



Facultad de ciencias económicas y empresariales

¿Cómo afecta la cuarta revolución industrial a la creación de nuevos modelos de negocio?

Autor: Santiago Muñoz Otero

Director : Jose Luis Fernández Fernández

“¿Cómo afecta la cuarta revolución industrial a la creación de nuevos modelos de negocio?”



Índice

1. Resumen ejecutivo (abstract) y palabras clave (key words)	4
2. Introducción.....	5
2.1 Objetivos generales y específicos. Justificación e interés del tema.....	5
2.2 Metodología y estructura del trabajo	5
3. Análisis. Marco teórico y casos de aplicación	6
3.1 Definición	6
3.2 Contexto	8
3.3 Medidas a tomar por parte de los gobiernos	11
3.4 Explicación de los modelos de negocio	13
3.5 Case study – Refinería de Cepsa en la Rábida, Huelva	28
3.6 Case study – Fiixit	36
4. Conclusiones y recomendaciones	38
5. Referencias	40
6. Anexos	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 : Diferencia sistemas Ciberfísicos vs Gemelo Digital	43
Ilustración 2 : Ciclo de popularidad de tecnologías emergentes	43

1. RESUMEN

La revolución industrial 4.0 ha llegado y con ella nuevos cambios tanto en la sociedad como en el mundo industrial. Se trata de una revolución con una velocidad y profundidad nunca vista antes. Los nuevos modelos de negocio que surgen a través de la digitalización y mayoritariamente en base a la tecnología 5G y sus distintas aplicaciones son ya una realidad. La meta principal de esta revolución es que las empresas tengan integrados sistemas inteligentes y que los sistemas productivos aprendan de los datos y apliquen esas conclusiones a los procesos. Esto debería conducir a decisiones más inteligentes y una gestión más eficiente tanto de los recursos como residuos. Las ventajas son muy amplias y las empresas deben adaptarse si quieren contar con una ventaja competitiva.

Palabras clave :

Cuarta revolución industrial, modelos de negocio, digitalización, 5G, sistemas inteligentes, autogestión, redes inteligentes, 3d, Industrial, gemelo digital.

ABSTRACT

The Industrial Revolution 4.0 has arrived and with it new changes in both society and the industrial world. It is a revolution with a speed and depth never seen before. The new business models that are emerging through digitalisation and mostly based on 5G technology and its various applications are a reality. The main purpose of this revolution is to integrate intelligent systems and that production systems can learn from data and apply these conclusions to processes. This should lead to smarter decisions and more efficient management of both resources and waste. The benefits are vast and companies must adapt if they are to have a competitive advantage.

Key words :

Fourth industrial revolution, business models, digitalisation, 5G, smart systems, self-management, smart grids, 3D, digital twin.

2. Introducción

2.1 Objetivos y justificación e interés del tema

Los objetivos que atiende el presente trabajo de investigación académica son los siguientes :

En primer lugar, analizar las causas y el contexto en el que se desarrolla la cuarta revolución industrial. Se analizará y se comparará con las demás revoluciones históricas y se investigará sobre sus parecidos y diferencias. Adicionalmente se analizará el papel de los gobiernos e instituciones en este contexto.

En segundo lugar, se busca profundizar en los modelos de negocio que surgen a raíz de la cuarta revolución industrial y sus características. Conocer como funcionan cada uno de ellos, su alcance y proyecciones.

El tema de este trabajo o es novedoso y de completa actualidad, su impacto en la política y las economías a nivel global es cada vez más relevante y es merecedor de un análisis extenso. Su proyección a medio y largo plazo es dilatada como también lo es las oportunidades que surgen a raíz del avance de la digitalización.

2.2 Metodología y estructura del trabajo

El método mediante el cuál se llevará a cabo este trabajo de investigación será tanto cualitativo cómo cuantitativo. Para ello se utilizarán distintas fuentes de información como artículos periodísticos, informes, así como entrevistas a personas del sector informadas. El lector se va a encontrar con un abordaje transversal, mediante el cual se desarrollará el marco teórico a la vez que se expondrán casos de aplicación y ejemplos. El estilo de desarrollo ha sido en base a efecto de que el lector cuente con las claves de lectura. Por ello, se ha preferido hacer un marco teórico extenso, exhaustivo y robusto ya que el tema a desarrollar tiene unas connotaciones que requieren de ello. También, con el mismo fin se ha querido ilustrar con ejemplos breves como también con tres casos de uso más extensamente analizados.

Se llevarán a cabo entrevistas a personas empleadas en esas empresas con el objetivo de tener una visión lo más completa posible. Se cuenta con consentimiento expreso grabado a efectos de preservar la ética de la investigación de las entrevistas y conversaciones mantenidas tanto con María Carmen López González, responsable de marketing en la empresa Fiixit como también con Jesús Gómez Melgar, director de sistemas en el parque energético de Cepsa en la Rábida, Huelva, España.

Para analizar los cambios ocasionados por la cuarta Revolución industrial y los modelos de negocio que surgen a raíz de ella, la metodología utilizada tendrá un enfoque inductivo y será en su gran mayoría cualitativa (tanto explicativa como descriptiva). En menor medida, se hará uso de datos cuantitativos para sustentar argumentaciones que necesiten un soporte numérico.

Para la búsqueda de información cualitativa, se procederá a realizar una extensa revisión de la literatura existente en esta área, incluyendo bases de datos, y centrándose especialmente en estudios y artículos realizados por empresas cuya parte digital es de gran extensión e importancia.

Desde un enfoque teórico, se definirán los factores que impulsan la transformación digital, analizando los efectos que dichos elementos tienen en la actualidad. Desde una perspectiva empírica, se utilizarán artículos, estudios e investigaciones relacionadas con temas digitales, Internet de las Cosas, Big Data, Inteligencia Artificial, etc. Además, se empleará información de diferentes empresas significativas en el entorno digital. De esta manera, la información presentada estará especializada en el área de estudio.

3. Análisis. Marco teórico y casos de aplicación.

3.1 Definición

Los avances tecnológicos de las últimas décadas son crecientes, la sociedad actual disfruta de una gran cantidad de comodidades que generaciones anteriores no tenían. Es indudable que la tecnología ha cambiado nuestra vida y sin duda cambiará la de generaciones venideras. Esta creciente aparición de nuevas tecnologías ha afectado tanto a la demanda y cultura del consumidor como a los modelos de negocio tradicionales.

Nuevos modelos de negocio surgen y los primeros en adaptarse serán los que cuenten con una ventaja competitiva sobre el resto en el medio y largo plazo. Como dijo Steve Jobs, el famoso CEO de Apple, “ La innovación es la diferencia entre líderes y seguidores” (Valeria Sánchez Gómez, 2015)

A raíz de la creciente corriente de digitalización en las ultimas décadas, surge la cuarta revolución industrial. La cuarta revolución industrial empezó a desarrollarse a principios de los años 2000. En 2011 en Alemania, en la feria tecnológica de Hannover-Messe, ya se empezó a deliberar sobre cómo estaban adaptándose las cadenas de valor en las economías mundiales a los grandes avances tecnológicos y a describir la procedencia de la “fabrica inteligente”. En la misma feria pero en el año 2013 fue cuando se presentó una iniciativa oficial ya por parte del gobierno alemán que contaba con el apoyo de grandes empresas alemanas (Luis Joyanes, 2018). Aunque se siguió hablando en los años 2014 y 2015 y el tema era de completa actualidad (Anexo *ilustración número 2*), fue en el Foro de Davos, organizado por el World Economic Forum, en la edición de enero de 2016 donde el tema principal fue “La cuarta Revolución Industrial” y desde entonces se consolidó la idea firmemente y tuvo una mayor aceptación.

Ya en 2016 el economista Jeremy Rifkin en una de sus obras escribe sobre las oportunidades y retos que traería consigo esta nueva etapa. También describe los riesgos que supone para la sociedad y las economías el hecho de no tomar las medidas oportunas acorde a los grandes avances que están teniendo lugar. (Luis Joyanes, 2018).

La industria 4.0 representa una etapa trascendental en la industria, donde la meta es la fusión de el internet y la fábrica a través del despliegue de componentes inteligentes a través del 5G y el internet de las cosas. Se define como un concepto global que describe la convergencia de nuevas tecnologías intrínsecamente impulsadas por el avanzado uso del internet, de la inteligencia artificial, por la automatización de los procesos y por el consecuente aprendizaje de la propia maquina productiva (KPMG, 2022). Esta nueva revolución es también impulsada por la nueva demanda cambiante de los consumidores como consecuencia a la digitalización y la necesidad de ofertar por parte de las empresas servicios o productos de una manera más dinámica, más personalizada y más rápida. Los clientes demandan hoy en día a una velocidad nunca vista anteriormente. Estos factores generan sinergias que multiplican su efecto y hacen que la cuarta revolución industrial

sea de alguna manera impredecible a las métricas de estudio tradicionales utilizadas para otras revoluciones. Como consecuencia, todos estos avances están disputando los conceptos tradicionales de modelo de negocio tradicional.

Un elemento clave a destacar es su profundidad tanto en las empresas como en la sociedad, la que está presente ahora y la que está por venir en un corto-medio plazo. Podríamos estar en un momento en el que el porvenir de las economías es decisivo y depende significativamente en su apuesta por la digitalización. (Chakravorti & Shankar, 2017). Klaus Schwab, fundador del foro mundial económico mundial, afirmó que los líderes mundiales deben revisar sus políticas, sistemas y procesos con el propósito de estar preparados ante el contexto cada vez más incierto. (K. Schwab, 2016)

3.2 Contexto

Para entrar en contexto y poder comprender bien el alcance de la cuarta revolución industrial se hará un breve resumen del contexto histórico para poner en perspectiva y explicar la impresionante velocidad a la que la cuarta revolución industrial se desarrolló y sigue desarrollando.

La primera revolución industrial se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en Reino Unido, Se expandió posteriormente a Europa y Norteamérica. Su impacto y consecuencias se vio reflejado ya entre los años 1820 y 1840. Se puede definir como el cambio de una economía rural , basada mayoritariamente en la agricultura a una economía de carácter más industrial y mecánico. Más desarrollado en ciudades que en entornos rurales. En esta primera revolución se sustituyeron equipos artesanales por máquinas más productivas. Los tres sectores en los que tuvo más expansión fueron la industria minera, la industria cerámica y la industria textil. Los métodos llevados a cabo para el desarrollo de esta primera revolución industrial en cada país fueron tan dispares como las causas. Si la causa en un determinado país era principalmente económica, la iniciativa de la primera revolución industrial se llevó a cabo principalmente por parte de los empresarios. Si la causa era principalmente de origen político, el gobierno era el impulsor en este caso. Por ejemplo, el ministro Francés Jean- Baptiste Colbert, bajo el reinado de Luis XIV, estableció un sistema de medidas que fomentaba la expansión de la revolución y mediante el cual se explica que la primera revolución francesa tuviera más

profundidad que sus análogas en países vecinos. (Rainer María Rilke, 2017). La primera revolución industrial, iniciada en la segunda mitad del siglo XVIII, estuvo expandiéndose por Europa durante aproximadamente 120 años. Mientras que el uso de internet se ha generalizado en algo más de una década.

