

APUNTE 7: TECNOLOGÍA.



Introducción

Al principio del libro, se destacó la tecnología como uno de los tres conceptos fundamentales de la transformación digital, junto con el cambio cultural y la mejora de la experiencia del cliente. Probablemente sea el concepto basal.

La palabra "Tecnología" a menudo se confunde con el concepto de "Tecnologías de la Información y las Comunicaciones" (TIC). Los productos que actualmente consideramos como tecnológicos suelen estar relacionados principalmente con software y computadoras. Sin embargo, la tecnología va mucho más allá de estos ámbitos y abarca un conjunto integral de conocimientos, técnicas y herramientas que se aplican en diversos aspectos de la vida humana, como la salud, la educación, la agricultura, la industria, el arte y el ocio, entre otros.

Un ejemplo destacado de avance tecnológico sin precedentes ha sido el desarrollo de las vacunas contra el COVID-19, un logro fenomenal que ha permitido enfrentar la pandemia. Gracias a la intervención de computadoras, software e incluso inteligencia artificial, se han desarrollado vacunas altamente efectivas en tiempo récord, reduciendo drásticamente los plazos de ensayos clínicos. Estas innovaciones resaltan cómo la tecnología impacta positivamente en nuestra sociedad y subrayan su papel central en la resolución de desafíos globales.

La Real Academia Española define la palabra tecnología como: "*1. Conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. || 2. Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto*".

Si nos atenemos a esta definición, resulta prácticamente imposible limitar el alcance de la tecnología, ya que sus aplicaciones son prácticamente infinitas y varían según el sector o producto al que se aplique.

La transformación tecnológica de los negocios precede, y por miles de años, a transformación digital. Para la construcción de las pirámides de Egipto, para las máquinas de la revolución industrial, o para montar la línea de producción en cadena en las fábricas de Ford allá por 1913, se aplicó tecnología de avanzada para esas épocas, donde por supuesto no existían las computadoras.

Consideremos un ejemplo mucho más chiquito, mundano y local: "El cosito de la pizza". Cuando la entrega de pizza a domicilio se popularizó, surgió un problema relacionado con las cajas para

transportarlas¹¹¹. Era común que se aplastaran y que la muzzarella se pegara a la tapa. El invento del triangulito de plástico que se pone en el centro supuso un invento tecnológico notable para el sector, al permitir que las pizzas llegaran bien a las casas¹¹².

Las computadoras, el software y la internet, a diferencia del triangulito, son tecnologías transversales que tienen un alcance que abarca a múltiples sectores y organizaciones. Tal es así, que comenzamos a referirnos a la Sociedad de la Información para referirnos a los cambios en la economía, en la política, en la educación y en la cultura, a partir de la creación, distribución y manipulación de una cantidad cada vez más grande de información.

Indudablemente, un libro sobre transformación digital no puede prescindir de un capítulo dedicado a la tecnología. Sin embargo, este capítulo podría fácilmente convertirse en un libro completo, o incluso en varios. El tema es tan vasto que abordarlo en su totalidad resulta verdaderamente imposible.

Por este motivo, me propuse seleccionar únicamente 7 tecnologías para explorar. Este enfoque representa un recorte deliberado, reconociendo que quedan fuera temas de gran relevancia. No obstante, la elección se basa en considerar aquellas tecnologías más recientes y con un potencial significativo en el ámbito de la transformación digital. Es importante señalar que no se aborda cada una de ellas de manera exhaustiva; más bien, la intención es proporcionar una visión general para brindar un primer acercamiento al tema.

Los temas tecnológicos por abordar serán: Computación en la nube, internet de las cosas, realidad aumentada y realidad virtual, impresión 3D, inteligencia artificial, chatbots y ciencia de datos.

¹¹¹ Al comienzo, las pizzas se despachaban en cajas de un cartón muy poco resistente, similar al que se usa hoy día para las cajas de ravioles. Luego se comenzó a utilizar el cartón corrugado, más resistente, pero también más costoso.

¹¹² Este dispositivo se llama en verdad "SEPI" o "Separador de pizza", es, en realidad, un invento de 1974 del argentino Claudio Troglia. Después de realizar múltiples pruebas y diseñar prototipos, lograron crear un separador ligero que no solo reemplazaba a los 10 o 15 escarbadores que se usaban para ese propósito, sino que además reducía al mínimo el uso de plástico, un material costoso en esa época. Este innovador dispositivo se convirtió en un éxito masivo, llegando a vender aproximadamente 200,000 unidades por mes en poco tiempo. Posteriormente, la producción se escaló y numerosas industrias plásticas comenzaron a fabricarlo en masa. El invento incluso alcanzó reconocimiento a nivel mundial, llegando a aparecer en la popular serie de televisión "Los Simpson", aunque con un error en la atribución de su autoría. Después de que la patente venció, Carmela Vitale registró una versión del "SEPI" como si ella fuera la inventora, lo que generó una confusión en la atribución del invento.

Computación en la nube (Cloud Computing)

Una nube en la tierra

Hoy en día, cuando mencionamos "La Nube", la mayoría de la gente no asocia este término con las partículas de hielo y agua que se agrupan en el cielo formando grandes copos blancos. En su lugar, lo primero que nos viene a la mente es el enorme repositorio de datos en internet. A menudo, aunque de manera equivocada, imaginamos que toda la información a la que accedemos al conectar nuestros dispositivos a la red está almacenada en algún lugar del cielo, al que denominamos genéricamente como "La Nube".

Este concepto tiene un aspecto poético fascinante. El cielo es lo suficientemente vasto como para albergar toda la información que deseemos. Además, es un espacio sin dueño, sin cables, gratuito y cubre a toda la humanidad. Qué mejor que un espacio libre e infinito para albergar a casi toda la información del mundo actual, y a la que podemos acceder desde cualquier rincón del planeta.

Sin embargo, lamentablemente, este concepto es solo una ilusión. Los datos no residen en ninguna nube real, no están en el cielo, no se mantienen libres y sin costos, consumen energía y no son de libre al acceso. Por cierto, tampoco es cierto que se acceda en forma inalámbrica o vía satélite.

En realidad, "La Nube" está alojada la tierra y, también, bajo el océano. Accedemos a ella principalmente a través de cables. Tiene numerosos dueños que mantienen una costosa infraestructura y le cobran a quienes deseen utilizar los servicios que brindan. Y si, además, también genera una considerable huella de carbono.

Probablemente en el futuro se inventen otras alternativas celestiales, pero, de momento, la información debe ser almacenada en dispositivos físicos. Estos dispositivos utilizan superficies magnéticas u ópticas para almacenar datos en formato binario (ceros y unos).

El avance tecnológico en estos dispositivos ha sido extraordinario. Clementina, la primera computadora científica argentina que operó en la década de 1960 en el pabellón 1 de Ciudad Universitaria, pesaba 500 kg, media 18 metros de longitud y tenía una memoria de 4K. Para almacenar la misma cantidad de datos que tiene este libro, se necesitarían 2000 Clementinas. Hoy en día, podemos almacenar el equivalente a 1.000.000 de veces aquel almacenamiento en un simple pendrive que cabe en nuestro bolsillo.

La cantidad de información almacenada en internet es prácticamente inimaginable y crece día a día. Para hacer frente a este volumen, se han establecido cientos de centros de almacenamiento de datos distribuidos en todo el mundo. Cada uno de ellos agrupa una gran cantidad y variedad de unidades de almacenamiento.

Almacenar nuestros datos en la nube significa guardarlos en el centro de almacenamiento de alguna de las empresas que brindan este servicio. Probablemente, nuestros datos estén los servidores de Amazon, Microsoft o Google, empresas que, en su conjunto, son dueñas de del 60% de la nube. Incluso si poseemos un iPhone y guardamos nuestras fotos en iCloud, finalmente la mayor parte de terminaran alojados en servidores de alguna de las 3 empresas mencionadas.

En la tabla siguiente, se presenta una visualización de los principales proveedores de servicios en la nube, tanto a usuarios individuales como corporativos, y su cuota en relación con el tamaño total. Es importante destacar que, debido a la falta de estadísticas oficiales, los datos presentados son estimados y pueden variar.

Pos.	Nube	Cuota
1	Amazon Web Services (AWS)	32%
2	Microsoft Azure	22%
3	Google Cloud Platform (GCP)	11%
4	IBM Cloud	6%
5	Alibaba Cloud	5%

Tabla 4: Principales proveedores de servicios en la nube

Por supuesto que esta es solo una parte de la nube. Porque además de estos proveedores de servicio, hay que sumarle miles de centros de cómputos que, si bien no tienen como objetivo principal brindar servicios de almacenamiento a terceros, si tienen en la nube los datos de sus usuarios.

Meta Platform, que engloba a Facebook, Instagram y WhatsApp, cuenta con una red de 15 centros de almacenamiento distribuidos en todo el mundo. Empresas como Oracle y Salesforce¹¹³ también gestionan centros de cómputo para mantener sus servicios en línea. Los bancos, por su parte, ofrecen servicios en la nube desde sus propios centros de cómputo físicos, ubicados en edificios corporativos.

En el ámbito gubernamental, la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) cuenta con un extenso centro de cómputo en Barracas, Ciudad de Buenos Aires, respaldado y con soporte para contingencias proporcionado por Arsat, una empresa que además ofrece servicios de nube pública nacional a varios organismos.

La Universidad de Buenos Aires (UBA) opera su centro de cómputo principal en Plaza Houssay, desde donde ofrece servicios en la nube y gestiona el campus virtual del Ciclo Básico Común (CBC), entre otras funciones. Esta infraestructura tecnológica es esencial para brindar servicios y soporte a la comunidad académica.

Es decir, que lo que llamamos almacenamiento en la nube es, en verdad, un complejo entramado de centros de cómputos administrado por una enorme variedad de organizaciones, públicas y privadas, que brindan diferentes servicios a los usuarios.

Además de la impresionante capacidad de almacenamiento que estas empresas deben ofrecer, otro desafío significativo es el consumo de energía. No solo la que consumen los equipos en sí, sino también a los sistemas de refrigeración necesarios para disipar el considerable calor generado.

¹¹³ Oracle es el líder mundial en el mercado de las bases de datos relacionales, que son aquellas que almacenan y organizan la información en tablas y columnas. Esas bases pueden ser locales o estar en la nube.

Salesforce es una plataforma de gestión de relaciones con clientes (CRM) que permite a las empresas conectar con sus clientes de forma personalizada, inteligente y unificada. Salesforce ofrece soluciones basadas en la nube para diferentes áreas como marketing, ventas, atención al cliente, comercio electrónico y análisis de datos

El mantenimiento de centros de datos eficientes y operativos requiere una gestión cuidadosa del consumo energético, no solo para garantizar la disponibilidad continua de servicios, sino también para abordar las demandas ambientales asociadas. El calor generado por los equipos de los centros de datos debe ser controlado mediante sistemas de refrigeración eficientes, lo que a su vez implica un uso adicional de energía.

Una solución innovadora ha surgido literalmente del agua. Empresas como Google y Amazon han sumergido parte de sus "nubes" en el océano, aprovechando las ventajas naturales de la refrigeración acuática. Además, las regiones frías del Ártico también se están utilizando como ubicaciones estratégicas.

El primer centro de datos submarino, que ya no está en funcionamiento, fue desarrollado por Microsoft en las costas de las islas Orcadas, en Escocia, a una profundidad de 36 metros. Actualmente, China está llevando a cabo la construcción de un colosal centro de datos y procesamiento submarino de 7 hectáreas en el Mar Meridional de China. Si bien el país asiático suele ser reservado y proporcionar pocos datos sobre estos temas. Según información de la Televisión Central de China, una vez que esté completamente operativo, contará con 100 unidades de almacenamiento, con la capacidad de 60.000 computadoras cada una, lo que significa que, en su conjunto, este centro podrá procesar tareas equivalentes a las de 6 millones de PCs. El ahorro derivado del uso de la refrigeración natural del agua de mar se estima en 122 millones de kilovatios-hora de electricidad al año, el equivalente aproximado al consumo de 10.000 casas. También se ahorran 105.000 toneladas de agua dulce por año.

Otro ejemplo en el mismo sentido es uno de los centros de datos de Facebook. Este colosal edificio de 90.000 metros cuadrados, lo que equivale a la extensión de 12 campos de fútbol, está estratégicamente ubicado en Luleå, Suecia, en las cercanías del círculo polar ártico. La singularidad de esta ubicación radica en las extraordinariamente bajas temperaturas que caracterizan la región, con inviernos prolongados donde los termómetros descienden por debajo de cero. Aprovechando esta característica climática, y complementado por la abundancia de recursos hídricos locales, el centro de datos se beneficia de un sistema de refrigeración eficiente facilitado por los vientos polares. Además, destaca por su compromiso con la sostenibilidad al obtener una porción significativa de su energía a partir de fuentes renovables, marcando así un enfoque innovador que maximiza la eficiencia y minimiza el impacto ambiental de sus operaciones.

El desafío de garantizar un suministro sostenible de energía eléctrica es una preocupación generalizada. Los centros de datos a gran escala se establecen en regiones donde la obtención de energía limpia y renovable es económicamente viable. Pero no son los únicos factores para considerar. Además de la disponibilidad de energía, es esencial estar cerca de la base de clientes, contar con una fuerza laboral capacitada, aprovechar un clima favorable y, al mismo tiempo, minimizar la exposición a desastres naturales como huracanes y terremotos, entre otros temas a observar. La estabilidad de las políticas del país anfitrión y su disposición a mantener políticas favorables también son esenciales, al igual que la capacidad para garantizar la seguridad física del centro de datos.

Este conjunto complejo de condiciones determina la elección estratégica del emplazamiento para los grandes centros de datos, fusionando consideraciones prácticas, ambientales, logísticas y políticas.

El otro factor clave en los centros de cómputo tiene que ver con la velocidad a la que se puede acceder a sus datos. Y esto no tiene que ver tanto con su infraestructura interna, sino con la

posibilidad de que los datos recorran lo más rápido posible las distancias que separan al centro de los usuarios que los consuman.

Ahora que comprendemos que “la nube” no está en el cielo y que es importante la velocidad de acceso a los datos, hay que destacar que su acceso no se lleva a cabo mediante satélites. Si bien estos forman parte de la vasta red de medios de comunicación utilizados, no es la principal. Sucede que se necesitan transferir datos a alta velocidad y, a pesar de que los satélites ofrecen una ventaja al proporcionar cobertura global, sus velocidades finales son sensiblemente inferior a la de otras tecnologías, como la fibra óptica.

La velocidad de transferencia de las comunicaciones satelitales está influenciada por diversos factores, como el tipo de satélite, la tecnología utilizada, la frecuencia de transmisión, las condiciones climáticas, entre otros aspectos del diseño de la red satelital. La latencia, que representa el tiempo que la información tarda en viajar desde la Tierra al satélite y viceversa, constituye uno de los mayores desafíos en cuanto a la velocidad de la red. Aunque las velocidades han mejorado con el tiempo, las conexiones satelitales suelen ser la opción elegida solo cuando no hay alternativas terrestres disponibles.

En términos generales, los nodos principales de internet se conectan a través de cables de fibra óptica. Estos cables transmiten datos a la velocidad de la luz y cuentan con un amplio ancho de banda, que representa la cantidad de datos simultáneos que pueden viajar por el cable.

Todos los continentes están interconectados mediante una red de decenas de cables de fibra óptica tendidos en el fondo de los océanos. Más del 90% del tráfico de internet viaja por estos cables. Por supuesto, también existe una extensa infraestructura de cables terrestres que la complementan. Las mejores rutas para los datos es seleccionadas de manera inteligente, en función de la menor congestión y la mayor rapidez.

Desde luego, estos cables se unen, al llegar a tierra con la infraestructura de cableado terrestre que tenga el país. Obviamente, cuanto mejor sea esta infraestructura local, mejor será la conectividad a internet.

Permanentemente las empresas agregan nuevos cables para satisfacer demandas crecientes. Por ejemplo, en el momento de escribir este libro, Google anuncio el tendido del cable Humboldt, el primero en conectar Sudamérica con Asia a través del océano Pacífico.

En la web: [Submarine Cable Map](#) puede recorrerse una versión interactiva y actualizada de los cables submarinos actualmente en uso.

Y en la siguiente imagen, se puede observar una imagen de ellos:

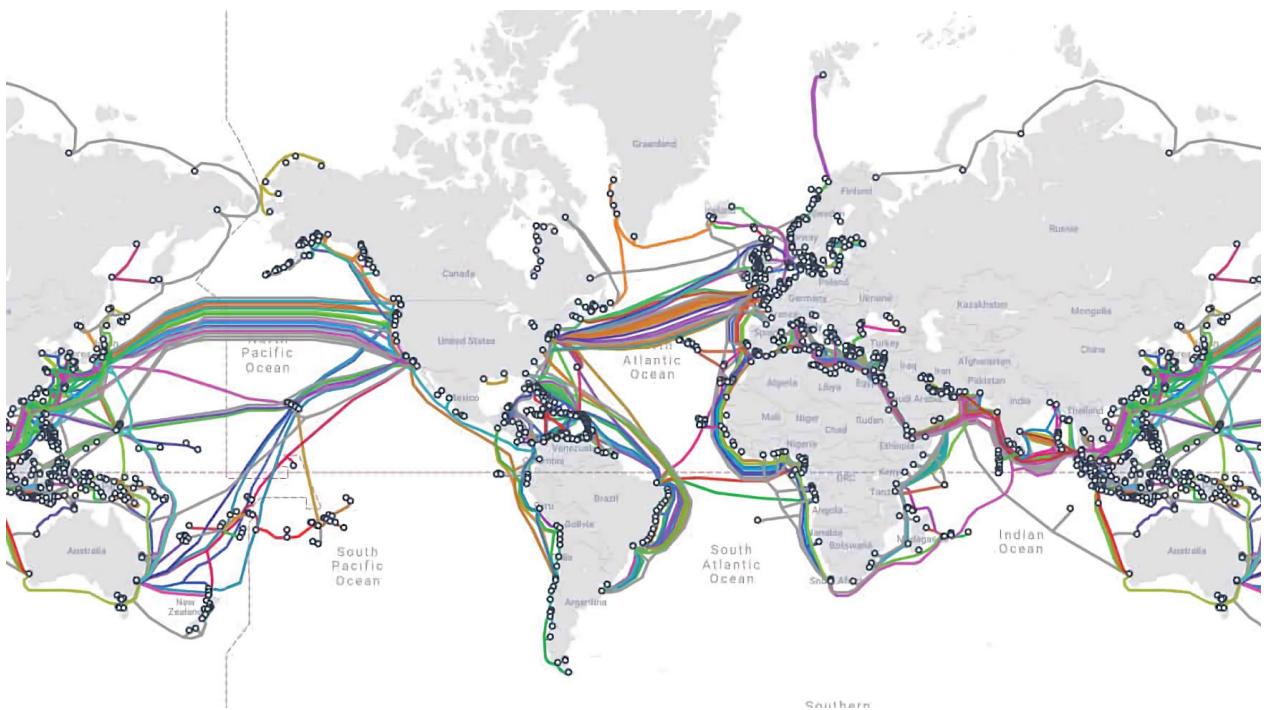


Figura 31: Mapa de los cables submarinos de internet.

En nuestro país, los cables que nos conectan con el mundo llegan a lo que se denomina una “zona de amarre” que está ubicada en la localidad de Las Toninas, localidad balnearia ubicada a 337 kilómetros de Buenos Aires, cerca de San Clemente del Tuyú.

Al trazarla en el mapa, se sitúa en el Cabo San Antonio, marcando el extremo sur de la Bahía de Samborombón y el inicio del litoral marítimo argentino. Esta posición la coloca como el punto más al este y al norte de nuestra costa marítima. Gracias a su ubicación geográfica privilegiada y la configuración de sus costas, Las Toninas se erige como un enclave estratégico para la interconexión de cables submarinos.

Desde este punto, una extensa red de fibra óptica¹¹⁴ de Arsat, que abarca 32.000 kilómetros y se complementa con numerosas redes subsidiarias, se encarga de distribuir servicios de internet y comunicaciones de alta velocidad al resto del país.



Figura 32: Ubicación de Las Toninas

¹¹⁴ Red Argentina de Fibra Óptica: <https://www.argentina.gob.ar/jefatura/innovacion-publica/telecomunicaciones-y-conectividad/conectar/red-federal-de-fibra-optica>

El tamaño de la nube

Bueno, ahora que ya sabemos que la nube no es otra cosa que una enorme cantidad de discos rígidos y otros medios de almacenamiento distribuidos por el mundo, donde se almacenan los datos de internet, tratemos de determinar qué tan grande es.

Verdaderamente, y si bien hay estimaciones, es imposible determinar cuántos datos hay hoy almacenados. Y aunque pudiéramos hacerlo, es un dato tan volátil que cambia a cada rato. Cada palabra que se agrega a este libro termina en la nube. Cada foto que se saca por el celular también. Cada mensaje o audio de WhatsApp, cada twit, cada dato que se captura una empresa...La nube es gigante y está en constante crecimiento. Casi podríamos decir que es infinita.

Una de las formas que tenemos para imaginar el tamaño de los datos en internet puede ser analizando que es lo que pasa en 1 solo minuto en la red y cuantas interacciones generan algunos, y solo algunos, de los servicios más populares.

La siguiente imagen ilustra el punto:



Figura 33: ¿Qué ocurre en internet en cada minuto?

