

## **LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL**

Análisis de viabilidad e impacto

### ***THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION***

*Viability and impact analysis*

Rafael Aguirre Laporte<sup>1</sup>

#### **Resumen**

Las fábricas empezaron utilizando la electricidad en sus operaciones, aunque este cambio tecnológico no trajo aparejado un cambio en la productividad durante muchos años, ya que los empleados conocían máquinas a vapor, y solo adaptaron las mismas para que reciban electricidad. No hubo un rediseño en las fábricas en sus comienzos. Con la generación venidera, se logró que la productividad se dispare, y alcance valores nunca vistos hasta ese momento.

La electricidad, al igual que el vapor son tecnologías multipropósito, que impulsan el crecimiento económico al permitir el desarrollo de tecnologías complementarias (electricidad – bombilla de luz), como así también el rediseño de fábricas.

En nuestra era, es la computadora la tecnología multipropósito, que es a la vez digital, exponencial, y combinatoria. Cuando las mercancías son digitales se pueden replicar a un costo cercano a cero, y de forma perfecta, entregándose de forma casi instantánea. Es exponencial, observando mejoras en las computadoras año tras año. Basta solo comparar las computadoras de hace 20 o 30 años con una consola de videojuegos de hoy. Por último, es combinatoria, donde cada innovación crea bloques de construcción para incluso más innovaciones. Lo antedicho permite entender porque actualmente podemos (y debemos) plantearnos cómo trabajar a la par de un robot, o intentar entender qué significa que una máquina pueda aprender y adonde puede llegar este aprendizaje.

Si bien la productividad continúa subiendo año a año, cada vez menos personas tienen empleo (privado). O sea, creamos más riqueza que nunca antes, pero para la mayoría de las personas, sus ingresos han disminuido. Hay una disociación entre productividad y trabajo, o lo que es lo mismo, entre riqueza y trabajo. De aquí proviene el efecto que se ha visto últimamente en EEUU o Europa de renuncias masivas ante la desilusión de las personas con sus trabajos.

Los trabajos rutinarios se presentan como ideales para ser realizados por una máquina, donde simplemente se le ingresa una serie de códigos, y luego se replican las veces que se

---

<sup>1</sup> Ingeniero Industrial (UADE, Argentina). Mag. en Administración de Empresas (Universidad de Palermo). Correo electrónico: rafael.aguirre.laporte@gmail.com

deseo. Esto hace imposible (e indeseable) la competencia entre una persona calificada y un software de pocos dólares. Este efecto se comienza a percibir en software, servicios, medios de comunicación, música, finanzas, y más recientemente en procesos de manufactura, y venta al por menor. El gran desafío es complementarnos con la tecnología, en vez de verse desplazado por esta.

A lo largo del presente trabajo intentaré mostrar qué tecnologías se han desarrollado en los últimos años, cómo han modificado la manera de pensar y relacionarnos con las cosas, y cuáles son las maneras de afrontar este nuevo paradigma denominado “cuarta revolución industrial”.

**Palabras clave:** revolución industrial; industria 4.0; impresión 3D; blockchain; inteligencia artificial; economía; gobierno; lideres.

## Abstract

*The factories began using electricity in their operations, although this technological change did not bring a change in productivity for many years, since the employees knew steam machines, and only adapted them to receive electricity. There was no redesign in the factories at the beginning. With the coming generation, productivity has skyrocketed, reaching values never seen before.*

*Electricity, like steam, are multipurpose technologies that drive economic growth by allowing the development of complementary technologies (electricity – light bulb), as well as the redesign of factories.*

*In our era, the computer is multipurpose technology, which is at once digital, exponential, and combinatorial. When goods are digital, they can be replicated at close to zero cost, and seamlessly, delivered almost instantaneously. It's exponential, seeing improvements in computers year after year. Just compare the computers of 20 or 30 years ago with a video game console today. Lastly, it is combinatorial, where each innovation creates building blocks for even more innovations. The foregoing allows us to understand why we can (and should) currently consider how to work alongside a robot, or try to understand what it means that a machine can learn and where this learning can go.*

*Although productivity continues to rise year after year, fewer and fewer people are in (private) employment. I mean, we're creating more wealth than ever before, but for most people, their income is down. There is a dissociation between productivity and work, or what is the same, between wealth and work. From here comes the effect that has been seen lately in the US or Europe of massive resignations due to the disillusionment of people with their jobs.*

*Routine jobs are presented as ideal to be performed by a machine, where a series of codes is simply entered, and then replicated as many times as desired. This makes competition between a qualified person and a few dollar software impossible (and undesirable). This effect is beginning to be felt in software, services, media, music, finance, and more recently in manufacturing and retail processes. The great challenge is*

*to complement ourselves with technology, instead of being displaced by it.*

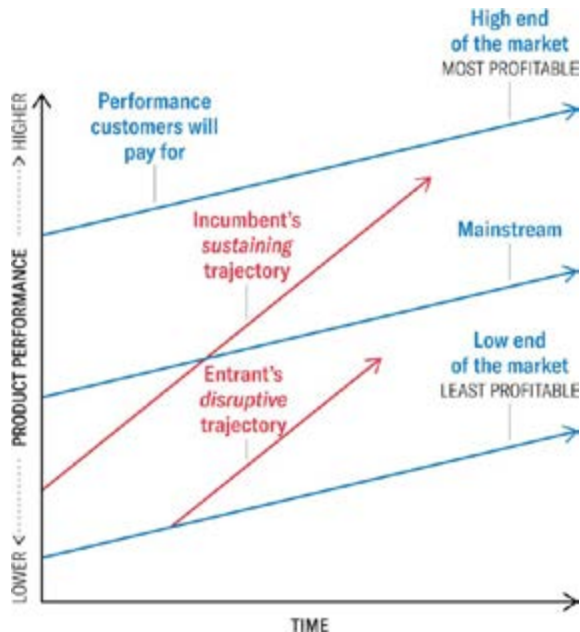
*Throughout this work I will try to show what technologies have been developed in recent years, how they have changed the way we think and relate to things, and what are the ways to deal with this new paradigm called “fourth industrial revolution”.*

**Keywords:** industrial revolution; industry 4.0; 3d print; blockchain; artificial intelligence; economy; government; leaders.

