

Factores de desarrollo y regulación de la computación en la nube¹

José Luis Cuevas Ruíz

Centro de Estudios

Enero 2021

El presente trabajo tiene como objeto elaborar un estudio que permita la identificación de los factores de desarrollo y evolución de la computación en la nube, así como un análisis de las regulaciones existentes.

¹ El análisis, resultados y recomendaciones expresadas en el presente documento no necesariamente reflejan el punto de vista del Instituto Federal de Telecomunicaciones ni su Centro de Estudios, quedando a cargo del autor la responsabilidad de los mismos.

Factores de desarrollo y regulación de la computación en la nube

Resumen del estudio

El presente trabajo tiene como objeto presentar un panorama de la computación en la nube que permita la identificación de los factores de desarrollo y evolución de esta tecnología, abordando temas regulatorios y de normatividad, tanto vigentes como en prospectiva, identificando algunos retos y áreas de oportunidad que permitan consolidar los servicios de la computación en la nube, priorizando la privacidad y la seguridad de los datos de los usuarios finales.

Así mismo tiempo, el estudio presenta un panorama de las principales aplicaciones y usos de los servicios en la nube, analizando el potencial impacto que esta tecnología tiene en la eficiencia de la operación de las empresas, generando ahorros en los gastos inherentes a sus necesidades de cómputo. Del mismo modo se señalan algunos riesgos y desafíos que el uso de los servicios de la computación en la nube implica, resaltando el desafío regulatorio y normativo.

Al final se plantean algunas recomendaciones para el desarrollo y fortalecimiento de la normatividad de la computación en la nube para México, considerando la problemática descrita, así como la experiencia que se ha tenido en otros países. También se plantean algunas conclusiones que podrían potenciar el desarrollo de nuevos estudios en temas relacionados.

I. Introducción

Las actividades que realizamos de manera cotidiana (personales, de ocio, productivas) pueden describirse por medio de una serie de pasos; esto es lo que en computación se define como algoritmo. Un algoritmo es un conjunto metódico de instrucciones que representan un modelo de solución de determinados problemas o permite la realización de ciertas tareas. Los resultados de dichos algoritmos pueden ser revisados y evaluados, implementando un proceso de mejora continua sobre el mismo algoritmo de modo que este logre de manera óptima los resultados deseados. En

esta mecánica de operación de los algoritmos, se vuelve medular la cantidad y calidad de la información disponible como datos de entrada, así como la eficiencia, rapidez y flexibilidad del propio algoritmo.

Las actividades y procesos que pueden representarse por medio de algoritmos, pueden también potencialmente ejecutarse por medio de computadoras, máquinas automáticas, y/o dispositivos electrónicos. Por ejemplo, si deseo escuchar mi canción favorita, por medio de mi voz puedo instruir a un dispositivo electrónico que la reproduzca, en vez de que yo mismo ejecute de manera manual cada uno de los pasos que integran el proceso de búsqueda y reproducción manual en el reproductor. Del mismo modo puedo obtener un café americano con una cucharada de azúcar y con leche deslactosada pulsando el botón de una máquina expendedora, y ahorrarme el tiempo de prepararlo yo mismo. En cada uno de las situaciones descritas, la información de entrada y las instrucciones para ejecutarse son fundamentales. Si al reproductor de música mencionado no le proporciono la información con precisión de la canción que deseo, este no *entenderá* la instrucción y el objetivo no se logrará; lo mismo pasará si el dispositivo no tiene en su interior la programación adecuada del algoritmo. Caso similar se presentará si a la máquina de café se le ha agotado el azúcar, o si por error pulsé el botón de “sin azúcar”. En ambos casos, el resultado no será el deseado.

Los procesos inherentes a las actividades productivas, así como los de gestión y administración de las mismas, pueden ser representados por algoritmos. Cada vez más, muchos de estos procesos se han automatizado, mediante la implementación de sus algoritmos respectivos, ejecutándose en equipos de cómputo y máquinas con capacidad de procesamiento. Este es el principio de la automatización, la ejecución de los procesos productivos controlados por una máquina, sin apenas la intervención humana.

Tradicionalmente las empresas que automatizaban sus procesos productivos y de gestión, debían de adquirir y configurar su propia capacidad de cómputo, instalando servidores con procesadores que pudieran proporcionar grandes velocidades de procesamiento, unidades de memoria de gran capacidad para almacenar su información, impresoras, terminales, adquirir licencias de software, desarrollar sus propias plataformas, etc. Todo esto acompañado de la infraestructura física necesaria, consumibles, gestión de los mantenimientos preventivos y correctivos, pagar por el suministro de energía, además de contar con el personal técnico especializado que garantizara la operación segura y continua de los equipos. Adicionalmente, la empresa debía de considerar la renovación y actualización de los equipos adquiridos en un cierto plazo, además de adquirir, operar y renovar las licencias de software respectivas, con la consecuente inversión de recursos. Esto es lo que se definía en el modelo tradicional como un Centro de Cómputo. El traslado de esta capacidad de cómputo a internet es lo que define al principio de la Computación en la nube.

El presente estudio pretende ser un complemento al realizado previamente por la Unidad de Política Regulatoria del IFT². Para llevar a cabo la investigación se recurrió a una revisión de publicaciones de entidades regulatorias, empresas consultoras y tecnológicas, así como la de normatividad y leyes relativas a la tecnología en la nube. El estudio considerara los intereses de todos los que participan en este ecosistema tecnológico, con el fin de brindar una visión completa del tema.

El documento inicia con una breve introducción que presenta los principios sobre los cuales está basado el desarrollo de los servicios en la nube, resaltando la definición de un algoritmo para describir casi la totalidad de las operaciones que realizamos a diario. Posteriormente en la sección III se aborda con un mayor detalle las características que definen a la tecnología, describiendo la función de sus componentes, sus características de funcionamiento y mencionando algunos beneficios potenciales. En la sección IV se presentan los principales tipos de servicios que operan bajo el concepto *aaS (as a Service)*. Se resalta que la cantidad y diversidad de servicios basados en este concepto seguirá incrementándose en los siguientes años de manera importante.

En la sección V se presentan algunas de las aplicaciones más comunes de esta tecnología, mencionando el potencial impacto que el uso de esta tecnología puede tener al generar ahorros en los gastos de los servicios y equipo de cómputo que una empresa necesita para su operación. En la sección VI se presentan los retos y desafíos a los que la computación en la nube se enfrenta. Se hace especial referencia al tema de la protección de los datos personales y la garantía de la privacidad de la información de los usuarios. Aspectos de la Regulación y Políticas Públicas son abordados en la sección VII, señalando puntos relevantes que una legislación sobre el tema debe considerar, resaltando algunos de los esfuerzos más notables que en esta dirección han llevado a cabo diversas organizaciones y países. En la sección VIII se presentan algunas Consideraciones a tomar en cuenta al momento de diseñar un marco regulatorio; se presentan experiencias y problemáticas que se deben ser analizadas. Finalmente, en la sección IX se presentan algunas conclusiones y recomendaciones, que pretenden abonar y contribuir a la integración de lineamientos y buenas prácticas que posibiliten el desarrollo de la computación en la nube, sobre el principio fundamental de garantizar la seguridad de la información del usuario, así como el derecho a la privacidad. Se complementa el estudio con dos Anexos, donde se exponen casos particulares de los efectos del uso de la computación en la nube.

² Estudio de Cloud Computing en México. Unidad de Política Regulatoria. IFT. 2020

II. Computación en la nube

Fundamentos

En el modelo tradicional, las necesidades de computación que una empresa requería eran satisfechas mediante la integración de un centro de cómputo situado en el lugar donde estos servicios y operaciones se utilizaban. El concepto de computación en la nube, traslada estos servicios y operaciones, e incluso la infraestructura, a Internet. El NIST (*National Institute of Standards and Technology*) lo define como: *Un modelo que permite el acceso bajo demanda a través de la red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar rápidamente con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor del servicio*³.

Para proporcionar los servicios de computación en la nube, las empresas proveedores instalan y gestionan grandes instalaciones físicas, donde opera una infraestructura computacional integrada por sistemas de procesamiento, gestión y almacenamiento de gran capacidad (servidores y unidades de memoria). Estas instalaciones son los llamados Centros de datos y representan el núcleo de la operación al momento de proveer estos servicios. Uno de los elementos más importantes en la operación y funcionamiento de un Centro de Datos es el *software* que permite la integración y coordinación de todos los servidores instalados en el centro; los servidores a su vez son organizados en clústeres. La coordinación que ofrece este *software* permite que la totalidad de estos clústeres operen como una sola gran computadora. Es a esta gran computadora a la que el cliente se conecta de manera remota cuando hace uso de los servicios en la nube.

Desde un punto de vista operativo, imaginemos a un usuario que realiza una búsqueda tecleando algunas palabras clave en su buscador. El software que gestiona el Centro de Datos mantiene actualizado un índice con el contenido de todas las páginas WEB que existen en Internet, llevando a cabo la actualización de éste índice de manera constante y replicándolo a todos sus clústeres en todos sus Centros de Datos. De este modo, todos los servidores estarán actualizados todo el tiempo. Al momento que llega la instrucción de la búsqueda del usuario, se activa el algoritmo que constituye el motor de búsqueda, enviando las palabras clave de búsqueda tecleadas por el usuario a cada uno de los clústeres que operan en todos los Centros de Datos, donde puede ser reenviado a cientos de

³Information Technology Center. Computer Security Resource Center. CSRC. (2020). Cloud Computing. 2 Feb. 2021, de NIST Sitio web: <https://csrc.nist.gov/projects/cloud-computing>

miles de servidores que pueden estar físicamente en cualquier parte del mundo. Para llevar a cabo la búsqueda en el índice de todas las páginas WEB existentes en Internet de una manera eficiente en el menor tiempo posible, se implementa un procesamiento paralelo, de modo que cada uno de los servidores hace la búsqueda sólo en una parte de la totalidad del índice de todas las páginas, y envía sus resultados. Esta operación es realizada por los miles de servidores que integran los centros de datos y la información generada es colectada por el mismo *software*, permitiendo que el usuario reciba el resultado de su búsqueda en unos pocos segundos, ordenada de acuerdo a su relevancia. Haciendo uso de esta infraestructura, coordinada por los algoritmos de *software* respectivos, se estima que empresas como Google o Amazon pueden llevar a cabo cualquier tarea de computación por una décima parte del costo que un cliente debería pagar por realizarla el mismo con sus propios recursos [1]. Esta es parte medular del negocio de las empresas que ofrecen servicios de computación en la nube.

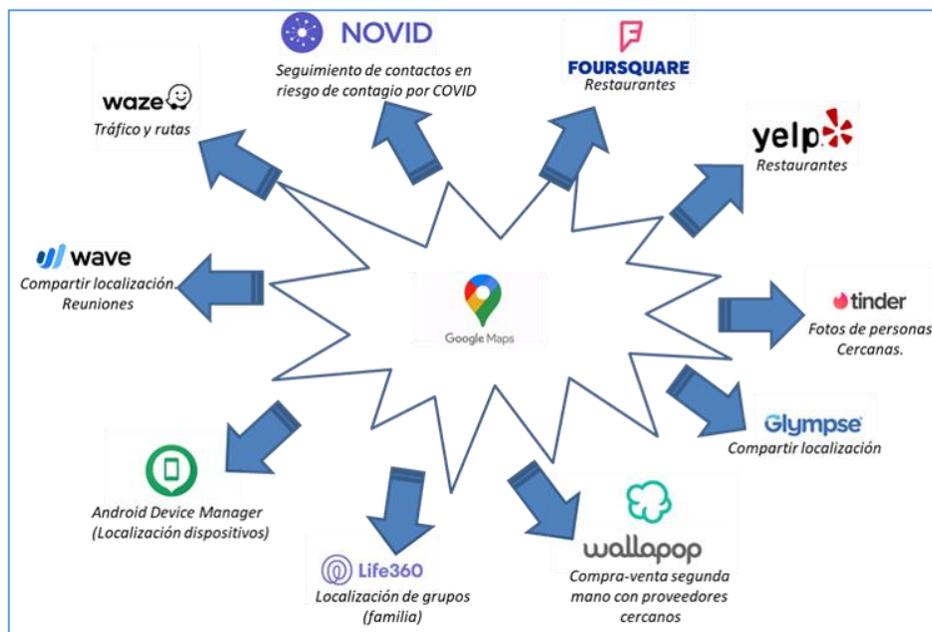
Los servicios de computación en la nube presentan muchas de las características de lo que se define como una Tecnología de Propósito General (GPT, por sus siglas en inglés). Las GPT son tecnologías que pueden afectar la economía de un país o del mundo entero, transformando a las sociedades al impactar en sus estructuras productivas y sociales. Ejemplos de estas tecnologías en el pasado han sido la máquina de vapor y la electricidad. En 1993, el entonces CEO de Google Eric Schmidt, estableció que “cuando la red fuera tan rápida como la velocidad de procesamiento, las computadoras desaparecerán y se dispersarán por la red”. Este momento se está materializando, afianzando a la Computación en la Nube como una GPT.

Así mismo, se ha establecido un debate referente a la definición de la computación en la nube como un *utility*; en [1] [2] [3] se argumenta que el modelo tradicional donde los sistemas de cómputo están situados en el lugar donde la empresa opera es insostenible, en el que son las mismas empresas las que deben de invertir en la instalación y gestión de su propio sistema de cómputo. Este modelo está siendo reemplazado por un modelo donde los servicios de computación se ofrecen como *utilities*, similar al caso del suministro eléctrico mencionado, pagando solo por lo que se consume. Sin embargo, aunque hay ciertas similitudes entre los servicios de computación en la nube como un *utility* y el suministro eléctrico, existen particularidades para cada caso.

Los servicios basados en la Computación en la Nube, son transmitidos a través de la red. Este servicio, formado por un programa de software, puede ser usado al mismo tiempo por un número de personas prácticamente ilimitado. Desde un punto de vista económico, se define que los costos de replicación de los servicios en la nube es cero, ya que pueden ser consumidos por una persona sin reducir la cantidad o calidad disponible para otros potenciales usuarios [4]. Adicionalmente, debido a que los servicios y productos que provee la computación en la nube no tiene una forma física, estos pueden ser distribuidos por la red sin límite. Se estima que la computación en la nube puede presentar un mayor potencial que el resto de las GTP existentes ya que, al estar integrado por bloques de construcción básicos como almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos, cada uno de

estos pueden ser la base para el desarrollo de nuevos servicios por parte de las empresas. Muchos de los servicios y aplicaciones que proporcionan varias de las empresas líderes en el mercado, pueden ser incorporados a desarrollos propios de las empresas; por ejemplo, la API (*Application Programming Interface*, por sus siglas en inglés) de google maps, puede incrustarse en las páginas WEB de las empresas, facilitando de este modo que los potenciales clientes la puedan localizar con mayor facilidad, pudiendo incluso solicitar cual es la mejor ruta para llegar. Los nuevos desarrollos que se obtienen haciendo uso de estas APIs, dan forma a aplicaciones conocidas como *mashups*, que se definen como aplicaciones híbridas que combinan los datos de un servicio en la nube con otros programas desarrollados por los usuarios. La popular aplicación Waze es un ejemplo de esta característica, que ofrece información relativa a las condiciones de tráfico. En la Gráfica 1 se muestran algunas de las aplicaciones *mashups* generadas haciendo uso de Google maps.