El volumen de datos que se transfieren entre los servidores es inimaginable. A una calidad de HD de 720p, una hora de video almacenada en YouTube ocupa 2Gb. Es decir que las casi 700 mil horas que se ven por segundo implican transferir 1.400 terabytes por segundo, solo en video.

Además, si cada foto sacada por celular ocupa, en promedio, 3Mb, los 3 millones de fotos implican que se agrega a la nube 9Tb de información por segundo solo en fotos. El crecimiento de la nube es monstruoso.

Según la compañía de análisis de datos Statista, la cantidad total de datos generados, capturados, copiados y consumidos en todo el mundo en 2022 fue de 97 zettabytes. Un zettabyte es un 1 seguido de 21 ceros de bytes, 1000 millones de terabytes o un billón de gigas.

La cantidad de información que puede almacenarse en la nube, particularmente en 100 zettabytes, es realmente impresionante y difícil de imaginar. Para proporcionar un contexto más tangible:

- Si consideramos que este libro ocupa más o menos de 10 megabytes, la capacidad de almacenamiento de 100 zettabytes podría contener la información equivalente a aproximadamente **10.000 billones de libros como este**. La biblioteca más grande del mundo, la del Congreso de los EE.UU. tiene “solamente” 170 millones.
- Una película de 2 horas, en full HD, ocupa, en promedio 4Gb. Es decir que la nube equivale a **25.000 millones** de películas. La cadena Blockbuster llegó a tener en su apogeo unas 50 millones de repartidas en sus locales en todo el mundo.
- Si se almacenara todo el contenido que permite guardar un celular de 6 G, sería posible resguardar **la información de 1,5 billones de celulares**, algo así como 200 celulares por persona.

Finalmente, hay que destacar que *nube* e *internet* se han tomado como sinónimos. Como explicamos, entendemos por nube entendemos al repositorio público de datos. Internet, por otro lado, comprende a toda la infraestructura. Desde los dispositivos físicos dedicados al almacenamiento, las complejas redes de comunicación que facilitan su transporte y los sistemas especializados que los administran.

Estamos inmersos en una inmensa red que conecta millones de dispositivos en todo el mundo, creando un tejido digital interconectado que impulsa la comunicación, el intercambio de información y la funcionalidad de numerosos servicios y aplicaciones.

Gestión de datos locales versus datos remotos.

La gestión del almacenamiento y el acceso a los datos ha sido una de las principales inquietudes en el ámbito de la informática. Desde los primeros días, los altos costos de los medios de guarda, las velocidades de acceso a los datos y las capacidades de las redes de transmisión han presentado un dilema complejo para los fabricantes de computadoras y administradores de centros de cómputo.

Históricamente, el desafío estaba relacionado con la volatilidad y de los medios de almacenamiento. Desde siempre las opciones fueron dos:

- **Medios volátiles**, como los bancos de memoria RAM, veloces, pero también costosos y con capacidad limitada. Estos medios requieren estar conectados a una fuente de almacenamiento para mantener los datos.
- **Medios no volátiles**, como dispositivos magnéticos y ópticos (como cintas magnéticas, discos rígidos, CDs o DVDs) con mucha más capacidad de almacenamiento y mucho más económicos. No pierden su contenido al desconectarse, pero el acceso a los datos es significativamente más lento que los anteriores.

Los procesadores no pueden operar directamente con discos rígidos. Los procesadores centrales son mucho más rápidos que acceso al disco. De nada sirve tener chips cada vez más potentes y veloces si deben esperar por los datos que proceden de un medio de muy baja velocidad comparada.

Por lo tanto, es necesario transferir datos del disco a una memoria de alta velocidad volátil, como la memoria RAM, mediante canales o "buses" de datos internos que permiten transmitir grandes volúmenes de información a alta velocidad. Una vez procesados los datos, se vuelven a almacenar en un dispositivo de almacenamiento no volátil para su conservación.

Cuanto más datos se puedan almacenar en la RAM, más rápido será el proceso. A medida que estas fueron bajando de precio y aumentando su capacidad, empezó a ser posible mantener toda una base de datos en memoria. Los discos de estado sólido o SSD, que tienen una velocidad similar a las memorias RAM también ayudaron pensar la lógica de almacenamiento de modos diferentes¹¹⁵.

Pero ¿qué pasa cuando los datos tienen que ser compartidos y están alojados remotamente, incluso fuera del edificio?

Las redes locales y las potencias de los servidores permitían conectar equipos localmente y acceder sin demoras a la información centralizada. Pero, inicialmente, alojar datos en internet no era una opción. La baja velocidad de las primeras conexiones por coaxial o redes telefónicas limitaban significativamente la capacidad de acceder a datos no alojados localmente.

Estos desafíos fueron mejorando con el tiempo y de manera más acelerada en los últimos años. Gracias a las conexiones de alta velocidad mediante tendidos de fibra óptica y más cantidad de rutas disponibles, en pocos años, internet logró multiplicar por mil la velocidad de conexión. Estamos en

¹¹⁵ Los pendrives y discos externos son memorias no volátiles de alta velocidad. Pero esta velocidad en parte se pierde por el bus USB al que se conectan, mucho más lento que los de la placa madre. Una vez más, los protocolos USB fueron duplicando su velocidad con el tiempo.

un punto en el que prácticamente los usuarios no perciben demoras al acceder al servidor de la empresa o a un datacenter alojado en extremo opuesto del mundo, en comparación con los datos guardados en su propia PC. Disfrutamos de series en plataformas como Netflix que pueden estar almacenadas a miles de kilómetros de distancia, y la experiencia es tan fluida como si tuviéramos los contenidos guardados en nuestro dispositivo.

Con la resolución de los problemas relacionados con costos, capacidades de almacenamiento, velocidad de transmisión y volatilidad, surgió una nueva dimensión: la conveniencia. El problema dejó de ser puramente técnico y pasó a un plano diferente, donde el usuario podía decidir dónde almacenar sus datos en función de otras variables.

Esta situación plantea la cuestión fundamental: ¿dónde deben particulares y empresas almacenar sus datos? Desde ya hace mucho tiempo se sabe que almacenar la información corporativa en un servidor central presenta innumerables ventajas respecto de que dada usuario guarde la información en su propia computadora. Para empezar, almacenarlos localmente impide que la información pueda ser compartida con otros empleados. Pero, además, se dificulta la custodia y resguardo de sus datos. Como contrapartida, construir y administrar centros de datos es costoso.

Qué pasa si, en lugar de guardar los datos localmente se los almacena en servidores remotos, administrados por organizaciones profesionales de la talla de Google, Amazon o Microsoft, que nos brindan este servicio por un costo mensual que suele ser muchísimo menor al costo de mantener y operar infraestructura informática local. Una vez más, hay que analizar beneficios y costos.

Beneficios de almacenamiento local:

- **Control total:** El almacenamiento local otorga un control completo sobre la gestión, seguridad y privacidad de los datos. Las empresas y particulares tienen la capacidad de implementar medidas de seguridad personalizadas según sus necesidades y regulaciones específicas.
- **Acceso inmediato:** La información almacenada localmente se encuentra disponible de manera inmediata, sin depender de la velocidad de conexión a internet ni de proveedores externos. Esto asegura un acceso rápido y eficiente a los datos. Si bien como hemos indicado las velocidades de conexión actuales son comparables con redes locales, hay casos de sistemas críticos o de múltiples conexiones simultáneas donde las diferencias pueden ser notorias. Por ejemplo, robots o sistemas autónomos que analizan información de decenas de sensores para tomar decisiones críticas en milisegundos necesitan tener datos locales para operar.
- **Independencia de conexión:** No se requiere una conexión constante a internet para acceder a los datos almacenados localmente, lo que resulta importante en situaciones donde la conectividad puede ser intermitente o no estar garantizada. También se adquiere independencia de los potenciales problemas del proveedor del servicio de internet.

Desventajas de almacenamiento local:

- **Limitación geográfica:** Los datos almacenados localmente solo se pueden acceder estando en ese equipo. Si mantenemos nuestros archivos en nuestra PC, solo podremos acceder cuanto estemos frente a ella.

- **Limitaciones de escala:** El almacenamiento local puede tener limitaciones en cuanto a la capacidad de escalabilidad, lo que puede suponer un desafío para las empresas que experimentan un rápido crecimiento en la cantidad de datos o picos de consumo.
- **Costos:** Mantener, operar y asegurar un centro de datos local implica costos significativos. Los gastos asociados con la infraestructura, la energía, la refrigeración, las medidas de seguridad, el licenciamiento del software y el personal técnico necesario pueden resultar muy onerosos para las organizaciones.

Beneficios de almacenar los datos en la nube:

- **Accesibilidad global:** Los datos almacenados en la nube son accesibles desde cualquier lugar del mundo. Si una empresa opta por un servidor central conectado a internet o utiliza servicios de almacenamiento en la nube, los datos pueden ser recuperados desde cualquier dispositivo conectado a internet. Esto facilita el acceso remoto y la colaboración, brindando flexibilidad a empleados y clientes.
- **Escalabilidad:** Los servicios en la nube ofrecen una escalabilidad eficiente. Esto permite adaptarse fácilmente a cambios en la cantidad de datos o a necesidades empresariales en constante evolución. Incluso se pueden contar servicios especiales para momentos de alta demanda, por ejemplo, para eventos masivos o ferias, que se discontinúan fácilmente cuando ya no son necesarios.
- **Tercerización de la seguridad y la operación:** Los datacenters de almacenamiento en la nube son operados por organizaciones especializadas en servicios de almacenamiento. Al externalizar esta función, las empresas se benefician de la experiencia de profesionales en seguridad y gestión de datos. Los altos costos asociados se distribuyen entre numerosos clientes, garantizando una infraestructura segura y confiable.
- **Respaldos automáticos:** Muchos proveedores de servicios en la nube ofrecen funciones automáticas de respaldo. Esto reduce significativamente los tiempos y costos asociados con el backup y se disminuye significativamente el riesgo de pérdida de datos. Los respaldos automáticos garantizan la integridad de la información. Incluso se proveen estrategias de recuperación ante desastres.

Desventajas del almacenamiento remoto:

- **Dependencia de conexión:** Se requiere una conexión a internet constante para acceder a los datos almacenados en la nube, lo que puede ser una limitación en áreas con conectividad limitada. En los casos que lo ameriten, las empresas pueden contratar enlaces alternativos, con vías de acceso diferentes, para poder seguir accediendo a la información aun en los casos de corte en la vía principal.
- **Posibles problemas de seguridad y privacidad:** Aunque los proveedores de servicios en la nube implementan medidas de seguridad robustas, algunas empresas pueden tener preocupaciones sobre la seguridad de sus datos almacenados fuera de sus instalaciones.

Es importante destacar que los datos y los equipos permanentemente conectados a internet son susceptibles de ser atacados externamente, ya sea en búsqueda de poder acceder a ellos sin autorización o a impedir que los usuarios legítimos puedan hacerlo.

- **Costos a largo plazo:** Aunque el modelo de pago por uso puede ser rentable inicialmente. A largo plazo, los costos de almacenamiento en la nube pueden incrementarse significativamente, especialmente a medida que crece la cantidad de datos almacenados.
- **Pagos en moneda extranjera:** La mayoría de los servicios de almacenamiento aplican sus tarifas en dólares. Aunque estos montos generalmente son moderados para usuarios individuales o pequeñas empresas, en el contexto de organizaciones más grandes con una alta demanda de espacio y servicios en la nube, estos costos dolarizados pueden convertirse en un obstáculo significativo en caso de una marcada devaluación de la moneda local.
- **Incumplimiento de leyes.** Muchos países, incluyendo Argentina, cuentan con leyes que regulan la protección de los datos personales almacenados por empresas y organismos públicos. Sin embargo, surge una pregunta cuando los datos están alojados en servidores extranjeros, con políticas diferentes: ¿Cómo podemos conocer la ubicación de nuestros correos electrónicos, fotos o archivos, y saber si las leyes de esos países son compatibles con las leyes locales?

En Estados Unidos, por ejemplo, el FBI tiene legalmente acceso a la información almacenada en los datacenters ubicados en su territorio, siempre y cuando se cumplan ciertas circunstancias específicas.

Cuando contratamos servicios de almacenamiento en la nube, se vuelve imperativo verificar que las políticas del proveedor cumplan con las normativas locales. Esta precaución es esencial para garantizar la protección adecuada de los datos personales. La falta de alineación podría exponer a la empresa a riesgos legales.

Algunas empresas de almacenamiento, como Microsoft, permiten firmar contratos bajo legislación local, que asegure que los datos estén alojados solamente en servidores que cumplan con la ley argentina.

En síntesis, la elección del lugar para almacenar datos dependerá de los requisitos específicos de cada empresa o usuario individual. Naturalmente, también es factible explorar soluciones híbridas, donde parte de la información se guarda y accede localmente, mientras que otra parte se encuentra en la nube.

Otra opción son las soluciones duales, como las ofrecidas por Microsoft OneDrive o Google Drive, donde los archivos se almacenan tanto de manera local como en la nube, con sincronización instantánea entre diferentes dispositivos locales.

Este enfoque dual permite, por ejemplo, trabajar de manera fluida desde el teléfono móvil, la computadora de la oficina, la de casa o colaborar con otros usuarios. Los datos se mantienen siempre actualizados y almacenados tanto localmente como en la nube. En caso de interrupciones de conexión, es posible continuar trabajando con los datos locales, los cuales se sincronizarán automáticamente una vez que se restablezca la conexión a la red.

Computación en la nube

En sus inicios, en la década de los 90, cuando la web¹¹⁶ se abrió al público, los sitios de esta web consistían principalmente en páginas HTML estáticas. Estas páginas no se actualizaban dinámicamente y no respondían a la interacción del usuario. En ese contexto, los usuarios estaban mayormente limitados a consumir contenido, sin participar activamente en la experiencia. La información fluía principalmente desde los creadores de sitios web hacia los usuarios, con escasas oportunidades para que estos últimos proporcionaran comentarios o interactuaran entre sí.

No obstante, a medida que las conexiones a internet se volvieron más rápidas, los navegadores adquirieron mayor potencia y los lenguajes de programación mejoraron sus capacidades, la web experimentó una transformación significativa. Los usuarios pudieron interactuar de formas más variadas y dinámicas. Surgieron oportunidades para generar y compartir contenido a través de foros y redes sociales. Internet se volvió interactiva y poderosa, llegando al punto en que es posible operar aplicaciones completas directamente desde un navegador web.

Esta evolución no solo fue técnica, sino un cambio total de paradigma. Permitió que los usuarios compartan contenido a través de blogs y redes sociales, a la vez que también posibilitó que los desarrolladores pudieran programar sistemas completos que funcionaran desde el navegador, sin necesidad de instalaciones locales. Como ejemplo, hace no mucho tiempo necesitábamos instalar en nuestra PC un software para leer el correo. Descargábamos los mensajes de internet, pero que almacenábamos y gestionábamos localmente. Hoy en día, leemos, creamos y administramos nuestro correo en línea.

El escenario también cambió radicalmente en el ámbito de las aplicaciones informáticas. Mientras que en los 90¹¹⁷, Microsoft lanzó su exitosa suite Office que requería instalación en cada PC, el corazón de Office 365 hoy reside en internet. Aunque aún se mantiene la opción de descargarla y usarla sin conexión, también es posible acceder a ella como un servicio web desde cualquier dispositivo conectado que cuente con un navegador web. Buena parte de las aplicaciones que descargamos en nuestro teléfono no son otra cosa que el acceso a sistemas que los proveedores alojan en sus servidores.

¹¹⁶ Aunque comúnmente se utilizan los términos "Internet" y "Web" de manera intercambiable, en realidad, no son sinónimos. Internet es una vasta infraestructura de computadoras conectadas entre sí que posibilita una amplia gama de servicios, como correo electrónico, mensajería instantánea, streaming, transferencia de archivos, entre otros.

La World Wide Web, o simplemente la Web, es solo uno de los numerosos servicios que ofrece internet y se compone de una serie de documentos interconectados. Estos documentos, que inicialmente eran texto con formato básico, han evolucionado hacia aplicaciones complejas que van desde la simple visualización desde este libro hasta la gestión de operaciones bancarias en línea.

¹¹⁷ Microsoft Office fue lanzado al mercado en agosto de 1989. La versión inicial, Office 1.0, revolucionó al reunir en un solo paquete y a través de una única instalación el procesador de textos, la hoja de cálculo y el software de presentaciones. Aunque Word, Excel y PowerPoint ya existían como aplicaciones independientes, la comercialización conjunta de estas herramientas marcó la creación de una nueva categoría de software: la suite de oficina.

Esta innovación cambió la forma en que las personas abordaban las tareas de productividad. A lo largo del tiempo, la suite de Office siguió evolucionando, integrando nuevas aplicaciones como la base de datos Access y el editor de maquetación y publicaciones Publisher. Este conjunto de herramientas se convirtió en uno de los programas de software más utilizados e influyentes de la historia, desempeñando un papel central en la informática tanto a nivel empresarial como personal.

Esta tendencia también se ha extendido al ámbito empresarial, donde las aplicaciones corporativas han adoptado un enfoque similar. Ahora, sistemas como la gestión de sueldos o la facturación pueden ser accedidos directamente a través del navegador web. Tanto los datos como la aplicación en sí misma residen y se ejecutan en la nube, permitiendo un acceso más flexible para los usuarios.

La **computación en la nube** y el **software como servicio** se han convertido en elementos fundamentales y duraderos en este nuevo panorama. Este cambio no solo ha simplificado el acceso y la gestión de aplicaciones, sino que también ha democratizado el uso de herramientas que anteriormente requerían instalaciones y configuraciones complejas, permitiendo a los usuarios aprovechar las ventajas de la tecnología de manera más accesible y eficiente, aun cuando no cuenten con conocimientos específicos en gestión de equipos e instalación de software.

La computación en la nube, o simplemente la nube, como dijimos, es un modelo en el que los servidores, las redes, el almacenamiento, las herramientas de desarrollo e incluso las aplicaciones se habilitan a través de internet. En otras palabras, en lugar de tener que construir centros de cómputos, se alquilan servicios de proveedores de infraestructura de internet. Y en lugar de tener que instalar software en cada una de las computadoras del personal, estos acceden a aplicaciones en línea mediante un navegador.

Como hemos explicado, la nube no es otra cosa que un centro de datos que brinda información y servicios a usuarios remotos. Este centro de cómputos por lo general es público, pero nada impide que una empresa construya el suyo propio. Aparecen entonces 3 alternativas de nubes:

- **Nubes públicas:** En este modelo, los datos y servicios se encuentran alojados en proveedores externos que ofrecen recursos de procesamiento y almacenamiento a través de internet. Esto posibilita que las empresas accedan a recursos compartidos bajo demanda, adaptándose a sus requisitos y objetivos comerciales.

La infraestructura de estos proveedores, gestionada por gigantes tecnológicos como Amazon, Microsoft o Google, destaca por su eficiencia y seguridad, siguiendo las mejores prácticas y utilizando equipos de última generación.

Los considerables costos asociados a esta nube, que incluyen la administración de los grandes centros de datos mencionados anteriormente y el uso de la red de comunicaciones, son sustentados por millones de usuarios. Este enfoque se traduce en beneficios significativos para las organizaciones más pequeñas, ya que pueden acceder a servicios de alta calidad a un costo accesible, aprovechando la escala y eficiencia económica de estos proveedores a gran escala.

- **Nubes privadas:** En este escenario, una sola organización compila, administra y es dueña de su propia nube, alojada de forma privada en sus propios centros de datos locales. Las nubes privadas ofrecen un mayor nivel de control, seguridad y gestión de datos. Permiten que los usuarios internos se beneficien de un conjunto compartido de recursos, facilitando compartir archivos almacenados de manera centralizada.

Sin embargo, esta autonomía implica que la organización debe asumir la totalidad de los costos asociados con la administración del centro de cómputo, que incluyen aspectos como la ciberseguridad, las políticas de respaldo y recuperación ante desastres, así como el control de la seguridad física.

- **Nubes híbridas:** Este modelo combina características de las nubes públicas y privadas. Permite a las empresas mantener determinados datos y servicios en los servidores locales, al tiempo que contratan los servicios de nube pública para aquellas operaciones crean convenientes. Esta combinación brinda la flexibilidad de aprovechar los beneficios de la nube pública y, al mismo tiempo, mantener el control sobre datos sensibles o servicios que requieren capacidades o normas de privacidad no brindadas por las nubes públicas.

No solo es una cuestión de donde están físicamente los datos y los programa, también cambia la forma en que se comercializa el software. Ya no es necesario adquirir aplicativos para instalarlos en las computadoras locales ni bases de datos para utilizarlas centralizadamente en el centro de cómputo. Así como consumimos series o películas como un servicio proporcionado por una plataforma, también podemos acceder y utilizar el software como un servicio ofrecido desde la nube por un proveedor. Aquí, las tres principales alternativas son:

- **Software como Servicio (SaaS):** En este modelo, el software se ejecuta en un servidor remoto y se accede a través de internet. Los usuarios no necesitan instalar ni mantener el software en sus propios equipos, ya que todo el procesamiento y almacenamiento se gestionan en la nube. El proveedor del servicio del software es el que se ocupa del mantenimiento y actualizaciones y de la privacidad de los datos.
- **Plataforma como Servicio (PaaS):** Este es un entorno en la nube integral que abarca todo lo necesario para que los desarrolladores creen, ejecuten y gestionen aplicaciones, desde servidores y sistemas operativos hasta redes, almacenamiento, herramientas y más. Permite a los desarrolladores concentrarse en la creación y operación de software sin tener que preocuparse por la infraestructura subyacente, como mantener actualizado el sistema operativo o los sistemas de protección y seguridad.
- **Infraestructura como Servicio (IaaS):** Este modelo implica el alquiler de recursos informáticos, como servidores, almacenamiento y redes. Ofrece a los usuarios flexibilidad para gestionar y configurar su propia infraestructura, permitiéndoles adaptarla según sus necesidades específicas.