Por otra parte, la segunda revolución industrial se inició a mediados del siglo XIX y se extendió hasta los inicios de la primera guerra mundial en el año 1914. Se basó principalmente en la adaptación de la mecanización, de la producción en serie siguiendo el modelo de Taylor y el desarrollo del transporte, las telecomunicaciones y la generación de energía eléctrica. Grandes avances fueron los automóviles, las bombillas incandescentes, la radio y el teléfono. (Rocio Zalla, 2020)

Por último, la tercera revolución, iniciada a finales del siglo XX, está definida por los cambios en la vida cotidiana de la población, basada de cambios en la comunicación como el uso de ordenadores y teléfonos personales. Se caracteriza principalmente por el uso masivo de internet y los primeros proyectos de automatización de los procesos de producción. (Rocio Zalla, 2020)

La Revolución Industrial 4.0 iniciada según expertos como Klaus Schwab, en la segunda década del siglo XXI, tiene como objetivo que los modelos de negocio tengan integradas redes inteligentes que podrán auto gestionarse a lo largo de toda la cadena de valor. Estos procesos totalmente conectados, presentan enormes oportunidades. La meta es que las empresas, en lugar de supervisar los procesos constantemente y de forma manual, como tradicionalmente siempre se ha hecho, pasarán a tener un papel más de supervisión. Las empresas podrán aprovechar todos los datos que analizan e implementar las conclusiones al proceso, aprender de lo que ven y ajustarlo en tiempo real. El capital humano definirá los requerimientos y necesidades y la “fábrica del futuro” se encargará de que se cumplan esos objetivos. En este nuevo modelo de negocio, las modificaciones y reajustes en cualquier etapa de la cadena de valor serán posibles y a un coste menor. Esto debería conducir a decisiones más inteligentes, y servicios y sistemas mejor diseñados. Gracias a estos avances un uso potencialmente más eficiente de los recursos y una mayor capacidad para predecir las necesidades futuras es posible.

En el estudio “Industria 4.0” elaborado por la empresa KPMG en el año 2022, se defiende que para poder utilizar al completo las ventajas que ofrece la cuarta revolución industrial, las compañías deben caracterizarse por su versatilidad y multifuncionalidad. Una compañía que se da cuenta en una etapa temprana que regulaciones, tecnologías, y factores competitivos están impulsando el cambio en su entorno industrial podrá posicionarse con anterioridad a las demás. Según este estudio, es importante cumplir dos requisitos. El primero, el reajuste del modelo de negocio debe llevarse a cabo en todas las secciones de la empresa. El segundo, la compañía tiene que definir los factores que le llevaran al éxito y establecer un plan de acción a seguir (“*Industria 4.0*”, KPMG, 2022). Según este estudio, se aconseja que las empresas que no quieran quedarse atrás deben seguir ciertos patrones que las empresas líderes en esta digitalización ya llevan a cabo:

- Organización con visión a futuro. Centrándose en la innovación y crecimiento, buscar mejoras en el sistema de procesos y ejecución.
- Integración. Dada la velocidad de esta cuarta revolución industrial, es crucial la rápida adaptación por parte de las empresas.
- Pensar en grande y actuar con valentía. Desarrollar un proceso de pensamiento dirigido a ser líderes en su mercado. Buscar oportunidades en cada elemento de su cadena de valor. Analizar detalladamente todos los aspectos que tengan una posible mejora. (“*Industria 4.0*”, KPMG, 2022)

Por otra parte, la empresa Accenture llevó a cabo una investigación en el año 2020 llamada “The race for digital operations transformation”, en la que cuenta con 600 empresas entrevistadas a nivel internacional de diversos sectores, a las cuales se les consulta sobre su adaptación a la transformación digital. Teniendo especial ponderación en esta investigación empresas europeas, siendo un 38% del total de las encuestadas. En esta investigación, se llega a la conclusión de que la madurez digital está solo al 39% de su total capacidad. Un 100% significaría un despliegue completo del nivel de digitalización. Este 39% demuestra que aunque no todas, muchas compañías ya han empezado a completar proyectos piloto y a ampliar la escala de la digitalización y que hay mucho margen todavía por explotar. (“*Race for digital operations*”, Accenture; 2020)

Durante la investigación, se llegó a la conclusión también de que la madurez digital depende mucho de cada sector de industria, ya que concluyeron que no se desarrolla a la misma velocidad en el sector de la agricultura que en el de la banca por ejemplo. Las empresas con un nivel más notable de madurez digital son aquellas donde las soluciones basadas en datos son fundamentales para el rendimiento de la industria. Las más avanzadas fueron los sectores del petróleo y el gas y el sector aeroespacial. Un ejemplo ilustrativo son las refinerías, del cual se hablará más adelante.

También se concluye que los países progresan a diferentes velocidades. La madurez digital se ha desarrollado más aceleradamente en los países en los que su gobierno respalda este avance con medidas más contundentes. Además, las medidas tomadas por los respectivos gobiernos contra la pandemia del COVID-19 en la mayoría de los casos han acelerado la digitalización. El país con mayor ventaja en este ámbito es Estados Unidos, que superó los 500.000 millones de dólares de gasto en I+D (Investigación y desarrollo) en el año 2020. Es seguido por China con un gasto que supera los 400.000 millones de dólares, superando así el gasto del área europea combinada (386.000 millones de dólares). Por otra parte, Corea del sur e Israel tienen los índices de inversión más alta en I+D respecto al PIB (Producto interior bruto) de su país. Según el índice de evolución digital del *Harvard Business Review*, en la zona de América Latina el país que destaca es Chile por sus altos niveles de tecnología e innovación. (Rocio Zalla, 2020)

3.3 Medidas a tomar por parte de los gobiernos

No comprender el efecto disruptivo y la velocidad a la que la Cuarta Revolución Industrial se produce es uno de los mayores retos a los que la sociedad actual se enfrenta. Hoy podemos percibir cómo existe una tensión creciente entre algunos sectores tradicionales como el transporte, el turismo o la prensa confrontados con modelos económicos nacidos al amparo de esta nueva revolución industrial y que han provocado la intervención de las distintas administraciones para crear nuevos marcos regulatorios. (Karen Diaz, 2019)

Una de las tareas que tienen los gobiernos es asegurar una transición eficiente y que beneficie a la sociedad en su conjunto. Según Klaus Schwab, fundador del foro económico mundial, la adecuada adaptación por parte de las instituciones públicas y gobiernos es clave para que los ciudadanos se puedan beneficiar de esta cuarta revolución (K. Schwab,

2016). Estas medidas empiezan a ser una realidad. En la edición del Foro de Davos del año 2017 el tema fue los desafíos globales del liderazgo para 2017, entre los que se encontraba : “Prepararse para la cuarta revolución industrial” y se mencionaron varias iniciativas (Luis Joyanes, 2018).

En primer lugar, el sistema educativo debe evolucionar para anticiparse a las demandas del mercado global. Debe tener en cuenta a la actual mano de obra y también visión para los futuros trabajadores. En un informe del World Economic Forum, se estima que un 65% de los alumnos trabajaran en profesiones ahora mismo inexistentes. (“The future of Jobs”, WEO, 2016). Este sistema educativo por lo tanto Debe ser capaz de dotar a la creciente demanda de personal especializado en tecnología con una oferta de trabajadores preparada.

En segundo lugar, es necesario dinamizar un ecosistema innovador, que suprima las barreras existentes actualmente en relación a regulaciones, inversión y creación de empresas. (José Manuel González Páramo, 2017)

En la 46ª edición del Foro Económico Mundial, que tuvo lugar en el año 2017, donde se reunieron los más prestigiosos representantes de la política y el mundo empresarial, esta cuarta revolución se percibió como una muy buena oportunidad para la actualización de los modelos de negocio y de crecimiento económico global. Una adecuada adaptación puede ser clave para conseguir que la era digital se instale definitivamente en nuestra sociedad y las instituciones lo han estado y siguen intentando con medidas e iniciativas publicas. En el caso concreto de España, con iniciativas como la de “Industria Conectada 4.0”, una nueva colaboración público-privada entre Indra, Telefónica y Santander junto con el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), mediante la cual se trata de establecer las líneas maestras del modelo industrial español de futuro. La estrategia de la Industria conectada 4.0 tiene como objetivo fomentar la digitalización de la industria española y su concienciación digital a partir de cuatro ejes:

- a) Conocimiento y formación de la industria 4.0 y las tecnologías asociadas.
- b) Fomentar la colaboración entre industrias, centros tecnológicos y de investigación y otros.
- c) Impulsar la oferta española de habilitadores digitales.

d) Apoyar la implantación de la Industria 4.0 con regulación, estándares y proyectos.

También se intenta implementar la digitalización con los proyectos llamados “Pilotos tecnológicos 5G”, desarrollados principalmente en Andalucía, España. En ambos cooperan la iniciativa privada con la pública (Moncloa, 2022). Más adelante se analizará un caso concreto de esta iniciativa.

3.4 Explicación de los modelos de negocio

Un modelo de negocio es definido como la planificación por parte de la empresa de su arquitectura empresarial para el posterior despliegue de la estrategia en perspectiva. (Demil y Lecocq 2009). Es en la planificación de los modelos de negocio donde se determina el camino deseado a seguir por la empresa para tener éxito. En base a los modelos de negocio una empresa concreta actuará de una manera u otra y definirá distintos objetivos.

A medida que la globalización avanza y se intensifica en la sociedad, los modelos de negocio tienen la necesidad de adaptarse a los constantes cambios si quieren triunfar y obtener ventajas competitivas sobre sus competidores respectivos. Estas adaptaciones de los modelos de negocio ya se han llevado a cabo históricamente por las empresas a medida que han tenido lugar las distintas revoluciones industriales. Por ejemplo, un ejemplo histórico de innovación y adaptación a la demanda cambiante por parte de la empresa es el siguiente ejemplo:

La empresa KODAK, especializada en fotografía, fue fundada en 1888. Anterior a la creación de la empresa, las fotografías que se usaban popularmente eran en blanco y negro y se revelaban sobre un soporte de cristal. George Eastman, fundador de la empresa Kodak Company, se dio cuenta de que los consumidores demandaban cambios en ese producto específico y fue capaz de convertir este complejo proceso a un sistema más avanzado; el carrete. Para esta innovación era necesario desarrollar una nueva máquina de fotos y una nueva cadena de servicio. En años posteriores, se podía encontrar los productos de Kodak en miles de puntos de venta. Por lo tanto, desde su creación se vio obligado a adaptar su modelo de negocio a la demanda cambiante causada por los avances y las revoluciones industriales (Fernando Sánchez, 2020).