## Introducción

Tecnología disruptiva es lo que Clayton Christensen denomina a tecnologías sofisticadas que transforman procesos, no como mejoras innovadoras o incrementales en la manera de hacer las cosas, sino que las modifica haciéndolas más simples y baratas. Esto hace que la tecnología o innovación disruptiva comience en un nicho del mercado para luego ir de a poco desplazando a la tecnología imperante hasta ese entonces.

Mientras las empresas incumbentes insertan en el mercado productos o servicios de alta calidad (línea roja de arriba) para satisfacer a un mercado exclusivo (donde las ganancias son más altas), superan las necesidades de clientes de menos recursos, dejando una ventana para posibles empresas entrantes para suplir esa demanda. Estas empresas (línea roja de abajo) mejoran la performance de su oferta y se mueven de forma ascendente, desafiando a las primeras empresas incumbentes.



**Fuente:** HBR (2005).

En el siglo XX las tecnologías disruptivas fueron la computadora personal e internet, las cuales son a su vez los pilares de las tecnologías disruptivas del siglo XXI. Entre estas, que sumadas generan un efecto combinatorio que generará grandes cambios en nuestra sociedad se encuentran la impresión aditiva (3D), blockchain, realidad virtual, big data, internet de las cosas (IoT), robótica y la inteligencia artificial.

Es más sencillo identificar cómo estas tecnologías producen cambios en la industria, al crear nuevos mercados aprovechados en una primera instancia por los “early adopters”. Estos logran asentar la tecnología en el mercado, transformándolo al mismo tiempo, de forma que surgen nuevas necesidades a satisfacer.

Los sistemas tecnológicos cuentan con directrices, tendencias que nos permiten determinar hacia donde se dirige. Estas tendencias derivan de la naturaleza de los procesos físicos y químicos involucrados (electrones, cables, interruptores) que generan patrones recurrentes.

Kevin Kelly nos trae una analogía para describir este fenómeno. Imaginemos unas gotas de agua que caen por un valle; el trayecto exacto de una gota de agua al caer es impredecible, sin embargo, su dirección es clara, inevitablemente hacia abajo. De esta misma forma, las tendencias tecnológicas nos dan una pista en cuanto a la dirección de las cosas. Por ejemplo, los teléfonos celulares eran inevitables, pero el iPhone no. Internet era inevitable, pero Facebook no. En estos momentos observamos tendencias emergentes, y una de las más importantes es hacer las cosas cada vez más inteligentes (inteligencia artificial). Esto es observable en los hospitales, cuando las máquinas diagnostican resultados en función de imágenes de rayos X; en los aviones que tomamos diariamente (donde la mayor parte del viaje se realiza en piloto automático); en Netflix o Amazon a través de sugerencias en función de nuestros perfiles gracias a sus algoritmos. Lo antedicho permite comprender que cada vez estamos haciendo a las máquinas más inteligentes, y que debemos controlar su desarrollo al adoptar sus tendencias. Para esto debemos entender que la inteligencia no es lineal (del ratón al chimpancé al humano al genio) sino que hay varios tipos de inteligencias (espacial, razonamiento deductivo, emocional entre otras) y que, al dotar a las máquinas de inteligencia, contarán con determinados tipos y de forma mucho más elevada a la nuestra, ya que serán específicas para el uso que se pretenda. Por ejemplo, el GPS es más listo que nosotros en navegación espacial, de la misma forma que Google cuenta con mejor memoria a largo plazo. No piensan como humanos y esto es lo que permite que se complementen con nosotros. Por esto es que, por ejemplo, se está haciendo especial énfasis en el automóvil con conducción humana. Porque, a diferencia de los humanos, que se distraen con el celular, o con pensamientos banales, la inteligencia artificial no se distrae, y es aquí donde reside su punto fuerte.

Si con las anteriores revoluciones industriales inventamos la fuerza artificial, desplazando la fuerza animal por máquinas a vapor primero, y a electricidad después, que han permitido movilizar, cortar, plegar, inyectar y realizar actividades productivas que no hubieran sido posible sin este nuevo tipo de fuerza, ahora estamos entrando en una nueva revolución industrial al inventar la inteligencia artificial. Por lo que podemos tomar los mismos inventos de la revolución industrial (por ejemplo, una heladera), y agregarle inteligencia artificial para tener así una heladera inteligente. Si multiplicamos

esto por todos los productos que conocemos, queda claro el cambio revolucionario de estado respecto del actual. Los productos estarán interconectados, y fluirá la información de la misma forma que hoy fluye la electricidad.

Dado que la inteligencia artificial muchas veces se ve expresada en robots o bots (por ejemplo, aplicaciones que responden preguntas en un sitio), al ir incrementando IA, se irá asimismo redefiniendo la naturaleza del trabajo humano, ya que varias tareas quedarán relegadas a las máquinas. Se supone que, al mismo tiempo, al igual que sucedió con las primeras revoluciones industriales, se crearán otras tareas y por ende otros trabajos que todavía no percibimos. Lo más probable es que las tareas productivas (medidas mediante KPIs) sean relegadas cada vez más a máquinas, buscando eficiencia. Por lo que debemos entender que nuestra función será complementaria a la de las máquinas, y que cada vez más se deberá especializar más en comprender IA y saber trabajar con las máquinas.



## Tecnologías revolucionarias

La cuarta revolución industrial nos obliga a pensar formas de cambiar nuestra educación, nuestro concepto de trabajo, nuestra idea de consumo, y de entendimiento de lo que es una máquina y su interacción con la humanidad. Se presenta con características distintivas que nos hacen interpretarla como un todo, a saber:

**Redes verticales:** los procesos de digital a físico permiten a los fabricantes responder rápidamente a varios cambios que surgen como resultado de cambios en la demanda, niveles de stock, o fallas inesperadas de los equipos.

**Integración horizontal:** a través de la conexión de redes de cadenas de valor, la capacidad de respuesta de las empresas es altamente efectiva, registrando, evaluando y analizando cada información de operaciones, creación de prototipos, producción, comercialización y venta de servicios.