En síntesis, la computación en la nube revoluciona la entrega de servicios de tecnología de la información al proporcionar acceso remoto a recursos informáticos esenciales como almacenamiento, procesamiento y software a través de internet. Esta transformación no solo beneficia a los usuarios individuales, sino que también presenta ventajas significativas para las organizaciones.

Algunas de las ventajas para los usuarios son:

- **Acceso remoto:** Los usuarios pueden acceder a sus datos y aplicaciones desde cualquier lugar y dispositivo con conexión a internet, ofreciendo flexibilidad y movilidad.
- **Escalabilidad:** La capacidad de ajustar recursos según las necesidades cambiantes permite a los usuarios evitar inversiones significativas por adelantado y adaptarse fácilmente a los requerimientos del momento.

- **Actualizaciones automáticas:** Las actualizaciones de software son manejadas automáticamente por el proveedor de la nube, asegurando se utilicen las versiones más recientes.
- **Colaboración en tiempo real:** El utilizar servicios de ofimática en la nube, como el Office 365, facilita la colaboración en proyectos al permitir a varios usuarios trabajar y editar documentos simultáneamente.

Las organizaciones también encuentran ventajas entre las que podemos enumerar:

- **Reducción de costos:** Evita la inversión en infraestructura física y reduce los costos operativos al pagar solo por los recursos utilizados.
- **Trabajo remoto:** La posibilidad de acceder a datos y sistemas alojados en la nube permite el trabajo a distancia de sus empleados. Por supuesto que ciertos datos y accesos requieren medidas especiales de seguridad para validar accesos, pero esto es perfectamente factible mediante, por ejemplo, VPN o redes privadas virtuales¹¹⁸.
- **Escalabilidad empresarial:** Permite a las compañías expandirse o contraerse según las demandas del negocio, optimizando la eficiencia y la gestión de recursos.
- **Menor exigencia de hardware:** Históricamente, el avance del software ha estado acompañado por crecientes demandas de hardware. Las nuevas aplicaciones solían requerir más espacio en disco, mayor capacidad de memoria y un poder de procesamiento superior, en comparación con sus predecesoras.

Sin embargo, con la migración hacia la computación en la nube, las exigencias locales de hardware disminuyen significativamente. Aunque el consumo de datos a través de internet puede aumentar, no se necesita la actualización constante del hardware local, ya que en la PC solo se necesita que corra un navegador de internet.

Esto permite a las empresas y usuarios aprovechar las capacidades de software más recientes sin la necesidad de realizar inversiones frecuentes en la actualización de hardware. La responsabilidad de mantener y actualizar la infraestructura física recae en los proveedores de servicios en la nube, liberando a los usuarios de la carga de mantener un hardware local avanzado y costoso.

- **Enfoque en el “Core Business”:** Libera a las empresas de la gestión técnica, permitiéndoles centrarse en su negocio principal y en la innovación, despreocupándose de atender cuestiones tecnológicas complejas.

¹¹⁸ Las VPN, o Redes Privadas Virtuales en español, son herramientas tecnológicas que establecen una conexión segura y cifrada entre dos puntos a través de internet. De este modo permiten conectar la computadora de un usuario remoto con un servidor en la oficina, sin que esto implique un potencial riesgo para la organización. A los efectos de la seguridad, para la organización es como si el usuario estuviera conectado desde su puesto físico de trabajo en la oficina de la empresa.

- **Seguridad y confiabilidad:** Los proveedores de nube suelen ofrecer altos estándares de seguridad y confiabilidad, con copias de seguridad automáticas y medidas de protección ante desastres, entre otras. Si bien las organizaciones quedan liberadas de preocuparse de los backups diarios, siempre deben tenerse copias locales de todos los datos para hacer frente a situaciones extremas¹¹⁹.
- **Acceso a tecnologías avanzadas:** Facilita el acceso a tecnologías avanzadas como inteligencia artificial, análisis de datos y aprendizaje automático, que de otra manera podrían ser costosas o difíciles de implementar localmente.

¹¹⁹ Megaupload, fundado por Kim Dotcom en Hong Kong el 21 de marzo de 2005, fue un sitio web de servicio de alojamiento de archivos. Aunque no tenía las características de las nubes actuales, proporcionaba grandes capacidades de almacenamiento con servicios gratuitos y premium. Hacia 2008, Megaupload contaba con 10 millones de visitas.

Sin embargo, el problema radicó en que se utilizó de manera extrema para la piratería de software, música, películas y también para el intercambio de material pornográfico. El 19 de enero de 2012, el FBI cerró Megaupload en una operación policial, alegando que el sitio facilitaba a sus usuarios cometer actos de infracción de derechos de autor sin restricciones.

A pesar de las promesas de su fundador y los múltiples procesos judiciales que enfrentó, la red nunca volvió a estar operativa. La mayoría de los usuarios perdió todo el contenido que alojaban, incluso aquellos que utilizaban la plataforma de manera legal.

Este caso paradigmático ilustra la necesidad de no confiar en exceso en la nube y la importancia de considerar cuidadosamente dónde almacenamos nuestros datos.

Repatriación o cloud repatriation.

Desde ciertos ángulos, la computación en la nube guarda similitudes con los procesos de externalización (outsourcing) que surgieron a principios de la década de los 90. En aquel entonces, las empresas empezaron a subcontratar servicios, incluidos los de tecnologías de la información, a compañías especializadas, para concentrarse en sus actividades principales. Esta estrategia inicialmente trajo consigo importantes beneficios, transformando costos fijos en variables y optimizando procesos, especialmente en el desarrollo y la operación de software.

Sin embargo, hacia finales de la década, muchas organizaciones comenzaron a replantearse esta estrategia. Los costos asociados crecían constantemente, la seguridad de los datos no siempre estaba garantizada, los sistemas no evolucionaban al ritmo de la empresa y los proveedores experimentaban cada vez más problemas y cortes en el servicio, incluyendo problemas de conectividad. Como resultado, numerosas compañías optaron por retomar el control directo de sus operaciones.

Este movimiento de ida y vuelta está teniendo su correlato también en lo que respecta a la computación en la nube. Según un estudio de 451 Research¹²⁰, durante el año 2022 el 54% de las empresas encuestadas había movido al menos parte de sus operaciones en la nube de vuelta hacia servidores locales.

Los costos asociados se vuelven más significativos a medida que la operación alcanza una mayor escala. Además, la seguridad y el cumplimiento normativo en términos de privacidad y protección de datos críticos no siempre están garantizados en este entorno. Los cortes de servicio también aumentan en frecuencia, particularmente cuando se transfieren volúmenes crecientes de datos y se enfrentan problemas de conectividad con los proveedores de internet.

También hay que tener en cuenta que las empresas tienen una influencia limitada en las políticas de los administradores de la nube, lo que las deja sujetas a las decisiones de estas corporaciones.

La migración a la nube requiere una planificación minuciosa, al igual que una eventual repatriación. Esto implica no solo la reconstrucción de la infraestructura informática, con sus costos asociados de hardware, licenciamiento y personal, sino también una revisión cuidadosa de qué operaciones y datos deben ser migrados. Teniendo en cuenta, además, que las limitaciones inherentes a las soluciones de nube pública pueden no ser resueltas fácilmente con infraestructura privada.

A pesar de estos desafíos, la nube sigue ofreciendo ventajas significativas y no utilizarla en absoluto no es una opción. Aunque algunos proveedores de servicios en la nube puedan aprovechar la coyuntura para aumentar precios o establecer cláusulas desfavorables, el movimiento hacia la nube sigue siendo una decisión lógica basada en argumentos válidos.

Las estrategias mixtas, donde se migran parte de los servicios mientras otros permanecen localmente, a menudo representan una alternativa viable.

Finalmente, es importante recordar que lo que funciona para una empresa puede no ser la mejor solución para otra en el complejo mundo de la tecnología.

¹²⁰ <https://blog.451alliance.com/cloud-repatriation-the-who-the-where-the-why/>

Internet de las Cosas – (IoT)

El concepto es sencillo: conectar objetos cotidianos a internet. El potencial es inmenso: convertir objetos comunes en dispositivos inteligentes, con los que podemos interactuar.

En esencia, internet de las Cosas (IoT - internet of Things) radica en la integración de una variedad de sensores en objetos de uso cotidiano. Estos, una vez conectados, forman una red de dispositivos capaces de comunicarse entre sí y compartir información en tiempo real, todo ello sin requerir la intervención humana.

La conexión entre los dispositivos no necesariamente debe realizarse por internet. Pueden usarse redes de distinto tipo, incluyendo conexiones por redes inalámbricas o de celular. El término Internet de las Cosas, en el sentido estricto, es incorrecto, aunque se utiliza de modo genérico porque, aun cuando haya conexiones locales, finalmente los datos se comparten por la red global.

Además, esta red puede estar acompañada por sistemas informáticos que analizan los datos recopilados y toman acciones de manera autónoma o se comunican con los usuarios mediante mensajes y alertas para que estos actúen en consecuencia.

Gracias a la disponibilidad de chips mucho más potentes, pequeños y económicos, y a las redes de comunicación de gran ancho de banda, hoy en día contamos con miles de millones de dispositivos conectados a internet. Desde cepillos de dientes con sensores de presión y cronómetros que indican al usuario la efectividad de su cepillado; heladeras inteligentes que nos alertan cuando falta leche; cinturones de seguridad que evalúan nuestros signos vitales después de un accidente y, en caso necesario, contactan automáticamente a servicios de asistencia médica sin requerir intervención del accidentado; hasta cafeteras que preparan el café unos minutos antes de que suene el despertador del celular.

En la actualidad, existen más de 7 mil millones de dispositivos conectados, y se prevé que este número aumente a 10 mil millones para el año 2025. En los últimos años, el internet de las Cosas (IoT) se ha consolidado como una de las tecnologías más influyentes del siglo XXI.

La idea de utilizar redes de sensores para obtener respuestas automáticas se ha aplicado desde la década de 1990. Sin embargo, varios factores han contribuido a hacer esta tecnología mucho más poderosa y accesible en la actualidad:

- **Acceso a sensores de bajo costo y bajo consumo de energía:** La disponibilidad de sensores asequibles y confiables ha permitido que la tecnología IoT sea accesible para un mayor número de fabricantes y aplicaciones. La miniaturización de los circuitos y chips permite contar con dispositivos que se puedan integrar fácilmente, aún en productos pequeños.
- **Conectividad:** La proliferación de diversos protocolos y redes (Ethernet¹²¹, redes Wi-Fi, redes Bluetooth, redes móviles 4G/5G, radiofrecuencia, entre otras) ha facilitado elegir, en

¹²¹ Ethernet es una tecnología de red para conectar dispositivos a través de cables físicos, como cables de par trenzado o cables de fibra óptica.

cada caso, la mejor forma de conexión de los sensores. Cada tecnología de conexión representa ventajas velocidad y consumo energético, según su uso específico.

- **Plataformas de informática en la nube:** El aumento en la disponibilidad de plataformas en la nube ha permitido a las empresas y consumidores acceder a la infraestructura necesaria para escalar y almacenar grandes volúmenes de datos, sin tener que construir costosos centros de procesamiento.
- **Avances en aprendizaje automático y análisis de datos:** Los dispositivos IoT generan una inmensa cantidad de datos a diario. No tendría sentido contar con estos datos si no fuera posible almacenarlos, analizarlos y descubrir patrones y relaciones significativas entre las entradas y las salidas. Gracias al desarrollo constante de técnicas de aprendizaje automático y el análisis de grandes volúmenes de datos, las empresas pueden tomar decisiones automatizadas basadas en la información recopilada. En las próximas páginas se ampliarán estos conceptos.
- **Integración de inteligencia artificial conversacional:** Los avances en redes neuronales han llevado el procesamiento del lenguaje natural (NLP) a dispositivos IoT. La inteligencia artificial conversacional permite a los dispositivos IoT, como los asistentes personales digitales, interactuar con los usuarios humanos mediante el lenguaje natural. Estos dispositivos, como el Echo de Amazon con Alexa o el HomePod de Apple con Siri, pueden reproducir música, controlar funciones del hogar y mantener conversaciones fluidas y naturales con los dueños de casa, como si estos asistentes fueran humanos.

Respecto de estos asistentes inteligentes, por ejemplo, es posible instalar varios en el hogar, de modo que cuando detecten la presencia de una persona en la habitación y comienzan a reproducir música, mientras que se apagan en las habitaciones desocupadas. El usuario tiene la opción de cambiar la música simplemente emitiendo una instrucción de voz. Asimismo, estos altavoces inteligentes pueden incluso ser capaces de captar el estado de ánimo del usuario, en función del análisis de su actividad diaria y los correos electrónicos que envió y, en función de ello, adecuar el ambiente para la ocasión. Si finalmente el usuario decide sentarse en el sofá y poner Netflix, el sistema puede apagar automáticamente la música y disminuir la iluminación del ambiente.

Del mismo modo pueden controlar la calefacción o el aire acondicionado del hogar, encendiéndolo en el momento que se detecta que el automóvil del dueño de casa está en camino.

Las cafeteras programables existen desde hace décadas, y permiten que el usuario difiera el encendido hasta la hora de levantarse. Pero las cafeteras inteligentes conectadas a la red pueden hacerlo simplemente viendo a qué hora se puso la alarma para despertarse. Incluso pueden anticiparse a dicha alarma si detectan antes movimiento en la casa. La automatización de los hogares se conoce como domótica¹²². En este sentido, es interesante mencionar que no estamos

¹²² La automatización de la vivienda mediante dispositivos, sensores y sistemas de control forma parte del concepto denominado "domótica". La domótica se refiere a la aplicación de la tecnología en el hogar con el propósito de automatizar y controlar una variedad de funciones y sistemas, como iluminación, climatización, seguridad, entretenimiento, gestión energética y otros aspectos de la vida diaria.

En un sistema domótico, los dispositivos y sensores pueden comunicarse entre sí y con una unidad central de control, que generalmente se controla a través de una aplicación móvil o una interfaz de usuario en una computadora. Esto permite a los propietarios de viviendas gestionar y personalizar diversas funciones de su hogar de manera eficiente y conveniente.

hablando necesariamente de comprar electrodomésticos o luces inteligentes, sino de dispositivos que permiten automatizar los artefactos comunes que hoy ya disponemos.

En el contexto empresarial, la aplicación de servicios de estos servicios tiene una amplia gama de aplicaciones.

Por ejemplo, durante años, se han utilizado sensores de humo y de presencia para mejorar la seguridad en locales y depósitos. En la actualidad, es posible llevar esta seguridad un paso más allá mediante la conexión en red de estos sensores a través de internet. Esto permite que los dispositivos se comuniquen entre sí y activen otras funciones, como la iluminación, alarmas o hidrantes. Además, en caso de detectar una emergencia, pueden enviar alertas al personal encargado, mostrándole imágenes para que puedan supervisar la situación en tiempo real o llamar directamente a los bomberos.

Ejemplos de uso

Internet de las Cosas no se limita únicamente a la domótica y cuestiones de seguridad. Las organizaciones pueden aprovecharlo en una amplia variedad de situaciones. A continuación, se mencionan algunos ejemplos destacados:

- **Recopilación de datos en tiempo real:** El IoT brinda a las empresas la capacidad de recopilar una gran cantidad de datos en tiempo real. Estos datos resultan invaluables para comprender mejor las operaciones internas, el comportamiento del cliente y las tendencias del mercado. Permite la toma de decisiones con una mayor información. Por ejemplo, se puede medir en todo momento la cantidad de gente que hay en un local o en un centro comercial para posteriormente analizar cuáles días y horarios son los de mayor concurrencia.
- **Personalización del servicio:** El IoT permite a las empresas personalizar sus servicios para satisfacer las necesidades individuales de los clientes. Por ejemplo, las empresas minoristas pueden utilizar sensores IoT para recopilar datos sobre los hábitos de compra de los clientes y ofrecer recomendaciones personalizadas. Esto se extiende, por ejemplo, al diseño de la disposición de productos en función de los recorridos más comunes de los usuarios en una supermercado, mejorando la experiencia de compra.
- **Mejora de la eficiencia:** El IoT contribuye a la automatización de procesos, la reducción de costos y el aumento de la productividad. Ejemplos incluyen la monitorización del estado de las máquinas en fábricas para prevenir el tiempo de inactividad, o el uso de sensores IoT en logística para rastrear envíos y optimizar la cadena de suministro. Además, permite a los usuarios seguir en tiempo real la ubicación de sus pedidos, como ocurre en aplicaciones de transporte o entrega de comida.
- **Mantenimiento preventivo:** El uso de sensores IoT en activos físicos, como máquinas, equipos, vehículos o edificios, permiten recopilar datos sobre el estado de estos, como la temperatura, la vibración y el desgaste. Estos datos se envían a una plataforma de análisis en la nube, que sugiere actuar preventivamente en el caso de que sea necesario.

- **Nuevos productos y servicios:** El IoT sirve como base para la creación de productos y servicios innovadores. Por ejemplo, las empresas de salud pueden utilizar sensores IoT para desarrollar dispositivos médicos conectados que recopilan datos sobre la salud de los pacientes y actúen autónomamente ante la posibilidad de una emergencia. En el sector del entretenimiento, los sensores IoT pueden utilizarse para crear experiencias inmersivas para los clientes.

Las aplicaciones de IoT también ofrecen beneficios significativos para las empresas minoristas. Estas aplicaciones permiten a las empresas administrar su inventario de manera más efectiva, mejorar la experiencia del cliente, optimizar la cadena de suministro y reducir los costos operativos.

Un ejemplo claro de cómo las empresas minoristas pueden beneficiarse de estas aplicaciones es el uso de estantes inteligentes, equipados con sensores de peso, que trabajan en conjunto con la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID)¹²³. Estos sensores recopilan información sobre la cantidad de productos en los estantes y envían estos datos a una plataforma IoT. Esta plataforma supervisa automáticamente el inventario y puede generar alertas en tiempo real si los productos están a punto de agotarse. Pero, además, como las tarjetas RFID pueden contener información del producto, como su fecha de vencimiento, permitiendo alertar y que se retiren los productos próximos a vencer.

Otra estrategia en la misma línea es utilizar beacons para enviar ofertas y promociones personalizadas a los clientes, brindándoles una experiencia de compra atractiva y diferente. Los beacons son dispositivos pequeños que emiten señales Bluetooth a dispositivos móviles cercanos. Cuando un comprador tiene instalada una aplicación que detecta las señales emitidas (generalmente a unos pocos metros de distancia), su dispositivo móvil puede recibir estas señales y activar una acción específica, como enviar una notificación sobre una oferta en particular de un producto cercano. Incluso la alerta puede venir de negocio que se encuentra en la calle por la que transita el usuario. Esto permite una comunicación directa y personalizada con los clientes, lo que puede aumentar la participación y la satisfacción del cliente.

Una aplicación práctica de esta tecnología puede ser la identificación de productos específicos, como alimentos aptos para personas con celiaquía, colocando beacons en las góndolas. Estos alertarían a los usuarios interesados, facilitando así su búsqueda, y destacándolos por sobre los demás productos. El mismo caso serviría para artículos en oferta, o que forman parte de alguna promoción.

¹²³ La tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia) es un sistema que utiliza ondas de radio para la identificación y rastreo de objetos, animales o personas. Consiste en etiquetas que contienen información específica y lectores (también llamados interrogadores) que se utilizan para capturar la información de las etiquetas. Las etiquetas RFID son dispositivos pequeños que pueden llevar información como un número de identificación único u otros datos específicos. Estas etiquetas pueden ser pasivas, lo que significa que no tienen una fuente de energía interna y se activan cuando son alcanzadas por una señal de radiofrecuencia del lector, o activas, lo que significa que tienen una fuente de energía propia y pueden transmitir datos de forma autónoma.

A diferencia de las etiquetas con códigos de barras comúnmente utilizadas en productos, las etiquetas RFID presentan ventajas notables. No requieren un contacto directo con el lector, lo que significa que pueden leerse a través de obstáculos, incluso si están dentro de una caja o si están sucias o deterioradas. Además, los lectores tienen la capacidad de leer múltiples etiquetas simultáneamente. Las etiquetas RFID ofrecen, además, la ventaja de poder almacenar más información que un simple código de barras, e incluso es posible actualizar la información contenida en ellas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las etiquetas RFID suelen ser más costosas tanto en lo que respecta a la etiqueta en sí como a la infraestructura necesaria para la lectura de estas etiquetas.

El IoT y el campo.

La industria agropecuaria, por mencionar una de las tantas, experimentó una transformación significativa gracias a la adopción masiva de dispositivos de Internet de las Cosas. Los sensores IoT han demostrado ser herramientas extremadamente valiosas en la agricultura y la ganadería, ya que permiten una gestión más eficiente de los recursos y una supervisión precisa de los activos.