Las innovaciones y adaptaciones por parte de los modelos de negocio son cada vez más y más fundamentales para conseguir tener éxito. Encontrar el modelo adecuado es una tarea complicada y de la que depende el éxito de la empresa. Aunque las empresas funcionen y tengan éxito en el contexto actual no quiere decir que lo vayan a tener en un periodo de tiempo de medio o largo plazo. Esto supondría que esas empresas no han tenido claro una visión de modelo de negocio con visión al futuro cambiante y a largo plazo, como le ha pasado a muchas empresas líderes en su momento en su sector pero que por no saber adaptarse han quedado en un segundo plano.

Como el caso de la empresa BlackBerry, la cual fue durante varios años líder en la fabricación y ventas de los dispositivos denominados “Smartphones”. Estos dispositivos cuales fueron muy innovadores en aquel momento ya que contaban con lectura de correo, un teclado que les diferenciaba llamado “QWERTY y el sistema de chat BBM. A través de estas innovaciones se pusieron como líderes del sector de la telefonía móvil, contando con un 20% de cuota de mercado (Cuota considerablemente alta para un mercado tan diversificado). Sin embargo, debido a varios factores como la estructura de administración y a divisiones dentro de la compañía, la empresa carecía de la velocidad necesaria para hacer los cambios que la demanda necesitaba y fueron sobrepasados por la empresa Apple. (Santy Gómez, 2017)

Como se vio reflejado en el ejemplo de Blackberry y Apple, los efectos de la digitalización están empujando a las personas a adoptar nuevos modelos de consumo que consecuentemente tienen implicaciones en las empresas. (K. Schwab, 2016). Con la aparición de esta cuarta revolución industrial, los modelos de negocio deben reflejar un nuevo replanteamiento de las organizaciones y buscar mecanismos que ayuden a formular estrategias que apoyen la escalabilidad y digitalización de los negocios en estas nuevas circunstancias de la cuarta revolución Industrial. Los principales nuevos modelos de negocio que surgen a raíz de la cuarta revolución industrial están mayoritariamente potenciados por la digitalización y la conectividad, y necesitan, entre otras cosas, internet para poder funcionar. La mayoría de ellos están conectados por tecnología 5G y las ventajas que ello ofrece.

El 5G es una nueva tecnología móvil que se caracteriza principalmente por el aumento de la velocidad de conexión al mejorar la banda ancha móvil, ampliando así la cobertura y la capacidad de manejar un mayor número de dispositivos interconectados. También permite una comunicación ultra fiable con un mínimo de latencia (el tiempo de respuesta). Por último, permite las comunicaciones masivas entre máquinas que a continuación se expondrá por qué es un factor clave. (Javier Flores, National Geographic; 2019).

Desde la aparición de la primera red de comunicación móvil en 1979, el despliegue de la tecnología del 5G supone un avance histórico en el campo tecnológico y en los sectores en los que se puede aplicar. Además de contar ya con la continua mejora de los servicios ya existentes con el 4G, (streaming, multimedia, monitorización de equipos..), a través del 5G la velocidad de descarga de datos es, por poco, instantánea sin tener casi relevancia el peso de los datos. La diferencia de potencia es de unos 5ms con el 4G a menos de 1ms con el 5G, esto es debido a la expansión en el ancho de banda por el que circulan los datos. La empresa de consultoría estratégica global Boston Consulting Group, en un informe para el World Economic Forum en el año 2018, define los nuevos modelos de negocio o pilares que surgen en esta revolución en base a la tecnología 5G (Boston Consulting Group, 2018):

1. Internet de las cosas. Iot (Internet of things)
2. Visión artificial
3. Computación en la nube
4. Big data
5. Realidad Aumentada
6. Sistemas Ciberfísicos
7. Gemelo Digital
8. Impresión 3D

A continuación, se explicaran los principales modelos de negocio mencionados, y siguiendo el modelo de análisis de casos de Yin, el cual define el estudio de un caso como una estrategia de investigación destinada a responder las preguntas ¿Qué? ¿Cómo? y ¿Por qué? (Yin, 2003). Se expondrán tres ejemplos reales de estos modelos de negocio. Mediante este análisis de los tres casos se buscará encontrar aspectos comunes que permitan considerar los múltiples casos como manifestaciones del avance de la cuarta revolución industrial y los nuevos modelos de negocio. (Yin,2003;). El estudio de varios

casos en vez de tan solo estudiar un caso potencia el entendimiento de los factores condicionantes en esta revolución industrial y su efecto en el cambio empresarial y los nuevos modelos de negocio. (Ana Lucia Ponce, 2018)

Internet de las cosas. Es un concepto definido en 1999 por Kelvin Ashton como “una red interconectada de máquinas en los sistemas ciberfísicos, que son capaces de interactuar y comunicarse entre ellos, reduciendo así la interacción humana”. (Krzysztof Witkowski, 2016). El internet de las cosas se caracteriza por tener tres rasgos distintivos : el contexto, la omnipresencia y la optimización. El internet de las cosas es principalmente conocido por su aplicación en los sistemas ciberfísicos, pero también se puede aplicar en la computación en la nube, en la computación cognitiva y en las fábricas y softwares asociados. En la amplia variedad de usos del Internet de las cosas, destacan (Dave Evans, 2011) :

- Creación de ciudades inteligentes. Con usos como : organización de peatones y tráfico, gestión de aparcamientos, suministro de información sobre el estado de las carreteras en tiempo real, diagnóstico de amenazas a la seguridad por ejemplo en estructuras y resistencia de materiales en edificios, o gestión de residuos.
- Aplicación al capital humano: Se han desarrollado dispositivos que se pueden introducir dentro del cuerpo humano, con el objetivo de medir parámetros de salud y movimiento. También pueden prevenir enfermedades y mejorar la productividad midiendo bajo que circunstancias el individuo trabaja mejor.
- Aplicación en objetos o espacios privados: principalmente su uso es comúnmente aplicado a la seguridad en el hogar y a gestionar gastos como la luz, el gas, cierre de ventanas.
- Transportes : mediante el Internet de las cosas se puede predecir que día y a que hora habrá atascos. También predecir cuando se necesitara mantenimiento en algunos productos, en vez de avisar solo las averías.
- Aplicación para predecir cambios en el clima o catástrofes climáticas. Mediante el internet de las cosas, se puede predecir con un tiempo de reacción mucho mayor y por lo tanto reducir el impacto (al menos poder evacuar poblaciones antes), que tienen catástrofes como tsunamis o terremotos.
- Aplicación al uso industrial realizado por las empresas a través del control de las líneas de producción : sensores, video vigilancia, control de rotación de stock.

Ray Traynor, jefe de planificación e innovación de la asociación de gobiernos de San Diego, Estados Unidos, identificó la frustración y el descontento que la congestión del tráfico creaba a la población de San Diego y empezó a buscar maneras de desarrollar sistemas de transporte que se acomoden a la creciente población y economía de San Diego. Para realizar las previsiones del modelo de demanda de viajes utilizó tecnología basada en el internet de las cosas, y tiene como objetivo aliviar el tráfico en las horas pico. La herramienta tradicional siempre ha sido construir carreteras más grandes, pero Ray considera que a través de internet de las cosas se puede alcanzar una solución con un costo menor. Entre sus soluciones está redirigir el tráfico en situaciones que haya un accidente e incorporar vehículos sin conductor cuando se vuelvan una opción viable en cuanto a coste. (Adam Mussomeli, Aaron Parrott; 2020)

El Internet de las cosas ofrece nuevas posibilidades en el ámbito del rendimiento y eficiencia. Según una investigación llevada a cabo por la empresa Forrester Consulting en 2015, casi el 90% de las empresas ya habían implantado o implantarían en años venideros soluciones relacionadas con el internet de las cosas. (Forrester Consulting, 2015)

La visión artificial, es un modelo de negocio producto de la inteligencia artificial y del campo informático. Con la ayuda de cámaras y algoritmos matemáticos, la visión artificial tiene muchos usos en la misión de imitar la visión humana. Se lleva a cabo mediante tres etapas: captura de imágenes a través de una cámara, procesamiento de las imágenes y evaluación de las imágenes para llegar a una posterior decisión (Van Huan Nguyen,2020). Las aplicaciones industriales de la visión artificial se pueden dividir en (Golnabi H., 2007) :

1. Inspección visual automatizada. Este aspecto de la visión artificial no mejora la flexibilidad en la línea de fabricación en la industria, ya que el único uso de la inspección visual automatizada es la inspección. En cambio, si que mejora la capacidad de automatización del proceso de fabricación ayudando en las tareas de mediciones y comprobaciones de calidad. Se lleva a cabo por ejemplo mediante la medición de los objetos o la identificación de la formación de grietas. Es muy usado en las líneas de producción de las industrias automovilística y alimentaria.

2. Control de procesos. La aplicación de un sistema de visión artificial puede ayudar a un mejor análisis, control y seguimiento en los diferentes procesos, por ejemplo, en el sector del cristal, ya que hay errores que pueden escapar al ojo humano.
3. Identificación de piezas. La clasificación e identificación de piezas es una de las aplicaciones más exitosas y más importantes de la visión artificial. Uno de los usos más conocidos es la identificación de matrículas en vehículos en movimiento.
4. Guiado y control robótico. Los procesos automatizados hoy en día se basan en diferentes robots o maquinas, las cuales requieren sistemas de guiado. A través de sensores inteligentes y visión artificial esta robótica es capaz de eliminar productos alterados de la línea de producción.

Big data. Este modelo de negocio se refiere al almacenamiento, procesamiento y posterior análisis de una gran cantidad de datos de tal volumen que tecnologías anteriores no eran capaces de procesar a la velocidad necesaria para que esos datos fueran útiles. Este tamaño de datos suele estar en torno a los 30 Terabytes aunque puede llegar hasta centenas de Terabytes. El big data se caracteriza y analiza según las 5 V : Volumen, velocidad, variedad, veracidad y valor. (Leticia Latorre Luna, 2021)

- Volumen. Esta cualidad fue definida por el instituto global de Mckinsey, “el concepto de big data se refiere a conjuntos de datos cuyo tamaño sobrepasa la capacidad de las herramientas ordinarias para análisis y almacenaje de datos”.
- Variedad. El bit data obtiene los datos de una amplia pluralidad de fuentes : sistemas transaccionales, redes sociales.
- Velocidad : El análisis de datos se lleva a cabo casi en tiempo real, ya que las conclusiones cambian constantemente y se aplican de forma continua.
- Valor. La información una vez analizada da un valor añadido que antes no tenía.

Algunas ejemplos de fuentes de información validas para recogida de datos y su posterior análisis son las siguientes :

- Datos de su propia Web. Se analizan los datos de sus clientes o clientes potenciales. Sus búsquedas, compras, ticket medio, tiempo estimado que ha pasado el cliente en la página web, lectura de artículos y segmentación de clientes.
- Datos de texto. Su uso común es en las reclamaciones.

- Datos de tiempo y ubicación. El GPS, la VPN, el teléfono, causan que el tiempo y la ubicación sea un dato relevante para muchas compañías.
- Datos de Redes sociales . Hoy en día es posible hacer análisis de un tema concreto gracias a las redes sociales. Muchos gobiernos lo utilizan para ver el parecer de la población de cierto país sobre un tema.