Ingeniería en toda la cadena de valor: las actividades de desarrollo y fabricación del producto están integradas y coordinadas con los ciclos de vida del producto. Surgen nuevas sinergias entre el desarrollo y los sistemas de producción

Ecosistema autónomo: Este nuevo paradigma de tecnologías disruptivas se basa en el aprendizaje automática, la robótica avanzada y la IoT industrial para acelerar la eficiencia a niveles nunca antes vistos.

No todas las tecnologías mencionadas avanzarán de la misma forma, ni tendrán el mismo impacto en nuestras vidas. Es la combinación de estas en el tiempo lo que permiten unificarlas bajo un mismo fenómeno. Al momento, de acuerdo a Gartner, las tecnologías de mayor impacto hoy en día son inteligencia artificial (AI), autenticación sin contraseñas, y plataformas de aplicaciones de bajo código (LCAP por sus siglas en inglés). Sin embargo, en un corto espacio de tiempo (menor a 8 años), varias son las tecnologías que se verán impactadas en nuestra sociedad en distintos ámbitos (productividad, comunicación, seguridad, tecnología smart), tal como lo indica el siguiente gráfico:



Fuente: www.gartner.com

Paso a detallar a continuación a detallar las tecnologías que entiendo que mayor impacto podrán causar en la sociedad, a saber:

## Blockchain y Bitcoin:

Bitcoin es una moneda digital porque se utiliza para transacciones que se realizan por internet. A diferencia del dinero físico, bitcoin es una totalmente virtual, protegida por criptografía (encriptada). Es una moneda privada dado que no está vinculada a ningún Estado o banco central, o sea, es una moneda descentralizada. Se controla a través de tecnología peer-to-peer (usuario a usuario), sin intervención de intermediarios. El cambio que plantea el bitcoin o cualquier moneda digital no es solo su uso como moneda, sino el potencial de la tecnología que provee el sistema. Este sistema cuenta con varias diferencias respecto de la forma actual de proceder. En primer lugar, al ser descentralizado, resuelve los problemas de fraude o “caída del sistema” por depender de un servidor central. A su vez, es transparente, permitiendo realizar un seguimiento de cada movimiento alguna vez realizado, en contraposición a los bancos que suelen mostrar los últimos 90 días de movimientos solamente. Otra ventaja es la rapidez de la transacción sea nacional o internacional (en promedio 10 minutos) sin importar si un día feriado, festivo, o la hora del día en que se desee realizar. Actualmente las transacciones internacionales basadas en los sistemas SWIFT pueden demorar entre 48 y 96 hs dependiendo del banco, y las nacionales entre bancos entre 24 y 48 hs, siempre contemplando días hábiles. Parece inevitable que el dinero vaya mutando cada vez más a lo virtual dada la economía digital adonde nos dirigimos.

No solo debemos entender a la tecnología de cadena de bloques (blockchain) como un instrumento para concebir criptomonedas. Su ingeniería permite detectar usuarios falsos o fake news en redes sociales, realizar pagos a empresas de reparaciones en caso de que un sensor detecte un problema en nuestro hogar, almacenamiento seguro de datos médicos pudiendo luego personalizar los seguros de salud, rastreo de estado de productos transportados que son sensibles a condiciones ambientales (medicamentos, alimentos), votación en línea.

## Internet of Things (IoT)

Gracias a dotar a los aparatos electrónicos de sensores, estos adquieren una identidad propia, detectando el entorno en que se encuentran e intercambiando información entre sí. La adición de tecnologías de conectividad permite digitalizar estos aparatos, y comunicarse entre sí y con servidores de internet. Ejemplos de lo antedicho pueden ser: la heladera, la cual podría detectar qué alimentos de uso diario faltan, realizar un pedido de forma automática a un supermercado, y que el pedido llegue antes de quedarnos sin el producto en cuestión; luces que se encienden solo cuando detectan movimiento (ahorrando luz ya que evita que alguien pueda olvidar apagarlas); los relojes electrónicos que vienen provistos con sensores para calcular presión, temperatura, cantidad de pasos diarios, y luego utilizan esta información para determinar si uno se encuentra cumpliendo su meta física; pulsera en cruceros o parques de diversiones, donde registran noches de hotel, entradas a eventos, horario de cenas / almuerzos, entre otros. Para lograr que los aparatos, con inserción de sensores y comunicación a internet, nos puedan facilitar la vida, controlando variables de temperatura, apertura de cochera, pasos que damos, alimentos que nos faltan,

y demás, primero debemos garantizar el acceso a internet desde todo lugar y a toda la población. Tal vez el mejor ejemplo de cambio en nuestra forma de trasladarnos, bajar la tasa de accidentes o incidentes, o pasar el tiempo, sea el auto autónoma, el cual a través de sensores tiene la capacidad de manejarse sin conductor, tomando decisiones de forma continua sobre a que velocidad deambular, cuando detenerse, doblar, o señalar.

### **Big Data:**

Como indicamos en el punto anterior, cada vez más son los sensores incorporados a objetos que transmiten datos, los cuales, sumados a los que generamos los humanos en redes, mails, blogs, entre otros, se generan cada día una enorme cantidad de datos que requieren de un almacenaje. Sin embargo, no es en sí mismo el dato lo relevante, sino cómo se trabaja al mismo, o sea, a su análisis. A través de estadística se busca lograr pronósticos predictivos precisos que nos indiquen posibles estrategias de negocios, resultados de evaluaciones, entre otros. Es gracias al big data que Netflix nos puede recomendar series o películas analizando datos de lo previamente visto, o que nos figuren propagandas de hoteles o autos de un lugar que hayamos consultado en una agencia de viajes. Se encuentran en big data las conocidas como 3V, a saber:

- **Volumen:** cantidad de datos de tamaño tal que requieren de un software determinado para su procesamiento.
- **Velocidad:** rapidez con la que los datos se reciben, se procesan y se toman decisiones a partir de ellos.
- **Variedad:** fuentes de datos cada vez más heterogéneas, ya que provienen de todo tipo de dispositivo o aparato.