Aquí hay ejemplos de cómo se beneficia el campo de esta tecnología:

- **Riego inteligente:** La agricultura se beneficia enormemente de los sensores de humedad del suelo que forman parte de sistemas de riego inteligente. Estos sensores pueden monitorear constantemente las condiciones de la tierra y activar el riego de manera automática cuando es necesario. Esto no solo ahorra agua, un recurso crítico, sino que también mejora la calidad y el rendimiento de los cultivos, al proporcionar la humedad justa que la planta necesita.
- **Gestión de ganado:** En el seguimiento del ganado, mediante collares, chips, tarjetas para las orejas o bolos rumiales¹²⁴, permiten a los ganaderos supervisar la ubicación y la salud de sus animales en tiempo real. Esto es especialmente valioso para prevenir la pérdida de ganado, controlar la salud del rebaño y garantizar que los animales reciban atención médica cuando sea necesario. Además, pueden identificar condiciones extremas, como temperaturas elevadas o falta de agua para beber.
- **Control de plagas y enfermedades:** Los sensores IoT también se utilizan para monitorear y controlar plagas y enfermedades en los cultivos. Pueden detectar signos tempranos de infestaciones y permitir una respuesta rápida y dirigida, lo que reduce la necesidad de pesticidas y mejora la sostenibilidad agrícola.
- **Optimización de la producción:** Los datos recopilados a través de sensores IoT pueden ayudar a los agricultores a tomar decisiones más informadas en la gestión de sus operaciones. Pueden optimizar la siembra, la fertilización y la cosecha en función de las condiciones del suelo y el monitoreo climático en tiempo real, lo que aumenta la eficiencia y reduce los costos.
- **Alambrados inteligentes:** La incorporación de sensores en los alambrados representa una solución avanzada para detectar intrusiones, animales que los crucen, o daños que puedan facilitar la fuga del ganado. Estos cercos inteligentes no solo mejoran la seguridad de la explotación, sino que también protegen a los animales de granja contra depredadores, como zorros o comadrejas.
- **Cercas virtuales:** La implementación de cercas virtuales, también conocidas como cercas invisibles, brinda la capacidad de generar alertas inmediatas cuando un animal las cruza. Esto permite un control efectivo para evitar que el ganado acceda, por ejemplo, a zonas inundadas o que representen algún peligro.

¹²⁴ Los bolos ruminales son dispositivos que se introducen en el rumen (uno de los espacios del aparato digestivo de los rumiantes) del ganado bovino y ovino, con el propósito de liberar sustancias durante varios meses o para rastrear al animal.

El IoT y el deporte.

Otro ejemplo que vale la pena traer es deporte, donde el internet de las cosas (IoT) está revolucionando su práctica, su disfrute y la experiencia del público. Sensores ubicados en el campo, los jugadores y el estadio, permiten transferir datos e información de valor agregada a dispositivos móviles, pantallas de estadio, pulseras inteligentes o anteojos de realidad aumentada.

El IoT tiene un amplio potencial para transformar el mundo del deporte en diversas áreas clave, incluyendo:

- **Mejora del rendimiento:** Dispositivos IoT capturan datos sobre el rendimiento de los atletas, como frecuencia cardíaca, velocidad, distancia recorrida y potencia. Estos datos son esenciales para armar rutinas de entrenamiento personalizadas y mejorar aspectos específicos de la preparación física de los deportistas.
- **Prevención de lesiones:** El monitoreo de la salud de los atletas a través de dispositivos IoT permite la detección temprana de signos de lesiones, lo que ayuda a prevenir problemas de salud y mantener a los deportistas en forma.
- **Mejora de la seguridad:** Los dispositivos IoT mejoran la seguridad en estadios y recintos deportivos, detectando aglomeraciones y asegurando la seguridad de atletas y aficionados.
- **Posicionamiento del atleta:** Dispositivos IoT, como sensores en zapatillas, rastrean el recorrido completo de los atletas, y se utilizan para determinar el momento exacto en que cada atleta cruzó la meta o si completaron los recorridos en una maratón.
- **Mejora de la experiencia del público:** Los espectadores se benefician del IoT al acceder a estadísticas en tiempo real o participar de encuestas o concursos. También pueden interactuar con otros fanáticos para coordinar el aliento o realizar juegos de luces. En los entretiempos, pueden realizar pedidos de comida desde su ubicación y recibirla sin necesidad de moverse de la butaca.

Ejemplos notables de aplicaciones del IoT en el deporte incluyen:

- La NBA usa sensores en balones de baloncesto para recopilar datos sobre velocidad, fuerza y trayectoria en tiros, mejorando el rendimiento de los jugadores.
- La NFL emplea sensores en cascos de jugadores para medir la fuerza de impactos, ayudando a prevenir lesiones cerebrales.
- La FIFA ha introducido balones inteligentes en la Copa del Mundo, equipados con chips de seguimiento para determinar la posición exacta de los jugadores en el off-side y verificar si la pelota cruzó la línea de gol.
- La UEFA utiliza drones para monitorear estadios y garantizar la seguridad de los aficionados al detectar aglomeraciones y objetos abandonados.

El IoT está en constante evolución y continuará transformando el mundo del deporte, brindando datos y tecnologías innovadoras que benefician tanto a atletas como a espectadores.

EL IoT y los pagos digitales

La convergencia de las tendencias del IoT y los pagos digitales ha generado un amplio abanico de aplicaciones fascinantes tanto para empresas como para consumidores. Algunos ejemplos destacados incluyen:

- **Pagos en el punto de venta:** El IoT permite soluciones de pago más seguras y eficientes en las tiendas físicas. Por ejemplo, mediante sensores y cámaras, los comercios pueden rastrear los productos seleccionados por los clientes. Cuando los clientes abandonan la tienda, los pagos se realizan automáticamente a través de la aplicación móvil del cliente, evitando la necesidad de pasar por una caja registradora.
- **Expededoras automáticas:** Las máquinas expendedoras, como las de café o bebidas en lugares remotos, pueden habilitar pagos sin efectivo. Esto brinda flexibilidad y posibilidades para diversos escenarios, desde lavanderías automáticas hasta alquiler de bicicletas, parquímetros, peajes, entradas a espacios culturales o de entretenimiento o tragamonedas, entre muchas otras aplicaciones.
- **Expededoras inteligentes:** Si equipamos máquinas expendedoras con sensores IoT, se vuelve posible rastrear qué productos toma cada cliente. Por ejemplo, las heladeras inteligentes permiten que los usuarios escaneen un código QR, se los identifique y se les permita abrir la puerta. Luego, sensores ubicados en el marco detectan que productos fueron retirados. Finalmente, el pago se procesa automáticamente a través de la aplicación. Estas máquinas pueden ubicarse en gimnasios, vestíbulos de hoteles, áreas comunes de edificios y más.
- **Compras automáticas:** Dispositivos IoT en el hogar, como electrodomésticos inteligentes, pueden facilitar pagos automáticos. Por ejemplo, una lavadora conectada puede detectar cuándo es necesario comprar más detergente y realizar un pedido en línea sin intervención humana. Esto es especialmente útil cuando se instalan esas máquinas en las áreas comunes de lavado y secado que muchos edificios disponen para el uso comunitario de sus vecinos. En casos sofisticados, heladeras inteligentes pueden hacer pedidos al supermercado cuando detectan el faltante de ciertos productos básicos como leche o huevos.
- **Wearables:** Los dispositivos IoT permiten que los medios de pago se integren en dispositivos que usamos, como relojes o pulseras inteligentes. Los usuarios pueden realizar pagos simplemente acercando sus wearables a un lector.

El IoT y el Edge Computing

Como mencionamos, en el Internet de las Cosas, los sensores son dispositivos electrónicos que recopilan y envían datos a un servidor centralizado, que es el encargado de analizar esta información y tomar las decisiones que sean oportunas.

Sin embargo, este proceso no está exento de desafíos y problemas. Para que la IoT funcione de manera eficaz, es necesario transmitir enorme cantidad de datos. Primero entre los sensores y, posteriormente, entre estos y el servidor central. Existe latencia¹²⁵ entre el momento del envío de los datos y la recepción de una respuesta, lo que puede ocasionar demoras en la ejecución de las acciones deseadas. Además, la comunicación en la IoT puede verse afectada por interrupciones, saturaciones en la red o la simple incapacidad de garantizar una conexión de alta velocidad en todas las ubicaciones donde se encuentren los dispositivos IoT. Estos desafíos deben ser abordados para lograr un funcionamiento eficiente de la internet de las cosas.

Adicionalmente, los dispositivos IoT actuales recopilan enormes cantidades de información. Por ejemplo, una fábrica moderna con sensores en sus máquinas puede generar varios terabytes de datos por mes. El costo de transmitir toda esta información a un servidor en la nube puede ser significativo.

Aquí es donde entra en juego el **edge computing**, un enfoque informático que se lleva a cabo en la ubicación física del usuario, la fuente de datos o cerca de ellas. Es decir, se provee capacidad de procesamiento a los propios sensores, o se los conecta a una computadora cercana, en lugar de depender de un gran servidor lejano o en la nube.

Un ejemplo concreto es el de los vehículos autónomos, que recopilan grandes cantidades de datos en tiempo real mientras están en movimiento. Deben ser analizados rápidamente para tomar decisiones instantáneas. Los datos deben procesarse dentro del vehículo, ya que no se puede esperar a que sean transmitidos y procesados de manera remota. Esa latencia podría provocar una reacción tardía del vehículo y, aunque sean fracciones de segundos, son suficientes para producir un accidente.

Los dispositivos médicos, entre otros, también se benefician de esta tecnología. Por ejemplo, un monitor de glucosa en sangre puede detectar un aumento peligroso de azúcar en la sangre y administrar insulina de manera automática sin depender de una respuesta de un servidor central.

La posibilidad de procesar datos en origen presenta una serie de ventajas. La primera, como hemos mencionado, mejora la velocidad de respuesta. Además, se disminuye considerablemente la cantidad de datos que deben trasmitirse y/o almacenarse, porque al procesarlos se pueden enviar al servidor central solo aquellos que sean pertinentes. Esto se traduce en la reducción de costos de red, la eliminación de restricciones de ancho de banda, la reducción de demoras en la transmisión de datos, la limitación de errores del servicio y un mayor control sobre la transferencia de datos confidenciales que, incluso, podrían mandarse encriptados si fuera necesario.

¹²⁵ La latencia es el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar de un punto a otro de una red. Se mide en milisegundos (ms). La latencia es importante para aplicaciones que requieren una respuesta rápida, como los juegos en línea, las videoconferencias y las transacciones financieras. Por ejemplo, si la latencia aumenta, porque la red está congestionada o la velocidad de conexión es baja, las videoconferencias pueden quedarse congeladas, verse con mala calidad, o simplemente cortarse.

El desafío de la privacidad.

Es cierto que la recopilación de datos por parte de las empresas relacionadas con dispositivos móviles y servicios digitales tiene beneficios evidentes, como una mejor experiencia para el cliente, personalización de servicios y recomendaciones más acertadas. Sin embargo, estos beneficios también plantean preocupaciones legítimas sobre la privacidad y la seguridad de los datos de los usuarios.

Como es ampliamente conocido, Android es un sistema operativo móvil gratuito desarrollado por Google. Esto le otorga a dicha corporación la capacidad de recopilar datos detallados sobre cada acción que realizan los usuarios. Esto incluye desde los lugares que visitan con frecuencia, los negocios que frecuentan hasta las compras que realizan. Si a esto le sumamos servicios como Gmail, donde recibimos confirmaciones de compras de entradas para el teatro o reservas en restaurantes, y agregamos las búsquedas que realizamos en su motor de búsqueda, se vuelve evidente que Alphabet, la empresa matriz de Google, acumula un conocimiento casi completo de nuestras vidas, desde la hora en que suena la alarma de nuestro teléfono por la mañana hasta el momento en que lo apagamos por la noche. Incluso los datos más sensibles, como los registros de salud o los resúmenes bancarios pueden ser reconocidos por nuestros dispositivos móviles.

A lo largo de la historia, los usuarios han estado dispuestos a recibir servicios gratuitos a cambio de estar expuestos a la publicidad. La televisión y la radio son ejemplos evidentes de esta dinámica. La presencia de anuncios publicitarios en estos medios nunca nos ha parecido intrusiva, ya que contribuye a que podamos acceder al contenido de manera gratuita o a un costo más bajo.

Quizá la mayor diferencia es que las publicidades de TV están orientadas a audiencias genéricas. No analizaban nuestros gustos o preferencias para personalizar la propaganda, cosa que ahora ocurre. Dos personas que accedan a una misma web recibirán diferentes publicidades, en función de sus intereses.

En la era digital, se plantea una pregunta importante: ¿estamos dispuestos a entregar datos personales para que la publicidad se convierta en algo personalizado y más relevante para nosotros?

La ecuación costo-beneficio es la que termina impactando en los usuarios. Que costo tengo que pagar por ver una programa de televisión. Puedo elegir el modelo gratuito solventado por la publicidad o elegir alternativas pagas, como las plataformas de streaming.

Servicios como Google Maps, Gmail, almacenamiento en la nube, aplicaciones de oficina, editores de fotos y videos, entre otros, son ejemplos de esta dinámica. Son aplicaciones de gran sofisticación, que normalmente tendrían costos significativos si debiéramos pagar por ellas. En su lugar, las utilizamos de forma gratuita a cambio de permitir que las empresas analicen nuestros datos y personalicen la publicidad que recibimos. En cada uno de estos casos, es esencial que evaluemos si el beneficio que recibimos, como el acceso a servicios gratuitos y la personalización, está en equilibrio con la información que compartimos con las empresas proveedoras de esos servicios.

La clave radica en tomar decisiones informadas y conscientes sobre cómo gestionamos y compartimos nuestros datos personales en el mundo digital, ya que esto influye en nuestra privacidad y en la relación que mantenemos con las empresas que proporcionan estos servicios¹²⁶.

Llevando este asunto un paso más allá, cuando combinamos los datos de todos los usuarios, obtenemos información valiosa sobre el comportamiento de una parte muy amplia de la sociedad, como sus rutinas diarias, lugares de trabajo, patrones de viaje y el uso del espacio público.

Estos datos sientan las bases para el desarrollo de las Ciudades Inteligentes, que, utilizando información recopilada y sensores IoT, pueden mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, la eficiencia de los servicios y la sostenibilidad medioambiental.

Por ejemplo, las luminarias de las calles pueden conectarse a internet, lo que permite una iluminación más eficiente según las necesidades y la capacidad de enviar alertas cuando una farola deja de funcionar. También es posible movilizar personal de asistencia civil o control de tránsito en los casos que se detecte alguna aglomeración. Las posibilidades al respecto son inimaginables y son temas centrales en las reuniones gubernamentales de alcaldes de todas las regiones del mundo.

De igual modo, los automovilistas que circulan por un determinada ruta envían a Waze o a Google Maps información de donde están ubicados en cada instante. En función del tiempo que demoró un auto en recorrer un trayecto, las aplicaciones pueden estimar las congestiones y los tiempos estimados de demora.

¹²⁶ La Unión Europea, por ejemplo, publicó en 2028 el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) que plantea una serie de exigencias respecto del modo en el que las empresas deben proteger los datos que recolectan y almacenan de los ciudadanos europeos.

Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA)

La realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR) son dos tecnologías emergentes que tienen el potencial de transformar la forma en que vivimos y trabajamos. Ambas tecnologías utilizan dispositivos para crear experiencias que superan los límites de la realidad física.

- **Realidad Virtual (RV):** La RV crea un entorno completamente digital e inmersivo que aísla a las personas de la realidad física. Los usuarios generalmente usan auriculares o cascos de RV para sumergirse en este mundo virtual. Pueden explorar e interactuar con objetos y escenarios digitales como si estuvieran físicamente presentes en ellos. La RV se usa comúnmente en aplicaciones de entretenimiento, capacitación, simulación y juegos.
- **Realidad Aumentada (RA):** La RA, en cambio, consiste en superponer elementos digitales en el mundo real que el usuario ve a través de una pantalla, como un dispositivo móvil, o anteojos inteligentes. En lugar de reemplazar el mundo real, la RA lo enriquece.

Por ejemplo, se puede usar el celular para ver información adicional sobre características producto en una tienda, simplemente enfocándolo con la cámara. También es posible ver indicaciones de recorrido, con flechas virtuales que se superponen sobre la senda física, permitiendo guiar al comprador hasta la ubicación exacta de un producto dentro de una tienda.

La combinación de ambas tecnologías, conocida como "**realidad mixta**" permite experiencias aún más inmersivas al fusionar elementos del mundo virtual y real. La RV y la RA, por separado o juntas, ofrecen un vasto potencial para aplicaciones en empresas, educación, entretenimiento y otros campos. Su crecimiento continuo y las oportunidades que brindan, hacen que sean áreas centrales de desarrollo en la tecnología actual.

Estas tecnologías están redefiniendo la forma en que las organizaciones operan y ofrecen experiencias más ricas y efectivas para empleados y clientes. Desde la capacitación y la simulación hasta la colaboración remota y el marketing, la RV y la RA tienen el potencial de transformar una amplia variedad de campos y sectores. Sus beneficios incluyen una capacitación más efectiva, una toma de decisiones más informada, una interacción más inmersiva y una mayor eficiencia en general. A medida que estas tecnologías continúan desarrollándose los usos crecen más allá de lo imaginado.

Aplicaciones de la realidad virtual y aumentada

Las organizaciones pueden aprovechar ampliamente estas tecnologías de RV y RA en diversas áreas. A continuación, se pueden mencionar algunos ejemplos de aplicación:

- **Capacitación:** La RV puede proporcionar capacitación realista y efectiva, especialmente en tareas de alto riesgo. La capacitación en simuladores es utilizada hace tiempo para en entrenamiento de pilotos, médicos u operarios de maquinaria pesada. Pero también es posible simular entornos reales de trabajo en múltiples casos y profesiones.
- **Simulación del entorno laboral:** Los departamentos de recursos humanos pueden ofrecer a los postulantes simulaciones de cómo sería su trabajo cotidiano, lo que brinda una vista previa de la experiencia laboral. Ayudan también a evaluar al postulante en cuanto a su eventual desempeño en el entorno real.
- **Diseño y prototipado:** La RV se utiliza en el diseño de productos y procesos industriales, permitiendo a los ingenieros crear prototipos virtuales antes de la construcción física. Esto ahorra tiempo y dinero al identificar problemas de antemano. Brinda además la posibilidad de introducir cambios en el diseño o en los materiales utilizados para que el producto final tenga más prestaciones, sea más durable o sea más barato de producir.
- **Asistencia en el trabajo:** La realidad aumentada se puede utilizar para proporcionar asistencia a los empleados en el lugar de trabajo. Por ejemplo, un operario puede mostrar a un técnico el estado de alguna maquinaria o de la posición de las llaves de un tablero, para que este último, desde un sitio remoto, pueda guiarlo. El técnico puede ir monitoreando en tiempo real lo que hace el operador, verificando que este siguiendo correctamente las instrucciones que le impartió.
- **Asistencia médica a distancia:** Existen situaciones en las cuales no es posible que médicos o ambulancias asistan físicamente a personas accidentadas. Por ejemplo, en casos donde el propio accidente causa una gran congestión en el ruta donde se produjo. O donde existe una multitud de gente que impide acercar a los profesionales. Incluso pueden ocurrir en lugares sin caminos o de difícil acceso, por ejemplo, en una montaña. En estos escenarios es posible hacer llegar equipamiento médico al lugar mediante drones y luego, mediante dispositivos de realidad aumentada, el médico puede guiar a la persona que está asistiendo al herido para que aplique los auxilios necesarios.
- **Espejos inteligentes:** Estos se utilizan en tiendas para que los clientes vean cómo les quedaría la ropa sin probársela físicamente. En peluquerías, permiten visualizar diferentes opciones de cortes y peinados aplicados a la propia imagen del cliente. Esta imagen no es una foto estática, sino que es una imagen tridimensional, con movimiento y que permite ver el corte desde distintos ángulos.
- **Compras por internet:** En la compra de muebles y otros artículos para el hogar, es posible ubicarlos en el espacio físico real del cliente. De ese modo puede tener una imagen tridimensional de como quedaría, por ejemplo, un sillón dentro de su propio living. En el caso de ropa, calzado o accesorios, el comprador puede usar su propia imagen para ver cómo le quedarían esas zapatillas o esos anteojos antes de comprarlos.

- **Marketing:** La realidad aumentada se utiliza para crear experiencias de marketing atractivas, mostrando información adicional sobre productos y servicios, lo que mejora la interacción con los clientes.
- **Entretenimiento:** La RV se aplica en la creación de experiencias de entretenimiento inmersivas, como películas o juegos que ofrecen una sensación de presencia en el mundo virtual.
- **Educación:** La RA se utiliza en la educación para crear espacios interactivos, permitiendo la visualización de modelos tridimensionales y realización de visitas virtuales, por ejemplo, a museos y lugares históricos.
- **Asistencia en la toma de decisiones:** La RA se emplea en entornos empresariales para presentar datos y análisis de manera visual y accesible, facilitando la toma de decisiones en reuniones y presentaciones.
- **Servicio al cliente:** Las empresas pueden proporcionar asistencia al cliente a través de aplicaciones de RA que superponen instrucciones o información relevante en el entorno real para ayudar a los usuarios a resolver problemas.
- **Colaboración remota:** La RV permite a equipos dispersos geográficamente colaborar de manera efectiva al encontrarse virtualmente en un espacio compartido, mejorando la comunicación y la toma de decisiones entre ellos.