El principal objetivo del big data es extraer conclusiones desde una fuente de información grande. Para este análisis, se realiza un estudio avanzado, histórico, predictivo y descriptivo de esa información. Este análisis de datos y su posterior conclusión es muy eficiente para el mantenimiento predictivo ya que ayuda a reducir las ineficiencias y los costos, predecir fallos en los equipos y permitir una repuesta a situaciones de emergencia y externas al ejercicio usual de los modelos de negocio. Por ejemplo: altas temperaturas, factores climáticos, alta humedad, exposición a gases... Mediante el análisis automático de esos datos, permite determinar pautas y correlacionar datos para el mejor funcionamiento de procesos industriales. También permite tomar decisiones en tiempo real para una mayor eficiencia operativa. De esta manera, genera un enorme valor a la línea de producción a partir del análisis inteligente de datos (Luis Joyanes Aguilar, 2017). Otro uso relevante que tiene el big data es el área de la seguridad. Mediante el análisis de datos, se pueden detectar fraudes o actitudes ilícitas. (Nancy Velasquez, 2018)

El mercado global del big data y su análisis de negocio generó 198.000 millones de dólares en el año 2020 y se estima que en 2030 genere 684.000 millones de dólares. Se estima una tasa de crecimiento anual compuesto del 15.1% Analizando el mercado por regiones, se espera que Estados Unidos mantenga su dominio en cuanto a participación total de mercado como ha hecho durante los últimos años. Sin embargo, se prevé que en la región de Asia tenga el crecimiento más rápido, del 17%. (David Ibeas, 2022).

Computación en la nube (Cloud computing). La computación en la nube tiene como objetivo principal facilitar el acceso a los recursos informáticos. Supone un cambio drástico en la manera en la que la tecnología y sus miles de datos son creados y gestionados. Este modelo de negocio tiene como uno de sus objetivos principales reducir los costes que el almacenamiento de información supone (Luis Joyanes Aguilar, 2017). Este coste ha sido una barrera histórica que ha frenado a muchas compañías a implementar avances tecnológicos que les permitieran estar a la vanguardia en este área. Dentro de la computación en la nube, se pueden distinguir tres modelos diferentes:

- Nube Privada : Usada por usuarios privados o empresas para su propia gestión.
- Nube pública : Ofrece la opción a los usuarios de registrarse y usar sus datos.
- Nube mixta : Nube privada que puede extenderse a nube pública en algunos aspectos.

Por otra parte, a cuanto más relevancia tiene la informática en los modelos de negocio, más complicado es administrar toda la estructura de datos y softwares necesarios y por lo tanto más útil es la herramienta de la computación en la nube. El espacio que sería necesario para gestionar, almacenar y estudiar los datos de una compañía media, serían exageradamente costosos si no se utilizará esta tecnología.

Se estima que este modelo de negocio de computación en la nube alcanzará un mercado con un volumen de 800.000 millones en el año 2028. El informe “mercado de computación en la nube, 2021, 2028” de Fortune Business Insights estima que este mercado concreto tendrá una tasa de crecimiento anual compuesta del 17.9%. Se prevé también que Estados Unidos siga siendo el país con la participación de mercado más alta, y con niveles parecidos a 2020, donde tuvo un 35.7%. (Pautre Fuló, 2021)

Realidad aumentada, o comúnmente abreviada como “AR” (Augmented reality) es una de las principales tecnologías que surgen como consecuencia de la industria 4.0. La realidad aumentada trata de acortar la distancia entre el mundo físico y el entorno digital. Ya sea a través de gafas o otros dispositivos como tabletas o teléfonos móviles. A través de su cámara aumenta el mundo real sin sustituirlo en un entorno de visualización interactivo. Entre sus objetivos está mejorar la productividad de los trabajadores y recortar su tiempo de reacción al tomar decisiones más rápido al tener los datos en tiempo real. (Sääski Juha, 2014]

Los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de la realidad aumentada son la tecnología de visualización con 5G, tecnología basada en el Internet de las cosas, una cámara y un sistema de seguimiento. Existen cuatro tecnologías principales de visualización para los sistemas de realidad aumentada: pantallas (HMD- Head mounted Display), dispositivos portátiles (HHD – Hand Held Display), pantallas estáticas y proyectores. Dependiendo de la tarea, la visualización puede ser fija o móvil. La razón por la cual seleccionar un aparato en lugar de otro depende de las necesidades de cada circunstancia. (Tariq Masood, Johannes Egger; 2019)

Las aplicaciones de la realidad aumentada tienen mucha popularidad en los procesos de mantenimiento, donde los operadores pueden beneficiarse de la información en tiempo real. Al acercarse a cualquier instrumento que tenga tecnología del internet de las cosas y usualmente a través de un código QR, los operados con un dispositivo con cámara podrán reproducir videos o imágenes con información que añade elementos digitales al mundo físico, superponiéndolo. De esta manera, el usuario (en este caso técnico o operador) podrá analizar que está ocurriendo exactamente, a qué se debe un error en la línea de producción, o si un elemento o aparato que falló es necesario sustituirlo o no. También otras aplicaciones son la planificación y simulación interactiva de trayectorias de robots para evitar colisiones. (Tariq Masood, Jogannes Egger; 2019)

Mediante esta nueva tecnología de realidad aumentada, los clientes son capaces de probarse productos mediante una simulación de como seria si tuvieran ese producto en la realidad. Un ejemplo exitosos de este tipo de modelos de negocio es la empresa sueca Ikea, mediante cuya aplicación “*IKEA studio*” se puede ver como quedarían sus muebles en un espacio concreto. Esta aplicación funciona a través del sensor “*Lidar*” que está incluido en algunos teléfonos móviles. Gracias a este sensor, la app puede realizar un escaneado en 3D de la sala y poder superponer los muebles y objetos con las medidas y profundidad adecuadas. (Juan Antonio Pascual, 2021) De la misma manera, la aplicación de la marca *GlassOn* también ofrece probarse distintos modelos de gafas a sus clientes. De esta manera, no es necesario que los clientes se trasladen a la tienda. (Roger Ferrera, 2021). Más adelante se analizará un caso concreto de este tipo de modelo de negocio.

Se estima que el impacto que este modelo de negocio esta teniendo en el ámbito empresarial es muy profundo, tanto que la adopción empresarial es del 66% y acumula una inversión de 2.000 millones de dólares en el año 2021. Se predice también que este modelo de negocio ayudará a mejorar 23 millones de puestos de trabajo gracias a sus mencionadas ventajas. (Nerea Bilbao, 2022)

Sistemas Ciberfísicos. La idea de realizar replicas surge en los años 60 a través de la NASA. Gracias a la creación de replicas físicas de sus naves y exponiéndolas a situaciones parecidas a las que tendrían en el espacio, durante esas pruebas la NASA fue capaz de no comprometer vidas humanas, diseñar y validar el modelo original ante los múltiples fallos que tenían las replicas en las situaciones expuestas en la Tierra. Este

concepto ha evolucionado y actualmente se pueden realizar replicas digitales con el ahorro de coste que conlleva para las empresas. (Toni Laserna, 2021)

Este modelo de negocio de sistemas ciberfísicos se define como un sistema que une componentes de sistemas físicos y digitales con el propósito de detección y control, para influir en el mundo real a través de procesos digitales. Basándose en la nube (computación en la nube) y en el internet de las cosas, el objetivo de los sistemas ciberfísicos es la automatización de procesos. Son sistemas formados por un conjunto de dispositivos que colaboran mutuamente y es diseñado para controlar objetos o procesos físicos.

Los sistemas ciberfísicos son a menudo referidos con las siglas CPS. (Cyber-physical systems). Es una de las principales tecnologías de la industria 4.0. Esta tecnología fue denominada así por la científica estadounidense Hellen Gil en 2006 en la *National Science Foundation*. (Elena Gil, 2015) Los sistemas ciberfísicos son responsables y reconocidos como el vínculo entre los espacios virtuales y la realidad física a través de la integración de redes, computación y almacenamiento, haciendo posible un entorno industrial interactivo y así creando fabricas inteligentes a través de replicas digitales.

En este modelo de negocio, se produce la aparición de productos inteligentes individualmente identificables, que en la mayoría de los casos suelen ser sensores. Estos sensores pueden ser localizados y dar información en tiempo real. Su principal objetivo es la conexión en la red de varios dispositivos a través de esa información. Por lo tanto, se puede decir que los sistemas ciberfísicos consisten en una unidad de control capaz de manejar sensores y medidores que interactúan con el mundo físico, procesando los datos obtenidos e intercambiándolos con otros sistemas y/o servicios en la nube y así poder llegar a conclusiones de lo que ocurre en el mundo físico. Sus funciones principales son, entre otras : Control en la producción, auto vigilancia y comunicación entre vehículos o sensores. La aplicación de este modelo de negocio es amplia y destaca su uso en : cadenas de fabricación, sector de salud, energías renovables, agricultura y redes de ordenadores entre otros. (Luis Joyanes Aguilar, 2017).

Los cambios más trascendentales que los sistemas ciberfísicos proponen es cambiar la idea de la revolución 3.0, que sostiene que las estructuras mas eficientes están basadas en hardwares especializados. En la revolución industrial 4.0, los sistemas ciberfísicos se centran en la idea de una maquina flexible que asegura la interacción y comunicación

entre todas las partes implicadas. Los CPS se pueden llevar a cabo a través de diversas estructuras:

La estructura 5C. Creada en 2013, se basa en modelos de procesos de automatización, y se centra en un modelo de adquisición de datos para dispositivos industriales. Esta estructura está más centrada en la relación entre clientes y proveedores y por lo tanto, es necesario considerar el flujo de información no solo en sentido horizontal industrial si no también en sentido vertical entre los productos y las maquinas. (Behrad Bagheri Jay Lee, 2014)

La estructura RAMI 4.0 se centra en definir las estructuras de comunicación y un lenguaje común en la fábrica con un vocabulario, semántica y sintaxis común para evitar confusiones. Este lenguaje permite la correcta integración de los servicios basados en el internet de las cosas. (Behrad Bagheri Jay Lee, 2014)

La estructura IIRA, se basa en la interoperabilidad entre diferentes industrias. Esta dividido en cuatro puntos de vista para identificar y clasificar las preocupaciones de una manera más completa. Los cuatro puntos de vista son : Punto de vista del negocio, punto de vista del uso, punto de vista de la implementación y punto de vista funcional. (Behrad Bagheri Jay Lee, 2014). El punto de vista del negocio identifica a los participantes y sus valores y objetivos en los sistemas. El punto de vista del uso describe la expectativa del sistema para proporcionar los objetivos empresariales previstos. El punto de vista de la implementación identifica las tecnologías necesarias para implementar los componentes funcionales, sus esquemas de comunicación y sus procedimientos de ciclo de vida. El punto de vista funcional se centra en la interrelación e interacción con los elementos externos del entorno. (Behrad Bagheri Jay Lee, 2014)