Es a través de la utilización del big data y su análisis mediante machine learning que podemos hoy en día contar con publicidad personalizada (viendo solamente los avisos políticos o de productos que coinciden con los posteos previos realizados en redes, o las fotos previamente publicadas), utilizar estadística para correlacionar zonas de delito con tipo de urbanizaciones, almacenamiento de datos de salud de toda la población (estudios previos, diagnósticos, medicamentos) buscando lograr la prevención de enfermedades o tratamiento temprano, almacenar cursos tomados con sus notas de grado para lograr bajar la tasa de deserción escolar, entre otros ejemplos donde se puede aplicar.

### **Impresión 3D**

La impresión tridimensional (impresión 3D) a través de diseños digitales permite crear objetos personalizados según la necesidad o gusto de cada uno. Es revolucionario ya que cuestiona la necesidad, hasta el momento, de producir en masa para lograr precios competitivos para el consumidor. No solo esto, sino que también se pone en duda la forma



de comprar, ya que se pasa de adquirir un producto, a adquirir un diseño, el cual luego el consumidor lo podría fabricar en su propio hogar.

Denominada “tecnología de manufactura aditiva”, esta tecnología es desarrollada a principios de la década de 1980 por Charles Hull, fundador de la empresa 3D Systems, quien experimenta con resinas líquidas que se solidifican con la exposición a la luz ultravioleta.

La gran ventaja respecto de la fabricación actual es también la falta de desperdicio, ya que es un proceso aditivo, donde se van adicionando capas de material. De esta forma no se fabrica por inyección, perforado, cortado, moldeado, tallado u operaciones similares, lo que permite que solo se agregue el material que se necesita.

Esta nueva revolución industrial es digital, permitiendo al combinar tecnologías revolucionar campos de medicina, objetos de uso personal, y hasta alimentos, logrando desde la personalización de productos, hasta la creación de nuevos modelos de operación. A su vez traslada la capacidad de producción de la empresa a nuestro hogar, por lo que el cambio no es sólo industrial, sino social y económico. Ya no será necesario comprar en un shopping, sino bastará con descargar el diseño desde nuestra computadora, desmasificando la producción, personalizando el producto.

La tecnología de impresión 3D aporta las siguientes ventajas que pueden ser consideradas revolucionarias, a saber:

- Uso más económico de recursos: al utilizar solo la cantidad de material que se necesita, no se genera desperdicio, lo que genera una baja de costo a nivel productivo.
- Agregar complejidad al objeto no implica costo adicional: mientras se encuentre en el diseño, y al ir completando por capas el objeto, se logran piezas complejas sin generar extra costo, o extra tiempo
- Personalización de los diseños: piezas customizables, de acuerdo a la era que vivimos, donde se busca la personalización de los objetos, ajustable a las necesidades de cada uno. Sin embargo, siendo una tecnología que nació hace poco todavía requiere solucionar algunos inconvenientes, por ejemplo:
- El proceso de impresión 3D lleva mucho más tiempo en comparación con el proceso de inyección a base de matriz (moldes), por ende, más costosa a gran escala de producción. Si bien se avanzó en la impresión con varios materiales, por el momento no se alcanza la calidad de los procesos de producción más tradicionales.

Para la creación tridimensional de un objeto se requiere de:

- 1) *Un diseño digital*: es un modelo realizado por un diseñador con un software de diseño o de fabricación como CAD, CAM o incluso logrado a través de un escáner 3D para lograr obtener el diseño a través de un objeto existente.
- 2) *El material necesario para fabricar el objeto en cuestión*. Generalmente se utilizan

plásticos o metales, aunque también se está comenzando a experimentar con cerámica, hormigón e incluso con alimentos.

- 3) *La impresora 3D*: Es el aparato que permite a través de la lectura del diseño y con el material necesario dentro de ella, producir, capa por capa, el objeto en cuestión. Dependiendo lo que se busque lograr se pueden encontrar impresoras de diversos tamaños, para uso hogareño, de diseño, o industrial.

Si observamos el ciclo de Gartner para este tipo de tecnología podemos ver que ya cuenta en la actualidad con varias implementaciones (impresión 3D en la industria automotriz, en aparatos dentales, en extrusión de material, en modelos para cirugías), y a su vez tantas otras pueden desarrollarse en los próximos años (piezas en nanoescala, drogas, en la industria petrolera), a saber:



Fuente: [www.gartner.com](http://www.gartner.com)

A medida que los costos de impresión 3D disminuyan y las tecnologías aditivas se difundan, es inevitable la proliferación de pequeños centros de impresión en cada ciudad, tal como proliferaron en su momento los centros de fotocopiado.

La impresión 3D puede ser un proceso que consume mucho tiempo, especialmente la etapa inicial de generación de un modelo o imagen en 3D. Un modelo de negocios prometedor es uno que otorgue transparencia a los servicios de impresión 3D y ofrezca acceso en línea a los modelos 3D existentes.

El software debería permitir a los propietarios del diseño rastrear quién y cuántas veces se ha impreso una pieza (o modelo). Esto permitiría primero dar seguridad al sistema, además de permitir a los dueños de los diseños (titulares) monetizar cada reproducción en 3D.