Gráfica 1. Algunas aplicaciones que incorporan Google maps en su conformación.



Consumo energético y ancho de banda.

Como ya se mencionó, el núcleo de operación de una empresa que ofrece servicios de computación en la nube es el Centro de Datos, que es donde se ejecutan los algoritmos de computación que el cliente solicita. Estos centros son enormes plantas de procesamiento que operan como una sola máquina, y que empresas como Google o Amazon, tienen instaladas en varios países del orbe.

Las condiciones necesarias para la instalación y operación de estos centros de datos son muchas y de muy variada índole; una de las más importantes es la disponibilidad de un ancho de banda suficiente para enviar/recibir información. El ancho de banda necesario para la operación de estos centros de

datos, ha ido incrementándose en los últimos años debido al intenso tráfico de datos generado. De acuerdo con un estudio de IBM citado en [5], diariamente se crean 2.5 quintillones⁴ de datos y cada vez más mucha de esta información pasa por un Centro de Datos.

De acuerdo con IDC [6], el incremento en las necesidades de ancho de banda ha hecho que prácticamente desde 2014 los Centros de Datos hayan dejado de usar conexiones a 100 MbE⁵, incrementado de manera significativa las conexiones a 10GbE; esta progresión continuará a medida que los servicios de virtualización se consoliden, estimando que se dejarán atrás los enlaces de 100MbE, dando paso a conexión de 100 GbE y 400GbE. En la Gráfica 2 se muestra la progresión de la demanda a nivel mundial de conexiones de los centros de datos operando actualmente, donde se puede ver que en 2019 más de 30 millones de puertos de los Centros de Datos operaban con conexiones a 40GbE.

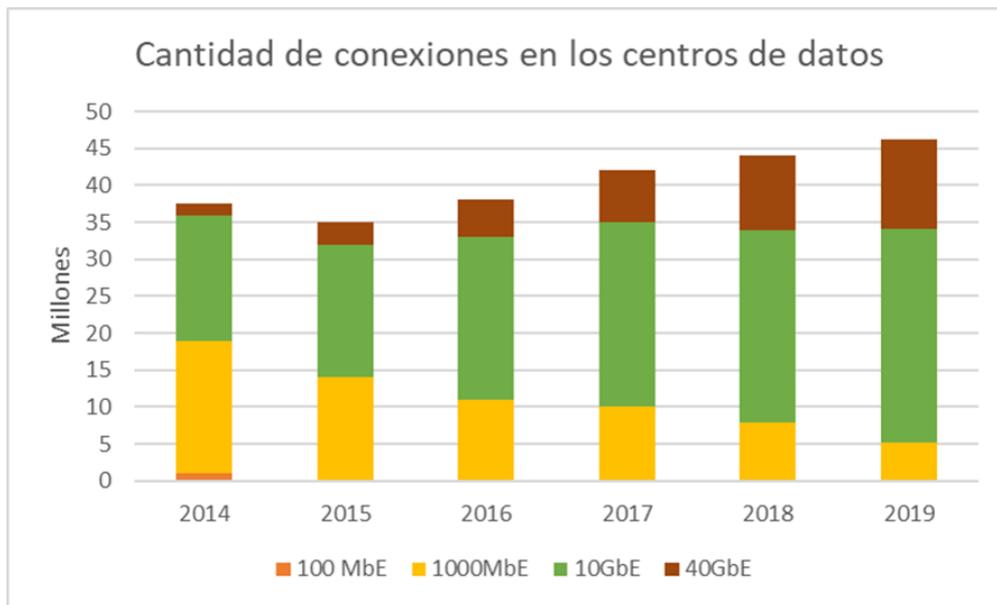
Otro de estos requerimientos es la certeza de un suministro eléctrico ininterrumpido y a precios accesibles. La gran cantidad de equipos operando en un Centro de Datos, además de la energía que consumen por cada ciclo de máquina de los procesadores de sus servidores y unidades de almacenamiento, el funcionamiento de estos procesadores genera calor. Para asegurar la correcta operación de todos los equipos es necesario mantener la temperatura y condiciones de humedad en niveles propicios. De acuerdo con [5], el 40% del consumo de energía de un Centro de Datos es utilizado para mantener las condiciones de operación adecuadas. Las empresas líderes tecnológicas proveedoras de los servicios en la nube están apostando cada vez más por el uso de fuentes de energía sustentables, impulsadas sobre todo por temas de sustentabilidad. Por ejemplo, Google ha anunciado que sus 20 centros de datos localizados a lo largo de tres continentes hacen uso actualmente de fuentes de energía renovable [6]. No se debe perder de vista que a medida que la digitalización en el mundo siga aumentando, las tecnologías de información y comunicaciones se posicionaran como uno de los sectores que mayor consumo eléctrico demande. En un artículo de la *IEA (Agencia Internacional de Energía, por sus siglas en inglés)* [7] se reportó que los Centros de Datos alrededor del mundo en 2014 consumieron alrededor de 194 TW/h⁶ de electricidad, lo que equivalió aproximadamente al 1% de la energía total demandada en ese mismo año. Sin embargo, no obstante que para el 2020 se esperaría contar con el triple de centros de datos, el incremento en la demanda de energía solo se haya incrementado un 3%, gracias precisamente al uso de tecnologías y procesamiento más eficientes.

⁴ 10³⁰ bits

⁵ Mega bit Ethernet

⁶ 1 TW/h=10¹⁵ watts/hora.

Gráfica 2. Enlaces a Internet usados en los Centros de Datos en el mundo (elaboración propia con información de [6])

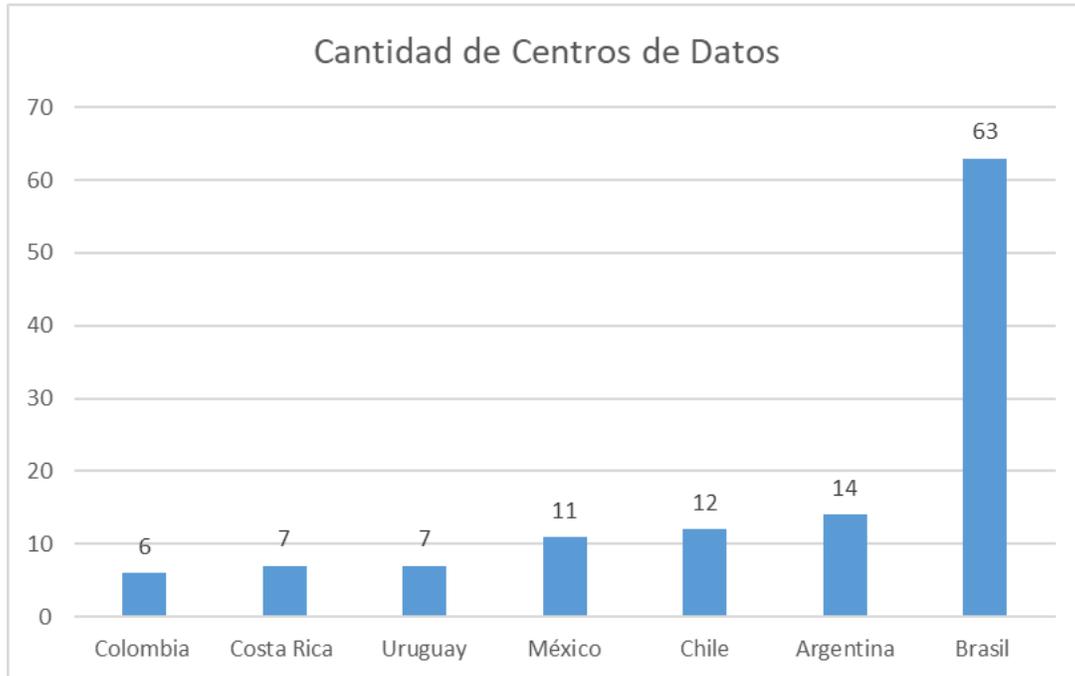


Debido a la creciente necesidad de mantener operando a los servidores de los centros de datos a temperaturas adecuadas, evitando sobrecalentamientos, las localizaciones geográficas con temperaturas bajas son atractivas, además de considerar que se debe contar con fuentes suficientes y confiables de suministros eléctrico y ancho de banda como ya se mencionó. La gran mayoría de los países en desarrollo se encuentran en condiciones de desventaja al momento de competir por que estos centros de datos sean instalados en su territorio, debido precisamente a los altos costos de electricidad y la estabilidad en su suministro. No obstante lo anterior, cada vez más se están instalando Centro de Datos en países en desarrollo, con el objetivo de reducir la latencia y los costos del ancho de banda internacional. En esta línea, cobran relevancia los Puntos de Intercambio de Internet (IXP, por sus siglas en inglés). Los IXP gestionan el tráfico local, sin la necesidad de adicionar el costo del ancho banda internacional, lo que hace más eficiente la operación de los Centros de Datos situados en un país diferente al de residencia del usuario. De acuerdo a datos del Banco Mundial del 2018, 78 países del orbe aún no cuentan con un solo IXP. México cuenta con solo uno.

En relación al número de Centros de Datos, de acuerdo con [8], en México se cuenta con 11 Centros de Datos, donde la mayor cantidad de ellos se encuentran en la Ciudad de México. En la Gráfica 3 se muestra el número de Centros de Datos en algunos países de LATAM, en el que se puede ver que Brasil es el país que cuenta con un mayor número de Centros de Datos, con 63. Con el objeto de impulsar una estrategia que permita que más Centros de Datos se instalen en nuestro país, es

necesario que se fortalezcan las políticas de eficiencia energética, desde la generación de electricidad por medios sustentables, así como en el desarrollo e impulso de estrategias su uso eficiente.

Gráfica 3. Centros de datos en algunos países en LATAM. (Elaboración propia con información de [8])



El uso de electricidad producida por medios sustentables está siendo una tendencia en casi todas las industrias alrededor del mundo. En esta línea, Microsoft anunció que en el 2020 alcanzó la meta de que en sus edificios se usara energía renovable al 100%, y refrendó su compromiso que para el 2025 todos sus Centros de Datos operarán de la misma manera [9]. Caminos similares están siguiendo otras empresas como Facebook y Amazon, así como las empresas de otros sectores como la industria de la fabricación de autos. De este modo, si México desea impulsar una estrategia para que un mayor número de Centro de Datos se instalen en nuestro país, se deben impulsar también políticas que fomenten y promuevan la inversión en energías renovables, la investigación y desarrollo en innovaciones tecnológicas que permitan el ahorro en el consumo energético, así como la aplicación de regulaciones ya existentes [10], y considerar la obligatoriedad de normas como la MNX489, basada en las mejores recomendaciones internacionales, que especifica los parámetros de diseño, construcción y operación de Centros de Datos de alto desempeño, enfatizando la eficiencia energética y la sustentabilidad [11].

Características principales.

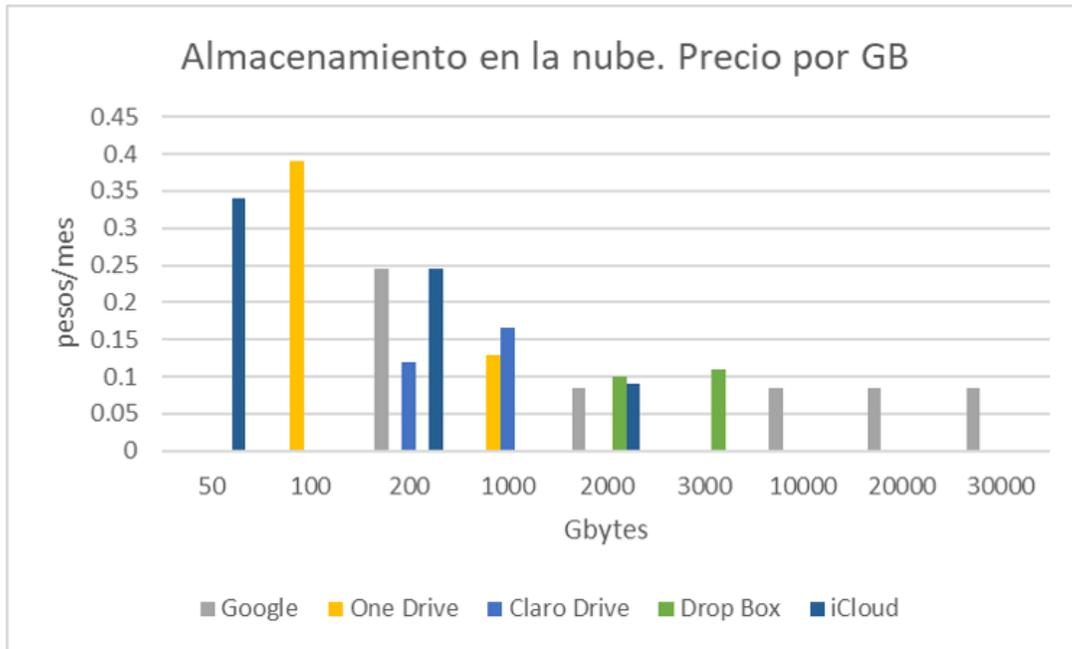
Las claves del concepto de la computación en la nube, están basadas en una serie de características que lo diferencian en la forma en que operan los sistemas tradicionales. Una de estas características está relacionada con la eficiencia a la que operan los servidores. De manera más general, las características principales se describen a continuación [12]:

Pago por uso

Una de las características principales de las soluciones en la nube es el modelo de facturación basado en el consumo; es decir, el pago que debe abonar de manera periódica el cliente varía en función del uso que realiza del servicio en la nube contratado. Esta característica brinda una gran eficiencia en el uso de los recursos, ya que los servidores del proveedor de servicios de computación en la nube son compartidos. Por parte del usuario, esta característica le permite tener acceso a servicios e infraestructura cuyo costo pudiera ser significativo en la integración del CAPEX de una empresa. Esta es la principal semejanza con el resto de las GPT mencionadas.

Haciendo uso de servicios en la nube, los servicios computacionales se integran como gastos de operación de la empresa. Un ejemplo de esta funcionalidad es el costo del software. En el modelo tradicional, un usuario debería pagar grandes cantidades por la licencia para usar e instalar en su equipo las herramientas necesarias para realizar sus labores, además de llevar a cabo pagos adicionales por actualizaciones o por la integración de nuevas utilidades. En el modelo de la computación en la nube, solo se deberá hacer un pago mensual al proveedor del servicio en la nube, y el usuario podrá acceder a todos los recursos del software, olvidándose de mantenimientos y actualizaciones del programa. En relación al almacenamiento de información en la nube, en términos generales, entre más información se almacene en la nube, menor es el costo por unidad. En la Gráfica 4 se muestran los precios de almacenamiento de algunas de las principales empresas que operan en México. Esta información fue tomada de [14] y está disponible en varios de los sitios web de las empresas. La comparación presentada muestra que, de manera general, casi todos los proveedores ofrecen almacenamiento gratuito para una cantidad de datos menor a cierta cantidad. En esta comparación se debe considerar que, en algunos casos al contratar el servicio, la empresa pudiera ofertar algunas otras prestaciones como licencias de software de cierta paquetería, asesoramiento, capacitación, etc. En una encuesta realizada a 1200 empresas en EEUU y reportada en [29] se concluyó que el 84% de las empresas que implementaron aplicaciones en la nube redujeron sus costos anuales y su gasto en aplicaciones en promedio un 21% [15].