A medida que avanza la tecnología del hardware, las posibilidades para las aplicaciones se vuelven prácticamente ilimitadas. Los voluminosos cascos de realidad virtual de hace unos años ahora pueden ser reemplazados por anteojos similares a los cotidianos, pero con capacidades extraordinarias. La combinación de esta tecnología con la inteligencia artificial abre un mundo de posibilidades asombrosas.

Tomemos por ejemplo los anteojos Vision Pro de Apple. Estos no son solo gafas, son verdaderas computadoras portátiles. Ofrecen capacidades de realidad aumentada que permiten superponer objetos virtuales en el mundo real. Además, facilitan la colaboración en entornos laborales o de aprendizaje mediante videoconferencias inmersivas. Con ellos, es posible recibir instrucciones de navegación y exploración de la ciudad, generar contenido multimedia mezclando imágenes virtuales con el contexto que observa el usuario, y participar en experiencias de entretenimiento completamente inmersivas, entre muchas otras funciones.

En otro ejemplo, Brilliant Labs¹²⁷, una empresa especializada en lentes de realidad virtual, ha desarrollado gafas asistidas por inteligencia artificial que revolucionan la comunicación. Estas gafas permiten la traducción instantánea de idiomas, tanto del texto que el usuario lee como de lo que escucha.

Los ejemplos podrían continuar y llenar varias páginas. Lo cierto es que estas aplicaciones destacan cómo la RV y la RA están transformando numerosos aspectos de la vida empresarial, desde la capacitación hasta la colaboración y la mejora de la experiencia del cliente. Los límites pasan a ser prácticamente la imaginación de quien diseña los escenarios.

¹²⁷ <https://brilliant.xyz/>

Impresión 3D

Hace algún tiempo, en un programa de ciencia, se abordó la cuestión de qué cosas debían llevarse en una eventual misión tripulada a Marte. La lista de elementos, por supuesto, era extensa. Además de la nave en sí y elementos esenciales como agua, comida y trajes espaciales, incluía también medicamentos, equipo científico, medios de comunicación, herramientas de seguridad, elementos de entretenimiento y bienestar para los astronautas, vehículos y robots para la exploración de la superficie marciana, e incluso materiales para construir un refugio en el planeta rojo, en caso de ser necesario.

A medida que la lista aumentaba, también se hacían evidentes las limitaciones. Cada kilo que se agregue a la misión plantea desafíos de espacio en el cohete y de potencia necesaria para ponerlo en órbita. En definitiva, solo se puede llevar las cosas vitales, mínimas y necesarias.

Surgió entonces una pregunta vital: ¿qué sucedería si algo se dañase durante la misión? ¿Cómo podríamos realizar las reparaciones necesarias? Esto inició una segunda fase de debate: qué herramientas y repuestos son indispensables llevar, no solo pensando en posibles reparaciones a la nave la nave, sino también los otros componentes.

Durante esta discusión, uno de los participantes propuso una solución ingeniosa y eficiente: llevar dos impresoras 3D. Con estas impresoras, no solo sería posible fabricar componentes dañados, sino también las herramientas necesarias para efectuar las reparaciones. ¿Y por qué dos impresoras? La razón es sencilla: en la segunda impresora se podrían crear repuestos esenciales para mantener en funcionamiento la primera, en caso de que esta última presentara algún desperfecto.

La tecnología de impresión 3D, sin duda, tiene el potencial de transformar la forma en que operan muchos negocios y ofrece posibilidades fascinantes en diversos campos. A pesar de que actualmente las impresoras son costosas y limitadas, sus aplicaciones abren un abanico de escenarios impactantes.

Las impresoras 3D son máquinas capaces de fabricar objetos físicos a partir de diseños digitales. Utilizan diversas tecnologías para depositar material capa por capa, lo que permite la creación de figuras tridimensionales. Estas impresoras permiten la creación de cosas que serían difíciles o imposibles de producir, ya sea manualmente o con el uso de máquinas y herramientas tradicionales. Además de posibilitar la personalización específica de cada unidad impresa.

Los usuarios que cuentan con impresoras 3D ya no necesitan adquirir un producto físico. En su lugar, solo requieren las instrucciones digitales. Esto tiene un impacto significativo en el comercio electrónico y en la relación entre clientes y proveedores. Por ejemplo, juguetes, repuestos, decoraciones, muebles e incluso ropa podrían imprimirse en casa si se dispone del diseño adecuado y los materiales necesarios.

Campos de uso la impresión 3D

Las posibilidades de uso de impresoras 3D abarcan múltiples campos de uso. Algunos de ellos todavía están en fase de pruebas experimentales, pero otros ya se utilizan activamente en los procesos productivos. Podemos destacar alguno de ellos, solo a modo de ejemplo ya que el realidad las posibilidades son ilimitadas.

- **Prototipado rápido:** Las impresoras 3D permiten la creación rápida de prototipos y modelos tridimensionales, lo que es esencial en el diseño y desarrollo de productos en industrias como la automotriz, aeroespacial y electrónica.
- **Industria médica:** La impresión 3D se utiliza para producir prótesis personalizadas, modelos anatómicos para la planificación de cirugías, implantes médicos, dispositivos dentales y ortopédicos. También se pueden crear instrumentos quirúrgicos para procedimientos específicos. Incluso se pueden utilizar impresoras 3D para crear medicamentos personalizados para cada paciente.

La impresión de modelos de órganos y estructuras anatómicas permite a los cirujanos planificar y testear procedimientos médicos complejos, para conocer de antemano problemática específica del paciente.

El futuro permite pensar un paso más y es la posibilidad de imprimir directamente los órganos que requieran ser trasplantados. En este caso se aplica una técnica innovadora que utiliza biotintas con células madre para fabricar estructuras celulares. Este proceso permite la creación de órganos a medida, como corazones, oídos, pulmones o riñones, utilizando las propias células del paciente. Ya existen pruebas y aplicaciones exitosas en ese sentido.

- **Producción de piezas de repuesto:** Como se sugería en la misión espacial a marte, se pueden fabricar piezas de repuesto para maquinaria y equipos de forma rápida y económica, lo que es especialmente valioso en entornos de manufactura y mantenimiento que, ante la ruptura de pieza, pueden imprimirla y reemplazarla sin necesidad de esperar al repuesto, que muchas veces debe ser importado o traído de zonas lejanas, con la consecuente demora y costo.
- **Arquitectura y construcción:** La impresión 3D simplificó enormemente el maquetado de las construcciones. Pero también, a partir de creación de impresoras 3D gigantes, que pueden producir paneles de hormigón, la impresión de casas y edificios es actualmente posible.

Alemania está construyendo en la ciudad de Heidelberg el edificio impreso europeo más grande registrado hasta la fecha, con 54 metros de longitud, 11 de ancho y nueve de altura. El proceso de construcción solo necesita dos 'albañiles' que supervisan el funcionamiento de la impresora, una 3D COBOD BOD2¹²⁸ que imprime cemento hecho con material 100% reciclable. El objetivo es finalizar el edificio en tan solo 140 horas de impresión.

¹²⁸ <https://cobod.com/>

La propia Cámara Argentina de la Construcción (CAMARCO) informa sobre proyectos de casas impresas con impresoras 3D. Aunque se destaca un primer prototipo de Bélgica¹²⁹, empresas de todo el mundo están incursionando en la impresión 3D de casas, incluso si es solo para algunos componentes.

- **Automotrices:** En la actualidad, es común la impresión piezas de automóviles, desde prototipos de diseño, hasta partes finales. En el futuro, el usuario podría imprimir los repuestos en su casa, siguiendo los diseños del fabricante.
- **Moda y diseño:** Diseñadores de moda y artistas aprovechan la tecnología para concebir prendas de vestir personalizadas y accesorios únicos. Empresas líderes en el mercado, como Nike y Reebok, han adoptado la impresión 3D en la creación de sus calzados deportivos, por ejemplo. Estos innovadores diseños se construyen a partir de las preferencias individuales y datos específicos de cada atleta, permitiendo la fabricación de calzado que se adapta de manera precisa a sus necesidades particulares. Este enfoque personalizado marca un cambio significativo en la industria, donde la tecnología se integra de manera inteligente para brindar soluciones específicas y ajustadas a las demandas de los usuarios.

Pero las posibilidades no se limitan a calzado personalizado. También es posible utilizar impresión 3D en la producción a escala para lograr telas resistentes, transpirables y que no absorban la humedad. Incluso se puede mejorar la producción de suelas combinando materiales que generen un rendimiento superior en los atletas. Nada de esto se podría haber elaborado con los telares y máquinas tradicionales.

- **Educación y formación:** Las impresoras 3D se utilizan en escuelas y universidades para enseñar conceptos de diseño, fabricación y tecnología a los estudiantes.
- **Alimentos:** Aunque en una etapa inicial, se están investigando técnicas de impresión 3D para crear nuevos alimentos o personalizar y lograr de presentación creativas y novedosas de las comidas tradicionales. Incluso, se pueden adaptar alimentos a situaciones especiales como viandas para excursiones y campamentos.
- **Joyas:** La impresión 3D se ha convertido en una herramienta destacada para la creación de joyas personalizadas y exclusivas, aprovechando su capacidad para lograr diseños detallados y únicos. En este proceso, existen impresoras especializadas que posibilitan la creación de objetos utilizando metales preciosos como el oro, la plata o el cobre. Por supuesto, esto implica utilizar dichos metales como materiales de entrada, sometiéndolos a un proceso especial.

La flexibilidad de esta tecnología permite trabajar con oro de 14 o 18 quilates, lo que agrega un elemento de personalización adicional a las creaciones. Es importante señalar que estas impresoras especializadas en joyería suelen tener un costo significativo, superando los 100.000 dólares. A pesar de su inversión inicial elevada, la capacidad de producir joyas personalizadas y de alta calidad representa un cambio notable en la fabricación, brindando oportunidades creativas y únicas en el mundo de la orfebrería moderna.

¹²⁹ <https://www.camarco.org.ar/2022/08/08/como-son-las-nuevas-casas-impresas-en-3d-tienen-dos-pisos-y-se-terminan-en-solo-15-dias/>

- **Diseño de interiores y mobiliario:** Los diseñadores utilizan la impresión 3D para crear muebles y decoración altamente personalizados. A modo de unos pocos ejemplos podemos mencionar:
 - Lámparas: se pueden crear lámparas con diseños originales y variados, que aprovechan la luz y las sombras para crear efectos visuales.
 - Jarrones: se pueden imprimir jarrones con diferentes formas, tamaños y colores, que pueden contener agua y flores naturales.
 - Maceteros: se pueden crear maceteros con diseños divertidos y funcionales, que permiten el crecimiento de las plantas y la circulación del aire.
 - Muebles: se pueden fabricar muebles con estructuras resistentes y ligeras, que se pueden ensamblar y desmontar fácilmente.
 - Estanterías: se pueden diseñar estanterías con formas geométricas u orgánicas, que se adaptan al espacio y al peso de los objetos.

Este enfoque permite a los diseñadores superar las limitaciones de la fabricación tradicional, experimentando con geometrías más complejas y detalles minuciosos. La impresión 3D se convierte así en una herramienta esencial para transformar la visión de un diseñador en piezas tangibles y funcionales, marcando una evolución significativa en la creatividad y personalización dentro del ámbito del diseño de interiores y mobiliario.

- **Investigación científica:** Los científicos han incorporado la impresión 3D como una herramienta esencial en diversas disciplinas, como biología, química y física, para la creación de modelos y herramientas altamente personalizadas. En biología, la impresión 3D se utiliza para replicar estructuras anatómicas específicas, facilitando la investigación y la enseñanza. En química, se emplea para construir reactores personalizados y dispositivos de laboratorio, optimizando procesos experimentales. Además, en física, la tecnología de impresión 3D permite la fabricación de componentes precisos para experimentos y prototipos.

Esta aplicación de la impresión 3D en la investigación brinda a los científicos la capacidad de adaptar sus herramientas y modelos según las necesidades específicas de sus estudios, acelerando y mejorando los procesos, contribuyendo a avances y descubrimientos más eficientes y personalizados.

- **Juegos y juguetes:** La democratización de la impresión 3D está transformando la forma en que concebimos la producción tradicional. Los juegos y juguetes son un claro ejemplo. Ahora, los consumidores tienen la capacidad de imprimir directamente los objetos que desean, eliminando la necesidad de depender de la entrega física del producto.

Aunque la fabricación en masa ofrece ventajas notables en términos de calidad y eficiencia en la producción, incluyendo menores costos por unidad, tiene limitaciones importantes en cuanto a la personalización. Esto significa que no es posible crear artículos adaptados a las necesidades específicas de un usuario o de una comunidad local.

Además, la centralización de la producción en masa conlleva desventajas adicionales, como los costos asociados al transporte y a los trámites aduaneros para acceder a juguetes importados, así como la dificultad para obtener piezas de repuesto. Por ejemplo, en juegos

como el ajedrez o la oca, la pérdida de una pieza específica impide su reposición, obligando a sustituirla por una pieza genérica o improvisada, por ejemplo, un botón.

En Argentina, un proyecto colaborativo denominado "Che Playmobil"¹³⁰ tiene por objetivo crear accesorios que reflejen la cultura local para enriquecer los escenarios internacionales de los tradicionales muñecos alemanes¹³¹. Desde la icónica piletta Pelopincho hasta sifones para convertir al playmobil en sodero, e incluso parrillas del tipo "chulengo".

Estos ejemplos ilustran cómo se están abriendo fascinantes escenarios y nuevos modelos productivos para las empresas.

Por un lado, las fábricas pueden aprovechar las impresoras 3D industriales para fabricar artículos que serían difíciles o imposibles de crear con maquinarias y métodos de producción tradicionales. Esto incluso podría significar la producción de accesorios o partes con un costo y calidad potencialmente más bajos, lo que facilitaría la comercialización de nuevos productos o la mejora de los existentes. Por ejemplo, podrían ofrecer versiones personalizadas, como muñecos diseñados a semejanza del cliente.

Por otro lado, también existe la posibilidad de no producir el artículo físico, sino proporcionar los diseños para que el propio usuario imprima sus propios juegos, ya sea en su totalidad o en piezas de repuesto.

¹³⁰ <https://www.instagram.com/cheplaymobil/?hl=es>

¹³¹ Playmobil es una línea de juguetes de plástico fabricados por el grupo Brandstätter (Geobra Brandstätter GmbH & Co KG) con sede en Zirndorf (Alemania), basados en muñecos de 7,5 cm de alto.

Desventajas de la impresión 3D

Desde luego, el uso de impresoras 3D también presenta desafíos y desventajas que es importante tener en cuenta:

1. **Costos elevados:** Adquirir una impresora 3D de alta calidad puede ser costoso, lo que puede limitar su accesibilidad para ciertos usuarios o empresas, especialmente aquellas que buscan equipos avanzados con capacidades específicas.
2. **Limitaciones de tamaño:** Las impresoras 3D tienen restricciones en cuanto al tamaño de los objetos que pueden imprimir. La capacidad de impresión está vinculada al tamaño de la impresora, específicamente del área que tiene disponible para producir el objeto, lo que puede ser una limitación para la producción de objetos de mayor tamaño.
3. **Tiempo de impresión:** Aunque la impresión 3D es generalmente más rápida que muchos métodos tradicionales, el tiempo requerido para imprimir objetos grandes puede ser significativo. Este factor puede afectar la eficiencia en la producción de elementos de mayor escala.
4. **Calidad del material:** La calidad del objeto impreso está directamente influenciada por la calidad del material utilizado como insumo. Los insumos de mayor calidad obviamente son también los de mayor costo. La elección de materiales de menor calidad puede resultar en objetos menos duraderos y resistentes, limitando su aplicabilidad en ciertos contextos.
5. **Mantenimiento regular:** Las impresoras 3D requieren un mantenimiento periódico para garantizar su correcto funcionamiento y prevenir posibles fallos durante el proceso de impresión. Esto implica un compromiso adicional en términos de tiempo y recursos.
6. **Problemas legales:** La capacidad de reproducción personalizada de objetos mediante impresión 3D también ha generado preocupaciones legales. La posibilidad de infringir patentes y registros industriales puede dar lugar a litigios para aquellos que utilizan esta tecnología de manera inapropiada o sin el debido reconocimiento de derechos de propiedad intelectual.

En síntesis, la impresión 3D representa una revolución en la fabricación y el consumo, desplegando un abanico de oportunidades en áreas como la personalización, la producción local y la minimización de residuos. Este innovador enfoque de manufactura tiene el potencial de transformar radicalmente la manera en que concebimos y creamos objetos, permitiendo una adaptación más precisa a las necesidades individuales y una producción más sostenible.

La promesa de personalización ofrece a los consumidores la capacidad de obtener productos adaptados a sus gustos y requerimientos específicos, alejándose del modelo de producción masiva. Además, la posibilidad de producir localmente mediante impresión 3D presenta ventajas en términos de reducción de costos de transporte.

Uno de los aspectos más destacados es la contribución de la impresión 3D a la disminución de residuos, ya que esta tecnología permite la fabricación de objetos de manera más eficiente, utilizando solo la cantidad exacta de material necesario. Esto contrasta con los métodos tradicionales que, habitualmente, generan excedentes y desechos innecesarios.

A medida que la impresión 3D evoluciona y se vuelve más accesible, su impacto en diversos sectores económicos seguirá expandiéndose. Desde la medicina hasta la arquitectura, pasando por la moda y la investigación científica, se espera que esta tecnología continúe ofreciendo soluciones creativas y eficientes en la creación de objetos y productos. Su adopción generalizada podría contribuir a una sensible baja en los costos de las impresoras e insumos.

Este enfoque completa perfectamente el ciclo del comercio electrónico, permitiendo transacciones completamente digitales, aun de productos físicos. Los productos solo existirían una vez que el usuario utilice el diseño recibido electrónicamente para producir el objeto deseado en su impresora 3D.

Evidentemente se trata de una transformación significativa en la manera en que interactuamos con los bienes de consumo y en cómo se concibe la producción en el siglo XXI.

Inteligencia Artificial (IA)

No existe una definición única y universal de inteligencia. Por el contrario, es un concepto que se puede analizar desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, las dos primeras acepciones de la palabra inteligencia, según la Real Academia Española son “la capacidad de entender o comprender” y “la capacidad de resolver problemas”.

Si tomamos estas dos definiciones todos los sistemas informáticos son inteligentes. Todos tienen la capacidad de resolver problemas. Algunos, incluso, pueden entender y comprender. Word, por ejemplo, acaba de señalarme que, en el párrafo anterior, la palabra “la” estaba repetida. Comprendió que eso era probablemente un error, entendió que debía enviarme una alerta (subrayar en rojo la palabra repetida) e incluso tuvo la capacidad de eliminar la palabra. Además, solo y sin intervención mía, convierte en mayúsculas todas las palabras que le siguen a un punto. Además, acentúa automáticamente varias de palabras que, erróneamente, no tenían tilde.

Ejemplos como este hay miles. Los programadores tienen la posibilidad de dotar a sus sistemas de la capacidad de distinguir que se ha ingresado un número negativo para un precio, que un CUIT no tiene 11 caracteres o que una dirección de mail carece del @.

Incluso se puede ocupar de cosas más complejas, y hacerlas mejor que el propio ser humano. El navegador satelital¹³², por ejemplo, puede decírnos como ir de un lado al otro de la ciudad tomando el mejor camino, evitando atascos y zonas peligrosas. Una App nos puede indicar cuánto falta para que llegue el colectivo. El celular puede avisarnos que tenemos programada una cita e indicarnos con qué anticipación debemos salir para llegar a tiempo. La humilde calculadora de Windows tiene la capacidad de resolver problemas matemáticos complejos, y lo hace mejor que nosotros. Por supuesto estamos hablando de inteligencia selectiva y acotada. La calculadora no puede analizar la ortografía de un texto.

Pero claro, la inteligencia es más compleja que eso. Si utilizamos una de las definiciones más comúnmente aceptadas, la de la Asociación Americana de Psicología (APA) el término adquiere otra profundidad: “*La inteligencia es un constructo hipotético que se refiere a la capacidad de un individuo para aprender, razonar, resolver problemas, pensar de manera abstracta, comprender ideas complejas, aprender rápidamente y aprender de la experiencia.*”

Incluso hasta podemos preguntarle a la propia IA de Openai, el ChatGPT que entiende por inteligencia. Esto es lo que nos dice.

1. **Capacidad de aprendizaje y adaptación:** En un sentido general, la inteligencia puede definirse como la capacidad de adquirir conocimiento y habilidades a través de la experiencia, así como la capacidad de aplicar este conocimiento de manera efectiva para resolver problemas y adaptarse a nuevas situaciones.
2. **Capacidad de razonamiento y resolución de problemas:** La inteligencia también se asocia con la capacidad de razonar, pensar de manera abstracta y resolver problemas de manera

¹³² Es común que a los navegadores satelitales se los denomine GPS. El GPS es un sistema de posicionamiento global que utiliza una red de satélites para determinar una ubicación terrestre. El navegador satelital es el dispositivo que utiliza el GPS para ubicarnos en un mapa y proporcionarnos instrucciones de navegación.

efectiva. Implica la habilidad para analizar información, tomar decisiones informadas y enfrentar desafíos de manera eficiente.

3. **Habilidades cognitivas:** La inteligencia a menudo se asocia con habilidades cognitivas como la memoria, la atención, la comprensión verbal, la capacidad de procesamiento de información y otras funciones mentales.
4. **Creatividad:** Algunas definiciones de inteligencia incluyen la capacidad de pensar de manera creativa, generar ideas originales y encontrar soluciones innovadoras.
5. **Inteligencia emocional:** Este concepto se refiere a la capacidad de entender y gestionar las emociones propias y de los demás. Implica habilidades como la empatía, la autorregulación emocional y la habilidad para manejar las relaciones interpersonales de manera efectiva.