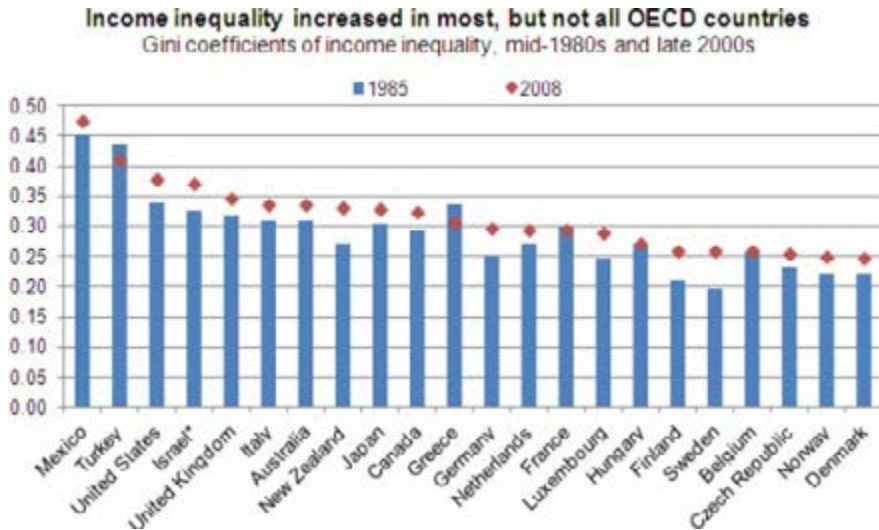
Existen 3 factores que contribuyen al desarrollo de las impresoras 3D a nivel global y local. En primer lugar, la cuestión del precio. En los últimos 10 años el precio de la tecnología de impresión 3D se abarató más de 5 veces, dando cuenta de la eficacia de los procesos que se utilizan, que logran superarse día a día. En segundo lugar, el desarrollo de esta tecnología ha simplificado los procesos, haciendo que resulte sencilla la utilización de su software, hasta el punto de que puede usarse sin conocimiento previo. Se puede conseguir en internet una gran cantidad de diseños de objetos listos para imprimirse e incluso existen programas fáciles de usar para los diseñadores principiantes. En tercer lugar, la utilización eficaz, sin desperdicios, que la impresión 3D hace de los materiales termina reduciendo los costos de producción abaratando consecuentemente el producto.

Estamos asistiendo a una revolución que cambia el eje, del consumo masivo de bienes estandarizados, al diseño, el consumo personalizado y la individualización de la producción.

### **Inteligencia Artificial (AI):**

La robótica y la inteligencia artificial están transformando la economía y la sociedad de forma progresiva. Se calcula que en los próximos años el 40% de las tareas productivas pasarán a manos de máquinas, lo que presagia un problema social importante futuro (desempleo masivo mundial), pero también presente (desilusión ante el trabajo por falta de perspectivas). Como afrontar este desafío de buscar mayor productividad avanzando en la incorporación de tecnología en las fábricas, y al mismo tiempo lograr bienestar en la sociedad es, tal vez, el mayor interrogante en la actualidad. No solo se presenta como un problema la reubicación de parte de la población, sino que es claro que los dueños de la tecnología cuentan con gran poder, y que de a poco la sociedad va perdiendo a la clase media, marcando una diferencia entre los dueños de la tecnología y los desplazados por esta acentuada. Por esto se observa que el porcentaje de personas más ricas del mundo lo son de forma cada vez más diferenciada respecto del resto de la sociedad.

Por lo antedicho es que gran cantidad de pensadores se han puesto a trabajar en proyectos sobre una renta básica universal, que permita a un porcentaje importante de la población comprar productos para satisfacer sus necesidades básicas (alimentos, salud, servicios).

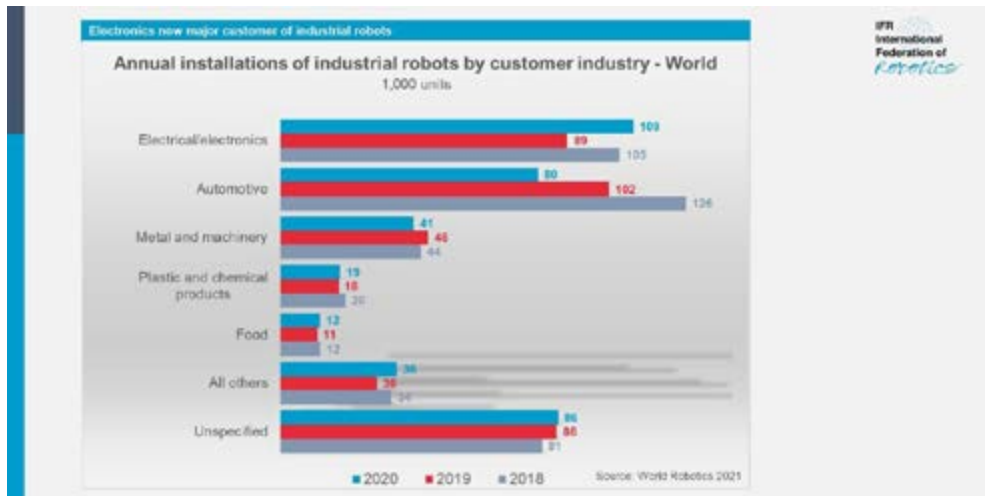
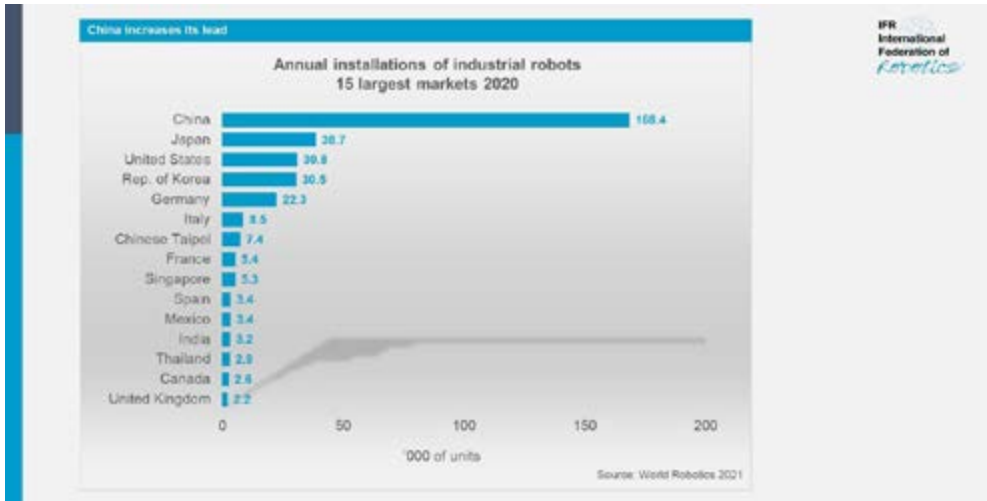


Fuente: [www.oecd.org](http://www.oecd.org)

Como en el resto de las tecnologías abordadas, es a través de sensores y procesamiento de información que la tecnología puede luego, en este caso, tomar decisiones. Para esto, se ha estudiado formas de enseñar a las máquinas a resolver problemas, en un principio puntuales. Un ejemplo resonante fue el logro de la máquina Deep Blue al derrotar al mejor ajedrecista del momento, Garry Kasparov. Luego se ha profundizado en la forma de enseñar a las máquinas, y Google ha desarrollado inteligencia artificial para enseñarle a aprender, en vez de enseñarle el propio juego en cuestión.