Para garantizar la interoperabilidad entre las estructuras RAMI 4.0 e IIRA, hay algunos conceptos necesarios como estandarización de funciones y los identificadores únicos de propiedad y activos. Los servicios de operación y mantenimiento en el marco de los sistemas IIRA, requieren de datos técnicos, datos sobre los materiales, los componentes y todo el proceso de fabricación de un producto que, por otro lado, están disponibles. Por lo tanto, la identificación, la conexión en red, la semántica y el mapeo funcional son conceptos fundamentales para la interoperabilidad entre los sistemas. (Behrad Bagheri Jay Lee, 2014)

Gemelo digital. La fabricación se está volviendo inteligente en todos los niveles, desde el dispositivo físico, pasando por la gestión de la fábrica, hasta las redes de producción, ganando capacidades para aprender, configurar y ejecutar con inteligencia cognitiva. Esta sección describe la tendencia de la fabricación inteligente y analiza la connotación de la fabricación inteligente impulsada por el modelo de negocio del gemelo digital, destacando el impacto que puede tener para la fabricación futura y presente. (Nuria Cordón, 2022)

Es necesario diferenciar los sistemas ciberfísicos de los gemelos digitales. Un sistema ciberfísico se caracteriza por un activo físico y su gemelo digital. En cambio, un Gemelo Digital se limita al modelo digital y las suposiciones de escenarios que se hacen en él con los datos que en tiempo real se recogen a través de sensores. (Ilustración 1 en el anexo)

La idea del gemelo digital no es plenamente reciente, ya que en 2002 en la universidad de Michigan, en una charla de John Vickers, director de tecnología de la Nasa, un ingeniero informático llamado Michael Grieves mencionó la idea de crear representaciones digitales que tuvieran entidad por sí mismas. No mucho más tarde, en 2018 la consultora Gartner elegía a los modelos de negocio de gemelos digitales como una de las diez tendencias tecnológicas de ese año. (Toni Laserna, 2021)

Un gemelo digital es una réplica virtual realizada a imagen de algo del mundo real, al que se incorporan datos en tiempo real captados a través de sensores o tecnológicas mayoritariamente captados con big data. Una vez es recogida toda esa información, es procesada con inteligencia artificial y computación en la nube como en los sistemas ciberfísicos. Un Gemelo Digital es una representación de alta fidelidad de la dinámica operativa de su contraparte física, habilitada por la sincronización casi en tiempo real entre el ciberespacio y el espacio físico. La dinámica operativa es un elemento crítico de un Gemelo Digital porque el comportamiento de un gemelo se basa en datos casi en tiempo real procedentes de la contraparte física real. La simulación se centra en lo que podría ocurrir en el mundo real (escenario what-if), pero no en lo que está ocurriendo actualmente. Esa es la diferencia que tiene con los sistemas ciberfísicos.

En la fabricación inteligente, se desarrolla el modelo de gemelo digital a través de un elemento físico, (que será en la mayoría de los casos sensores o medidores) que se conecta a Internet a través de pasarelas cibernéticas estándar y se aísla como una copia de lo que

ocurre pero en la nube, siendo así un gemelo digital y realizando análisis de escenarios con esos datos. Cada gemelo digital es una abstracción de su homólogo en el mundo físico, reflejando su estado físico y lo que acontece en él.

Internet, también llamado ciberespacio en este modelo de negocio concreto, almacena y procesa los datos transmitidos por los objetos físicos conectados. Estos datos se utilizan para modelar, simular y predecir el estado de cada cosa física en condiciones dinámicas de trabajo. El uso generalizado de tecnologías inteligentes, como el procesamiento de Big Data y la inteligencia artificial, permite la extracción de datos muy útiles en cada momento de las actividades de fabricación para su posterior análisis y conclusión. Algunas características de este modelo de negocio son :

- **Producción inteligente.** Los sistemas de fabricación dotados de inteligencia cognitiva pueden asumir cada vez más trabajos de producción. Los sistemas de fabricación conectados y auto organizados abordarán nuevas tareas de fabricación con gran eficiencia y flexibilidad. La relación entre humanos y máquinas también cambiará. Una de las metas es que la fábrica se convertirá en un espacio de colaboración hombre-máquina totalmente inmerso en el que los empleados estarán más enfocados en dirigir a las maquinas que en realizar el trabajo.
- **Red de producción inteligente:** Los sistemas de producción conectados formarán una red de producción global que podrá responder casi en tiempo real a los cambios dinámicos de los sistemas de producción locales y de la cadena de suministro externa. Una red de producción de sistemas de producción adaptables puede permitir la configuración y la planificación autónomas de las actividades de producción para los trabajos de producción a escala con el fin de lograr un impacto económico, medioambiental y social sólido.
- **Personalización masiva:** Las fábricas inteligentes pueden lograr una producción con gran eficiencia y flexibilidad. La inteligencia de fabricación puede basarse en las demandas de producción casi en tiempo real, lo que por lo tanto proporciona

la agilidad necesaria para producir productos altamente personalizados y reducir la sobre producción si la demanda se reduce.

El modelo de negocio Digital Twin desempeña un papel fundamental en la visión de la fabricación inteligente. Permite pasar de analizar el pasado a predecir el futuro. La representación en vivo de la realidad a través de los Gemelos Digitales nos permite evolucionar desde la recopilación de datos y el análisis hacia prácticas empresariales en tiempo real. Reflejando la visión de la fabricación inteligente, Digital Twin puede influir en la fabricación futura desde los siguientes aspectos :

- Digital Twin en procesos de fabricación: Los fabricantes pueden obtener una imagen más clara del rendimiento del mundo real y de las condiciones de funcionamiento de un activo de fabricación a través de los datos casi en tiempo real y tomar decisiones proactivas de funcionamiento óptimo. Con la información veraz que fluye de un activo de fabricación, los fabricantes pueden mejorar su conocimiento de la situación y mejorar la resistencia y flexibilidad de las operaciones, especialmente en el contexto de la personalización masiva.
- Digital Twin para fábricas: Los Gemelos Digitales también pueden funcionar para las fábricas, haciendo una réplica de un entorno de fábrica en vivo. Los gemelos digitales y las operaciones de producción basadas en datos pueden permitir el establecimiento de un entorno de fábrica auto organizado con total visibilidad y flexibilidad operativa. La conectividad y el seguimiento de los datos a lo largo de todo el proceso de fabricación permiten transformar las operaciones de la fábrica en prácticas basadas en datos, ofreciendo la posibilidad de rastrear las fuentes de fallos del producto, analizar los cuellos de botella eficientes de la producción y predecir las necesidades futuras de recursos.
- Digital Twin para las personas: Los gemelos digitales también pueden conectar a los trabajadores en la planta de producción. La representación de una persona, incluyendo datos personales como el peso, los datos de salud, los datos de

actividad y el estado emocional, puede ayudar a establecer modelos para comprender el bienestar personal y las condiciones de trabajo de los humanos en una fábrica. La comprensión del estado humano en la mano de obra puede ayudar a diseñar estrategias de colaboración hombre-máquina centradas en el ser humano para aumentar la salud física y psicológica de los trabajadores, así como para lograr el mejor rendimiento de la producción. La capacidad de establecer programas de formación virtuales personalizados basados en gemelos digitales de trabajadores y fábricas puede conducir a una enorme optimización de recursos y eficiencia operativa.

- Digital Twin para redes de producción: Al conectar los activos de fabricación, las personas y el servicio a través de Digital Twin, todos los aspectos de la empresa pueden representarse virtualmente. La conexión de Gemelos Digitales distribuidos entre empresas permitirá a éstas construir redes de producción conectadas virtualmente. Aprovechando las capacidades del Big Data, esta estrategia proporciona una visibilidad sin precedentes del rendimiento de las operaciones y crea la posibilidad de predecir las necesidades futuras en una red de Digital Twins.

El mercado de este modelo de negocio concreto tiene unas estimaciones de tener una tasa de crecimiento anual compuesta del 38%. Progresando desde un volumen de 3.8 billones de dólares en el año 2019 a 35.8 billones de dólares en el 2025. La tendencia de este sector en el mercado industrial se está acelerando en cuanto a volumen y crecimiento gracias a las mejoras de sus capacidades en simulación, modelación e interoperabilidad. (Adam Mussomeli, Aaron Parrott; 2020)

3.5 Caso de estudio– Refinería de Cepsa en la Rábida, Huelva

Basándose en los modelos de negocio de referencia para la Industria 4.0 presentados anteriormente, se ha realizado un análisis exhaustivo de los ejemplos actuales industriales con el fin de señalar sus carencias, soluciones y características clave y se ha elegido el caso concreto de la refinería de Cepsa en la Rábida, Huelva.

La refinería de Cepsa en la Rábida, Huelva es uno de los ejemplos más ilustrativos de los modelos de negocio mencionados anteriormente, en particular del gemelo digital o fábrica inteligente y del modelo de realidad aumentada (RA) en el entorno industrial. Esta refinería es capaz de reunir a la vez los dos modelos de negocio y que cooperen y se beneficien entre ellos. En esta refinería se llevan a cabo múltiples procesos como destilaciones, conversión de hidrocarburos o procesos de hidrodesulfuración. La refinería tiene el objetivo último de transformar la materia prima recibida de los pozos petrolíferos (crudo) y convertirlo en productos de mayor valor añadido como gasolina, diésel o queroseno.

Cepsa es una compañía global de energía y productos químicos que opera de principio a fin en todas las etapas de la cadena de valor del petróleo y el gas. Cepsa cuenta con 90 años de experiencia y un equipo de más de 10.000 empleados que aúnan excelencia técnica y adaptabilidad. Cepsa también fabrica productos a partir de materiales vegetales y opera en el sector de las energías renovables. Adicionalmente, las actividades de Cepsa están presentes en los cinco continentes. (Concepción Pérez Hernández, 2009)

Cepsa durante los últimos cinco años ha impulsado una estrategia de implantación de un modelo llamado Hadi Industrial, el cual pretende generar una transformación cultural, espacial y tecnológica en Cepsa y sus empleados. Mediante este modelo Cepsa trata de convertirse en una empresa pionera en el ámbito de digitalización en través de las formas de trabajo y comunicación entre sus profesionales. Este objetivo ya ha sido alcanzado en la refinería de la Rábida en Huelva y planean implementarlo también en su refinería de San Roque, Cádiz. (Declaración ambiental de Cepsa, 2018)

La implantación de este modelo surge hace 3 años con El Plan Nacional 5G, impulsado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital y cofinanciado por los fondos FEDER (Fondo europeo de desarrollo regional). Esta iniciativa contaba con

25,4 millones de euros de los fondos FEDER y Vodafone destinó adicionalmente 1,8 millones de euros no incluidos en la subvención. (Hoja de Ruta 5G, Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2018)

Este proyecto pretendía probar las tres grandes mejoras aportadas por la tecnología 5G:

- Banda ancha móvil de alta velocidad.
- Comunicaciones ultra fiables y baja latencia.
- Comunicaciones de altas cantidades de información máquina a máquina. (Noelia Hernández, 2018)