Ambas definiciones, la de la Asociación Americana de Psicología y la del ChatGPT, incorporan un concepto que los sistemas tradicionales generalmente no tienen: capacidad de aprender y, en función de ese aprendizaje, modificar su comportamiento y, por ende, sus respuestas.

El Word siempre me va a corregir la mayúscula después del punto, aunque yo no lo quiera. El teclado del celular siempre va a agregar un espacio después del punto, aunque este escribiendo un alias del CVU, donde el punto va seguido de otra palabra sin separación. A lo sumo, lo que podré hacer es modificar manualmente los parámetros para que ya no me corrija automáticamente esas cuestiones.

Incluso, en el otro extremo, si un sistema tuvo una programación deficiente y produce resultado erróneo, esa aplicación no va a modificar nunca su salida hasta que no sea programada nuevamente.

El Therac-25, por ejemplo, fue una máquina de radioterapia de última generación desarrollada por la compañía Atomic Energy of Canada Limited (AECL) a principios de los años 80. Desafortunadamente, entre 1985 y 1987, estuvo involucrada en al menos seis accidentes en los que pacientes recibieron sobredosis masivas de radiación, con consecuencias trágicas. El software de esta máquina nunca aprendió de sus errores y siguió aplicando sobredosis mortales.

Mas recientemente en el tiempo, en octubre de 2018 el software de control de vuelo del Boeing 737 MAX hizo estrellar un avión en Indonesia con 189 personas a bordo. El mismo software volvió a calcular erróneamente los parámetros en un vuelo en Etiopia y, en marzo de 2019, otra aeronave cayó a tierra, perdiéndose 157 vidas humanas. Todos aviones de ese modelo fueron obligados a permanecer en tierra hasta que se reprogramara el mencionado software.

Tampoco los sistemas se pueden enfrentar a cosas nuevas. Todos los caminos lógicos están definidos de antemano en el código. Y ante una situación imprevista, o bien puede procesarlo igual con resultados probablemente incorrectos o, por lo general, caen en una situación de error y abortan el procesamiento.

En contraste, los sistemas inteligentes, ya sean artificiales o no, exploran su historial de datos, aprenden de sus errores y ajustan su enfoque para seleccionar soluciones más acertadas en el futuro. La capacidad de adaptación y aprendizaje continuo distingue a la inteligencia en el sentido más amplio de la palabra. Dicho de un modo más directo, “*no tropezar dos veces con la misma piedra*”

Cuando nos referimos a inteligencia artificial, entonces, estamos refiriéndonos a sistemas capaces de aprender de los resultados de sus respuestas y, en función de ello, modificar su comportamiento futuro. Además, deben tener la capacidad de responder ante nuevos estímulos y, basándose en el análisis de datos, proporcionar respuestas similares a las que daría un experto el tema.

En este contexto, es evidente que el concepto de inteligencia artificial está estrechamente vinculado al de '**Big Data**', que implica el procesamiento de grandes cantidades de datos provenientes de diversas fuentes y con distintos formatos, así como al '**Machine Learning**', que se refiere al desarrollo de algoritmos capaces de aprender y mejorar sin necesidad de programación explícita. Cuanto más variados y abundantes sean los datos procesados, y a medida que el algoritmo se entrene basándose en el análisis de respuestas, mejor será el desempeño de la inteligencia artificial.

Si el software de control de vuelo del avión de la primera tragedia hubiera tenido capacidad de analizar los datos de vuelos anteriores, es probable que la respuesta hubiera sido distinta. Incluso en el caso de que el desenlace hubiera sido el mismo, el trágico final habría sido analizado por el algoritmo y propuesto una solución diferente para el segundo vuelo.

Comprendidos estos conceptos, estamos en condiciones de definir formalmente qué es la "Inteligencia Artificial" y, para ello, que mejor que permitir que la propia inteligencia artificial, nuevamente la del ChatGPT, se defina a sí misma:

"La inteligencia artificial (IA) se refiere a la capacidad de las máquinas o programas de computadora para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas incluyen el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, el reconocimiento de patrones, el procesamiento del lenguaje natural, la percepción visual y la toma de decisiones. En esencia, la IA busca desarrollar sistemas que puedan imitar ciertos aspectos de la inteligencia humana y ejecutar funciones complejas de manera autónoma".

Aunque esta definición moderna destaca las capacidades actuales de hacer que las computadoras "piensen", gracias a su inmensa capacidad de procesamiento, es esencial señalar que el concepto de inteligencia artificial ha estado presente durante siglos. La aspiración humana de crear máquinas que pudieran resolver problemas a su semejanza precede, incluso por siglos incluso, a la era de las computadoras. La inteligencia artificial moderna comienza a tomar fuerza en la segunda mitad del siglo XX, guerra mundial mediante.

En este trayecto, ha experimentado más fracasos que éxitos, con una curva de evolución marcada por altibajos pronunciados. No obstante, las actuales capacidades de cómputo, junto con la capacidad para almacenar y analizar vastos volúmenes de información, abren un futuro diferente para esta disciplina. Se vislumbra hoy un cambio revolucionario capaz de transformar por completo empresas, entornos laborales y nuestra vida cotidiana.

En la actualidad, podemos distinguir dos tipos principales de inteligencia artificial:

- **IA débil o estrecha (Weak AI):** Este tipo de IA está diseñada y programada para realizar tareas específicas sin poseer una comprensión general o conciencia. Por ejemplo, los sistemas de recomendación en plataformas de transmisión de video o los asistentes virtuales como Siri o Alexa son ejemplos de IA débil. Funcionan de modo perfecto en el ámbito en el que fueron creadas, pero no pueden aplicarse fuera de ese ámbito. El algoritmo

de Netflix, por ejemplo, es incapaz suponer como termina una película o de recomendar un buen vino para acompañar la velada.

- **IA fuerte o general (Strong AI):** Este tipo de IA implica, en cambio, una inteligencia que es comparable a la humana en términos de comprensión cognitiva, adaptabilidad y capacidad para aprender cualquier tarea intelectual. Pueden actuar eficazmente en cualquier ámbito, aun aquellos para los que no fue especialmente entrenados.

La IA fuerte aún está en el ámbito teórico y no se ha logrado plenamente hasta la fecha, aunque los avances en el último tiempo indican que podría estar cerca el logro.

Existen una serie de técnicas y enfoques para dotar a los algoritmos la capacidad de aprender y de dar respuestas inteligentes. Por supuesto que analizar y comprender estas técnicas implica adentrarse algoritmos sofisticados, técnicas de procesamiento complejas y de matemática avanzada, imposibles de abordar en este libro, por lo que las mencionaremos solo a título informativo:

- **Aprendizaje supervisado y no supervisado:** Ambos son formas de entrenar algoritmos.

En el primer caso, a cada dato se le asigna un tag o etiqueta que lo identifica. Por ejemplo, se muestran imágenes con etiquetas de perros o de gatos, para que primero los pueda identificar con ayuda de la etiqueta y, luego de catalogar muchas imágenes, se capaz de distinguirlos automáticamente.

En el caso del aprendizaje no supervisado, los datos de entrada no contienen etiquetas. Las alternativas son presentadas para analizar y tratar de identificar patrones que los asocien entre sí. Por ejemplo, es posible identificar facturas en función de los comportamientos de compra. Luego, cuando se analiza una nueva factura, se la trata de asociar a alguno de los grupos previamente identificados. Si una factura no puede ser asociada, es posible que se trate de un documento fraguado o que deba ser auditado¹³³.

- **Redes neuronales:** Las redes neuronales son un tipo de algoritmo de aprendizaje automático que se inspira en el funcionamiento del cerebro humano. Están compuestas por nodos interconectados llamados neuronas. Cada neurona recibe una entrada, realiza cálculos y envía la salida a otras neuronas de la red.

Cada conexión entre neuronas tiene un peso numérico que ajusta la importancia de la información. Por ejemplo, en el caso de reconocer un objeto rojo, las neuronas pueden tener pesos que indican qué tan rojo es el objeto. Cada neurona está entrenada para identificar diferentes aspectos de rojo, por ejemplo, su tonalidad. A cada análisis se le asigna un puntaje.

A medida que la red neuronal se entrena con más ejemplos, ajusta los pesos numéricos para mejorar su capacidad de reconocimiento. Al final del proceso, la red puede identificar si un

¹³³ Esta definición hace referencia a una simplificación extrema del aprendizaje no simplificado. De hecho, existen varios tipos de aprendizaje supervisado siendo el aprendizaje por agrupamiento o el aprendizaje por asociación uno de los principales.

objeto es rojo basándose en la suma ponderada de los pesos numéricos. La capacidad de aprendizaje y ajuste continuo de los pesos permite que la red mejore con el tiempo.¹³⁴

Las redes neuronales son muy efectivas en tareas como reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes, procesamiento de lenguaje natural y otras áreas de inteligencia artificial.

- **Aprendizaje profundo:** Este campo del aprendizaje automático se destaca por el uso de redes neuronales con múltiples capas de nodos, tomando inspiración en el funcionamiento del cerebro humano. Estas redes, también conocidas como redes neuronales profundas, son capaces de aprender y representar características complejas y jerárquicas de los datos analizados.

La capacidad de estos modelos para comprender y aprender representaciones complejas de datos ha llevado a avances significativos en la resolución de problemas que anteriormente eran extremadamente complejos de resolver con medios tradicionales. Su amplio espectro de aplicación se extiende a áreas como la salud, la investigación científica, la ingeniería y más, consolidándose como una herramienta muy poderosa en el panorama tecnológico actual.

- **Procesamiento del lenguaje natural:** El procesamiento del lenguaje natural (PLN) es un campo de la informática que se ocupa de la interacción entre ordenadores y lenguaje humano. Básicamente lo que se busca es identificar los componentes de un texto, comprender las palabras dentro de un contexto (auto puede referirse a un vehículo o a algo automático) para después analizar esos componentes mediante diversos modelos, como pueden ser las redes neuronales. Una vez comprendido el texto es posible generar otro que se derive de él, por ejemplo, una respuesta o una traducción de idioma. El PLN se utiliza, por ejemplo, para generar de modo automatizado escritos, mails o documentos.

La aplicación de redes neuronales avanzadas y técnicas de aprendizaje profundo posibilitan el análisis de sentimientos, permitiendo la generación de respuestas y opiniones contextualizadas según las emociones detectadas. Este enfoque ofrece la capacidad de producir textos distintos en función de las situaciones identificadas. Por ejemplo, podría generar mensajes eufóricos al detectar noticias emocionantes, al tiempo que podría presentar textos más cautelosos y empáticos si se percibe un estado de ánimo menos elevado. Este nivel de adaptabilidad en la generación de contenido contribuye a una comunicación más efectiva y personalizada en diversas aplicaciones, desde chatbots hasta sistemas de análisis de sentimientos en redes sociales.

- **Visión por computadora:** Es una rama de la informática, se dedica a la interpretación y análisis de imágenes, posibilitando diversas aplicaciones. Entre ellas, se destaca la capacidad para identificar objetos específicos en fotografías, detectar rostros, y analizar y prever movimientos en videos. Esta técnica desempeña un papel esencial en contextos tan diversos como la autonomía vehicular y los supermercados inteligentes, donde facilita la identificación automática de los productos seleccionados por el comprador desde los estantes. Este enfoque revoluciona la interacción entre la tecnología y el entorno visual,

¹³⁴ Esta explicación simplifica al extremo el concepto de redes neuronales. No pretende ser una explicación técnica precisa, pero permite comprender el funcionamiento básico de la red.

ofreciendo soluciones avanzadas en campos que van desde la seguridad hasta la eficiencia en la experiencia de compra.

El propósito de este libro no radica en detallar el funcionamiento y los límites de la inteligencia artificial; de hecho, incluso si lo fuera, sería una tarea monumental e imposible de cumplir (¡salvo que fuera escrito por una IA!). Pero sí profundizaremos algunos conceptos subyacentes, como la inteligencia artificial generativa, los sistemas expertos, los copilotos y los chatbots, que tienen relación directa con la transformación digital de los negocios.

La IA progresiona a un ritmo vertiginoso, y cualquier explicación quedaría obsoleta en poco tiempo. En este sentido, lo más sensato sería consultar directamente a la IA sobre su propio funcionamiento y las mejoras que puede aportar en trabajos o sectores específicos.

Inteligencia artificial generativa

Como hemos mencionado, la inteligencia artificial es un campo amplio y diverso que abarca una variedad de modelos y enfoques. Uno de los más destacados en la actualidad es la inteligencia artificial generativa, la cual, como su nombre sugiere, se centra en la generación de contenido a partir de ciertos parámetros iniciales.

Lo notable de este enfoque es su capacidad para generar respuestas completamente nuevas y originales, en contraposición a simplemente recuperar contenido existente de una base de datos, como suele hacerse en motores de búsqueda como Google. En lugar de limitarse a replicar información preexistente, la inteligencia artificial generativa tiene la capacidad de innovar y crear, lo que la convierte en una herramienta poderosa para la creatividad y la resolución de problemas en una variedad de campos.

La inteligencia artificial generativa tiene, entonces, la capacidad de producir una amplia gama de elementos, incluyendo conversaciones, historias, código de programación, imágenes, videos y música, lo que le confiere una versatilidad sin precedentes.

En las páginas anteriores, exploramos las redes neuronales y su aplicación en el procesamiento del lenguaje natural. Ahora es el momento de adentrarnos en un tipo específico de red neuronal conocido como "*transformer*". Los transformers representan un hito significativo en el campo del aprendizaje profundo y son especialmente destacados por su habilidad para captar relaciones en datos secuenciales de una manera altamente eficiente.

En términos simples, los transformers son capaces de modelar relaciones complejas entre palabras en un texto. Utilizan el análisis estadístico de las secuencias de palabras para calcular la probabilidad de que una palabra específica siga a otra. Esto se logra mediante un proceso llamado "atención", donde la red asigna importancia a diferentes partes del texto según su relevancia para la predicción.

Una de las características más notables de los transformers es su capacidad para procesar secuencias de longitud variable, lo que los hace ideales para una amplia gama de aplicaciones en el procesamiento del lenguaje natural, como la traducción automática, la generación de texto y la respuesta a preguntas. Además, utilizan arquitecturas paralelas multicapa para sus análisis, lo que los hace extremadamente eficientes en términos computacionales. Esto que ha contribuido a su popularidad y adopción generalizada en la investigación, la industria y el uso personal.

La inteligencia artificial generativa opera principalmente a través de dos procesos fundamentales:

1. **Aprendizaje:** En esta fase inicial, la IA se nutre de conjuntos de datos extensos, tales como corpus de textos¹³⁵, colecciones de imágenes o bibliotecas de música. Utilizando transformers cada palabra es analizada dentro de contexto reales. Cuantos más datos se utilicen en el modelo, mayor y mejor será el aprendizaje. Puede utilizarse, por ejemplo, todo el contenido de una biblioteca, de un sitio web como Wikipedia o incluso utilizar internet completa.

¹³⁵ Un corpus textual es un conjunto muy amplio de textos de los más diversos tipos, representativos del estado de una lengua, en formato electrónico y codificados de modo que sea posible obtener de él la información que requiere la investigación lingüística en cualquiera de sus ramas. Dicho de otro modo, es una colección de textos que refleja una lengua o su modalidad de la forma más exacta posible.

Al finalizar el entrenamiento, por ejemplo, si se elimina una palabra de un texto, el modelo podrá predecir con gran exactitud cual hubiera sido una palabra que explícitamente se ocultó. Además, tendrá el análisis estadístico de cual palabra probablemente deba seguir a otra. Este análisis no es solo individual, sino que puede operarse con oraciones completas.

Antes de ponerlo en funcionamiento es necesario hacer un segundo ajuste, o ajuste fino, para que se adapte a un contexto real. Por ejemplo, si un modelo generativo preentrenado en base a transformes, o sea un modelo GPT, se integra a un servicio de chat, será importante refinarlo para que pueda mantener una conversación realista con el usuario.

Resulta fácil notar que, si un modelo se basa solo en la estadística y sugiere siempre la palabra con mayor probabilidad, con el tiempo todas las respuestas serían casi idénticas. Y acá es donde entra el concepto de “temperatura”. Los modelos de IA no solo usan la estadística para predecir la mejor palabra siguiente, sino que también intercalan palabras aleatorias y respuestas diversas. La temperatura de un modelo es un parámetro que puede ajustarse para que la respuesta tenga más o menos aleatoriedad y, por lo tanto, más o menos creatividad.

2. **Generación:** Una vez que el modelo ha asimilado suficiente información durante la etapa de aprendizaje, se encuentra en condiciones de generar nuevo contenido. En este proceso, aprovecha los patrones identificados previamente para crear material. Este se asemeja obviamente al contenido del conjunto de datos original, pero no es una mera copia de aquél.

ChatGPT, por ejemplo, utiliza un modelo de generación basado en la regresión lineal, que predice valores futuros en función de los pasados. De este modo, parte de una primera palabra u oración mediante la cual predice la siguiente. Y con esta siguiente la próxima hasta terminar la tarea en función de tamaños de texto predictivos previamente establecidos.

La generación puede hacerse utilizando un conjunto específico de datos, en lugar de los millones a los que tiene acceso. Es decir que, si se toma como base de análisis exclusivamente la obra de Borges o de Cortázar, el texto generado puede tener un estilo sumamente parecido a de los mencionados autores.

Por supuesto que existen otros modelos de generación, que tienen mejores rendimientos, por ejemplo, para producir imágenes.

Resulta verdaderamente imposible enumerar exhaustivamente todas las ventajas y aplicaciones de la IA generativa, dada su versatilidad y capacidad para adaptarse a una variedad de contextos. En particular, la IA generativa puede actuar como un copiloto para las personas, ofreciéndoles ventajas específicas que están estrechamente relacionadas con sus tareas diarias y su profesión.

Estamos hablando de un campo con posibilidades prácticamente ilimitadas, que solo están restringidas por la imaginación y creatividad del usuario. Desde la creación de contenido innovador en campos como el arte, la literatura o la música, hasta la generación de soluciones creativas en campos tan diversos como la medicina, la ingeniería o la investigación científica, la IA generativa se ha convertido en una herramienta fundamental en la vida cotidiana y en el ámbito profesional. Sin olvidarnos tampoco de la utilización recreativa y para aprender sobre algún tema en particular.

Sin duda, la IA generativa ha revolucionado diversos campos con su capacidad para crear contenido original y útil en una variedad de aplicaciones. Algunos ejemplos destacados incluyen:

- **Generación de Datos:** La IA generativa puede sintetizar datos similares a los reales, lo que resulta invaluable para ampliar conjuntos de datos, generar ejemplos de entrenamiento y simular escenarios. Esto es especialmente útil en pruebas de software y en la investigación científica.
- **Creatividad y Diseño:** En el ámbito del diseño, la IA generativa puede producir imágenes, música y arte originales. Esto permite explorar nuevas ideas y perspectivas creativas, sirviendo como punto de partida para la inspiración humana y la personalización posterior.
- **Optimización de Procesos:** En la industria manufacturera, la IA generativa ayuda a diseñar piezas más eficientes y a reducir desperdicios. Además, se utiliza en la optimización de algoritmos y la mejora de procesos, lo que contribuye a la eficiencia y la productividad.
- **Generación de Contenido:** En medios como los videojuegos, la IA generativa crea mundos virtuales y personajes, enriqueciendo la experiencia del usuario. También se emplea en la creación de música, guiones y textos para diversas aplicaciones creativas y de entretenimiento.
- **Investigación y Ciencia:** La IA generativa facilita la simulación de experimentos y la exploración de hipótesis en campos científicos. Permite modelar fenómenos complejos y predecir resultados, acelerando el proceso de descubrimiento y avance científico.
- **Escritura de libros y material de difusión de conocimiento:** Un ejemplo concreto es cómo la IA generativa ha contribuido a la escritura de libros y material de difusión del conocimiento. En el apéndice final se proporcionará un ejemplo detallado de cómo la IA generativa ha enriquecido esta obra, destacando su papel en la creación y divulgación del conocimiento.

Como toda nueva tecnología, la IA generativa enfrenta importantes desafíos, especialmente considerando que el contenido que produce puede ser confundido con el creado por humanos. Entre los desafíos pendientes, destacan los siguientes:

- **Sesgo inherente:** Existe el riesgo de que la IA generativa reproduzca sesgos presentes en los datos de entrenamiento, lo que podría resultar en la generación de contenido parcial o discriminatorio. Es esencial abordar este problema para garantizar la imparcialidad y equidad en los resultados.
- **Cuestiones de propiedad intelectual:** La determinación de la propiedad intelectual del contenido generado por IA plantea dilemas éticos y legales complejos que aún no se han resuelto por completo. Es necesario establecer marcos legales claros que protejan los derechos de los creadores humanos y promuevan la innovación en un entorno digital en constante evolución.
- **Seguridad y ética:** La IA generativa también presenta riesgos en términos de seguridad y ética, ya que puede ser utilizada para crear contenido falso o engañoso, como deepfakes. Es

fundamental desarrollar mecanismos de detección y prevención para mitigar estos potenciales abusos y proteger la integridad de la información en línea.