Gráfica 4. Precios de almacenamiento en la nube (Elaboración propia con datos de [14]).



Virtualización.

Esta característica se refiere al uso de software para simular hardware. La virtualización permite que la empresa usuaria no requiera de personal dedicado al mantenimiento de la infraestructura, actualización de sistemas, pruebas y demás tareas asociadas que son responsabilidad de la empresa que ofrece el servicio. Esta virtualización es un proceso que ya se ha iniciado desde hace algunos años y que puede ser constatado en varios de los equipos que usamos cotidianamente, como el correo electrónico o el almacenamiento de archivos. Otro ejemplo es la industria de la música; en los años 80s, la irrupción de formatos digitales como el disco compacto y la venta de sus respectivos reproductores marcaron el mercado, impulsando mejoras en las capacidades de almacenamiento en los dispositivos, y una mejor calidad de reproducción. En unos pocos años, las unidades de almacenamiento y reproducción se convirtieron en programas de software al que podemos acceder vía internet. Casos paralelos se presentan en el periódico que leemos diariamente, en el dinero con el que pagamos, en el libro que leemos, etc.

Agilidad en la escalabilidad

Característica o capacidad consistente en aumentar o disminuir las funcionalidades ofrecidas al cliente, en función de sus necesidades puntuales sin necesidad de nuevos contratos ni penalizaciones. De la misma manera, el costo del servicio asociado se modifica también en función

de las necesidades puntuales de uso de la solución. Esta característica, relacionada con el pago por demanda, evita los riesgos inherentes de un posible mal dimensionamiento inicial en el consumo o en la necesidad de recursos. Si las necesidades aumentan o disminuyen, los gastos relacionado con el servicio variarán de manera similar.

Multiusuario

Capacidad que otorga la nube que permite a varios usuarios compartir los medios y recursos informáticos, permitiendo la optimización de su uso. En el modelo tradicional, una computadora personal o un determinado software instalado en un equipo es utilizado solo por una persona. Las unidades de almacenamiento como discos duros o unidades de impresión presentan una funcionalidad similar. La compartición de recursos impulsa la eficiencia en el uso, aunque no debemos perder de vista que la compartición de recursos debe de ir acompañada de una mayor seguridad en la información.

Autoservicio bajo demanda

Esta característica permite al usuario acceder de manera flexible a las capacidades de computación en la nube de forma automática a medida que las vaya requiriendo, sin necesidad de una interacción directa con su proveedor o proveedores de servicios en la nube. Estos sistemas gestionan y optimizan automáticamente el uso de recursos, monitoreando todo el tiempo los recursos que se consumen al proveer los servicios (almacenamiento, procesamiento, ancho de banda y cuenta activas). El uso de recursos puede ser monitoreado, controlado e informado, proporcionando transparencia para el proveedor y para el consumidor. En la mayoría de los proveedores de servicios en la nube, es viable configurar en línea las necesidades de computación que se desean.

Acceso sin restricciones

Característica que consiste en ofrecer a los usuarios acceso a los servicios contratados en cualquier lugar, en cualquier momento y con cualquier dispositivo que disponga de conexión a redes de servicio IP. Un ejemplo de esta funcionalidad es el uso de algunos programas de software de uso específico. En el modelo tradicional, un usuario debería pagar grandes cantidades por la licencia para usar e instalar en su equipo el software necesario, además de invertir en el equipo necesario que cumpliera las características que permitiera funcionar al software de manera óptima, como es la velocidad y capacidad de memoria. Adicionalmente, debía pagar cantidades adicionales de manera periódica por actualizaciones o por la adición de nuevas utilidades. En el modelo de la computación en la nube, sólo se deberá hacer un pago mensual al proveedor del servicio en la nube, y el usuario podrá acceder a todos los recursos del software, en cualquier momento, desde cualquier lugar con conexión a internet, olvidándose de mantenimientos y actualizaciones del programa.

Beneficios

De acuerdo a un estudio realizado en Estados Unidos y citado en [12], se estima que la tecnología en la nube aumentará el aprovechamiento de los servidores de un 12% a un 60%, lo que generaría economías de escala que producirían importantes beneficios económicos, sociales y medio ambientales. Para el caso de México, se estima que el ahorro económico gracias al uso de tecnologías en la nube equivale a 0.31% del PIB nacional, de los cuales 0.23% corresponde al ahorro en el sector privado y 0.08% al ahorro en el sector público.

La implementación de los servicios en la nube de los servicios de TI impulsa la generación de nuevas empresas y empleos que implican nuevas habilidades. Este impulso de generación proviene de los ahorros que genera a las empresas en la obtención de sus servicios de cómputo. Estas empresas pueden desde ser desde una *startup* que recién inicia, hasta una cuya operación y funcionamiento este ya consolidada. El efecto en la reducción de gastos no es igual en el tiempo de desarrollo de una empresa, ya que se ahorra más al principio, al evitar la inversión inicial relativa a los sistemas de cómputo. Sin embargo, existe un ahorro constante relacionado al mantenimiento y pago de licencias para usar los servidores.

Existen algunos estudios donde se estiman los ahorros que se podrían generar en la operación de las empresas al migrar de un modelo tradicional a uno en la nube. Según Gartner [16], los ahorros del gasto en software pueden fluctuar entre el 25 y 40%, los ahorros estimados en los gastos de soporte y mantenimiento pueden ser de entre 65 y 85% [17] y los ahorros por cambiar sus centros de datos y su infraestructura de software a servicios de *PaaS* de 30% [18]. Haciendo uso de estas estimaciones y suponiendo una empresa de 45 empleados, en [12] se plantea un análisis de los ahorros que una hipotética empresa de 45 empleados pudiera obtener al migrar sus servicios de computo a la nube. El resultado obtenido fue de un ahorro del 67%. Así mismo, se estimó que este menor costo en la inversión inicial, puede impulsar el desarrollo y sostenimiento de nuevas empresas. De acuerdo con [28], una reducción del 1% en los costos de entrada en la empresa (PIME), permitiría la generación de hasta 63,000 empleos.

Un beneficio adicional consiste en que el retorno de inversión de una empresa que tiene sus servicios en la nube, tendría un comportamiento lineal, ya que los gastos periódicos se mantendrían uniformes durante el plazo de vigencia del contrato, con lo que pueden evitarse algunas circunstancias eventuales que se presentan cuando se hace uso de equipos y sistemas de cómputo tradicionales. Estas eventualidades pueden ser mantenimientos, actualización o la sustitución física de los equipos.

En [17] se reportan algunas estimaciones de los ahorros al hacer uso de la computación en la nube para algunos subsectores en México, haciendo uso de los ahorros desagregados para cada uno de los gastos en software, soporte y mantenimiento y hardware de servidores mencionados previamente.

En el Cuadro 1 se mencionan estos, indicando el porcentaje de ahorro del sector, así como el porcentaje de ahorro en sus gastos de TI.

Cuadro 1. Ahorros estimados en algunos subsectores en México la hacer uso de la computación en la nube. 2015. (Elaboración propia con información de [17])

Sector Productivo	Ahorro estimado del PIB del sector	Ahorro en presupuesto para TI
Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil	1.8%	38%
Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	0.57%	31%
Industria alimenticia	0.42%	36%
Empresas de radio, televisión, y otras telecomunicaciones	0.27%	30%
Universidades	0.09%	34%
Sector Público	1.70%	35%

III. Computación en la nube. Modelos de servicio.

Infrastructure as a Service (IaaS)

Este tipo de servicios de computación en la nube consiste en poner a disposición del cliente el uso de la infraestructura informática (capacidad de computación, espacio de disco y bases de datos entre otros) como un servicio. Los sistemas físicos son virtualizados y ofertados vía Internet.

Los clientes que optan por este tipo servicio en vez de adquirir, instalar, operar y mantener directamente sus recursos computacionales como pueden ser los servidores, unidades de almacenamiento, el físico espacio ocupa un Centro de Cómputo o los equipos de red, optan por la externalización en busca de un ahorro en la inversión en estos sistemas, emigrando a un modelo de pago por uso. La virtualización de equipos y redes es una tendencia tecnológica que cada vez está encontrando más áreas de aplicación dentro del desarrollo de las tecnologías de información. Las redes definidas por software (SDN, por sus siglas en inglés) o los equipos de transmisión/recepción que hacen uso de sistemas de radio definidas por software (SDR, por sus siglas en inglés) son ejemplo de esta tendencia.

Software as a Service (SaaS)

Servicio consistente en la entrega de aplicaciones como servicio, siendo un modelo de despliegue de software mediante el cual el proveedor ofrece licencias de su aplicación a los clientes para su uso como un servicio bajo demanda.

Los proveedores de los servicios en la nube del tipo *SaaS* pueden tener instalada la aplicación en sus propios servidores web permitiendo a sus clientes acceder mediante un navegador web, o descargar el software en los sistemas propios del contratante del servicio. Dados los elevados costos que algunas licencias de programas de software de negocios o de gestión empresarial presentaban en el mercado, esta alternativa ha tenido una gran aceptación. Este tipo de solución puede estar orientada a distintos tipos de clientes según su condición, de modo que usuarios particulares pueden hacer uso de servicios de paquetería de oficina, redes sociales y plataformas de comunicación, correo electrónico, entretenimientos, etc. En el caso de las empresas los usos más demandados con aquellos servicios relacionados con la gestión de las relaciones con los clientes (CRM, por sus siglas en inglés), así como los que permiten la planeación y gestión de los recursos con los que cuenta la empresa (ERP, por sus siglas en inglés). En casos de servicios de este tipo que se ofrecen como gratuitos, no debemos perder de vista que el precio que pagamos pueden ser precisamente algunos datos de nuestra información personal.

Platform as a Service (PaaS)

Este servicio consistente en la puesta a disposición de un conjunto de plataformas informáticas orientadas al desarrollo, pruebas, despliegue, hospedaje y mantenimiento de los sistemas operativos y aplicaciones propias del cliente. Las principales características asociadas al modelo de *Platform as a Service* como solución en la nube son:

- Facilita el despliegue de las aplicaciones del cliente, sin el coste y la complejidad derivados de la compra y gestión del hardware y de las capas de software asociadas.
- Ofrece a través de redes de servicio IP todos los requisitos necesarios para crear y entregar servicios y aplicaciones web.

Los servicios de vigilancia en los que es posible acceder a una plataforma para monitorear las condiciones en un lugar distinto al que nos encontramos es un ejemplo de este servicio. Así mismo, un supermercado puede capturar las temperaturas de sus cámaras de refrigeración en todas sus sucursales a lo largo del país, concentrarlas en una plataforma en la nube, y desde la central monitorear a cada una de sus unidades, pudiendo incluso programar alarmas en caso de eventualidades o condiciones de riesgo.

Business Process as a Service (BPaaS)

El BPaaS consiste en la provisión como servicio de procesos de negocio *end-to-end* altamente estandarizados a través de su entrega dinámica, la modalidad de pago por uso y los modelos de consumo de autoservicio bajo demanda.

Su característica principal es que los recursos utilizados mediante esta solución para ejecutar los procesos de negocio, son compartidos entre los diferentes clientes del proveedor. En muchos casos, este hecho proporciona un aporte de valor al negocio; sin embargo, la solución BPaaS se encuentra en fase incipiente, siendo todavía un modelo de negocio en el que los proveedores tan solo operan en la actualidad en nichos concretos.

Seguridad como Servicio (SeaaS)

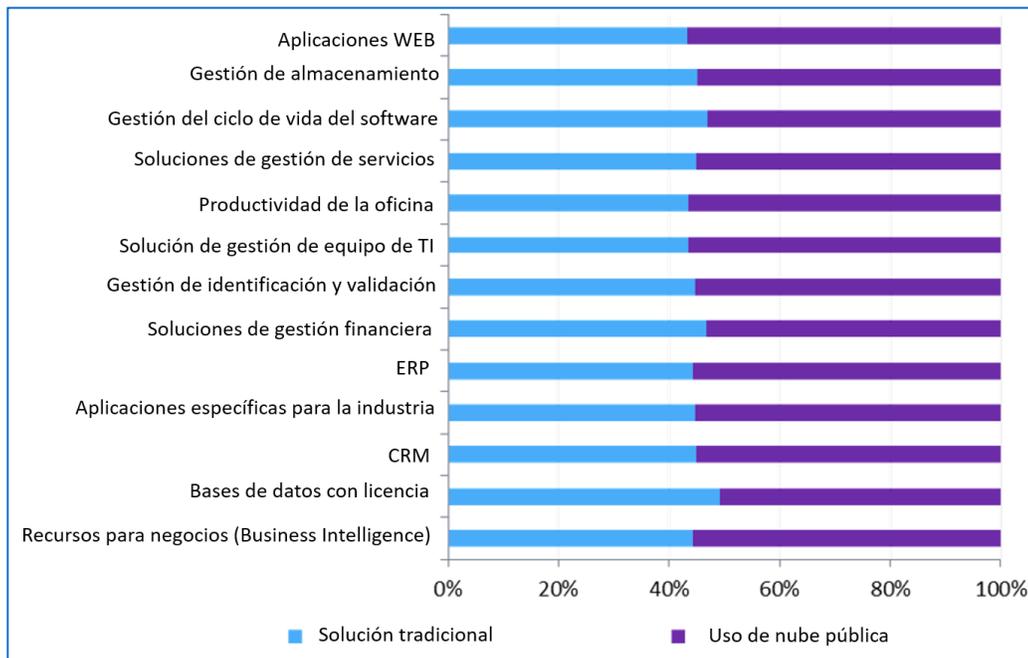
No obstante que es un tipo de servicio poco mencionado en la bibliografía, desde el 2011 la organización *Cloud Security Alliance* (CDA) publicó un informe donde se definían las características respecto a lo que la Seguridad como Servicio implica, con el objeto de orientar a las organizaciones y personas en la implementación de buenas prácticas. Entre estas se pueden mencionar: gestión de identidades y acceso, prevención de pérdida de datos, seguridad en la WEB y en el correo electrónico, evaluación de los esquemas y estrategias de seguridad existentes, gestión de intrusiones, seguridad de la información y gestión de eventos, cifrado, continuidad del negocio y recuperación de desastres. Al ser una de las principales preocupaciones de parte de los usuarios al hacer uso de los medios digitales, este es un servicio de gran relevancia.

No obstante que estos son algunos de los modelos que hasta ahora se comercializan, el proceso de innovación y desarrollo, así como la especialización, permite asumir con seguridad que esta relación de modelos de servicios sea cada vez mayor.