Las ventajas de este tipo de máquinas con inteligencia artificial aplicadas a la industria son claras. Se busca un aumento de la productividad (reducción de costos laborales, trabajo continuo de 24 hs), mejora de la calidad (todos los productos fabricados producidos de igual forma), y aumento de la seguridad (menos personas en una fábrica). Lo que se debe buscar, es una cooperación e integración entre máquinas y humanos, aunque es claro que el trabajo manual evoluciona en un solo sentido.

No solo se observan cambios sociales para los operarios de fábricas, ya que carreras universitarias como traductorado, bibliotecario, o personas que manejan vehículos públicos para transporte, serán reemplazadas en sus labores por robots. Igualmente, en la actualidad, al evaluar dónde se encuentran concentrada la oferta de robots inteligentes en el mundo, se observa que estos se presentan en China, Corea del Sur, Japón, EEUU, y Alemania entre los principales mercados productores. Asimismo, la oferta se encuentra dirigida a la industria automotriz, eléctrica, metalmeccánica de mayor manera.



Fuente: [www.ifr.org](http://www.ifr.org)

Las instalaciones de robots en los mercados sudamericanos aún están a un nivel muy bajo. En 2020, apenas se informó de ninguna instalación, solo de 139 unidades, lo que supuso una caída del 82 % en comparación con las 785 unidades de 2019. De estas 139 unidades, 88 se instalaron en Argentina. El resto de instalaciones tuvieron lugar en Chile, Colombia, Perú, y Puerto Rico.

### **Smart Cities:**

Se considera a una ciudad inteligente a la que, dado el aumento poblacional urbano, y la consecuente demanda de servicios de energía, agua potable, educación, salud y saneamiento, administra de forma eficiente los recursos disponibles utilizando para ello la tecnología. Gracias a los datos provistos por sensores, y utilizando Big Data y IoT con banda ancha móvil, las ciudades son capaces de informarse e informarnos para poder de esta forma realizar un mejor planeamiento urbano y un uso eficiente del espacio público, intentando resolver problemáticas referentes a seguridad, movilidad, calidad de aire y de agua, gestión de residuos, y gestión fiscal. Entre posibles ejemplos de aplicación de la tecnología en las ciudades podemos nombrar a paneles solares en edificios para ahorro energético, junto con apagado automático de luces, contenedores de residuos que indiquen su nivel de llenado, tarjeta de transporte para cualquier transporte público (interconexión), digitalización de documentos a nivel gobierno de la ciudad, recopilar datos de vigilancia para mejora de la seguridad, entre otros.

### **Realidad aumentada:**

La realidad aumentada es la interacción entre el mundo físico y la tecnología. Esta última nos entrega información complementaria sobre lo que observamos, para luego poder tomar decisiones, aprender o jugar (ejemplo Pokemon Go) al interactuar con contenidos virtuales en el mundo real. Un ejemplo resonante de los últimos años fueron los anteojos de Google (Google Glass), con tecnología HMD que permitían tomar fotos, grabar videos y acceder a internet sin el uso de nuestras manos, observándolas con nuestros ojos en función del lugar en que estuviéramos. Para lograr este nuevo tipo de realidad (aumentada) debemos contar con una cámara, un procesador de la información que recibimos, marcadores que reproducen las imágenes del procesador, y activadores (sensores que permiten detectar en donde estamos). Ejemplos donde se puede apreciar las diferencias útiles en la sociedad podrían ser al momento de una cirugía, contando el cirujano con información del paciente en vivo; acceder a un evento “en vivo” desde la casa de uno colocándose solamente un casco que nos traslade al evento en cuestión.

### **Líderes de transición:**

Si bien los directores de empresas entienden conceptualmente los profundos cambios comerciales y sociales que la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial puede traer, se presentan menos seguros de cómo podrían tomar medidas para beneficiarse.

Los líderes continúan enfocándose más en el uso de tecnologías avanzadas para proteger sus posiciones en lugar de inversiones audaces para impulsar la disrupción. Aunque muchas de las empresas que han realizado inversiones en tecnología están obteniendo beneficios, a otras les resulta difícil invertir, incluso cuando las tecnologías digitales generan más conexiones globales y crean nuevas oportunidades dentro de nuevos mercados y economías localizadas. Los desafíos incluyen estar demasiado centrado en los resultados a corto plazo

y carecer de comprensión, casos comerciales y visión de liderazgo. Los líderes reconocen las implicaciones éticas inherentes a las nuevas tecnologías, pero pocas empresas hablan sobre cómo manejar esos desafíos, y mucho menos implementar políticas para hacerlo.

A partir de una encuesta realizada por Deloitte a más de 2000 líderes de empresas sobre esta temática, se pudieron identificar 4 (cuatro) tipo de líderes, a saber:

**Social Supers:** algunos líderes han descubierto cómo hacerlo bien haciendo el bien, generando nuevas fuentes de ingresos mediante el desarrollo o el cambio de productos y/o servicios para ser más conscientes social o ambientalmente. Los Social Supers creen que las iniciativas sociales contribuyen con mayor frecuencia a la rentabilidad, y esas iniciativas son fundamentales para sus modelos comerciales. Los Social Supers también exhiben un mayor rigor en la toma de decisiones y creen que su fuerza laboral está lista para la Cuarta Revolución Industrial.

