https://www.tetrapak.com/mx/about/newsarchive/industria-40-beneficia-al-sector-de-alimentos-y-bebidas>