Esta iniciativa nace de un Piloto que ejecuta Red.es. (Entidad pública empresarial dedicada a la digitalización e inteligencia artificial). El gobierno español busca desarrollar casos de uso, experimentar con la potencialidad de esta tecnología y promover el desarrollo de ecosistemas entre operadores, proveedores de tecnología y soluciones a empresas como Cepsa. Entre sus objetivos está implantar la tecnología 5G en toda España y otorga a Vodafone el Piloto de 5G de Andalucía. (Diario de Sevilla, *Hadi Industrial, el salto evolutivo de Cepsa hacia el 4.0*, 2020)

A través de estos antecedentes es cómo Cepsa empieza a trabajar con Vodafone como socio tecnológico para la adjudicación de dos de los 35 casos de uso del Piloto 5G Andalucía defendiéndolos antes Red.es. (Cepsa, 5G aplicado al proceso de refinería, Cepsa) El orden cronológico es el siguiente :

- En 2017, Cepsa comienza a digitalizarse con el despliegue de una red privada LTE en la refinería de la Rábida en Palos de la Frontera, Huelva. Se cambia la manera de trabajar de los operadores acercando la digitalización de los procesos a campo con herramientas corporativas y dispositivos ATEX en manos de todos los perfiles de la planta. Los dispositivos ATEX son usados en zonas industriales con atmósferas explosivas, y reducen posibles riesgos causados por dispositivos móviles. Su precio es significativamente mayor pero las ventajas son notorias.
- En 2018 se inicia la identificación de los casos de uso del Piloto 5G de Andalucía y en septiembre de ese mismo año se hace una selección.
- En Abril de 2019 se adjudica el proyecto y entre Junio de 2019 y Agosto de 2021 se lleva a cabo la ejecución. Se empezó por la actualización de la red privada LTE,

red inalámbrica privada en esos momentos de Cepsa, a 5G. Durante esos dos años (2019-2021), Cepsa trabajó con varias empresas que han ayudado a que los dos casos de uso sean hoy una realidad. Entre ellos se encuentran Huawei como proveedor de la infraestructura de red, Capgemini liderando los proyectos de realidad aumentada y Vodafone liderando la estrategia y despliegue del 5G. Para radiar 5G y actualizar la red de Cepsa, se utilizó la antena física “Aromax”, ya existente en la planta.

Los dos pilotos tecnológicos que se eligieron entre los 35 posibles fueron :

1. Mantenimiento predictivo con sensórica y red 5G. Se lleva a cabo a través de sensores que se conectan desde planta sin infraestructura cableada como se hacía antes (durante kilómetros). Se conectan con la nube a través del 5G. Se analizan esos datos externamente a través de la computación en la nube y se asegura el correcto mantenimiento predictivo de esos equipos.
2. Soporte experto a operarios de planta con realidad aumentada sobre 5G. Este piloto tecnológico se lleva a cabo con el desarrollo de una aplicación móvil que ofrece la capacidad de monitorización en tiempo real de la información que está ocurriendo en las tuberías de las plantas. (Bernardo Alvarez-Villar, 2021)

Los objetivos que se buscaban con el despliegue de la tecnología 5G eran amplios, siendo el principal y resumido en una frase: “desarrollar soluciones que antes eran imposibles”. Esto es debido a que las velocidades alcanzadas son 10 veces mayores que con la tecnología 4G (la transferencia de datos podrá alcanzar unos 20 Gigabytes por segundo en su velocidad óptima), la latencia se reduce a tiempos inferiores a los 5 milisegundos gracias también a la computación en la nube, lo cual es una ventaja fundamental para el sector industrial. Otros objetivos son crear redes independientes que optimizan y se adaptan a la red, ampliando la capacidad de procesamiento de las aplicaciones de Cepsa. (Bernardo Alvarez-Villar, ABC; 2021)

Debido a que la latencia es reducida a plazos nunca vistos antes los servidores son capaces de trabajar en tiempo real. Gracias a la computación en la nube se obtiene mayor inmediatez en aquellos casos que requieren millones de cálculos complejos. Estos, se realizan externamente en computadoras y las aplicaciones de Cepsa recogen los resultados. La mejora en los dispositivos es sustancial por su escalabilidad y la mayor

densidad de dispositivos que pueden conectarse gracias al 5G (alrededor de un millón de dispositivos por kilómetro cuadrado, perfecto para el despliegue masivo de sensores). Cepsa cuenta actualmente con más de 300.000 sensores en sus instalaciones, produciendo más de 170.000 señales al día. (Bernardo Alvarez-Villar, ABC; 2021)

El primer caso de uso, el mantenimiento predictivo a través del modelo digital tiene como objetivos: validar la comunicación 5G con diferentes tecnologías de sensores e instrumentación, transferir gran cantidad de datos desde los propios sensores de campo, eliminar el cableado y obra civil (supone un gran coste), y acortar tiempos de instalación. Algunas características de este caso de uso concreto son : las tendencias, umbrales de avisos y alarmas siempre actualizados, su gran escalabilidad, un solo centro de control que analiza todos los datos de manera global y la eficiencia y ahorro en el consumo de recursos. También se pueden ahorrar costes al evitar la presencia de un especialista en planta ya que se puede analizar los datos de la planta en remoto. (Bernardo Alvarez-Villar, 2021)

Por lo tanto, se mejora así la seguridad, los plazos y costes. A través de este modelo de negocio, se puede predecir el fallo y anticiparse a él, de manera que se maximiza la vida útil de la máquina, se evitan paradas imprevistas y su coste, y por tanto, aumentar la disponibilidad de la planta y así consecuentemente aumentar la competitividad. El hecho de poder evitar paradas inesperadas supone una gran ventaja para Cepsa ya que al contar con procesos tan complicados y trabajar con el tratado del crudo continuamente, un parada inesperada tiene un coste tanto directo como de oportunidad increíble. (J.M Sánchez, ABC ; 2021)

El segundo caso de uso, el soporte experto a operarios de planta con realidad aumentada sobre red 5G, tiene como objetivo crear un ecosistema en realidad aumentada que permita prestar soporte en remoto mediante video en directo a los operadores y que cuente con información en tiempo real de las instalaciones. El sistema mostrará información de varios tipos como : producto, caudal, temperatura, direccionalidad de la tubería y destino de la misma. (Bernardo Alvarez-Villar, ABC; 2021)

Anteriormente, el personal de mantenimiento de la planta respondía a las solicitudes de las operaciones identificando las tuberías a través de mapas y señales, lo cual no siempre era lo más rápido. Por otra parte, el soporte experto en remoto era dado por parte de otros

empleados por voz mediante el uso de transmisores convencionales. Esto provocaba pérdidas de tiempo tanto de reparación como de operación.

La nueva solución, a través de la app de Realidad Aumentada (AR) de Capgemini en la red 5G de Vodafone, permite a los operadores acceder a información en tiempo real, identificando automáticamente las tuberías en cuestión de segundos, formatearlas a través de la app desarrollada e incluso obtener soporte experto vía video en directo si fuera necesario. Cada operador de planta, cuenta por primera vez con dispositivos como tabletas y móviles (ATEX) adaptados que permiten digitalizar las tareas e incorporar más información. Los operadores tienen visualización directa y sencilla de datos en tiempo real. Se da un posicionamiento físico del operador y accede la información mediante un QR con el cual inicia sesión.(Dirección de comunicación de Cepsa, 2021) Mediante estos aparatos los operadores cuentan con información adicional y pueden ver los datos del proceso de su unidad, y usar esa información para detectar posibles anomalías o para una interacción con un tercero que les de instrucciones precisas.

Este segundo piloto tecnológico y modelo de negocio tiene como objetivos, entre otros, la independencia y ayuda en la toma de decisiones por parte de los operarios, mejorar la seguridad en las operaciones, evitar paradas y desarrollar un sistema de asistencia experta al operador.(Dirección de comunicación de Cepsa, 2021)

Para Jorge Acitores, director de la refinería de Cepsa en Palos de la Frontera, “gracias a la tecnología de Vodafone y Capgemini, Cepsa está a la vanguardia tecnológica en el internet de las cosas y en la industria inteligente de la revolución industrial 4.0, consiguiendo aumentar los niveles de seguridad en las operaciones, disponibilidad y fiabilidad de activos monitorizados, así como el ahorro de costes en infraestructuras y operaciones.” (La vanguardia, 2021). Por otra parte, Borja Tinao, director a nivel europeo de Smart Factory en Capgemini declaraba “este proyecto demuestra cómo la tecnología 5G es un habilitador clave para la Industria 4.0, ya que se convierte en el vehículo adecuado para que otras tecnologías como la realidad aumentada puedan ser ejecutadas con la calidad de servicio requerida. La realidad aumentada, junto con video llamadas de alta calidad son herramientas disruptivas para dar un soporte óptimo a operadores en

tareas de mantenimiento diarias garantizando su seguridad y mejorando el rendimiento en las operaciones”. (Capgemini, 2021)

Impresión 3D. La impresión 3D fue creada en el siglo XX por Chuck Hull, el cual patentó la tecnología de estereolitografía con la creación de su empresa, actualmente una de las líderes en este mercado concreto, 3D systems. (Beatriz Guillen, 2017). Desde entonces se empiezan a utilizar las primeras impresoras 3D, aparece el sinterizado selectivo por laser y se desarrollan nuevos métodos para obtener las piezas impresas en tres dimensiones mediante el modelado por deposición fundida. Los avances son continuos :

- En 2005 Z Corporation crea el primer equipo de impresión 3D que trabaja color a alta definición.
- En 2008 se crea la primera prótesis de pierna impresa en 3D.
- En 2009 sale al mercado publico el primer sistema de impresión 3D.
- En 2010 la empresa Organovo Inc anuncia la creación de los primeros vasos sanguíneos creados al 100x100 a través de impresión 3D.
- En 2014 Local Motors imprime el primer coche en 3D.

Las impresoras 3D se pueden clasificar según : impresoras 3D por estereolitografía, impresoras 3D de sintetización selectiva por Laser, impresoras 3D por inyección, e impresoras por deposición de material fundido. La principal diferencia entre ellas son los materiales usados, desde termoplásticos, aleaciones de metal, yeso o papel. También el método de tecnología aplicado, ya sea extrusión, hilado, granulado, laminado o químicos. (Jonatan Javier Mortarini, 2014)

La impresión 3D se considera como un salto tecnológico muy grande dado que sus aplicaciones son cada vez más amplias y útiles. Es cierto que en un principio los precios de estas máquinas eran excesivamente elevados, pero de acuerdo a la Ley de Moore, se han reducido de manera correlacionada a sus prestaciones y oferta. Las consecuencias directas de la impresión 3D todavía no se ven reflejadas en la actualidad a gran escala pero seguro romperán con el paradigma existente de oferta y demanda general ya que muchos usuarios en vez de acudir a sus vendedores usuales, podrán fabricar ese producto en su propio domicilio. Esto afectará a las empresas que fabrican esos productos y

también a las empresas de sus cadena de valor encargadas de sus logística. Los cambios más drásticos que conlleva la impresión 3D son :

- Personalización. El coste que tiene fabricar un producto a medida es significativamente menor de lo que sería encargarlo a un fabricante común. Esto supone que individuales podrán utilizar este método de fabricación. Además, esto podría tener una gran repercusión en las economías de escala, ya que el Fordismo lo que defendía era la reducción de los costes generales e individuales mediante el tamaño de la producción.
- Reducción en la cantidad de residuos. Siguiendo la hipótesis de que solo se produce aquello que se necesita, y suponiendo que en la producción solo se usa la cantidad justa de material, los productos sobrantes serían reducidos hasta niveles cercanos a cero. Añadiendo que se pueden utilizar materiales reciclables también.