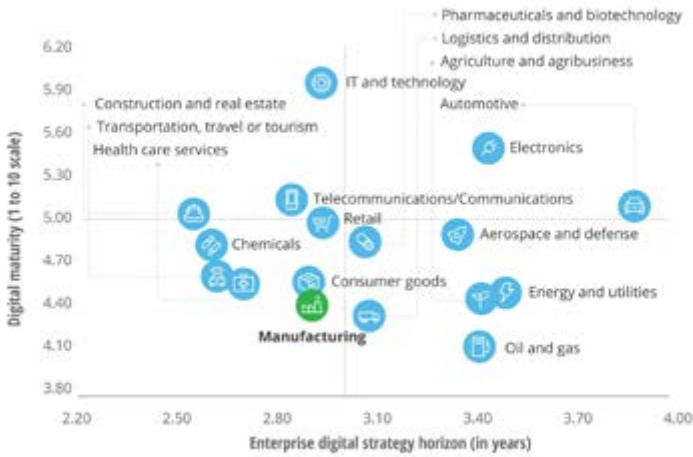
**Decisiones basadas en datos:** Ciertos ejecutivos son mucho más propensos a decir que tienen procesos de toma de decisiones claros y utilizan conocimientos basados en datos. Tienen casi el doble de probabilidades que otros líderes encuestados de decir que están listos para liderar a sus organizaciones en la capitalización de las oportunidades asociadas con la Industria 4.0. También es más probable que los líderes basados en datos inviertan en tecnologías disruptivas, se preocupen por el uso ético de las nuevas tecnologías y capaciten a sus empleados actuales para acceder a las habilidades requeridas para la Industria 4.0.

**Impulsores de disrupción:** llamamos así a los ejecutivos que informaron haber invertido en tecnologías para cambiar sus mercados y competidores, y que realizaron inversiones en tecnología que lograron o superaron los resultados comerciales previstos. Estos líderes tienen más confianza en que pueden liderar en la era de la Industria 4.0 (45% frente al 32 %) y están más seguros de que sus organizaciones están preparadas para capitalizar las oportunidades asociadas con la Industria 4.0, y adoptan un enfoque más holístico para la toma de decisiones.

**Talent Champions:** Estos líderes que están más avanzados en la preparación de su fuerza laboral para el futuro que el resto del campo. Creen que saben qué conjuntos de habilidades necesitan sus empresas y que tienen la composición correcta de la fuerza laboral, y aceptan sus responsabilidades para capacitar a sus empleados para el futuro del trabajo. Alrededor de dos tercios han podido generar nuevas fuentes de ingresos a través de iniciativas impulsadas socialmente, frente a la mitad de todos los demás encuestados.

Si evaluamos a las diversas industrias, no todas cuentan con igual madurez para adoptar las tecnologías descriptas:

FIGURE 1  
**Digital maturity and strategy horizon by industry: Manufacturing industry lags**



Source: Analysis of data from Gerald C. Kane et al., *Achieving digital maturity: Adapting your company to a changing world*, Deloitte University Press, July 13, 2017.

Deloitte Insights | deloitte.com/insights

Fuente: [www.deloitte.com/insights](http://www.deloitte.com/insights)

Para poder adaptar los procesos productivos, las empresas deben entender que el avance tecnológico trae aparejado nuevas características del proceso productivo, entre las cuales se encuentran:

**Procesos flexible:** permiten combinar y ajustar módulos estandarizados y obtener variedad de productos y velocidad para llegar al mercado (individualización), reduciendo la complejidad de la coordinación.

**Integración horizontal de redes colaborativas:** la organización industrial pasa de estructuras orientadas a fabricar productos aislados a productos inteligentes y conectados a sistemas de productos.

**Producción end to end:** la ingeniería integrada en toda la cadena usando métodos avanzados de comunicación y virtualización. Todos pueden participar en tiempo real sin importar su dispersión geográfica. Colaboración entre diseñadores, productores, proveedores, clientes (design thinking).

Supone ventajas de reducción de tiempo, y costos de fabricación.

A su vez, cada rescatar que hay diversos “gradientes” de adopción de las tecnologías, que responden en parte a las específicas necesidades estratégicas de competencia de cada empresa (generalmente para la resolución de algún problema), y a que determinados obstáculos limitan una mayor profundización de la digitalización. La adopción de tecnologías 4.0 no es necesariamente una alternativa binaria. Por el contrario, se verifica una adopción parcial (en un área o proceso) de estas nuevas tecnologías en función de la



industria, donde mejoran una tarea puntual necesaria para competir.

Particularmente las PYMES en Latino América cuentan con una participación muy importante en las estructuras productivas y, si las nuevas tecnologías digitales se expanden finalmente como un imperativo competitivo, cabe considerar el impacto que puede tener su difusión en estos actores. Especialmente qué dificultades pueden aparecer, de modo de poder contar con políticas que no culminen profundizando los ya graves problemas que originan desigualdades de heterogeneidad estructural que ya son una barrera muy fuerte a sus procesos de desarrollo y emancipación económica.

Del estudio realizado por la CEPAL en 2019, se pudieron reconocer los siguientes 9 obstáculos, a saber:

1. Falta de conocimiento de la tecnología
2. Deficiencias en competencias digitales internas
3. Cultura, hábitos organizacionales y resistencia al cambio.
4. Reducido volumen de transacciones
5. Dificultad de acceso al financiamiento y tamaño de la inversión
6. Limitaciones de la Infraestructura de Conectividad
7. Algunas insuficiencias en la oferta de tecnologías 4.0
8. El elevado grado de diversificación productiva de las Pymes industriales en Argentina
9. Baja sofisticación de la demanda y la propia naturaleza de la actividad productiva de la empresa.

Si bien el estudio se realizó en PYMES de Argentina, se observa que estos puntos pueden ser parte de una problemática latinoamericana y que los mismos deben ser atendidos por sus respectivos gobiernos.

## **Educación:**

Las fábricas inteligentes se pusieron en marcha gracias a los avances tecnológicos descriptos. Pero la causa de realizarlo actualmente es que los clientes buscan cada vez más productos personalizados a precios de un producto en masa. Para poder pasar a este tipo de mundo, de convivencia con máquinas en nuestra vida de forma masiva, debemos entender qué la educación como se concibió hace varios años no provee de las herramientas y facultades necesarias para el desempeño en el mundo de hoy. El sistema educativo tradicional se caracteriza por la transmisión de contenidos y toma de examen posterior para evaluar al alumno en cuestión. Centrada en el docente como único conocedor de la temática, impidiendo estimular la creatividad, con aprendizajes de memoria de los conceptos, los cuales se suelen perder tan rápido como fueron memorizados. Si en cambio, planteamos

una educación con dos pilares, contenidos y competencia del alumno, dinámicas grupales que permitan el descubrimiento de conceptos, gamificando parte de la educación, siendo el docente un coordinador de un aprendizaje cooperativo y de competencia, evaluando las diferencias entre los alumnos y sus diferentes tipos de inteligencia. Si al aprendizaje adaptado al alumno, le sumamos autogestión, y retroalimentación continua (comunicación entre padres y docentes constante), se puede observar lo lejos que nos encontramos actualmente de este escenario.