- **Toma de decisiones en base a premisas falsas:** Por lo explicado, un texto jurídico escrito por una IA generativa puede tener una alto grado de profesionalismo en cuanto a su redacción. Pero ya se ha mencionado este texto no fue realizado en base al análisis específico del caso en cuestión, sino a una mera reconstrucción estadística de sentencias pasadas. Puede, por ejemplo, ignorar una prueba decisiva, como el análisis de ADN y proponer una condena falsa. Lo mismo pasa con cualquier informe técnico o de diagnóstico médico.

En conclusión, si bien las IA generativas pueden ser útiles para evitar tareas repetitivas y tediosas, como la redacción de documentos, es esencial que su uso esté respaldado y supervisado por profesionales capacitados en cada campo. Solo así se puede garantizar un uso responsable y ético de esta tecnología en beneficio de la sociedad.

Entre los modelos más destacados se encuentra el Generative Pretrained Transformer (**GPT**), desarrollado por OpenAI con el respaldo de Microsoft. Este modelo ha sido ampliamente reconocido por su capacidad para generar texto coherente y relevante en una amplia gama de contextos. Además, destacan otros modelos líderes en la industria, como **Gemini** de Google, **DALL-E 2** de OpenAI (especializado en la generación de imágenes), **DeepL** y **Google Translate** (para la traducción de idiomas), **DeepCode** de Microsoft (para la generación de código de programación) y **MuseNet** de OpenAI (para la creación de música), entre muchos otros que permanentemente surgen.

También es importante destacar que todos estos modelos están en constante evolución y que su propio uso contribuye a alimentarlos y mejorarlo. Las empresas detrás de estos modelos, como OpenAI, Google, Microsoft y otras, publican periódicamente nuevas versiones y avances que ofrecen resultados cada vez más sorprendentes.

Estos ejemplos representan solo una fracción de las numerosas inteligencias artificiales generativas disponibles en la actualidad. Cada uno de estos modelos ofrece capacidades únicas y se ha desarrollado para satisfacer diversas necesidades en una amplia variedad de aplicaciones. Desde la creación de contenido creativo hasta la optimización de procesos industriales, las IA generativas están transformando la forma en que interactuamos con la tecnología y abordamos los desafíos en nuestro mundo en constante evolución.

Sistemas expertos

Los sistemas expertos son un tipo de programa de inteligencia artificial diseñado para imitar la capacidad de toma de decisiones de un experto humano en un dominio específico. Estos sistemas, por lo general, no son de propósito general, sino que están basados en reglas y conocimientos específicos del área para la cual fueron desarrollados. Están compuestos por tres componentes principales:

- **Una base de conocimiento:** Esta constituye una recopilación de hechos y reglas relacionadas con el dominio específico del problema que el sistema experto busca abordar. La base de conocimiento sirve como la fuente principal de información con la que el sistema realiza inferencias y toma decisiones.
- **Un motor de inferencia:** Este componente es el encargado de aplicar las reglas contenidas en la base de conocimiento para razonar y deducir soluciones o conclusiones. Utiliza métodos lógicos y algoritmos para procesar la información disponible y derivar respuestas coherentes.
- **Una interfaz de usuario:** La interfaz de usuario facilita la interacción entre el sistema experto y el usuario humano. Permite al usuario introducir datos, realizar consultas y recibir resultados. Proporciona una vía intuitiva para comunicarse con el sistema experto y entender su proceso de razonamiento.

Uno de los primeros sistemas expertos destacados fue el "Dendral", desarrollado en la década de 1960 en el laboratorio de inteligencia artificial de la Universidad de Stanford con el propósito de identificar compuestos químicos. Otro logro significativo en este campo fue el sistema "Mycin", también desarrollado en la misma universidad en la década de 1970, diseñado específicamente para diagnosticar enfermedades infecciosas.

Con el aumento de la capacidad de procesamiento y la sofisticación de estos sistemas, se expandió su aplicación a diversas áreas. Estos sistemas reemplazaban, o mejor dicho emulaban eficazmente, la experiencia y el juicio de expertos humanos en campos como medicina, finanzas, ingeniería y soporte técnico. Por ejemplo, un sistema experto médico podía diagnosticar enfermedades basándose en síntomas y datos médicos ingresados; mientras que un sistema experto financiero proporciona asesoramiento sobre inversiones.

La incorporación de sistemas expertos en las organizaciones cumple una doble función. En primer lugar, posibilita la automatización de la toma de decisiones, agilizando procesos y mejorando la eficiencia operativa. Por otro lado, estos sistemas tienen el potencial de colaborar con especialistas humanos, enriqueciendo sus diagnósticos y respaldando las decisiones estratégicas tomadas.

Imaginemos, por ejemplo, un banco llevando a cabo el análisis crediticio de un posible receptor de un préstamo. La toma de decisiones en cuanto a conceder o no el beneficio es esencial. En este contexto, las decisiones tomadas por un sistema experto pueden superar en calidad a las evaluaciones que podría realizar un oficial de atención al cliente.

En un entorno hospitalario, la integración de sistemas expertos para diagnósticos puede tener un papel vital para facilitar la detección temprana de enfermedades y la aplicación de terapias

adecuadas. Se ha comprobado, por ejemplo, que un sistema experto puede superar la tasa de aciertos de un médico promedio en la detección de determinados tumores. Sin embargo, los estudios también revelan que cuando un médico utiliza el sistema experto como copiloto, y toma decisiones basadas en la información proporcionada por el sistema, la precisión es aún mayor que la del autómata.

Estos sistemas, además, potencian y mejoran la labor del profesional, democratizando el acceso a información y conocimientos especializado. Imaginemos, por ejemplo, el impacto significativo que podría tener en el ámbito de la salud la capacidad de proporcionar asistencia experta en salas de atención primaria que no cuentan con médicos especialistas a tiempo completo. Los sistemas expertos actuarían como copilotos para los médicos generalistas, brindando información especializada y contribuyendo así a mejorar la calidad del servicio prestado.

Mistral AI, una startup europea con valor de 2.000 millones de dólares, ha desarrollado un modelo de procesamiento de lenguaje natural similar en rendimiento al ChatGPT. Esta empresa, a lo que muchos denominan la “OpenAI europea”, se distingue de sus competidores usando un modelo bautizado como “Mezcla de expertos dispersos”. Básicamente, esta técnica consiste en entrenar diversos modelos pequeños en temas específicos. Es decir, cuando se le hace una consulta a la IA, esta selecciona aquel o aquellos expertos que más adecuados considere para responder las consultas.

Asistentes o Copilotos

Es probable que, además de utilizar ChatGPT para preguntar sobre cualquier tema, una de las primeras aplicaciones concretas de la inteligencia artificial que todos incorporaremos en nuestra vida profesional y cotidiana sean los asistentes o copilotos. Estos comenzarán a integrarse en nuestros dispositivos habituales, como el teléfono celular o la computadora, pero también en el automóvil y otros electrodomésticos, con el propósito de facilitarnos su uso y mejorar la ejecución de tareas, incluso anticipándose a nuestras acciones.

Por ejemplo, nuestro teléfono celular podría abrir automáticamente el Waze al llegar al automóvil, sugiriéndonos la dirección de la reunión a la que nos dirigimos. O podría detectar que a una hora específica todos los días realizamos una tarea particular y automatizarla.

Aunque ya hemos mencionado los asistentes expertos en medicina, pronto contaremos con asistentes para una amplia variedad de tareas y profesiones. Los copilotos de inteligencia artificial, por ejemplo, están demostrando un excelente desempeño en la programación, brindando una ayuda eficaz a los programadores en el desarrollo de software.

Las empresas siguen de cerca estos avances, y un ejemplo destacado es Microsoft Copilot, que ofrece la posibilidad de integrar la inteligencia artificial en aplicaciones como Word, Excel, Teams, Power Point y Windows 11. Este asistente personal está diseñado para colaborar con los trabajadores en diversas tareas, desde la redacción de correos electrónicos hasta la creación de presentaciones.

Sin embargo, la versatilidad de Copilot no se limita al ámbito laboral, ya que también se prevé su utilidad en la asistencia con tareas cotidianas, como la elaboración de recetas de cocina o las responsabilidades domésticas. Este enfoque refleja la creciente integración de la inteligencia artificial en múltiples aspectos de nuestra vida diaria y laboral, promoviendo la eficiencia y la colaboración en diversos contextos.

Recientemente, Bill Gates, escribió en su blog “*Para realizar cualquier tarea en una computadora, el usuario debe indicarle a su dispositivo qué aplicación usar, pero en los próximos cinco años esto cambiará por completo. No tendremos que usar diferentes aplicaciones para diferentes tareas. Simplemente le diremos al dispositivo en lenguaje cotidiano lo que queremos hacer y, dependiendo de la cantidad de información que elijamos darle, el software podrá responder personalmente porque tendrá una rica comprensión de nuestra vida. En un futuro próximo, cualquiera que esté en línea podrá tener un asistente personal impulsado por inteligencia artificial que va mucho más allá de la tecnología actual*”.

Si consideramos la posibilidad de que cada producto con conexión a internet pueda ser utilizado con la asistencia de un experto interactivo, se abren oportunidades inmensas. Esto no solo requerirá una reconsideración del área de soporte y atención al usuario, sino que también implicará democratizar el acceso a dispositivos y herramientas más complejas que actualmente solo están al alcance de profesionales.

Presente y futuro de la IA

Como dijimos, la inteligencia artificial está entre nosotros desde hace décadas. Hasta ahora, con más fracasos que éxitos, en especial si consideramos las IA de propósito general, es decir, aquellas capaces de realizar una amplia variedad de tareas cognitivas.

Sin embargo, nunca en la historia han convivido 3 factores:

- **Algoritmos mejorados:** nuevos modelos computacionales y lenguajes de programación orientados, permitieron desarrollar algoritmos mucho más poderosos y efectivos que en el pasado.
- **Potencia de cálculo informático:** A medida que avanzan los modelos, crece exponencialmente la capacidad de cálculo que requieren. Muchas de las ideas históricas de la IA se han quedado solo en teoría porque los procesadores de antaño no podían resolver los millones de cálculos que se necesitaban. Hoy esto cambió y las computadoras, aun las hogareñas, son increíblemente potentes en comparación con las de solamente un par de décadas atrás.
- **Almacenamiento de datos:** Como dijimos, la IA requiere interactuar con grandes volúmenes de datos. Las capacidades limitadas en este sentido atentan contra el entrenamiento de los algoritmos y volumen de análisis para la toma de decisiones acertadas. La posibilidad actual de almacenar volúmenes inimaginables de datos, incluso con costos aceptables gracias a las plataformas en la nube, produjo una mejora de calidad de entrenamiento sin precedentes.

El futuro de la inteligencia artificial es incierto, pero su impacto potencial en la sociedad es innegable. La automatización impulsada por la IA tiene el poder de transformar industrias enteras, alterar la naturaleza del trabajo y cambiar la forma en que vivimos. Esto plantea desafíos y oportunidades que deben abordarse tanto a nivel individual como de la sociedad en su conjunto.

La preparación para este cambio implica no solo el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías, sino también la consideración de aspectos éticos, legales y sociales. La implementación responsable de la inteligencia artificial es esencial para garantizar que sus beneficios se distribuyan equitativamente y que se minimicen los posibles riesgos y desafíos.

Bill Gates, en su carta de fin de año¹³⁶, destaca a la inteligencia artificial (IA) como un elemento central para mejorar diversos aspectos de nuestra sociedad. Enfoca su atención en un futuro cercano donde la IA se convierta en una herramienta clave para transformar el acceso a la educación, la salud mental y otros ámbitos, contribuyendo así a reducir las marcadas desigualdades presentes a nivel global.

Gates subraya el impacto positivo que la IA puede tener en el campo de la medicina, apuntando específicamente a la disminución de la mortalidad relacionada con la resistencia a los antibióticos. También destaca la asistencia de la IA en situaciones de embarazos de riesgo y su papel en la

¹³⁶ <https://gatesnot.es/48qmj8P>

reducción del riesgo de contraer el VIH. En el ámbito educativo, señala la posibilidad de que los alumnos de escuelas ubicadas en zonas vulnerables tengan acceso a un tutor personalizado que los guíe en sus estudios.

Estas perspectivas y predicciones, entre otras, subrayan de manera concluyente el impacto significativo que la IA tendrá en diversos aspectos de nuestra vida cotidiana. No obstante, Gates reconoce la necesidad de regulaciones adecuadas, ya que la implementación no controlada de la IA conlleva riesgos. Es necesario abordar estos riesgos mediante una regulación responsable para garantizar que la inteligencia artificial se utilice de manera ética y segura. En última instancia, Gates enfatiza la importancia de equilibrar los beneficios potenciales de la IA con una gestión cuidadosa de sus posibles riesgos.

La educación y la formación continua son elementos claves para preparar a las personas para un mundo laboral cambiante, donde la colaboración con las máquinas y la adaptabilidad son habilidades valiosas. Además, es fundamental que el mundo en su conjunto participe en discusiones sobre políticas públicas y regulaciones para guiar el desarrollo de la inteligencia artificial de manera ética y equitativa.

En resumen, mientras nos enfrentamos a un futuro incierto con la inteligencia artificial, la preparación proactiva y la toma de decisiones informadas son esenciales para aprovechar sus beneficios y mitigar sus posibles riesgos.

ChatBots

Los chatbots o robots de chat, son una aplicación específica de la inteligencia artificial. En el último tiempo, han tenido una adopción generalizada en diversas organizaciones, tanto públicas como privadas. Aunque técnicamente podrían ser considerados dentro del marco de la inteligencia artificial general que se discutió anteriormente, su implementación focalizada y su uso específico justifican abordarlos como un punto distinto.

Estos robots de chat posibilitan interacciones conversacionales con humanos, ya sea a través de aplicaciones internas integradas en la web de la empresa o mediante servicios de chat populares como WhatsApp. Cuando se emplean con el propósito de responder preguntas y brindar asistencia a los usuarios, comúnmente se les denomina Asistentes Virtuales.

Existen dos modalidades principales de chatbots: los basados en menús y los que emplean procesamiento del lenguaje natural (NLP).

La primera modalidad, más básica, implica presentar al usuario un menú con diversas opciones, guiándolo para que seleccione las alternativas que lo acerquen a la ayuda que busca. Esta aproximación se asemeja a una versión mejorada de los antiguos servicios de centrales telefónicas, donde se solicitaba al usuario que marcara un número para acceder a la opción deseada. En este caso, la asistencia al usuario está, obviamente, predefinida de antemano, lo que limita la flexibilidad del chatbot y su capacidad para comprender preguntas o comandos fuera de las opciones predefinidas.

Por otro lado, la segunda modalidad, basada en algoritmos de procesamiento del lenguaje natural, permite al usuario formular preguntas de manera natural, como "¿puedes decirme el saldo de mi cuenta?" o "¿en qué colores y tallas está disponible esta remera?". El chatbot, mediante algoritmos, interpreta la pregunta y responde de manera similar a como lo haría un humano. Además, puede enviar imágenes, como las opciones de colores disponibles.

Es importante destacar que estos chatbots no solo interpretan la pregunta, sino que también la contextualizan, entendiendo sobre qué producto o servicio específico se está consultando. Esto proporciona una experiencia más natural de conversación y la capacidad de manejar una variedad más amplia de consultas. No obstante, aún existen desafíos a superar, como la adecuada contextualización y la interpretación de términos o jergas específicas.

Por supuesto, estas interacciones con los asistentes virtuales pueden realizarse mediante mensajes de texto, pero también pueden interpretar instrucciones de voz, como el popular asistente Alexa, de Amazon, que puede recibir la orden de "pedí un turno en la peluquería", "quiero escuchar una determinada canción" o a "qué hora debo salir para llegar a tiempo al cine".

Cada vez más empresas, especialmente aquellas que deben brindar atención a un número considerables de clientes, como las compañías de servicios públicos, están optando por la implementación de este tipo de asistentes para reemplazar a los tradicionales centros de llamadas. Estos asistentes virtuales interactúan con los usuarios a través de una voz natural, eliminando la necesidad de ingresar información mediante el teclado. Ahora, los usuarios pueden simplemente comunicarse verbalmente, con preguntas del tipo ¿Cuándo vence mi próxima factura, cual es el saldo por pagar y en que lugares puedo efectuar el pago?

De alguna manera, el objetivo de estos asistentes es lograr que la interacción del cliente con la organización sea tan similar como sea posible a la que tendría con un operario humano. En la cúspide de la excelencia, el usuario no debería poder distinguir si está siendo atendido por una computadora o por una persona.

Como hemos mencionado, los sistemas de inteligencia artificial aprenden y modifican sus comportamientos. Estos chatbots pueden adaptarse y aprender con el tiempo a medida que interactúan con más usuarios. Es decir que, cuantos más usuarios lo utilicen y mayor feedback tengan, de mayor calidad serán sus respuestas. Si una respuesta es apreciada como correcta por los usuarios, entonces esta será sugerida en próximas interacciones, ocurriendo lo contrario con aquellas más dudosas o cuestionadas.

Queda evidente que estos asistentes no solo deben adquirir habilidades en las reglas de conversación, sino también comprender a fondo las reglas del negocio. Si la pregunta es del tipo "¿Cómo estás hoy?", la respuesta será de carácter general (bien, mal o me duele la cabeza). Sin embargo, si el cliente consulta sobre el horario de apertura de la tienda o las políticas de devolución de un producto, la información proporcionada debe ser precisa y estar exclusivamente fundamentada en las normas de la empresa. Estas reglas del negocio deben ser actualizables ante cambios, y el asistente también debe tener la capacidad de contextualizarlas, por ejemplo, determinando si es fin de semana o verano para ajustar su respuesta en función de esos factores.

Esta observación resalta una necesidad crítica: los robots deben ser sometidos a un proceso de entrenamiento riguroso. Individuos con conocimientos específicos deben suministrar información inicial a los sistemas de chat, que luego será utilizada para que el propio sistema construya sus respuestas. De más está decir que estos datos deben ser periódicamente revisados y actualizados en el caso, por ejemplo, de que se establezcan nuevos horarios de apertura y cierre.

Además, es esencial implementar medidas de control para prevenir posibles alucinaciones¹³⁷, es decir, situaciones en las cuales el sistema valide información inferida de manera incorrecta, simplemente porque fue mal proporcionada, no tiene contexto, porque otros usuarios la asumieron como válida sin detectar el error, porque los propios modelos de IA son sesgados o incompletos o por las propias limitaciones de los algoritmos.

La interacción continua y la retroalimentación constante desempeñan un papel fundamental en este proceso. Estas prácticas son esenciales para perfeccionar la precisión y la eficacia de los chatbots, garantizando que ofrezcan respuestas útiles y confiables a los usuarios. La colaboración activa entre expertos humanos y sistemas automatizados, junto con la capacidad de aprender de errores pasados, constituye la base para un desarrollo exitoso y una mejora continua en la calidad de las interacciones.

Las aplicaciones de los chatbots son cada vez más amplias y proporcionan a las empresas múltiples beneficios, desde una mejora en la atención al cliente las 24 horas los 7 días de la semana hasta la optimización de procesos. Algunos ejemplos de su uso incluyen:

¹³⁷ Este es el término preciso que se usa en el contexto de IA para indicar los fallos o respuestas que no se ajustan a la realidad o al contexto.

- **Atención al ciudadano:** Los gobiernos pueden implementar chatbots para brindar asistencia y facilitar trámites, desde asesorar sobre si se puede estacionar en un determinado lugar de la ciudad hasta la asignación de turnos de médicos o de trámites generales.
- **Atención al cliente:** La capacidad de atender al cliente instantáneamente en cualquier momento y lugar es fundamental para las organizaciones, brindando mejores servicios y liberando espacios de atención presencial re permitiendo reasignar recursos humanos para actividades de mayor valor, como, incluso, el entrenamiento de estos chatbots.
- **Información de horarios:** Los usuarios pueden consultar horarios de vuelos, trenes, colectivos o el horario de apertura y cierre de negocios. El acceso a estos asistentes puede hacerse mediante códigos QR que se visualicen en las paradas, estaciones o vidrieras, evitando que el usuario deba acercarse a una zona específica de consulta o que deba googlear para acceder a ellos.
- **Selección y entrenamiento de nuevo personal:** Los chatbots pueden ser utilizados en el proceso de selección de personal, permitiendo a los interesados enviar currículums o aclarar dudas sobre el trabajo. Una vez contratados, los asistentes virtuales pueden brindar asistencia a los nuevos agentes en diversas currículums cuestiones relacionadas con sus tareas y a la ambientación en la empresa.
- **Manejo de Recursos Humanos:** Las aplicaciones de los chatbots en esa área se han desarrollado mucho, ya que facilitan enormemente la gestión del personal, en especial para tareas reiterativas, como el otorgamiento automático de licencias, la carga de horas extras o la actualización del legajo. Pero también se pueden automatizar procesos completos, como los servicios de ART, servicios médicos, o solicitudes de elementos de trabajo.

En este punto, es pertinente mencionar el caso de Andy, el chatbot desarrollado por Accenture en Argentina para el área de Recursos Humanos de la organización. Este innovador asistente virtual fue diseñado con el propósito de permitir a los empleados resolver diferentes consultas, abarcando incluso aspectos como los diversos beneficios de su amplio programa corporativo.

Aunque el servicio del robot fue interrumpido durante la pandemia debido a la imposibilidad de mantener su entrenamiento al ritmo necesario ante los cambios diarios y repentinos, la iniciativa trascendió fronteras. La implementación de esta exitosa idea se extendió a varias oficinas de Accenture de Latinoamérica, logrando incluso establecerse en Australia, donde continúa desempeñándose de manera destacada.