IV. Usos y aplicaciones

De acuerdo con OMDIA [19] se espera que para el 2022, a nivel global, más del 50% de los servicios de computación en las empresas ya se realizarán en la nube. Gráfica 5. Empresas de sectores financieros, manufactura, así como de la administración pública serán los que mayor uso hagan servicios en la nube.

Gráfica 5. Distribución de sectores que hacen uso de servicios en la nube.
(Información tomada de [19]).



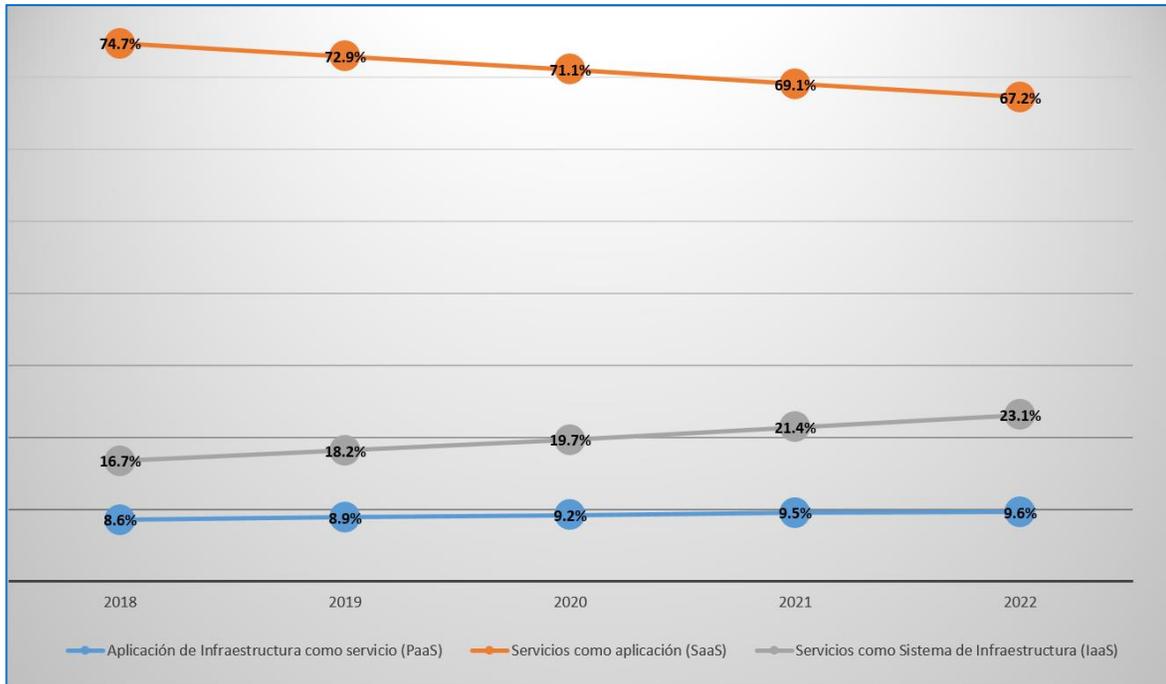
Globalmente, de acuerdo con IDC [20] los SaaS son los servicios que más ingresos generan, no obstante que han venido presentando una ligera tendencia a la baja y se espera que esta continúe para el 2022. En el caso de los servicios PaaS e IaaS, estos han presentado ligeros crecimientos desde el 2018, estimando que para el 2022 el crecimiento para el IaaS será de casi el 7% y para el PaaS solo se incrementará un 1% en el mismo período. Gráfica 6.

Las soluciones PaaS son las que menos ingresos generan en la actualidad, con apenas el 9.2% del total. Este dato es totalmente consistente con lo reflejado en otros estudios de mayor ámbito geográfico, ya que el despliegue de plataformas en la nube y el desarrollo de aplicaciones en este escenario supone un mayor nivel de madurez y conocimiento que el resto de soluciones.

Dentro de las soluciones IaaS, uno de los servicios de mayor demanda son las soluciones de almacenamiento en la nube. La escalabilidad que este tipo de servicios ofrece en función del crecimiento y desarrollo de las empresas y la modalidad de pago por uso han sido características fundamentales para su desarrollo.

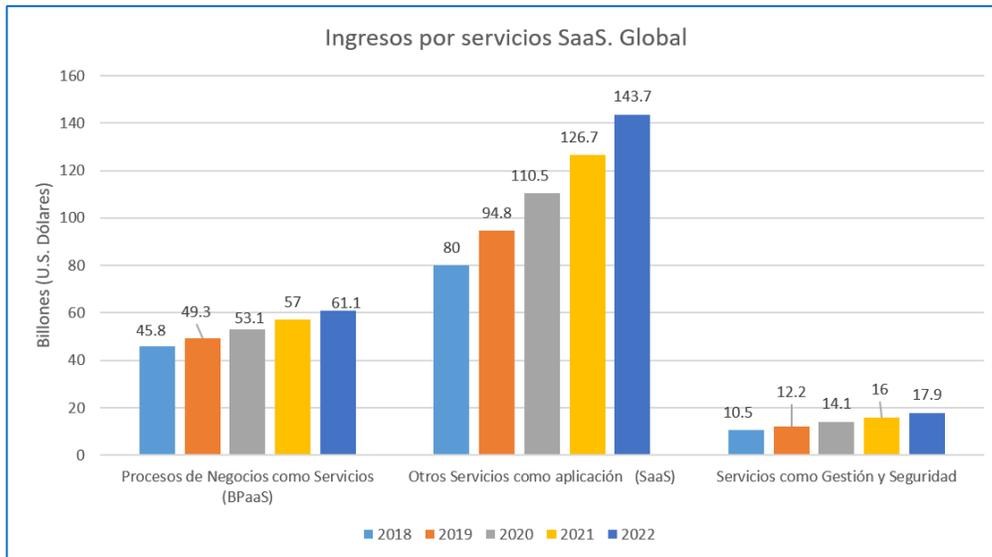
El índice de penetración de las soluciones SaaS está fundamentalmente motivado por el éxito de las soluciones de email (16%), ofimáticas (15.6%), creación y distribución de contenido (15.5%) y sistemas de relación con el cliente (16.7%).

Gráfica 6. Porcentaje de ingresos de los servicios en la nube para cada tipo de servicio. Global. (Información tomada de IDC [20]).



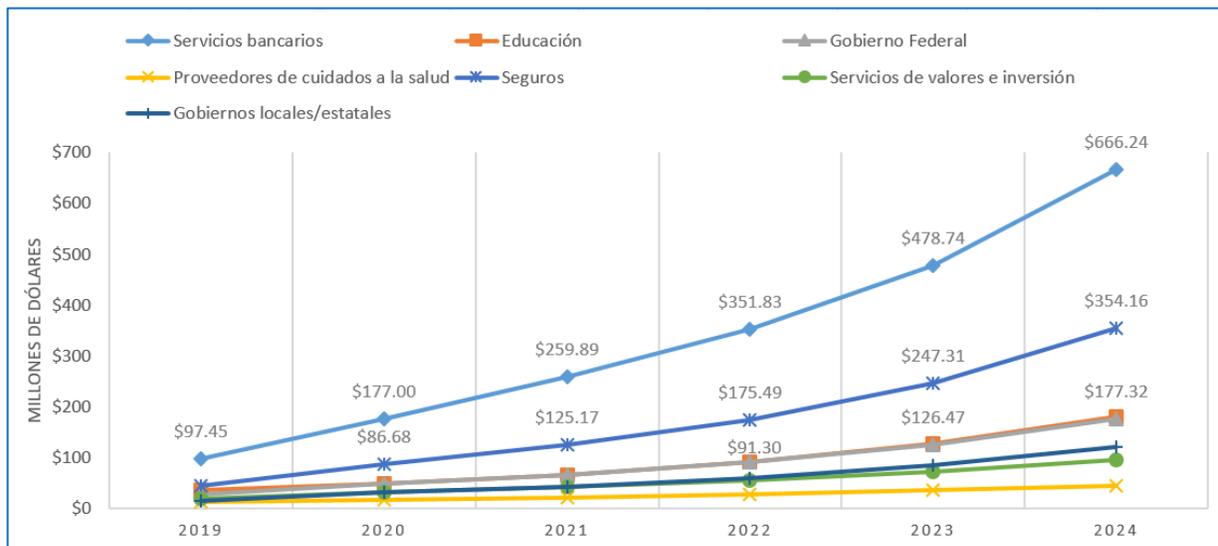
Para el caso específico de los servicios SaaS, estos servicios han ido encontrando nichos específicos de aplicación donde han tenido una demanda creciente en los últimos años. Este es el caso de los servicios definidos comercialmente como *Business Intelligence*, que están formados por Procesos de Negocios habilitados como software; otro caso es la seguridad implementada como Servicio, que como se ha reiterado es una de las principales preocupaciones tanto de usuarios personales, empresas y reguladores. En la Figura 7 se muestran los ingresos que de estos servicios, con una estimación hacia el 2022 [20].

Gráfica 7. Distribución de sectores que hacen uso de servicios en la nube.
(Información tomada de [20]).



Para el caso de México, el mayor gasto se ha centrado en los servicios en la nube que ofrecen aplicaciones y soluciones bancarias. De acuerdo con IDC [21], en el 2020 se gastó poco más de 444 millones de dólares en servicios en la nube, de los cuales casi el 40% correspondió a servicios bancarios. Esta tendencia continuará y se estima que para 2024 los gastos en este tipo de servicios serpa de poco más de 666 millones de dólares, el equivalente al 40.5% del gasto total estimado para ese año. Grafica 8.

Gráfica 8. Gasto en servicios. Nuble Pública, México. (Tomada de [21]).



Son varias las razones por las que una empresa puede iniciar el proceso de traspasar sus servicios tradicionales de TI a la nube. De acuerdo con [22], las tres más relevantes son las siguientes:

- Ahorro en costos. Se reporta que el 73% de las organizaciones emigran a servicios en la nube teniendo como principal objetivo el ahorro en sus necesidades de equipo y servicios de cómputo.
- Migración de cargas de trabajo a la nube. La segunda razón más relevante (61%) es la búsqueda de migrar a servicios en la nube cargas de trabajo que se realizaban de manera local en la empresa
- Flexibilidad y escalabilidad de los recursos: Con valores aproximados a un 50%, varias de las empresas buscan alcanzar una mayor flexibilidad, escalabilidad y capacidad de los recursos de gestión en sus diferentes áreas.

En países en desarrollo y/o en muchas zonas rurales, el acceso a Internet de banda ancha a un precio asequible se encuentra por lo general limitado, dificultando el uso de servicios en la nube. Esta tecnología cuenta con el potencial de promover el desarrollo de un país de estas características [23]. Los ciudadanos de entornos rurales, de escasos recursos, con problemas más frecuentes de cobertura de la red eléctrica e infraestructura TIC, se pueden beneficiar también indirectamente de los servicios de computación en la nube a través de sus instituciones locales como escuelas o centros de salud que dispongan de acceso a Internet. Por ejemplo, se pueden desarrollar soluciones en la nube para el sistema sanitario del país, que provean a hospitales y centros rurales la capacidad de almacenar, gestionar y compartir información de pacientes para un mejor seguimiento de historias clínicas, detección de epidemias, elaboración de estadísticas nacionales, gestión de suministros de farmacia, etc. El uso de la computación en la nube para la formación del personal de las instituciones rurales (escuela, ayuntamiento, policía, centro de salud) es otra de las alternativas que redundarían en beneficios para toda la población.

De esta manera, utilizar la computación en la nube ayudaría a reducir una de las barreras actuales más frecuentes para el uso de las TIC en zonas rurales y pobres, que pudiera ser el costo de los sistemas informáticos y la dificultad de realizar el mantenimiento de equipos y software.

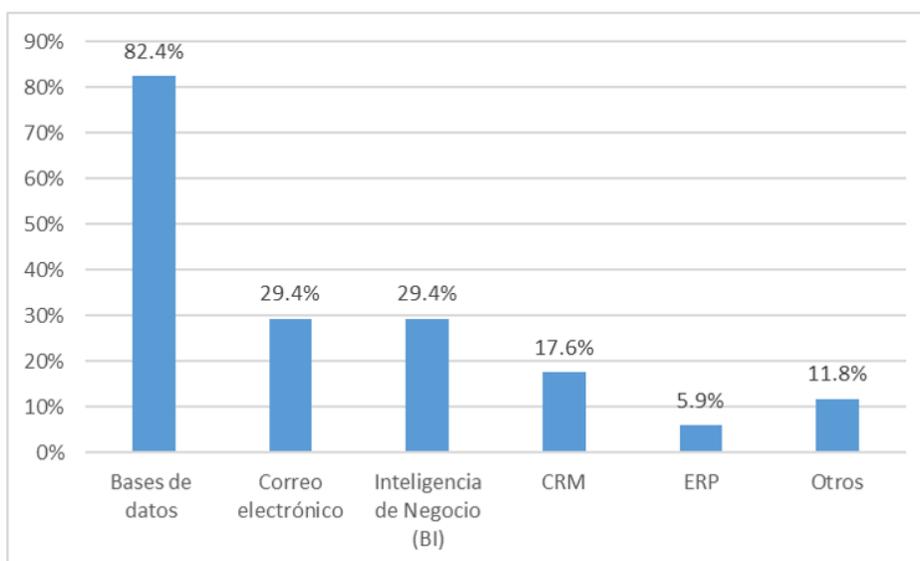
Desde el punto de vista empresarial del sector TIC, las principales compañías tecnológicas que operan en el sector de los servicios de la computación en la nube han puesto su foco en los países en vías de desarrollo para la instalación de centros de procesamiento de datos y de gestión de servicios basados en tecnologías que operan en la nube. IBM ha puesto en marcha centros de datos en India, China, Vietnam y Brasil.

Además, la computación en la nube tiene importantes impactos sociales como la generación empleos, así como impulsar la participación y colaboración ciudadana en temas comunes. De acuerdo a lo que se menciona en [12], adoptar la tecnología en la nube en las empresas podría generar cerca de 63 mil nuevos empleos en México, producto de reducir en 1% el costo de entrada para las pequeñas y medianas empresas y permitiéndoles competir con empresas grandes a través de acceder a tecnología de bajo costo. Cabe también mencionar que existen varias voces también en el sentido de que la penetración del uso de la computación en la nube y otras tecnologías que operan igualmente en la nube, pudieran generar la pérdida de muchos más empleos que los que va a generar. Este es una discusión abierta [1]. Ver Anexos I y II.

Por otro lado, el cómputo en la nube permite más acceso a la tecnología para la ciudadanía, disminuyendo la brecha digital, promoviendo la colaboración, la cultura y la voz de la ciudadanía. Adicionalmente, se menciona que el cómputo en la nube también beneficia al medio ambiente, al disminuir el consumo de electricidad por el mejor uso de la capacidad de cómputo instalado. Para México se estima que dicho ahorro equivale a retirar 90 mil automóviles de circulación al año, debido a que la mayor parte de la energía que se genera es a base de la quema de hidrocarburos.