Probablemente haya que variar de cargas pesadas de conceptos a un desarrollo de habilidades genéricas como la creatividad, la aritmética, la programación, resolución de problemas como objetivos principales de educación. El profesor o maestro asumirá progresivamente un rol de facilitador en el proceso de aprendizaje.

Una educación 4.0 usa las tecnologías digitales como principales medios de aprendizaje y comunicación, e internet como un espacio global común de educación, y aprovecha el conocimiento generado a nivel mundial. Esto implica ver a la educación no ya por medio de instituciones educativas, sino como un flujo de aprendizaje, flexible, transdisciplinario y adaptable. Recién en nuestra época podemos plantear este tipo de educación innovadora, dado que contamos con acceso a la información en la casa, o en la calle, complementando lo que vemos a través de internet (celular o tableta). Este material disponible se encuentra cada vez más filtrado y depurado, obteniendo contenido revisado, con cursos online de profesores reconocidos en sus respectivas instituciones. El tipo de material dejó de ser solamente un manual de texto. Se incorporaron diversas herramientas que complementan el aprendizaje como el vídeo, audios, fotografías, simuladores, juegos interactivos, entre otros. Con la pandemia producto del COVID-19 incluso se aceleró la inmersión de la sociedad en la educación online, dado que la presencialidad no era una opción viable. Esto llevó a realizar cursos enteros online, donde se debió incursionar en nuevas formas de certificar habilidades o de realizar evaluaciones. Incluso si los cursos se encuentran grabados, cada alumno puede tomar la clase en el horario que encuentre más conveniente. Lo antedicho es un principio de personalización de la educación, pudiendo agregar contenido en función del interés de cada alumno en particular y revisando la idea de un conjunto de conocimientos iguales para cada alumno.

## **Conclusión:**

Toda revolución cuenta con ganadores y perdedores. A diferencia de las anteriores revoluciones se caracteriza por la convivencia de una gran variedad de tecnologías, borrando los límites de lo físico, químico, biológico y digital. Es por esto que lo prioritario es hacer que la presente sea centrada en la gente, logrando que tantas personas como sea posible sean empoderadas y guiadas por las tecnologías previamente detalladas. Los políticos, líderes tecnológicos y ciudadanos han de colaborar y diseñar sistemas basados en valores humanos compartidos. El primer reto para Latino América en este aspecto es lograr contar con internet de buena calidad en toda la región. Para esto, el Estado constituye un actor clave para el impulso de las industrias. A nivel gobierno se recomienda diseñar

e implementar políticas de crecimiento económico (fiscales y monetarias) que lleven a la creación de nuevos puestos de trabajo; diseñar planes de formación masivos para que los trabajadores accedan a nuevos conocimientos; mejorar condiciones laborales de movilidad y flexibilidad. A nivel empresas se deberá rediseñar plan de puestos de trabajo; plan de retención de talento y evolución profesional. Por último, a nivel individuo es indispensable contar con un aprendizaje continuo. Este es al mismo tiempo el reto decisivo y la gran oportunidad de nuestro tiempo: encontrar la forma de que los sistemas y tecnologías emergentes de la Cuarta Revolución Industrial puedan potenciar el bien común cuidando el entorno para las generaciones futuras, bajo tres pilares fundamentales: avanzar hacia el desarrollo de las cadenas de valor promoviendo una mayor integración local; impulsar el catch up tecnológico y productivo de los proveedores locales a partir de la intervención de empresas con relevancia internacional, y estimular la consolidación de actores con capacidades para afrontar un mercado local cada vez más dinámico.

### Referencias Bibliográficas

- CEPAL (2019): *Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina* [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45033/1/S1900952\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45033/1/S1900952_es.pdf)
- Cwaik, J (2020). *7R: Las siete revoluciones tecnológicas que transformarán nuestra vida*. Ediciones Conecta.
- Deolitte Insights. <https://www2.deloitte.com>
- Basco A., Beliz G., Coatz D., Garnero P. (2018). *Industria 4.0 – Fabricando el futuro*
- Educación 4.0 como respuesta a la Industria 4.0: un estudio analítico-descriptivo <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/310/401>
- How AI can bring on a second industrial revolution – Kevin Kelly [https://www.ted.com/talks/kevin\\_kelly\\_how\\_ai\\_can\\_bring\\_on\\_a\\_second\\_industrial\\_revolution](https://www.ted.com/talks/kevin_kelly_how_ai_can_bring_on_a_second_industrial_revolution)
- International Federation of Robotics (IFR). <https://www.ifr.org>
- Observatorio Industria (2022) – *Impacto social de la robótica y automatización*: <https://observatorioindustria.org/wp-content/uploads/2022/02/Capgemini-Impacto-Social-de-la-Robo%CC%81tica-y-la-Automatizacio%CC%81n.pdf>
- Tecnología del futuro: ¿Qué es la educación 4,0 y cómo la afrontamos? <https://tecnologiadelfuturo.es/tecnologia-educacion/que-es-la-educacion-4.0/>
- World Economic Forum: *The 4 types of leaders who will thrive in the Fourth Industrial Revolution (2019)* <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/these-four-leadership-styles-are-key-to-success-in-the-fourth-industrial-revolution/>

World Energy Trade: *Industria 4.0: la necesidad de gestionar la transición para afrontar el impacto de las nuevas tecnologías* (2019) <https://www.worldenergytrade.com/articulos-tecnicos/energias-alternativas-at>

Argentina.gob.ar (2020). *CEP XXI – Centro de Estudios para la Producción*. <https://www.argentina.gob.ar/produccion/cep>

CAME. (2020). <https://www.redcame.org.ar/>