En cuanto al empleo relacionado con este sector, la impresión mediante piezas en impresoras 3D, sin duda lleva a la automatización de procesos y una inmediata disminución en la necesidad de personal asociado a dicha función. Sin embargo, crecerá la demanda de personal en la fabricación e instalación de las impresoras 3D. (Schwab, 2016) Los tres ámbitos en los que la impresión 3D destaca por sus ventajas son la construcción, los alimentos y la medicina:

- Construcción. Limita muchos riesgos de trabajadores en el proceso de construcción. Se estima que cada año mueren alrededor de 10,000 trabajadores por accidentes y 400,000 con lesiones graves en el proceso de la obra (Vahnov, 2014). Además, mediante la impresión 3D el costo de fabricar una casa es significativamente menor que mediante métodos tradicionales y los materiales tienen las mismas características que los que se utilizan hoy en día. Los recursos se administran mejor y con menos desechos. De esta manera también se puede solucionar el problema de la falta de viviendas en ciudades. (Jonatan Javier Mortarini, 2014)
- Medicina. Una de las características principales del sector de la medicina es la personalización necesaria para satisfacer a cada cliente. Más específicamente, los implantes o prótesis son completamente personalizados a cada cliente para su

mayor comodidad. Además, también se está desarrollando la impresión de células madres y órganos para posibles trasplantes. Estos órganos se crean a partir de células madres del propio cliente, por lo que la probabilidad de rechazo es nula o casi nula. Actualmente hay listas de espera en las que mucha población se queda fuera o llega tarde y fallece sin tener opción a este mencionado trasplante. Por ultimo, también se propone una solución en la que los médicos hacen una receta online (de pastillas) se envía a la farmacia en la cual hay una impresora 3D y se crea las pastillas personalizadas para el cliente, de esta manera se evita que ingiera algunas cuyas sustancias le causan síntomas adversos. (Jonatan Javier Mortarini, 2014)

- Alimentos. Mediante la creación de alimentos a base de impresoras 3D se consigue aumentar la gestión y evitar desperdicios en el proceso de cocina. Este proceso se basa en que las impresoras en vez de tener un cartucho de tinta, el cartucho esta relleno del ingrediente necesario. Puede resultar muy beneficioso para lugares en los que escasean ciertos alimentos o en los que hay sequia. Este modelo de negocio ha avanzado bastante en los últimos años y esta haciéndose un hueco en el mercado actual. Empresas conocidas como Beyond Meat o Novameat son ejemplos de este modelo de negocio.

Por lo tanto, el nuevo modelo de negocio de impresión 3D brinda una amplia gama de ventajas tanto a fabricantes como a consumidores, recortando tiempos de espera y mejorando la gestión de recursos. Durante la pandemia y cierre de muchos negocios, aquellos países que contaban con un amplio numero de empresas con este modelo de negocio, fueron capaces de subsanar la demanda interna de componentes (la mayoría quirúrgicos) que regularmente solían estar abastecidos mediante las importaciones. (Edgar Mondragón Tenorio, 2022). Un ejemplo concreto de este escenario es la impresión 3D de válvulas de respiradores, esto ocurrió cuando a la empresa italiana Isinnova le llegaron noticias de que en el hospital Chiari faltaban estos productos y comenzaron a fabricar de forma inmediata, solventando la urgente demanda. (Alicia M.; 2020)

3.6 Caso de uso - Empresa Fiixit

Uno de los casos más exitosos de modelo de negocio en cuanto a impresión 3D enfocada en el ámbito sanitario es la empresa Fiixit. Es la primera empresa que cuenta con el certificado de productos sanitarios por impresión 3D. La empresa fue creada por la ingeniera Raquel Serrano en 2016 y desde entonces lleva diseñando férulas impresas en 3D, habiendo trabajado ya con más de 3.000 clientes.

La idea surge cuando Raquel, actual CEO y fundadora de la empresa, se encontraba comiendo en un restaurante y ve a un niño con escayola en la muñeca con altos picores y decida rascarse por dentro con un cuchillo, a partir de esa experiencia, Raquel empieza a pensar en las principales desventajas de una escayola tradicional: los usuales picores, la imposibilidad de mojar la escayola, y lo molesto que es tanto ponerse la escayola como quitársela. Raquel en ese momento imprimía pulseras ya con impresoras 3D y vio una clara oportunidad de negocio, cambiar las pulseras por escayolas. Además con esta idea de negocio podía ayudar a muchos clientes con casos particulares.

En cambio, las férulas impresas elaboradas por la empresa Fiixit, tratan de solucionar todos estos problemas a partir de los productos con los que se fabrican y a un grado muy alto de personalización. María Carmen, responsable de ventas y marketing defiende que las férulas de Fiixit: más ligeras y más finas, más higiénicas, impermeables, y sumergibles. Que sean sumergibles es una gran ventaja para los clientes sobretodo en meses de verano, en climas húmedos o lluviosos. También en profesiones relacionadas con el agua. En una entrevista llevada a cabo con María Carmen López González, responsable de marketing en Fiixit, defiende son más eficaces que una escayola convencional, no se infectan, y son productos muy personalizados. (Entrevista con María Carmen, Anexo)

La personalización es una de las características claves de este modelo de negocio, desde el momento de su creación hasta su uso. Para su fabricación, es primero necesario que el cliente se dirija a un centro especializado de ortopedia en el que se le tomarán medidas. En muchas de estas ortopedias cuentan con impresoras 3D y en cuanto se tienen las medidas se empieza a diseñar la férula en ordenador y después su posterior impresión. El plazo medio es de 24 horas. Otra característica de personalización es que cuentan con un sistema de cierre rotativo. Este sistema es capaz de adaptarse a la anatomía del paciente

mientras se cura la fractura. El cliente puede ajustar o soltar la férula conforme a sus necesidades. Por lo tanto, se adaptan a la perfección a la patología y anatomía de cada cliente. Este alto grado de personalización ayuda también a muchas personas con malformaciones o casos muy concretos que de otra manera con una producción en serie sería imposible.

En cuanto a la gestión de residuos, esta empresa trata de utilizar la menor cantidad de plásticos posibles y por ello, uno de los productos que se utilizan para la impresión en 3D de las férulas es el PLA (Acido poliláctico), el cual algunos de sus componentes son el maíz y la glucosa. La mayoría de los materiales son biodegradables defiende María Carmen. (Entrevista con Maria Carmen, Anexo)

Por lo tanto, las ventajas que ofrece este modelo de negocio concreto se ven reflejadas ya en casos reales. En un estudio realizado por 3Dnative se estima que durante la pandemia del covid-19 este sector creció un 71% a nivel mundial y se prevé que esta industria crezca un 98% en tan solo 5 años y facture 10.120 millones de euros en el año 2025, creando una demanda de profesionales especializados en la materia. (Juan Javier Suarez, 2015)

4. Conclusiones y recomendaciones

A lo largo de este trabajo se ha explicado el contexto en el que se desarrolla y encuentra la cuarta revolución industrial y sus diferencias con las otras revoluciones históricas. Las principales son su impacto y profundidad y sobretodo la velocidad a la que se desarrolla. Según varios estudios de consultorías internacionales, como KMPG o Accenture, el reajuste de los modelos debe ser a escala completa y para ello se debe organizar un plan de acción a seguir basado en organización con visión a futuro, integración y desarrollar un pensamiento dirigido a ser líderes en su mercado. Más adelante se explicó el avance de la cuarta revolución industrial según sector y región, llegando a la conclusión de que los sectores más digitalizados son aquellos en los que las soluciones basadas en datos actualizados en casi tiempo real son fundamentales para el rendimiento del negocio, como el sector aeroespacial y el de los hidrocarburos. Por otra parte, estos estudios también defendían que la madurez digital está solo al 39% de su total capacidad, por lo tanto el

margen de maniobra es todavía alto y se espera que en los años venideros se adapten más empresas.

Adicionalmente, se explicó que en con el fin de afrontar esta nueva era tecnológica es necesario un rediseño profundo de las políticas, tanto de educación como el marco regulatorio para la inversión y creación de empleo. Políticas que deberían desembarcar en que los efectos disruptivos de esta cuarta revolución industrial sean netamente positivos y al alcance de todos. Estas políticas son impulsadas desde el Foro de Davos, como también por países particulares como el caso de “Industria Conectada 4.0” en España.

Más adelante, se explicó en un extenso marco teórico los nuevos modelos de negocio que surgen a raíz de la digitalización y los avances tecnológicos como el 5G. Siendo la mayoría de ellos complementarios entre ellos y en algunos casos imprescindibles para el correcto funcionamiento. Véase el caso del modelo de negocio del gemelo digital, el cual necesita de la computación en la nube y del internet de las cosas. Posteriormente se ha analizado cada modelo de negocio uno a uno y sus ventajas, mercado y crecimiento. Además, siguiendo el modelo de análisis de Yin se han analizado tres modelos de negocio concretos. Dos casos de uso en la refinería de Cepsa en la Rábida, Huelva y el caso concreto de la empresa Fiixit de impresión 3D de escayolas y variantes.

En el caso de la refinería de la Rábida en Huelva, los dos casos de uso son el mantenimiento predictivo a través del modelo digital y el soporte externo a operarios de planta con realidad aumentada. Tras el análisis realizado se concluye que a través de estas innovaciones han ayudado a Cepsa a Monitorizar el estado de los equipos rotativos a través de sensores conectados a la red 5G, aumentando así la disponibilidad de los mismos gracias al mantenimiento predictivo y a identificar las tuberías de transporte de productos en las instalaciones industriales a través de un proyecto pionero de realidad aumentada. El caso de uso de la empresa Fiixit refleja como a través del modelo de negocio de impresión 3D se mejora los procesos de producción en cuanto a personalización y gestión de residuos.

En consecuencia, se concluye que no se puede predecir el futuro con precisión pero en base a tendencias y datos pasados se prevé que las predicciones económicas son de adaptación a esta cuarta revolución industrial y queda expuesto que con el 5G como

habilitador se pueden llevar a cabo nuevos modelos de negocio que ayuden a la mejora en la comunicación, la gestión de recursos y residuos, la mejora tanto para los trabajadores como para los clientes y la reducción de riesgos para los trabajadores a través de la automatización de procesos. Adicionalmente, estos nuevos modelos de negocio aportan un beneficio basado en :mayor eficiencia en los procesos productivos, mayor seguridad, eficacia, reducción de costes y por lo tanto un beneficio económico. El avance de la cuarta revolución industrial y sus nuevos modelos de negocio es a una velocidad nunca vista antes, y las economías deben adaptarse si quieren contar con ventaja competitiva y no quedarse atrás.