La computación en la nube juega un papel importante en centros de investigación, universidades y empresas tecnológicas que dispongan de conexión a Internet banda ancha, facilitándoles en gran medida el acceso a las más recientes infraestructuras, aplicaciones y plataformas TI, y como consecuencia impactando en la mejora de la competitividad e innovación. La facilidad y accesibilidad de capacidad de cómputo, es un factor de importancia para impulsar el desarrollo que estas instituciones realizan. Las herramientas en la nube que más se utilizan en México son: bases de datos, correo electrónico y *business intelligence*. Gráfica 9.

Gráfica 9. Aplicaciones más usadas en México de servicios en la nube (Tomado de [14]).



Las empresas que lideran el mercado en México son Google, Microsoft, IBM y Amazon, con el 20%, 15%, 15% y 13% respectivamente. Así mismo, hay empresas que se especializan en algunos de los servicios que se ofertan en la nube, y son líderes en ese sector. Por ejemplo, Salesforce es la empresa líder en el mundo en el desarrollo y venta de sistemas de gestión de recursos de recursos (CRM, por sus siglas en inglés) para las empresas.

V. Retos y desafíos

La computación en la nube trae consigo grandes interrogantes, retos, desafíos y controversias en algunos temas delicados, como la protección de datos y la privacidad de la información de los usuarios. Son varias las interrogantes provenientes de diversos sectores de la sociedad, refiriéndose al impacto que el uso de la computación en la nube tendrá en nuestra vida cotidiana.

En este contexto, se pueden identificar elementos aceleradores del desarrollo y adopción de los servicios de computación en la nube y así elementos inhibidores de este. De acuerdo a una encuesta realizada por ENISA a entidades localizadas en la Unión Europea, América y Asia, los principales retos que identifican las distintas empresas y organizaciones públicas están relacionados con la seguridad, siendo la confidencialidad de los datos corporativos el principal reto identificado por los encuestados, seguido de la privacidad e integridad de los servicios y/o datos de la entidad. Caso similar es el de México, donde, de acuerdo con [14], el 95% de las empresas consultadas indicaron que la principal barrera para la adopción de la computación en la nube es la seguridad de la información. Por detrás de estos aspectos de seguridad se sitúan temas como la disponibilidad de los servicios y de los datos.

Específicamente establecen algunos retos clave que determinarán la evolución y adopción de la computación en la nube:

Disponibilidad del servicio

Para muchos modelos de negocio, la garantía de contar con el servicio disponible garantizado en los momentos críticos de operación de las empresas es una preocupación latente. De acuerdo a un artículo de la Universidad de Berkeley existe aún la duda entre las empresas y organismos del sector público y privado sobre la garantía de cumplimiento de los niveles de servicio acordados entre el proveedor de servicios en la nube y el usuario, en los procesos de mayor criticidad para las compañías.

Las empresas proveedoras tienen la oportunidad de dar pasos firmes en la eliminación de estas dudas y acuerdos de nivel de servicio y cláusulas de penalización, proporcionando así mismo las herramientas para que el usuario pueda integrar de manera sencilla y clara cualquier reclamo o duda. De este modo, el clima de confianza en el servicio necesario para garantizar que la migración a

entornos basados en la nube no penalizará la disponibilidad y el nivel de servicio acordado con los clientes.

Un requisito indispensable para el desarrollo y fortalecimiento de los servicios de computación en la nube en la provisión de aplicaciones multimedia o con gran necesidad de transmisión de datos, es la universalización de la banda ancha, en la que juegan un papel fundamental los proveedores de servicios de telecomunicaciones.

En este punto México se encuentra con velocidades promedio de alrededor de 16 Mbps, presentado niveles similares que países como Brasil, Belice, Paraguay y Chile, pero por debajo de Uruguay y Panamá. Ver Gráfica 10.

Gráfica 10. Velocidades de banda ancha fija para algunos países de LATAM. (Elaboración propia con datos de [24]).



Falta de estandarización e integración tecnológica

En el contexto de los servicios basados en tecnologías en la nube todavía se encuentran algunas limitaciones en relación a la estandarización de las plataformas de los proveedores que dificultan en gran medida los procesos de migración de datos y aplicaciones y la integración con otros subsistemas de negocio que se requieran mantener en modo tradicional en una compañía. Adicionalmente, un cliente de servicios en la nube puede tener distribuidas sus aplicaciones en diversos proveedores y requiere para su negocio que todas ellas se integren y sincronicen en la implementación de procesos. Las empresas proveedoras de servicios en la nube, las administraciones públicas, así como las entidades regulatorias tienen un importante reto en el desarrollo de estándares y de un marco de

interoperabilidad efectivo. En la actualidad la interoperabilidad sigue siendo un tema pendiente. Existe una amplia gama de capacidades y funcionalidades disponibles en las soluciones ofertadas por los proveedores que actualmente se pueden encontrar en el mercado. Sin embargo, la computación en la nube se encuentra aún en sus primeras etapas de desarrollo, y en proceso de consolidación dentro de los departamentos TI del mundo empresarial.

Portabilidad

Sobre los estándares de la computación en la nube relativos a la portabilidad, la rápida adopción de la infraestructura virtual ha popularizado la práctica del empaquetado, el transporte y el despliegue de sistemas preconfigurados y listos para su uso; incluyendo así rápidamente todas las aplicaciones y sistemas operativos necesarios en máquinas virtuales. El desarrollo de un estándar, modelo de metadatos portátiles para la distribución de máquinas virtuales y plataformas en la nube, permitirá la portabilidad de dichas cargas de trabajo a cualquier plataforma operando en con esta misma tecnología.

En cuanto a la dirección que se seguirá en el futuro en cuanto a desarrollo de estándares de datos y metadatos, ésta no es otra que la de ayudar a mejorar la automatización del despliegue de la carga de trabajo entre distintas nubes. Por ello, comenzarán a ser desarrollados estándares que abarquen conceptos como los acuerdos de nivel de servicio, la configuración de redes de máquinas virtuales, o la información sobre la licencia del software entre otros.

Seguridad y nivel de servicio

Los estándares de seguridad y nivel de servicio son de gran importancia. Los tres grandes objetivos de la seguridad en la nube, referidos como el aseguramiento de la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información y los sistemas de información, son de gran relevancia. Estos temas representan preocupaciones de mayor importancia para los usuarios respecto a la computación en la nube, lo que influye de manera determinante en la adopción de la tecnología.

Los mecanismos específicos que puede adoptar el cliente para reforzar la seguridad en la nube engloban el control perimetral, la criptografía y la gestión de los archivos de registro de eventos. Las implementaciones de soluciones en la nube están sujetas a amenazas físicas internas o externas a la empresa. Adicionalmente, el usuario no tiene la certeza del lugar físico donde se encuentra su información, lo que conlleva igualmente a desconocer las medidas de seguridad que operan en los centros de datos. Aunque también hay que mencionar que el hecho de que sepamos donde esta almacenada nuestra información sea suficiente para conocer estas medidas.

Las políticas de confidencialidad de la información deben prevenir la divulgación o revelación, intencionada o no de la información de los usuarios. Esta define los requisitos para asegurar que los datos no serán divulgados o usados sin autorización

VI. Regulación y política pública.

La regulación de avances tecnológicos disruptivos a lo largo de la historia ha presentado siempre grandes retos, y los primeros esbozos de regulación que en su caso se generaron se presentaban poco afortunados. En [25] se menciona que, a finales del año 1800, los innovadores británicos que desarrollaban los automóviles se vieron severamente restringidos cuando las regulaciones que surgieron se enfocaron en las grandes velocidades que los vehículos podrían alcanzar. Las regulaciones establecían que los vehículos deberían estar tripulados por al menos dos personas, que no excedieran las 10 mph en las carreteras y no más de 2 mph en las ciudades. Años más tarde estas regulaciones se volvieron un poco más restrictivas, incrementando a 3 personas mínimo por unidad y adicionando a una persona caminando al menos a 60 yardas del vehículo, con una bandera roja, advirtiendo a los peatones y otros vehículos. Algo similar sucedió en su momento en Estados Unidos, que contemplaba incluso instrucciones para el caso de que el conductor se encontrará con ganado en su camino.

La computación en la nube, al igual que otras tecnologías de punta, están generando nuevos y diversos desafíos a los marcos regulatorios existentes. Los modelos de negocio disruptivos que hacen uso de estas tecnologías, requieren de marcos regulatorios que fomenten la innovación, protejan a los consumidores, promuevan la competencia, y además sean flexibles para evolucionar y adaptarse a las necesidades de los avances e innovaciones que se presenten. Las regulaciones ya no podrán permanecer rígidas y sin cambio por largos períodos de tiempo.

La gran mayoría de las aplicaciones y modelos disruptivos de negocio, hacen uso de tecnologías en la nube: máquinas que se comunican y auto-aprenden, vehículos autónomos que deciden la mejor ruta gracias a su comunicación con el resto de la infraestructura de transporte, sistemas que se anticipan a posibles fallas en la maquinaria, etc. El escenario para la regulación de la computación en la nube, y sus tecnologías asociadas, deberá plantearse con una gran amplitud de miras, flexible, que evolucione, y que haga uso de las mismas tecnologías de información que regula para recabar la información que le permita evaluar y adaptarse las necesidades cambiantes que esta innovación presenta día a día.

Las tecnologías que operan en la nube (inteligencia artificial, big data, redes neuronales, computación cuántica), tienden a modificar los modos en que las empresas realizan sus diferentes procesos. Este cambio permite establecer que el mercado laboral también sufrirá una reconfiguración; algunos mencionan que la automatización generará una enorme pérdida de empleos, mientras que otras

establecen que esta misma automatización generará nuevos empleos y una mayor prosperidad. Un análisis del efecto de estas tecnologías en dos sectores particulares puede verse en los Anexos I y II.

Estamos inmersos en una sociedad donde la tecnología avanza a una velocidad sin precedentes, redefiniendo al mismo tiempo el panorama competitivo en muchos sectores, no solamente en el de las empresas tecnológicas. Estas tecnologías brindan nuevas oportunidades para la creación de riqueza para aquellas empresas que son capaces de aprovecharlas, así como también pueden impulsar las economías de los países que sean capaces de ofrecer entornos favorables para el desarrollo y uso de esta innovación tecnológica, ofreciendo disponibilidad de recursos, tanto humanos como materiales, así como un marco legislativo propicio. Un ejemplo de este potencial lo muestran las 10 empresas que mayor crecimiento presentaron en Latinoamérica entre los años 2015 y 2018 hacen uso de las tecnologías en la nube; de estas 2 son de México, 6 de Colombia, 1 de Brasil y una más de Argentina.

Las regulaciones en otros países de América están en proceso de revisión y análisis. En el Cuadro 2 se presentan las características más relevantes de algunos países de América. En términos generales, se puede establecer que la regulación en general se encuentra en un proceso de gestación, donde en varios países se busca armonizar la legislación existente para hacerla extensiva a las tecnologías en la nube. De acuerdo a diversas organizaciones, nuestro país presenta distintas áreas de oportunidad en alguno de los aspectos señalados, aunque también estas mismas organizaciones señalan aquellos aspectos donde se han hecho las cosas bien.

Cuadro2. Iniciativas regulatorias para los servicios en la nube en LATAM (Cullen [44]).

	Servicios en la nube. Iniciativas relativas a la privacidad de los datos	Iniciativas para promover los servicios en la nube.
Argentina	No existen regulaciones específicas sobre computación en la nube. Los contratos de servicios en la nube deberán definir las responsabilidades de ambas partes. La empresas proveedoras de servicios en la nube deberán cumplir con los niveles de seguridad, de acuerdo con la Dirección Nacional de Protección de Datos Personales (DNPDP).	El Ministerio de Modernización firmó con Amazon un acuerdo para promover la innovación y el uso de el cómputo en la nube para reforzar el desarrollo de las TIC. Este acuerdo incluye el uso libre de las herramientas de Amazon, capacitación a personal del gobierno y estudiantes, así com soporte financiero para start ups.
Brasil	Existe una regulación para Internet y protección de datos personales. Esta regulación impone obligaciones respecto al almacenamiento de datos personales.	El borrador de la Ley de Internet incluye obligaciones para el almacenamiento de datos personales en Data Centers localizados en Brasil.
Canada	No existen regulaciones específicas sobre computación en la nube. El marco legal existente aplica también a los servicios en la nube. En el caso de los datos de localización, los sujetos al acta de Protección de Información Personal y Documentos Electrónicos están habilitados para para procesar o almacenar datos fuera de Canada.	Canada posee una Estrategia de Adopción en la Nube desde el 2015. El gobierno adoptó un esquemas de control de la seguridad para servicios IT en la nube, para asegurar la aplicación de estándares para este tipo de servicios en el sector público.
Chile	En 2017 se envió al Congreso un propuesta de un marco de protección de datos, que incluye a los servicios en la nube.	Se adoptó Agenda Digital 2020, que incluye los Derechos para el Desarrollo Digital y leyes para la protección de datos personales. La propuesta de Ley para de protección de datos personales considera el uso de nuevas tecnologías y plataformas, así como las tecnologías de procesamiento de datos.
Colombia	No existe una regulación específica. Aspectos de privacidad y tecnología en la nube son cubiertos Los usuarios finales están protegidos por los derechos establecidos en la Ley Federal de Protección de Datos. La protección de datos de las entidades localizadas fuera del país se encuentra en análisis.	No existen iniciativas para promover los servicios en la nube. En el 2015 se excluyeron del pago de impuestos a los servicios de cómputo en la nube..
México	No existe una regulación específica. Los usuarios finales están protegidos por los derechos establecidos en la Ley Federal de Protección de Datos. Cualquier transferencia de datos personales fuera del país deberá ser notificada al interesado.	La Estrategia Nacional Digital (2018) establecía la adopción de políticas para tecnologías de información y comunicaciones

En algunos casos, el tema del flujo de datos transfronterizos ya tiene una regulación y se busca su armonización con las regulaciones vigentes en otros países. Para el caso de México, en el marco de la renovación de tratado comercial que entró en vigor el pasado mes de junio, se deben abordar temas relacionados con el comercio las nuevas relaciones que el tratado establece, mencionando entre ellas el comerciό digital y la propiedad intelectual. Esto implica una revisión y adecuación de los marcos legales, como las reformas puestas a la Ley de Seguridad Informática por parte de la legislatura del Senado de la República [45]

De acuerdo con [26], son 7 las áreas que deben abordarse al momento de implementar y desarrollar una regulación para el uso de la computación en la nube. Estas áreas son:

Privacidad de la Información

Una de las principales preocupaciones de los reguladores es integrar marcos normativos que den certeza a los usuarios de que la información que se coloca en la nube, así como sus datos personales no serán usados de manera discrecional y/o para fines diferentes para los cuales esta información se proporcionó. A nivel mundial existe normatividad, así como certificaciones de garantía de seguridad que son referencia en esta línea. Entre estas se incluyen la ISO 27001, ISO 27017, ISO 27018, PCI DSS Nivel 1 y SOC 1, 2 y 3.