- **Capacitación interna:** Los agentes virtuales pueden ser entrenados para que los empleados resuelvan dudas sobre nueva normativa o resoluciones internas de la organización. Por ejemplo, en el ámbito contable, se pueden preparar chatbots para informar sobre eventuales modificaciones en un determinado régimen impositivo, garantizando que todos los contadores de un estudio estén actualizados y actúen con criterios uniformes.
- **Asistencia en compras:** Los asistentes virtuales pueden integrarse en entornos de comercio electrónico para ayudar a los clientes a descubrir ofertas o seleccionar los mejores productos según sus necesidades específicas. Estos asistentes pueden vincularse a una única tienda, como Amazon, o incluso contar con la capacidad de rastrear múltiples mercados para encontrar la opción óptima para el comprador.

- **Denuncias o pedidos de asistencia:** Pueden habilitarse chatbots para denunciar hechos de diversa índole o atender rápidamente pedidos de asistencia médica o policial. Es importante comprender que, a diferencia de un operador humano, los chatbots pueden atender múltiples conversaciones simultáneas, lo que puede volver más eficiente la atención, derivación y envío de ambulancias, bomberos o policías.

De más está decir que los sistemas pueden también iniciar automáticamente conversaciones de chat o de voz en los casos que, por ejemplo, mediante sensores, detecten la necesidad de solicitar ayuda.

Por ejemplo, existen aplicaciones desarrolladas para personas mayores permiten detectar cuando un celular cae al suelo, infiriendo una probable caída de su dueño. En ese caso, un asistente virtual puede iniciar una conversación de voz y evaluar si la persona requiere el envío de algún tipo de asistencia.

- **Educación:** La formación de chatbots para enseñar a otras personas es posible. Hay chatbots que enseñan lenguajes de programación o que ofrecen tutorías y guías sobre temas específicos. “Ada”, por ejemplo, es un chatbot utilizado por el Bolton College, una universidad de Reino Unido, que utilizando el modelo conversacional “Watson”, de IBM, sirve de ayuda a los estudiantes brindando información sobre la facultad y algunos de los temas específicos de algunas materias.

Hace unos años, en la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA, se implementó un innovador asistente virtual con el propósito de brindar apoyo a los profesores en la transición hacia el nuevo sistema de carga de notas finales en línea, que reemplazó las tradicionales planillas manuales. Este asistente, denominado “Agustín”¹³⁸, fue específicamente entrenado para abordar las dudas de los profesores. Los docentes podían interactuar con chatbot mediante lenguaje natural, teniendo una experiencia muy similar a si la consulta era respondida por el personal de Sala de Profesores. De esta manera, se facilitó una transición fluida y se optimizó la experiencia al adoptar la nueva plataforma, asegurando un uso eficiente y comprensible del sistema de carga de notas en línea. La respuesta del claustro docente fue muy positiva.

- **Investigación:** Los chatbots son especialmente útiles en procesos de investigación, ya que pueden utilizarse para recopilar datos, realizar encuestas y validar experimentos de manera automatizada.
- **Entretenimiento:** Muchos juegos integran sistemas de chat para que los usuarios aprendan a jugar o descubran nuevas estrategias. Además, existen chatbots diseñados para contar cuentos, chistes o brindar compañía virtual.

¹³⁸ Se llamó de ese modo ya que Agustín era, precisamente, la persona encargada de la sala de profesores y el responsable principal de la atención a docentes. El chatbot, además, poseía una imagen tridimensional se asemejaba a la apariencia real de Agustín. Esta representación visual, sumado a la calidad de las respuestas, llevó a muchos usuarios del asistente a creer que estaban interactuando con el propio Agustín, lo que resultó en sorpresas significativas al descubrir que en realidad estaban interactuando con un modelo de inteligencia artificial.

Podríamos continuar con los ejemplos y estos aparecerían por cientos. La mayoría de nosotros tenemos, entre nuestros contactos de WhatsApp, al menos un contacto que es en realidad un chatbot. Estos contactos virtuales, bastante rudimentarios en un comienzo, han evolucionado al punto de que algunos son difíciles de distinguir de colaboradores humanos.

Las ventajas, como mencionamos, son muchas. Los desarrollos son relativamente sencillos y económicos. Cada vez más empresas se vuelcan a ofrecer estas tecnologías como parte de sus servicios al cliente.

No obstante, y para finalizar, es importante realizar pruebas para asegurar que los asistentes no solo desempeñen una función útil, sino también que sus respuestas sean precisas y resuelvan eficazmente las dudas del usuario. Resulta sumamente frustrante para el cliente experimentar un servicio automatizado de ayuda y atención, solo para encontrarse navegando entre menús o haciendo preguntas repetidas sin recibir respuestas adecuadas, y sin la posibilidad de ser transferido a un asistente humano.

Ciencia de datos

Los datos han sido siempre un activo sumamente valioso para las organizaciones. La capacidad de recopilar, almacenar y procesarlos con el objetivo de generar información para la toma de decisiones ha sido una meta fundamental a lo largo de la historia empresarial. De hecho, los sistemas de información y procesamiento han estado presentes desde los primeros días de las transacciones comerciales. Existen evidencias de registros contables en civilizaciones antiguas como la Mesopotamia y Egipto, 3000 años antes de Cristo.

A medida que el tiempo ha avanzado, los métodos de gestión de datos han evolucionado y perfeccionado. El inicio de la contabilidad de partida doble, propuesta por el fraile Luca Pacioli en 1494, marcó un hito en la eficiencia y precisión de los registros. La introducción de métodos electrónicos de procesamiento, a partir de mediados del siglo pasado, con la llegada de las computadoras, revolucionaron la forma en que las organizaciones manejan la información.

En la actualidad, tanto en Argentina como en gran parte del mundo, los estudiantes aprenden sobre tecnologías de información y comunicaciones desde edades tempranas en las escuelas. Las conocidas TICs son esenciales, ya que representan herramientas y técnicas utilizadas para procesar, almacenar y transmitir información mediante el uso de computadoras y redes de comunicación.

Las TICs no solo han proporcionado un medio eficaz para procesar datos, sino que también han abierto el acceso a fuentes de información prácticamente ilimitadas. Hoy día, las empresas se enfrentan a desafíos significativos en la gestión de datos, ya que estos son masivos, provienen de diversas fuentes y a menudo son no estructurados:

- **Datos masivos (Big Data):** En la actualidad, la cantidad de datos disponibles para la toma de decisiones es cada vez más grande y requiere ser procesadas en tiempos cada vez más cortos. Por ejemplo, un vehículo autónomo puede generar hasta 1GB de información por segundo que debe ser analizada y procesada en tiempo real para que el vehículo tome la decisión de frenar o de cambiarse de carril.
- **Provenientes de diversas fuentes:** Los datos ya no provienen de los sistemas de registro transaccional de las operaciones comerciales, como podía ser el sistema de compras o el de punto de venta.

A esos se le suman, por ejemplo, los provenientes de sensores que miden el recorrido de una persona en un salón de ventas, los videos de cámaras de seguridad, las métricas que entregan los sitios de comercio en línea, los archivos sistemas de terceros como el banco o la AFIP, el registro del posnet, los posteos en redes sociales, entre otros.

Incluso, de bases de datos públicas y privadas a las que se puede acceder por internet, como, por ejemplo, de cotizaciones bursátiles o de criptomonedas pueden ser fuentes de consulta que, además, proporcionan datos en diversos formatos, como gráficos, imágenes o videos.

- **No estructurados:** Mientras la propia empresa generaba sus datos y los cargaba a sus sistemas, estos poseían una estructura común. Históricamente, se usaban hojas especiales con múltiples columnas para asentar las operaciones contables. Cada registro tenía una estructura fija y determinada.

Cuando la informatización de estos sistemas dio inicio, la registración de clientes, por ejemplo, se llevaba a cabo uniformemente, utilizando el mismo formato y la misma información estándar.

Por cada cliente se almacenan, por ejemplo, el código de identificación compuesto por 5 dígitos, acompañado por detalles como el CUIT, la razón social limitada a 50 caracteres, la dirección con 30 espacios para la calle, 2 para el número de piso, 2 para el departamento, y así sucesivamente.

Pero ahora esto cambió. Los datos no solo no tienen una estructura común, sino que, a veces, ni siquiera tienen estructura. Por ejemplo, el posteo de un cliente en una red social puede proporcionar información valiosa que debe ser analizada. Si bien existen acuerdos y estandarizaciones, la mayoría de las fuentes utilizan criterios propios o no utilizan ningún criterio.

Las transferencias internacionales de dinero, por ejemplo, se realizan mediante mensajes estandarizados y seguros proporcionados por la Sociedad para las Telecomunicaciones Interbancarias y Financieras Mundiales (SWIFT, por su sigla en inglés), una organización cooperativa sin fines de lucro de alcance mundial. La estructura de los mensajes está estandarizada y puede ser fácilmente procesada por cualquier banco del mundo. Lo mismo ocurre con las transferencias bancarias locales.

Pero ¿qué pasa si los datos se comparten por mail? ¿Qué pasa si se recibe un pedido de compra por WhatsApp? ¿Cómo proceso los extractos bancarios de diferentes bancos que tienen distinto formato? La estructura y el formato pueden variar significativamente. Esta diversidad plantea desafíos para los sistemas tradicionales, que requieren nuevas estrategias para procesar datos sin una estructura definida.

Desde siempre, los datos se organizaron de modo que se pudieran procesar y que permitieran brindar información. La estructura tradicional de tablas con campos y registros (o filas y columnas, como se ve en Excel) es una forma efectiva de lograrlo. Esta organización facilita la ordenación y agrupación de datos según atributos específicos, como la fecha de operación, permitiendo obtener información valiosa en cuestión de segundos. Por ejemplo, calcular las ventas totales por mes y por sucursal es una tarea sencilla al ordenar y agrupar las operaciones individuales de venta.

Estas bases de datos que permiten guardar los datos de este modo se conocen, genéricamente, como bases SQL, están diseñadas específicamente para almacenar datos estructurados en tablas que contienen campos y registros.

Los campos representan las unidades mínimas en las que se divide un dato, como el nombre, apellido, CUIT y domicilio de un cliente. A su vez este último puede dividirse en unidades más pequeñas, como son calle, numero, piso y departamento. Cuando más seccionado esté un dato, más precisas serán las búsquedas. Por ejemplo, si *Apellido* y *Nombre* estuviera en un mismo campo, cuando busque “Martin” aparecería tanto aquellos que tengan Martin como nombre, pero también como apellido. Cada campo representaría una columna en una planilla Excel.

Los registros, en cambio, son un conjunto de campos que describen a un objeto único. Cada cliente individual que se agregue al archivo será un registro. En este caso, serían las filas de la planilla.

Las bases de datos, además de campos y registros, también poseen tablas. Las tablas permiten almacenar información de distintos objetos pero que guarden relación entre sí. Por ejemplo, las provincias. Puedo tener una tabla con las provincias o las localidades del país y utilizarla para dar más precisión a la carga del domicilio. Este enfoque tiene que ver con tres circunstancias:

- **Ahorro de espacio:** Si optamos por almacenar el código de localidad en lugar de la descripción completa, conseguimos un ahorro significativo de caracteres por cada registro. Por ejemplo, utilizar el código "123" en lugar de "*Santa Rosa de Calamuchita*" o "*San Fernando del Valle de Catamarca*" implica un beneficio sustancial en términos de eficiencia de almacenamiento. Este enfoque también presenta una ventaja adicional: si la mayoría de los clientes pertenecen a CABA, todavía sería necesario reservar y almacenar espacios vacíos para cumplir con el tamaño del campo, que es uniforme para todos los clientes¹³⁹.
- **Precisión en la carga:** Si el usuario tuviera que ingresar "*Ciudad Autónoma de Buenos Aires*" seguramente utilizaría varias opciones: "Caba", "Ciudad de Buenos Aires", "Ciudad de Bs. As.", entre otras. También hay errores involuntarios de carga. El ingresar el código minimiza estos problemas. Naturalmente, los sistemas también ofrecen facilidades y validaciones durante el proceso de carga para garantizar que, incluso si se ingresa el dato completo, este se estandarice.
- **Acceso a la información:** Organizar y tabular los datos tiene que ver con el modo en el que se recupera la información. El lenguaje SQL¹⁴⁰, de allí el nombre genérico de las bases de datos, es un lenguaje estandarizado para obtener información de cualquier base de datos. Si los datos no están correctamente tabulados cargados, las búsquedas son ineficientes.

Veamos un ejemplo.

```
SELECT
    nombre,
    apellido,
    codigo_localidad
FROM
    clientes
WHERE
    apellido = 'Briano'
    AND codigo_localidad = 1
```

El código anterior en lenguaje SQL que me permite obtener el nombre y apellido de todos los

139 Es fundamental destacar que, dadas las capacidades actuales de las computadoras y la velocidad de los discos rígidos de alto rendimiento, el ahorro de espacio al optar por almacenar códigos en lugar de nombres completos de localidades puede no ser tan significativo. En la mayoría de los casos, se pueden considerar enfoques alternativos que ofrecen un procesamiento más rápido. A menos que estemos trabajando con bases de datos extremadamente grandes, la diferencia en el espacio de almacenamiento entre guardar el nombre completo de la localidad y el código, representa hoy día un ahorro insignificante.

140 SQL, siglas de Structured Query Language, es un lenguaje de programación utilizado para administrar y recuperar información de bases de datos relacionales. SQL es un lenguaje declarativo, lo que significa que los usuarios le indican a la base de datos qué información desean, pero no cómo obtenerla. SQL es un lenguaje estándar, lo que significa que puede utilizarse con cualquier sistema de gestión de bases de datos relacional (RDBMS), como MySQL, PostgreSQL, Oracle y Microsoft SQL Server

clientes con apellido “Brianó” que viven en una localidad específica, en este caso la del código 1.

Si la información sobre la localidad no estuviera codificada (tomando como ejemplo que el código 1 representa a CABA), la búsqueda se volvería poco confiable. Esto se debe a que la localidad podría haber sido ingresada de diversas maneras, como dijimos, CABA podría figurar de múltiples maneras. En este escenario, la instrucción simple “localidad = 1” debería ser reemplazada por la búsqueda de las múltiples formas en las que se pudo haber registrado la localidad.

Como hemos visto, utilizar correctas técnicas de carga, así como también un almacenamiento estructurado permite que los datos almacenados sean fácilmente procesados.

Sin embargo, ¿qué ocurre si estoy analizando textos libres, como las opiniones de los usuarios o los posteos en Instagram? ¿Cómo almaceno esa información en tablas con campos y registros, y cómo realizo búsquedas posteriormente? Además, ¿cómo recopilo información de correos electrónicos o de mensajes de WhatsApp? Y, ¿qué sucede si también deseo obtener información de imágenes o videos?

Para el almacenamiento de estos datos podemos usar bases de datos no estructuradas ni relacionales, es decir, que no siguen el formato de campos y registros. Estas bases de datos se conocen como NoSQL y tienen características propias que la hacen aptas para almacenar datos de distintas fuentes y orígenes:

- No usan SQL como lenguaje de consultas. Poseen otros modos para almacenar los datos y, por lo tanto, utilizan sus propios lenguajes de consultas, que suelen ser más simples y eficientes que SQL para ese tipo de archivos.
- No tienen un esquema predefinido. las bases de datos NoSQL no requieren que los datos se coloquen en tablas con un esquema predefinido. Esto permite almacenar datos de forma más flexible y eficiente.

“MongoDB” o “Cassandra” son dos ejemplos de este tipo de bases de datos no estructuradas o NoSQL. No es propósito de este libro analizar cómo funcionan estas bases, pero sí presentar un par de ejemplos que ayudan a comprender como tratar con datos sin estructura previa y donde el lenguaje SQL convierte en ineficiente.

MongoDB, por ejemplo, utiliza un formato de archivo denominado JSON. En este formato, los objetos (registros) se representan mediante pares de valores. Sin embargo, cada objeto puede almacenar un conjunto diferente de propiedades o campos.

En el siguiente ejemplo de datos de un archivo JSON, el objeto tiene propiedades como “usuario”, “edad” y “activo”. Además, la propiedad “direcciones” es un arreglo que contiene objetos con propiedades como “ciudad” y “código postal” y que permite que un usuario tenga una o varias direcciones.

```
"usuario": "Carlos",
"edad": 28,
"activo": true,
"direcciones": [
{
"ciudad": "CABA",
"codigo_postal": "1234"
},
{
"ciudad": "San Fernando del Valle de Catamarca",
"codigo_postal": "4321"
}
]
```

Pero, además, cada registro puede tener diferente estructura:

```
{
"id": 1,
"nombre": "Andrea",
"edad": 25,
"ciudad": "Bariloche"
},
{
"id": 2,
"nombre": "Martín",
"profesion": "Ingeniero",
"ciudad": "Mar del Plata"
},
{
"id": 3,
"nombre": "Fabian",
"edad": 30,
"hobbies": ["lectura", "música"]
}
```

Las búsquedas en estos tipos de archivos tienen el siguiente formato (el código usado es Python)

```
import json

# Cargar el archivo JSON
with open('usuarios.json') as file: data = json.load(file)

# Realizar la búsqueda de usuarios mayores de 25 años
usuarios_mayores_de_25 = [usuario for usuario in data if
    usuario.get('edad', 0) > 25]

# Imprimir los resultados
print(usuarios_mayores_de_25)
```

Estos ejemplos nos muestran como existen alternativas para almacenar y recuperar eficientemente tanto datos que posean una estructura común, como aquellos que representen datos aislados. Sin

embargo, aun cuando tengamos la capacidad de almacenar datos sin ninguna estructura aparente, y que las bases de datos nos provean mecanismos específicos de recupero, el desafío significativo.

El análisis de texto libre requiere técnicas más avanzadas, como el procesamiento de lenguaje natural, para extraer significado y patrones de los datos. La información de correos electrónicos o mensajes de WhatsApp podría necesitar estrategias específicas para su recopilación, y el análisis de imágenes o videos involucra tecnologías como la visión por computadora.

Llegado a este punto, donde destacamos la existencia de datos con y sin estructura, suena fácil comprender que el almacenamiento y recupero no es una tarea simple. Y se vuelve mucho más complicada cuando estos datos son masivos y provenientes de distintas fuentes.

La **ciencia de datos** es, entonces, el campo interdisciplinario que utiliza métodos científicos, procesos, algoritmos y sistemas para extraer conocimiento y entendimiento de datos estructurados y no estructurados. Los principales aspectos de la ciencia de datos son:

1. **Recopilación de datos:** Implica la obtención y recolección de datos de diversas fuentes, ya sean bases de datos, archivos, sensores, redes sociales, videos, entre otros.
2. **Limpieza y preprocesamiento:** Los datos provenientes de diversas fuentes y formatos no pueden ser validados ni asegurar su consistencia en el momento de la carga. Es por esto por lo que requiere un primer proceso de limpieza de los datos para eliminar errores, valores atípicos y asegurar que estén en un formato adecuado para el análisis.
3. **Exploración de datos:** Se lleva a cabo un análisis exploratorio para comprender la estructura de los datos, identificar patrones, tendencias y relaciones que pueden ser fundamentales para el análisis posterior.
4. **Modelado estadístico y machine learning:** Se aplican técnicas estadísticas y algoritmos de aprendizaje automático para construir modelos predictivos o descriptivos basados en los datos existentes.
5. **Visualización de datos:** Utiliza herramientas visuales para representar gráficamente los resultados del análisis y hacer que la información sea comprensible para audiencias no técnicas.
6. **Comunicación de resultados:** Presenta y comunica los hallazgos de manera efectiva a través de informes, visualizaciones interactivas y narrativas que respaldan la toma de decisiones.
7. **Optimización y toma de decisiones:** Utiliza los resultados del análisis para optimizar procesos y apoyar la toma de decisiones basada en datos.

La posesión de grandes bases de datos y la capacidad de procesar información en tiempo real fueron, en el pasado, activos muy apreciados por las empresas. Sin embargo, en el panorama actual, donde el acceso a datos es prácticamente ilimitado y proviene de diversas fuentes, la ciencia de datos ha evolucionado para convertirse en un elemento central en las organizaciones.

En cierto sentido, la recolección de datos ha dejado de ser un desafío predominante, al menos en términos de que los datos deben ser recolectados y almacenados en formatos específicos. Ahora,

la atención se centra en lo más esencial: la capacidad de desarrollar modelos para la toma de decisiones altamente eficaces basada en datos masivos no estructurados de fuentes diversas.

La ciencia de datos emerge como el núcleo estratégico que impulsa la capacidad de las organizaciones para analizar y aprovechar la riqueza de información disponible. La accesibilidad casi ilimitada a datos provenientes de diversas fuentes permite un enfoque más refinado, donde el énfasis se coloca en el desarrollo de modelos analíticos avanzados. Este enfoque no solo permite tomar decisiones informadas en el presente, sino que también proporciona la flexibilidad para adaptarse y mejorar continuamente a medida que se incorporan nuevas fuentes de datos, incluidos los resultados generados por procesos anteriores.

La ciencia de datos se posiciona de este modo como una herramienta estratégica esencial, transformando la naturaleza de la toma de decisiones en las organizaciones. En lugar de simplemente reaccionar a los datos existentes, la capacidad de desarrollar y mejorar modelos a lo largo del tiempo se convierte en un activo decisivo para impulsar la eficacia y la adaptabilidad en un entorno empresarial dinámico y desafiante.