5. Referencias

- Lu, Y., Liu, C., Wang, K. I.-K., Huang, H., & Xu, X. (2020). *Digital Twin-driven smart manufacturing: Connotation, reference model, applications and research issues*. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 61(101837), 101837.
- Diaz, K., Cristobal, M., Vidal, E. and Diaz, K., 2022. *Modelos de negocio: lineales vs plataformas. Diferentes formas de dar valor - Blog de Hiberus*
- Yuqian Lu, Chao Liu, Kevin I-Kai Wang, Huiyue Huang, XunXu. 2020. February. *Digital Twin-driven smart manufacturing: Connotation, reference model, applications and research issues*
- Vijay Kakani, Van Huan Nguyen, Basivi Praveen Kumar, Hakil Kim, Visweswara Rao Pasupuleti. 2020. December. *A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry*
- Chesbrough, H. (2006). *Open Business Models. How to thrive in the new innovation landscape*. Harvard Business School Press. Mass. EEUU.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Editorial Debate. USA. Geneva: World Economic Forum.
- Accenture.com. 2020. *The race for digital operations transformation*
- KPMG. 2022. *Industria 4.0*
- Forrester Consulting. 2015. *La transformación digital en la era del cliente*.
- Deloitte. 2020. *Tendencias de la tecnología 2020*
- Blog, R. I. (2021). *Sin Digital Twins o Gemelos Digitales, no habrá fábricas Inteligentes*. *RLE IBERIA; RLE International Iberia S.L.U.*
- Mortarini, J.J. (2018) *La nueva revolución industrial y sus implicancias en la cadena de suministros la impresión 3d*. *universidad nacional de lomas de zamora*.
- Bilbao, N. (2022, mayo 31). *Este será el impacto de la realidad aumentada y virtual en la economía y en los empleos*.
- Fuló, P. (2021, diciembre 14). *El mercado mundial de la computación en nube alcanzará casi 800 mil millones de dólares en 2028*. *CloudMasters*.
- Geographic, N., 2022. *Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida*. [online] www.nationalgeographic.com.es.

- <https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449> [Accessed 9 June 2022].
- Zalla, R., 2022. [online] Sedici.unlp.edu.ar. Available at: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103050/Documento_completo.0.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - Sanchez Gomez. V. (2015, diciembre) *Análisis del estilo directivo de steve jobs, ¿es imprescindible su figura en el éxito de APPLE?*
 - OpenMind. 2022. *La impresora 3D, un invento de los 80 que triunfa 30 años después* | OpenMind. [online] Available at: <<https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/visionarios/la-impresora-3d-un-invento-de-los-80-que-triunfa-30-anos-despues/>> [Accessed 9 June 2022].
 - Joyanes Aguilar, L., 2022. *Industria 4.0 La cuarta revolución industrial.*
 - WEO (2016), *The future of Jobs: Employment, skills and workforce strategies for the Fourth Industrial Revolution, Global Challenge Insight Report*
 - Boe.es. 2022. [online] Available at: <https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho/abrir_pdf.php?id=ANU-M-2018-10008900113>
 - Maria Rilke, R., 2022. *CAUSAS Y EXPANSIÓN DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL* - PDF Descargar libre. [online] Docplayer.es. Available at: <<http://docplayer.es/28318889-Causas-y-expansion-de-la-revolucion-industrial.html>>
 - BOSTON CONSULTING GROUP, 2022. [online] Www3.weforum.org. Available at: <https://www3.weforum.org/docs/WEF_FOW_Eight_Futures.pdf> [Accessed 9 June 2022].
 - Sanchez, F., 2022. [online] Available at: <<https://www.xatakafoto.com/historia-de-la-fotografia/4-septiembre-1888-george-eastman-patento-primera-camara-kodak-fotografia-cambio-para-siempre>>
 - Cordón, N., 2022. *Los gemelos digitales marcan el camino de la industria 4.0.*
 - Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung- An Kao. 2014. *Una arquitectura de sistemas ciberfísicos para la industria.*
 - Estapé, J. and Estapé, 2022. *IKEA Studio, la nueva app de realidad aumentada con LiDAR para probar todos los muebles de IKEA en tu casa.* [
 - LATORRE LUNA, L., 2021. *El futuro del big data en el ámbito sanitario. las claves jurídicas del tratamiento de los datos de salud*

6. Anexo

Fiixit Entrevistita con Maria Carmen López. Responsable de Marketing y Ventas.

- Buenas tardes María, encantado de poder realizarte esta entrevista y hablar un poco de Fiixit y su modelo de negocio tan peculiar. ¿Cómo surgió la idea?
- Buenas tardes Santiago. Raquel Serrano, CEO de la empresa, se encontraba en 2015 comiendo en un restaurante cuando vió a un niño con una escayola rascarse con un cuchillo por dentro de la escayola. Inmediatamente pensó que tendría que haber una solución más eficiente y lo peligroso que era aquello. En esos años, Raquel ya imprimía pulseras a través de impresoras 3D y decidió dar el salto a la ortopedia y más específicamente a las escayolas. Se presentó al Spin off de la universidad de Málaga y quedo en primer puesto
- ¿Me puedes dar detalles sobre el producto?
- Principalmente fabricamos escayolas, ya sea para tobillos, muñecas o faciales. Se trata de un producto que cuenta con amplias ventajas : se puede mojar, volar con ellas, no huele y no infecta heridas ya que no se pudre.
- ¿Cuál es su tiempo estimado de fabricación? ¿Se gestionan mejor los residuos?
- Ya que tenemos que tomar las medidas se tarda un poco más que con una escayola tradicional. En el momento que tenemos las medidas son 24h a un máximo de 48h. En cuanto a los residuos, se gestionan mejor sin ninguna duda, uno de nuestros materiales es el PLA (Acido poliláctico), el cual uno de sus componentes es el maíz. La mayoría de los materiales son biodegradables.
- ¿Tenéis mucha competencia?
- Algunas empresas si que nos hacen competencia pero contamos con la ventaja de ser el primer fabricante certificado de productos sanitarios por impresión 3D.

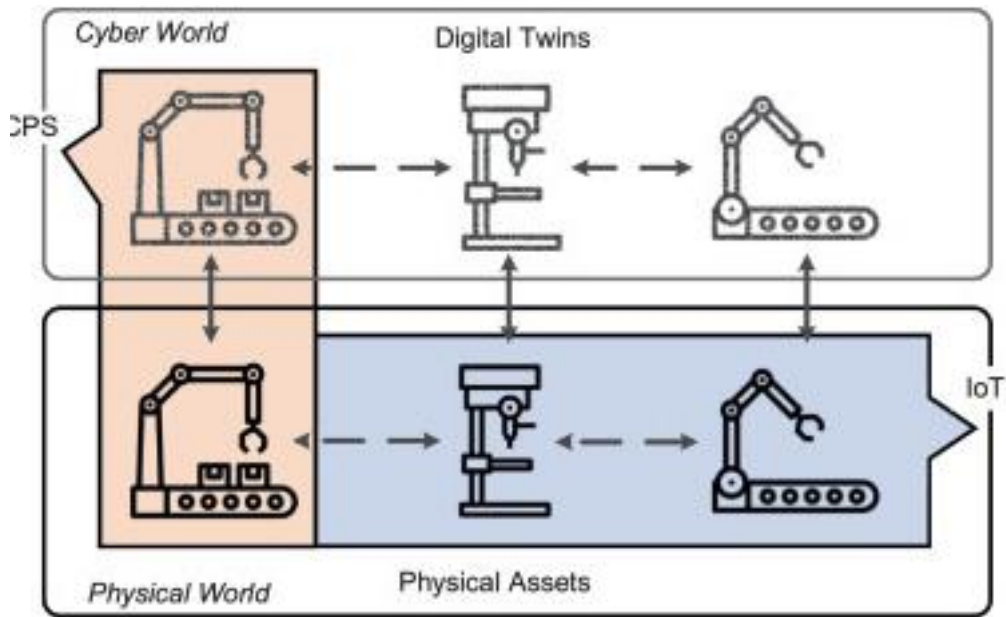


Ilustración 1. "Diferencias CPS y Gemelo Digital".

Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018 **Gartner**

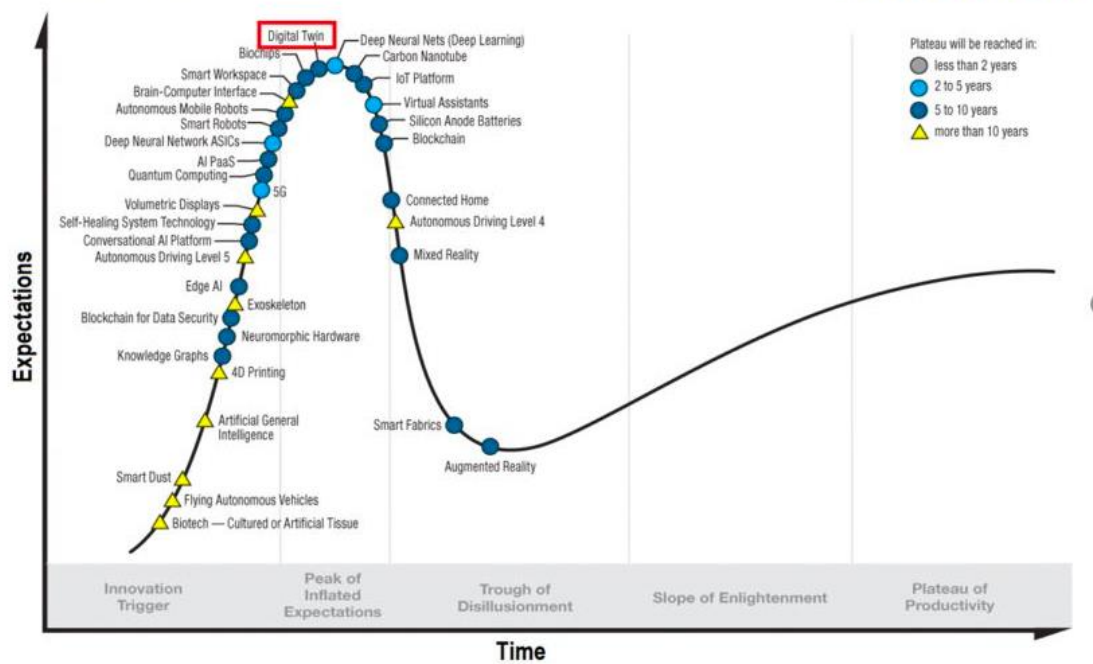


Ilustración 2. Gráfico extraído de informe de la consultora Gartner. "Popularidad de las tecnologías emergentes"