En México, se han emprendido diversas iniciativas desde las entidades responsables de esta regulación. Por ejemplo, en el artículo 52 del Reglamento de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares [27], del Instituto Nacional de Acceso a la Información (INAI) se establecieron requisitos mínimos a observar por parte de los responsables del tratamiento de datos personales, para su adhesión a cláusulas generales de contratación de servicios, aplicaciones e infraestructura de los servicios de cómputo en la nube. Al respecto, dicho artículo señala que los responsables del tratamiento de los datos personales sólo podrán utilizar servicios en los que el proveedor cumpla, al menos, con lo siguiente:

- Aplicar políticas de protección de datos personales afines a los principios y deberes aplicables que la Ley y el Reglamento establecen.
- Transparentar las subcontrataciones que involucren la información sobre la que se presta el servicio.
- Abstenerse de incluir condiciones en la prestación del servicio que le autoricen o permitan asumir la titularidad o propiedad de la información sobre la que presta el servicio.
- Guardar confidencialidad respecto de los datos personales sobre los que se preste el servicio.

Adicional a lo mencionado se requiere que cuenten con los mecanismos que permitan:

- Dar a conocer cambios en sus políticas de privacidad o condiciones del servicio que presta.
- Permitir al responsable limitar el tipo de tratamiento de los datos personales sobre los que se presta el servicio.
- Establecer y mantener medidas de seguridad adecuadas para la protección de los datos personales sobre los que se preste el servicio.
- Garantizar la supresión de los datos personales una vez que haya concluido el servicio prestado al responsable, y que este último haya podido recuperarlos.

- Impedir el acceso a los datos personales a personas que no cuenten con privilegios de acceso, o bien en caso de que sea a solicitud fundada y motivada de autoridad competente, informar de ese hecho al responsable.

De acuerdo con el *2018 BSA Global Cloud Computing Score* [26], México contiene un marco regulatorio y lineamientos en la protección de datos personales robusto, obteniendo un rating de 11.5 puntos de 12.5 posibles, desde la perspectiva de los aspectos considerados en dicho índice, señalando así mismo que la mayor área de oportunidad está en la definición de la regulación de los datos transfronterizos.

Seguridad de la información.

Las empresas proveedores de los servicios en la nube deben poseer la capacidad técnica y de gestión para garantizar la seguridad de la información que los usuarios les otorgan, al hacer uso de los servicios de almacenamiento, plataformas y aplicaciones. La garantía de la seguridad en el manejo de la información debe ser respaldada por el uso de tecnologías de punta, así como de la implementación de las mejores prácticas. En esta línea, muchas de las empresas líderes proveedoras de servicios en la nube, están tomando como referencia la norma ISO 27018, entre otras varias [28], que están formadas por un código de buenas prácticas en controles de protección de datos para servicios de computación en la nube. La norma ISO 27018 [29] se complementa con las normas ISO 27001 [30] e ISO 27002 en el ámbito de gestión de la seguridad de la información y que se dirige de forma específica a los proveedores de servicios de nube. El objetivo perseguido por la norma ISO 27018 es crear un conjunto de normas, procedimientos y controles mediante el que los proveedores de servicios en la nube que actúan como procesadores de datos puedan integrar sus estrategias de seguridad de la información. El objetivo en la implementación de las recomendaciones mencionadas en normas como las ISO 27018 es garantizar el cumplimiento de las obligaciones legales en materia de tratamiento de los datos personales. Al mismo tiempo proporciona a los consumidores potenciales de servicios en la nube, así como a las autoridades correspondientes, una herramienta comparativa útil para ejercer su derecho de verificar y auditar los niveles de cumplimiento de las regulaciones establecidas por el proveedor.

En México, en 2016 se emitió la declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de Federación la norma mexicana NMX-I-27018-NYCE-2016, denominada Tecnologías de la información-Técnicas de seguridad-Código de práctica para la protección de datos personales para proveedores de servicios de nubes públicas. Esta norma mexicana, toma como base la ISO 27018 [31]. La norma establece objetivos de control y lineamientos para la implementación de medidas de protección para los datos personales en conformidad con los principios de privacidad para ambientes públicos de cómputo en la nube. Especifica los lineamientos basados en la NMX-I-27002-NYCE-2015, referentes a la protección de los datos personales que se aplican dentro del contexto de los ambientes de riesgo de la seguridad de la información de un prestador de servicios de nubes públicas.

Esta norma aplica a todos los tipos y tamaños de organizaciones, incluyendo las empresas públicas y privadas, entidades gubernamentales y organizaciones sin ánimo de lucro, que proveen servicios de procesamiento de información como procesadores de datos personales por medio del cómputo en la nube bajo contrato para otras organizaciones.

Estos lineamientos también pueden resultar relevantes para las organizaciones que actúan como responsables de datos; no obstante, los responsables de datos personales pueden estar sujetos a legislación, normatividad y obligaciones de protección adicionales, que no apliquen a los proveedores de servicios de nubes públicas [31].

Políticas para combatir el cibercrimen

El Convenio de Budapest [32], que define lineamientos y recomendaciones para combatir los delitos cibernéticos se ha constituido como una referencia para varios países [33] en la integración de lineamientos y reglamentación propia, facilitando también la armonización entre estas regulaciones. El convenio delinea recomendaciones para que se penalice el acceso ilícito, la interceptación ilegal, la interferencia de datos, la interferencia de sistemas, el uso indebido de aparatos, la falsificación informática, el fraude informático, la pornografía infantil y delitos relativos a las infracciones en materia de derechos de autor y derechos relacionados.

Debe existir un marco legal que provea los medios para emprender acciones legales en caso de ser víctima de un ciberdelito. Las empresas deberán de proveer los mecanismos para combatir los accesos sin autorización a los datos almacenados.

El Convenio de Budapest comprende una variedad de poderes específicos de derecho procesal, tales como órdenes para la búsqueda, captura, producción de datos o la interceptación de comunicaciones, así como el poder para ordenar la rápida conservación de datos. Estos se refieren, de manera importante, a la evidencia electrónica asociada con cualquier tipo de delito. Deben ser delimitados bajo condiciones de Estado de derecho y salvaguardia.

El tratado busca garantizar la efectiva cooperación internacional en materia de delito cibernético y evidencia electrónica, mediante la combinación de la asistencia legal mutua, con medios expeditos para conservar datos en otro país, esto último con el soporte de una red de puntos de contacto que funcione las 24 horas todos los días de la semana. El alcance de la cooperación no se limita al delito cibernético, sino que incluye la cooperación referente a la evidencia electrónica que se halla en un sistema informático a propósito de cualquier delito.

México no pertenece a la Convención de Budapest. Sin embargo, nuestro país es considerado dentro del grupo de países que sin ser miembro [33], considera y observa las recomendaciones y lineamientos de este acuerdo. No obstante, el autor considera que la adhesión a esta Convención es

una alternativa viable que permitiría complementar formalmente las acciones que ya se llevan a cabo, al tiempo que se contribuiría a la armonización con las legislaciones existentes de los países miembros. Otro tema relevante que debe ser considerado, y que no es tema menor, son las implicaciones legales que la incorporación de nuestro país al dicho Convenio implicaría, debiendo analizar la viabilidad de las adecuaciones que correspondan y la compatibilidad de las regulaciones establecidas en el Convenio de Budapest respecto al marco legal existente en nuestro país [34].

Otra de las organizaciones de carácter global encaminadas a fomentar el desarrollo de reglamentaciones e identificación de buenas prácticas para el combate a la ciberdelincuencia es el Foro de Equipos de Seguridad y de Respuesta a Incidentes (FIRST, por sus siglas en inglés). De manera particular permite a los miembros de esta iniciativa contar con elementos para responder de manera más eficaz a incidentes de seguridad mediante la provisión de acceso a mejores prácticas, organización de eventos y la oportunidad de capacitación para los Equipos de Respuestas a Incidentes de Seguridad Informática (CSIRT, por sus siglas en inglés).

Desde hace años, México tiene un CSIRT nacional, denominado el CERT-MX, que tiene como finalidad prevenir y mitigar las amenazas cibernéticas. El CERT-MX es gestionado por la Dirección General Científica de la Guardia Nacional y forma parte de la red CSIRT Américas. Dentro de las consideraciones de mayor relevancia se encuentra la identificación de infraestructura de información crítica, definida como la infraestructura de información que se considera estratégica por estar vinculada a la provisión de servicios públicos esenciales y cuyo deterioro podría comprometer la seguridad nacional.

Esta cobra especial relevancia, ya que de acuerdo con Kaspersky [35] [36], en LATAM, Brasil es el país con el mayor número de ataques (55,97%), seguido de México (27,86%), Colombia (7,33%), Perú (5,36%), Argentina (1,87%) y Chile (1,62%). Detalles de los ataques, casos que se han presentado y cómo se han enfrentado se abordarán en un próximo estudio.

Protección de la propiedad intelectual.

La protección de la propiedad intelectual es un factor de relevancia para promover la innovación y el desarrollo tecnológico; es fundamental contar con un marco regulatorio que proteja la propiedad y autoría de los desarrollos y aplicaciones que tengan lugar en la nube.

En México, el 1 de julio de 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la nueva Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial (LFPI) [37], además de que también se publicó en el DOF un decreto por el que se reformaron y adicionaron diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) [38]. Todo lo anterior, a efectos de armonizar y adecuar la legislación mexicana en materia de propiedad intelectual a las obligaciones asumidas por nuestro país conforme al Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). Amplía las obligaciones de los

proveedores de servicios de internet para armonizarlas con la Ley de Derechos de Autor del Milenio Digital (DMCA) de Estados Unidos. En relación con esto último, se incluye la figura de lo que se conoce como *notificación y retirada*, que obliga a los proveedores de servicios internet a eliminar o inhabilitar contenidos que infrinjan el derecho de autor, bajo condiciones que la misma ley define. No obstante que esta medida pretende impulsar la protección de los autores y generadores de contenidos, también ha levantado voces de organizaciones de defensa de los derechos de libertad y expresión y acceso a la información. Aún queda mucho por avanzar.

Portabilidad y armonización de la legislación internacional.

La portabilidad de datos puede definirse como la transferibilidad de los datos personales al interesado. La portabilidad de datos es un derecho del consumidor, de acuerdo con el Reglamento General de Datos (GDPR, por sus siglas en inglés) [39], de la Unión Europea. Sin embargo, la ley sólo se aplica a los datos digitales que se hayan recopilado o tratado a petición del consumidor, o al menos con su permiso explícito. Para que tecnologías como la computación en la nube rindan frutos y se puedan alcanzar los beneficios mencionados, es necesario contar con un flujo de datos ágil, transparente y seguro entre países, diferentes proveedores de servicios en la nube y entre aplicaciones que operan en la nube. requiere esfuerzos para promover la apertura e interoperabilidad. Las empresas tecnológicas, los proveedores de servicios en la nube, los gobiernos, así como las entidades regulatorias, deberán unir esfuerzos para desarrollar estándares que promuevan y faciliten la apertura e interoperabilidad, claridad y transparencia en las obligaciones legales de los proveedores de servicios en la nube, así como la garantía de los derechos de los usuarios. De acuerdo con GSMA [40], cada uno de los derechos definidos por la GDPR deben considerarse por separado, evitando generalizaciones que pudieran no dar los resultados que se desean. La misma organización señala que se debe tener cuidado al implementar la aplicación de los derechos de los usuarios, analizando el posible impacto que las medidas pudieran tener en la competencia y las inversiones. En México, en el 2019 la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía publicó en el DOF la declaratoria de vigencia de una nueva Norma Mexicana de Comercio Electrónico [41], cuya finalidad es garantizar los derechos de los consumidores que realicen compras por medios electrónicos, procurando un marco legal que promueva las transacciones comerciales, brindando certeza y seguridad jurídica.

Libre comercio de los datos.

El alcance de las tecnologías basadas en la nube, operan más allá de las fronteras de los países. Las transferencias transfronterizas de datos posibilitan el acceso a bienes y servicios digitales casi en forma instantánea, desde cualquier lugar que cuente con una conexión a internet; se puede solicitar el envío de bienes físicos para su envío, sin importar dónde sean fabricados. De hecho, en muchas ocasiones el punto al que llegan los datos de las solicitudes de envío rara vez es el mismo sitio donde los productos se fabrican; muchos de los datos viajan y se procesan en cada una de estas

localizaciones. La capacidad de las tecnologías como la computación en la nube para generar riqueza, depende de la existencia de un mercado global que vaya más allá de las fronteras políticas.

De acuerdo con GSMA [42] algunas regulaciones al flujo transfronterizo de datos están basadas en preocupaciones sobre la seguridad nacional y la privacidad de los datos o en la intención de proteger los mercados nacionales. Una posible sobre-regulación, que implique mayores gastos a las empresas proveedoras de los servicios en la nube impactará de manera directa en el precio para el usuario final. Al igual que empresas como Google o Amazon, los operadores de telecomunicaciones buscan materializar las eficiencias de la centralización y la virtualización, que los servicios en la nube ofrecen. Sin embargo, de acuerdo con la misma organización, los metadatos generados sobre las comunicaciones de las personas a menudo están sujetos a regulaciones específicas del sector u obligaciones de sus licencias anteriores a la era digital que prohíben la circulación de metadatos fuera del país y, por el contrario, exigen su recolección y almacenamiento. Estas restricciones específicas sitúan a los operadores y concesionarios de servicios de telecomunicaciones en desventaja respecto a los proveedores de servicios no regulados, tales como las plataformas del internet.

Incluso acciones como la de cobrar impuestos a las empresas digitales en países como México, que en el fondo buscan crear condiciones de equidad en la competencia con los servicios tradicionales, en muchos casos deja de lado temas como la necesidad de regular el flujo de datos transfronterizos.

En [43] se menciona que la regulación y protección del almacenamiento, procesamiento y flujo de datos, incluyendo los transfronterizos, se debe basar en el interés legítimo, que establece que para que una empresa o persona, pueda contar con determinada información debe tener una razón. Nadie puede recopilar información solo porque sí. En la actualidad, muchas legislaciones permiten que cualquier persona o empresa recopile información, lo cual puede interpretarse como una ausencia de lineamientos de cómo esta información se transfiere.

Infraestructura de TI necesaria.

Las tecnologías en la nube requieren de acceso robusto y de calidad a banda ancha, así como contar con alta disponibilidad. Para el logro de este objetivo es necesaria la implementación de políticas que brinden incentivos para la inversión de parte del sector privado, así como leyes que promuevan el acceso universal de banda ancha.

Uno de los principales obstáculos para el desarrollo de infraestructura de TI es la cantidad de inversión necesaria, sobre todo cuando se acentúe la migración hacia las redes de nueva generación. Sin embargo, hay temas adicionales que se deben atender, como la realización de una revisión profunda de la regulación existente con el objeto de optimizar los procesos y eliminar aquellas gestiones y trámites que no agreguen valor. Esto cobra relevancia de cara a las redes 5G, que de

acuerdo con GSMA demandarán una densidad de radio bases 10 veces mayor que las redes 4G, aunque con solo una quinta parte del costo.

De acuerdo a lo listado en relación a los aspectos a regular para la operación en la nube, cabe hacer mención que el IFT no tiene una plena competencia en ninguno de los aspectos mencionados, salvo en el caso del desarrollo de la infraestructura necesaria para brindar las condiciones necesarias para este tipo de servicios. Sin embargo, considero que el papel del IFT en la coadyuvancia, impulsa el tema en los diferentes foros, la creación de convenios y la participación en el delineamiento de un marco regulatorio para el país puede ser relevante.

VII. Consideraciones para el diseño de regulaciones sobre los servicios en la nube

En muchas de las fuentes consultadas se hace patente el nivel de penetración que hasta el día de hoy han alcanzado los servicios en la nube, así como los beneficios potenciales que su implementación proporciona. Como se ha mencionado, la tendencia a mover los servicios hacia la nube, no es exclusiva de los servicios de cómputo, sino que esta transformación está alcanzando ya a muchos de los servicios que usamos de manera cotidiana en nuestra vida social y de entretenimiento. Nos comunicamos y socializamos por medio de redes sociales que se gestionan en la nube, nuestra fuente de entretenimiento proviene de servidores que sobre demanda nos proveen de música y películas, que nos transmiten la sensación de que escuchamos y vemos lo que nosotros deseamos, cuando decimos hacerlo. Un tema importante es que nuestra fuente de información y actualización también es digital, dejando a un lado los medios impresos. La ubicuidad de los servicios es una oferta tentadora para el consumidor. Todas estas características están dando forma a una nueva sociedad.

Sin embargo, vale la pena pausar un momento y reflexionar sobre la inercia anteriormente descrita y ponderar el precio que se paga en esta evolución, además de todas las implicaciones de esta nueva forma de vivir.

Al momento de hacer uso de un servicio de entretenimiento como Spotify o Netflix, o cuando descargamos una aplicación de una red social como Facebook o Whatsapp rara vez el usuario pone atención a las condiciones del contrato y el fin que pudieran tener sus datos. Este hecho pudiera ser de mayores alcances cuando una empresa contrata alguno de los servicios en la nube.

Como se ha descrito en los párrafos previos, la seguridad de la información y la privacidad de los datos personales es una de las principales preocupaciones al momento de hacer el uso de los servicios en la nube. Vale la pena analizar el alcance y comprender a profundidad las razones de esta preocupación. Cuando una empresa coloca sus datos e información en la nube, de manera implícita

está depositando su confianza en las medidas de seguridad de su proveedor, además de tener la seguridad de que la misma empresa no hará uso de sus datos personales de cualquier otra manera diferente a lo convenido. Los CEOs y CTOs de las empresas deberán hacer un balance entre el ahorro que se obtiene al hacer uso de los servicios en la nube y la posibilidad de que un hacker acceda a la información que coloca en la red. Este evento puede ser catastrófico para una startup de innovación tecnológica, ya que información sensible sobre el desarrollo del modelo de negocio pudiera quedar expuesta.

Los beneficios económicos de los servicios SaaS han sido demostrados en diferentes secciones a lo largo del presente documento. En la mayoría de las ofertas de SaaS el software disponible presenta una configuración general, a la que el usuario debe adaptarse cuando hace uso del mismo, en detrimento de alguna configuración particular que el usuario desee. Así mismo, si la empresa prosee un desarrollo de software propio, debe cerciorarse de los costos que su reescritura en la nube y modificaciones sucesivas requieran. Del mismo modo, los precios sobre volumen que se ofertan, deben garantizar la flexibilidad de que si, por la naturaleza misma de la operación de la empresa, la cantidad contratada se rebasa los costos adicionales no sean excesivos (como pasa con algunos planes de telefonía celular cuando se excede la cantidad de bits de tráfico contratado). Así mismo, en los contratos deberá ser especificado si las transferencias de datos hacia la nube son sin costo, así como el costo de estas transferencias. Cuando el modelo de operación de una empresa incluye una gran cantidad de transferencia de datos desde la nube y el costo de estas transferencias no está considerado en el costo, la alternativa debe ser analizada con mayor detenimiento.

Otra característica importante a considerar es la flexibilidad y portabilidad que los servicios en la nube ofrecen. De manera ideal, una empresa que maneja su información con un determinado formato y funcionalidades con un proveedor de servicios en la nube, debería de trasladarse de manera transparente y sin modificaciones a otro servicio de nube que la empresa decidiera contratar. En muchos de los casos, es inviable combinar documentos creados con herramientas diferentes a las que la plataforma ofrece. La compatibilidad de los servicios en la nube deberá de ser al 100%.

Los avisos de privacidad deben ser claros, precisos y detallados, que incluyan la protección de los datos personales, así como la prohibición de la recolección encubierta de los mismos. Bajo ninguna circunstancia se deberán de hacer transferencia de datos a otras empresas sin la autorización expresa del usuario. La tendencia a que los servicios de nube sean compatibles y uniformizados, dicho aviso de privacidad debería ser prácticamente el mismo para todas estas empresas. La regulación también deberá incluir las acciones a tomar por la empresa en caso de incumplir con el contrato o el aviso de privacidad. Este hecho cobra especial relevancia cuando la empresa que tiene los datos personales de las personas sufre algún tipo de *hackeo*. En este caso, los mecanismos de notificación a las autoridades correspondientes y al usuario deberá ser inmediata y efectiva, así como ofrecer los recursos necesarios para resarcir el posible daño.

La seguridad de la información puede iniciar con una primera clasificación para identificar aquellos datos que se considerarán sensibles o críticos para la empresa; tal vez considerar para este tipo de datos la integración de esquemas de seguridad y validación adicionales a las ofertadas. Se deben respetar las regulaciones vigentes referente a los metadatos, que pueden incluir información privada de las personas. Un tema de relevancia y que actualmente presenta un reto regulatorio importante es que la información que se procesa y almacena puede estar en un Centro de Datos localizado en un país diferente al de residencia del usuario; incluso existe una alta probabilidad de, que debido al procesamiento paralelo que se describió, la totalidad de la información haya sido seccionada y distribuida en más de un Centro de Datos. Si los Centro de Datos estuvieran en diferentes países, entonces la seguridad de la información potencialmente pudiera estar bajo diferentes regulaciones. Por contrato, pudiera establecerse que el usuario debe saber el lugar físico donde su información reside, así como tener la garantía de la seguridad de la misma.

Adicionalmente, se deben establecer cuáles son las condiciones en el caso eventual de que una empresa que depositó su información en la nube, dejará de cubrir la cuota correspondiente. En un escenario como este, ¿la empresa perdería su información?, ¿durante cuánto tiempo la información será resguardada?, ¿la empresa garantizará que mientras este sucede, la información será igualmente protegida y resguardada?

Respecto a los servicios y aplicaciones que una persona descarga cotidianamente a su computadora y dispositivos móviles, debemos de estar conscientes de que al hacer el registro respectivo para la activación de la aplicación correspondiente, estamos proporcionando mucha información que pudiera ser privada. Al consumir estos servicios, el proveedor puede conocer nuestras preferencias al momento de ver una película o escuchar una canción o leer un libro, nuestra ubicación, los viajes que realizamos, etc. La información que proporcionamos a las redes sociales cuando enviamos un *like* al comentario de un amigo, o cuando damos nuestro punto de vista sobre el resultado de un juego de fútbol, o compartimos una fotografía, notificamos un evento importante, etc., estamos proporcionando información a la empresa que le permite elaborar un detallado perfil de nuestra persona. Las compañías que venden productos y servicios pudieran ser los primeros interesados en acceder a esta información, sin hablar también de organizaciones sociales, religiosas o de carácter político.

Un tema sobresaliente de este escenario es que esta información se la proporcionamos de manera voluntaria a la empresa que gestiona y ofrece de manera gratuita la aplicación. Para comprender el modelo de negocio de empresas como Facebook, y como capitalizan su actividad, llegaremos a la conclusión de que el producto clave en su negocio somos nosotros. Una empresa como Amazon, que además de tener el perfil de consumo de millones de usuarios (lo que le facilita ofertarles nuevos productos), ya cuenta con un servicio de música (con el tipo de música adecuado para cada uno de nosotros), y adicionalmente también nos brinda la opción de tener las películas que son de nuestra preferencia, está en condiciones de ofertarnos productos y servicios adecuados a nuestra

preferencia. No es raro que esta empresa es una de las que más adquisiciones ha hecho en años recientes, adquiriendo empresas de los más diversos géneros. En 2020 compro Zoox, empresa dedicada al negocio de los coches autónomos, con el objeto de mejorar la logística de la empresa. En 2019 adquirió Canvas Technology, empresa del sector de la robótica y automatización, con el objeto de mejorar su proceso de envío de paquetes. La lista es muy grande, e incluye empresas que no necesariamente estén relacionadas en este momento con su modelo de negocio actual. En los dos últimos años ha adquirido más de 20 empresas relacionadas con sectores como comercialización, tecnología móvil, Inteligencia artificial, datos y análisis, electrónica de consumo, alimentos y bebidas, ciencia e ingeniería, tecnologías de la información, medios y entretenimiento, mensajería y telecomunicaciones, servicios de internet, contenido y publicación, vídeo, diseño, farmacéuticas, logística, robótica, etc., [46]. En 2019 se reportaron inversiones de compras similares de las otras empresas líderes como Microsoft, Google y Apple, gastando más de 100,000 millones de dólares.

Este escenario les brinda a estas empresas la posibilidad de contactarnos por vías que podríamos ni siquiera imaginar, y capturarnos como un cliente más. El potencial del alcance de estas empresas es difícil de dimensionar.

Una de las virtudes de las empresas tecnológicas líderes es su capacidad de pensar fuera de la caja, e imaginar posible casi todo. Como ejemplo podemos poner el caso de Amazon pharmacy, lanzado apenas en noviembre del año pasado, permitiendo a sus clientes recibir los medicamentos indicados en su receta directamente en su hogar. Y no esperemos que esto termine ahí; las expectativas al tener las bases de datos de hospitales, información de los potenciales pacientes, con la medicina lista para cualquier malestar, no sería raro recibir en nuestra mensajería una notificación de que por lo que acabamos de comer pudiera darnos una indigestión, indicándonos cuál sería el medicamento adecuado, así como los hospitales más próximos por si fuera necesario.

La regulación de las tecnologías involucradas en la transformación digital en que está inmerso nuestro país, así como de los nuevos modelos de negocio que se generan de manera cotidiana, se presenta como un reto desafiante, que requiere conocimiento y capacidad prospectiva para que los lineamientos que constituyan esta regulación sean impulsores y promotores de la innovación tecnológica, privilegiando los derechos de los ciudadanos. De este modo, es enfático establecer que la regulación debe existir, y que esta regulación debe ser diseñada e implementada, por una institución independiente que le permita tomar las decisiones basadas en conocimiento y fundamentos científicos, ajenos a tendencias ideológicas, comerciales o de cualquier otro tipo.

VIII. Conclusiones y Recomendaciones

El mundo digital que ya está con nosotros y que de manera cotidiana se ha ido integrando a nuestras vidas, requiere de un análisis y reflexión de todos los involucrados, desde gobiernos, empresas y ciudadanos. Los aspectos de la computación en la nube presentados en este estudio así lo

demuestran. Hoy más que nunca es necesario el diseño de una regulación que sea el producto de las contribuciones de la sociedad en su conjunto, basada en un conocimiento técnico profundo y que privilegie los derechos de los ciudadanos respetando su privacidad y datos personales. Así mismo, esta regulación deberá ser un posibilitador para que los beneficios de la innovación tecnológica sean los pilares para alcanzar un mejor nivel de vida para todos.

La seguridad y uso de la información que está en Internet y que es gestionada por las empresas proveedoras de servicios en la nube es un tema que presenta muchas aristas, cuyos alcances apenas estamos empezando a vislumbrar. No obstante, algunos de sus efectos ya los encontramos en nuestro hacer cotidiano. El poder que esta información puede llegar a tener es enorme; su uso, análisis y aplicación en los servicios que recibimos van poco a poco delineando nuestras vidas.

Son claros los beneficios económicos que la computación en la nube brinda a las empresas, así como el papel que su implementación juega al contribuir hacia el logro de un desarrollo sustentable, pero al mismo tiempo debemos ponderar el precio a pagar, haciendo un balance entre beneficios y riesgos potenciales. Esta es responsabilidad de todos.

En materia de recomendaciones y líneas de acción propuestas para el desarrollo de la computación en la nube en México, se emiten las siguientes consideraciones:

- Para el logro de los beneficios debido al uso de la computación en la nube es requerida una conexión a internet de banda ancha estable y confiable. En México, al igual que en varios países en desarrollo, es necesario contar con la inversión necesaria en infraestructura para alcanzar este objetivo. Las grandes empresas líderes en tecnología que hacen uso de este elemento para el desarrollo de sus modelos de negocio pudieran establecer estrategias de apoyo para lograr esta inversión, y contribuir con innovación tecnológica para la consecución de este objetivo. El IFT ha tomado medidas para lograr incentivar esta inversión, impulsando entre otras acciones un programa de compartición de infraestructura, así como la revisión, mejora y recomendaciones en los trámites necesarios para el despliegue de la infraestructura que las redes requieren.
- El IFT ha pugnado por una gestión del espectro que permita el establecimiento de precios del espectro accesibles, equiparables a otras naciones en las licitaciones a realizarse, así como los derechos anuales que se pagan. Se debe continuar en esta línea, de modo que el acceso inalámbrico de banda ancha sea una alternativa cada vez más viable.
- Si México desea que cada vez más empresas proveedoras de servicios de cómputo en la nube nos vean como una posibilidad viable para la instalación de sus Centros de Datos, además del tema de las conexiones de banda ancha mencionado, se debe impulsar el desarrollo de tecnologías de generación de energía sustentables, contribuyendo al establecimiento de precios por KW/h de alto consumo más competitivos internacionalmente. Si bien este pudiera verse como un tema tangencial al tema que se aborda, si el gobierno deseara

impulsar la instalación de un mayor número de Centros de Datos en México, este tema debería abordarse. Sin ser tema competencia del IFT, creo que señalarlo como un tema relevante en aras del objetivo mencionado es un tema a analizar.

- La computación en la nube se presenta como una alternativa viable para reducir costos en las empresas, sobre todo en el caso de las startups, donde el capital ahorrado por uso de este servicio puede emplearse en recursos y medios medulares del modelo de negocio. Sin embargo, esta alternativa debe de ir acompañada de una reglamentación robusta en materia de seguridad de la información, que delimite con claridad y precisión los niveles de seguridad necesarios para garantizar la privacidad de la información sensible.
- Los servicios de computación en la nube deben ser claros en sus contratos en relación a la flexibilidad en el manejo de software o herramientas elaboradas por el usuario haciendo uso de recursos informáticos diferentes a los que el proveedor del servicio usa. Al atar al usuario a que solo se pueda hacer uso de sus herramientas, se estaría vulnerando el derecho del mismo.
- Los planes y paquetes de los servicios en la nube no deberían de heredar algunas prácticas de algunos esquemas de telefonía celular que podrían vulnerar los derechos de los usuarios, como el cobro excesivo al momento de que el usuario eventualmente sobrepasara la capacidad contratada. Además del costo por almacenamiento de información, debe quedar claro que el costo por transferencias que el proveedor pudiera llevar a cabo. Este costo pudiera hacer inviable la alternativa para algunas empresas.
- La portabilidad debería ser garantizada y transparente, sin mayores dificultades. Nuevamente haciendo paralelo con la regulación promovida por el IFT para el caso de la telefonía celular, esta debería ser ágil, sin obligaciones mínimas de duración de contrato, ni condiciones para su finalización por parte del usuario. Así mismo, se debe reforzar la regulación de que una vez que el contrato del usuario termine con la empresa proveedora, los datos e información del cliente sean eliminados por completo de sus bases de datos. Si bien, el tema no es competencia plena del IFT, se podrían emitir lineamientos o recomendaciones, así como propiciar trabajos conjuntos con entidades como el INAI.
- Las empresas de computación en la nube deben de garantizar tiempos de respuesta acordes a las necesidades de los usuarios. Existen usos y aplicaciones donde la latencia es el elemento clave para el éxito del servicios o producto, y el proveedor deberá garantizar los recursos necesarios para cumplir con esta demanda. Debido a la gran diversidad de aplicaciones existentes y por desarrollar, pudiera ser viable para el proveedor garantizar niveles de servicio en función de las necesidades específicas de cada cliente. La latencia en los servicios puede ser afectada por múltiples circunstancias, entre las que se encuentra la red de telecomunicaciones que gestiona el concesionario de servicios de telecomunicaciones que regula el IFT. Nuevamente será necesario crear trabajos colegiados que aborden la temática, considerando las recomendaciones y lineamientos propuestos por entidades internacionales y mencionados en el presente trabajo.

- Los avisos de privacidad de las empresas deben ser claros, transparentes y comprensibles. Idealmente, estos deberían de ser por lo menos revisados por autoridades competentes para asegurar el respeto de los derechos de los usuarios. En este aviso deberán de quedar clara la prohibición de cualquier tipo de transferencia de la información del usuario sin su autorización expresa. De igual importancia es la definición de las acciones a seguir en caso de que la empresa proveedora del servicio fuera objeto de hackers o de algún tipo de fuga de información, así como las responsabilidades para con el usuario. De inicio, se debe establecer como un primer requisito la notificación de esta eventualidad al cliente y a las autoridades correspondientes.
- El IFT puede ser de gran apoyo al trabajo que lleva a cabo en México el IFAI, PROFECO y el INAI, colaborando y contribuyendo en la integración de casos y el fortalecimiento de sus lineamientos para que los servicios de los usuarios de los medios digitales como la computación en la nube sean respetados en todo momento. Un grupo de trabajo integrado por las entidades mencionadas, más las que se consideraran oportuno incluir, la participación y voz del IFT sería de gran utilidad en la integración de lineamientos y análisis de casos.
- El flujo de datos no respeta fronteras. Los metadatos e información considerada como sensible deberían ser protegidos por esquemas más robustos de seguridad, además de que se debe pugnar por una regulación global y armonizada para todos los países. El cumplimiento de esta directiva pudiera considerarse como un requisito más a cumplir por cualquier país que impulsara la instalación de un Centro de Datos dentro de su geografía. De este modo, el derecho a la privacidad de la información de los usuarios estaría considerada en la reglamentación para la instalación y puesta en marcha de la infraestructura de las empresas proveedoras de servicios en la nube.
- Las empresas que proveen servicios en la nube, deberán establecer con claridad qué personas dentro de la organización tendrán acceso a la información y en qué nivel. En la actualidad existen controversias, sobre todo en Europa, respecto a empresas que ofertan servicios de PaaS para que otras empresas vendan sus productos, hacen uso de los datos de los compradores de dichos productos, e incluso, diseñando productos similares que finalmente terminan desplazando a la empresa que originalmente poseía el producto.
- El tema de la desaparición de empleos y la creación de otros debido a la penetración de innovaciones tecnológicas como la computación en la nube es un tema que debe analizarse con mayor profundidad.
- Los contratos que se firman con las empresas proveedoras de servicio de computación en la nube, deberán establecer políticas respecto a lo que sucedería si por cualquier circunstancia una empresa o persona dejara de pagar los servicios contratados. Ponderando los derechos de los usuarios, una posibilidad es que al momento en que el pago de la cuota sea inviable, la empresa debería devolver la totalidad de la información al usuario, borrándola de sus registros, y que este fuera un requisito previo para proceder a reclamar el cobro de lo adeudado por los medios correspondientes. Profeco puede tener esta atribución, y nuevamente el IFT puede ser coadyuvante en la revisión e integración de la regulación, así

como de la armonización con legislaciones internacionales. En esta línea, empresas líderes como Google y Amazon están alineando su reglamentación y operación con estándares internacionales como la ISO 27018, lo que también proporciona una posible línea de acción.

- Se recomienda ahondar sobre la claridad y transparencia de la soberanía de los datos. En la actualidad, los datos pueden ser posesión de una empresa que tiene sucursales en varios países, y sus datos pueden estar almacenados en un Centro de Datos en otro país diferente; adicionalmente, la empresa proveedora de los servicios y que gestiona el Centro de Datos pudiera tener una nacionalidad diferente a cualquiera de las anteriores. ¿La regulación de qué país deberá aplicarse? La solución a esta interrogante puede iniciar con la integración de una regulación que esté armonizada con recomendaciones internacionales.
- Al igual que sucede con el registro de las actividades de las instituciones financieras, o los informes que genera el IFT respecto a las quejas de los usuarios en relación a los servicios de telecomunicaciones en nuestro país, se recomienda implementar un esquema similar para las empresas que ofertan servicios en la nube, que permitiera conocer su desempeño, plantear posibles soluciones a controversias, etc. Esto no solo sería útil para los usuarios, sino que a las empresas les permitiría tener retroalimentación de primera mano, lo que contribuiría al desarrollo de procesos de mejora continua. De este modo, estas empresas deberían entregar un informe periódico de atención a incidencias, cuyo contenido incluyera también el cumplimiento a la normatividad referente a la protección de datos personales. La GDPR ha delineado recomendaciones al respecto.
- Es necesario que la alfabetización digital esté apoyada por un programa nacional de capacitación digital. Los beneficios de la innovación tecnológica y desarrollos como los expuestos no solo pueden no alcanzar a la totalidad de la población, sino que pueden hacer que la brecha digital existente sea aún mayor. Este es un tema que debería atenderse con urgencia. Usuarios con conocimiento en tecnologías digitales está en mejores condiciones de conocer y exigir su derecho a la privacidad de sus datos que aquellos que no cuentan con este conocimiento.
- Se recomienda prohibir en equipos, sistemas de cómputo y comunicaciones que se contemple por diseño una puerta trasera para acceder a la información en casos particulares. Esto es una potencial condición para la violación de los derechos de los usuarios. El IFT podría validar que la regulación existente no permite que los equipos terminales que operen con configuraciones que contemplen este tipo de accesos puedan operar en México. Es necesario una revisión detallada de la regulación.
- Se recomienda analizar con profundidad el papel que muchas empresas tecnológicas realizan como divulgadores de información. Así como es encomiable acciones que empresas como Facebook llevan a cabo contra el racismo, la violencia en todos sus géneros y la pornografía, entre otros rubros, del mismo modo debe revisarse los criterios para censurar o dar privilegios a determinados comentarios de temas polémicos como política o religión. La integración de los algoritmos que realizan dichas tareas, y que son programados por personas como nosotros, siguen criterios que deben ser dados a conocer, para que de manera

colegiada se pueda emitir una opinión al respecto. Lejos de decidir que un comentario es moral o amoral, y en consecuencia censurarlo, debe llamarnos la atención que esta decisión la toma una empresa comercial, que decide lo que debemos leer en su portal. Expertos de la academia e investigadores academia pudieran abordar estos temas desde un punto científico, social y tecnológico que, con base en el conocimiento, pudieran dar alguna luz a este intrincado panorama. Estas investigaciones pudieran ser también financiadas por las empresas que se benefician de estos servicios.

- Si bien muchos de datos de los usuarios con accesibles para las empresas tecnológicas con gran facilidad, no es lo mismo cuando se desea acceder a la información de estas empresas. En el marco de convenios de confidencialidad, estos datos pudieran ser materia prima para una gran cantidad de estudios que nos permitirá describir con mayor detalle nuestro entorno.
- Varios de los temas mencionados no son competencia explícita del IFT. Se propone que el instituto convoque a la creación de un panel de expertos de cada uno de los aspectos relacionados con la tecnología para mantener un diálogo informado y actualizado. Este panel sería inclusivo, invitando a empresas, investigadores y universidades, con el objeto de que se generen análisis y estudios que permitan el delineamiento de normativas que permitan el desarrollo de la computación en la nube y sus tecnologías relacionadas, cuidando siempre los derechos de los ciudadanos.
- Un último tema que pudiera ser visto como antecesor de todo este planteamiento, es la recomendación respecto a que la definición de lo que implica la industria de las telecomunicaciones. Estamos inmersos en un ambiente de innovación y desarrollo tecnológico constante, contribuyendo en la integración de marcos regulatorios de estas mismas innovaciones, pero partiendo de la definición de un concepto de Telecomunicaciones de varias décadas atrás. Este puede ser una de las raíces del problema.

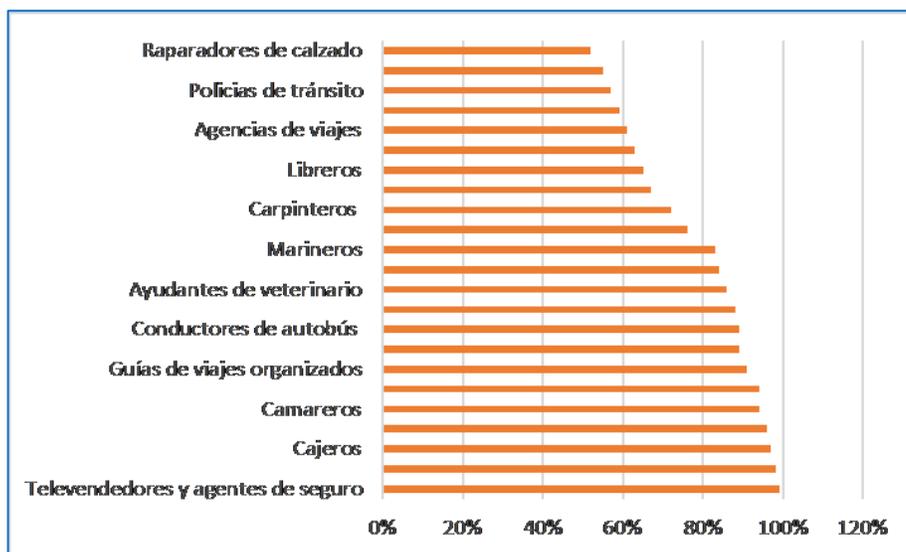
Más allá de la competencia plena o de coadyuvancia por parte del IFT en varias de las recomendaciones mencionadas, se considera que la colaboración del instituto puede ser importante, de relevancia y de gran aportación. Dado el escenario actual de convergencia tecnológica en servicios y bienes, y de la necesidad de regulaciones flexibles que evolucionen junto con la innovación tecnológica, de manera que puedan crearse marcos regulatorios que cubran todas las aristas de los servicios y aplicaciones, manteniendo esquemas de evaluación constante de las medidas y acciones regulatorias, con la finalidad de evaluar el impacto de estas en el bienestar del usuario final.

Anexo I. El empleo en la era de la computación en la nube

Los temores respecto a que la automatización genere un desempleo masivo es un tema que se manifestó desde que el siglo XIX, al ver las nuevas condiciones de producción y trabajo producto de la Revolución Industrial. Sin embargo, hay estudios que indican que por cada empleo que se perdía por la introducción de una máquina al proceso productivo, se generó por lo menos uno, además de que se lograba un incremento en el nivel de vida promedio [47]. Sin embargo, nuevas tecnologías como la computación en la nube y la inteligencia artificial, entre otras que impulsan la automatización y el aprendizaje de autómatas, posibilitan que en esta ocasión el resultado sea diferente y que el escenario laboral pudiera presentar una drástica reconfiguración. La automatización permite a una máquina repetir de manera eficiente (no hay cansancio, distractores, necesidades físicas) una secuencia de operaciones que integran un proceso. Sin embargo, si hubiera la necesidad de un cambio o actualización del proceso, la máquina no sería capaz de seguir a menos que se actualizará su programa o ...aprendiera a hacerlo.

De acuerdo con [48], para el año 2033 alrededor del mundo son varios los trabajos y profesiones que serán ejecutados por algoritmos que podrían estar operando en la nube. En la siguiente figura se muestra la probabilidad de que algunos trabajos y oficios puedan ser realizados por máquinas.

Gráfica 11. Tipo de empleos que pudieran perderse por el uso de nuevas tecnologías en el mundo.



Dentro de esta vorágine de causas y efectos que la innovación genera constantemente, se acaba de dar a conocer [49] que Google ya ha negociado algunos acuerdos con medios franceses como el diario nacional Le Monde y el semanario l'Obs, para la realización de pagos por el uso de cierta información. La firma se vio obligada a negociar con editores y agencias de noticias para utilizar su material en internet debido a una ley que entró en vigencia después de que Francia se convirtiera en el primer país en adoptar las nuevas normas de derechos de autor de la Unión Europea. En un principio, Google rechazó pagar por las noticias y afirmó que las empresas de noticias se beneficiaban de los millones de lectores que enviaba a sus sitios web. Pero el año pasado, una corte de apelaciones ordenó a la empresa iniciar negociaciones con los editores. Según el acuerdo marco, los pagos se basarán en criterios como la cantidad publicada cada día y el tráfico mensual de visitas.

Sin duda, esto marca un antecedente que puede detonar aún muchos otros temas y oportunidades. Como se mencionó, falta mucho por ver, analizar y escribir. Es un tema que vale la pena revisar y profundizar.

Anexo II. Computación en la nube y la diversidad de fuentes noticiosas.

La producción de contenidos digitales que incluyen texto, imágenes, video y audio de alta calidad pueden ser producidos hoy en día por mucho menos de lo que costaba hacerlo hace algunos años. La gran cantidad de recursos tecnológicos disponibles, como los servicios de computación en la nube y muchos otros recursos y equipos, han ocasionado que actividades como la filmación, fotografía, edición y diseño gráfico puedan ser llevadas a cabo a un menor costo (humano y material), además de requerir menos especialización para llevarlas a cabo. Adicionalmente, una mayor cobertura y la reducción de los costos en los accesos a Internet de banda ancha en México, han ocasionado que estos contenidos digitales pueden ser fácilmente distribuidos vía Internet. Además, muchos de estos contenidos se ofertan sin costo, ya que el modelo de negocio y generación de ingresos es diferente al que utilizan los medios impresos tradicionales. De entrada, los gastos de impresión y distribución de los medios impresos como los periódicos no existen en su contraparte digital.

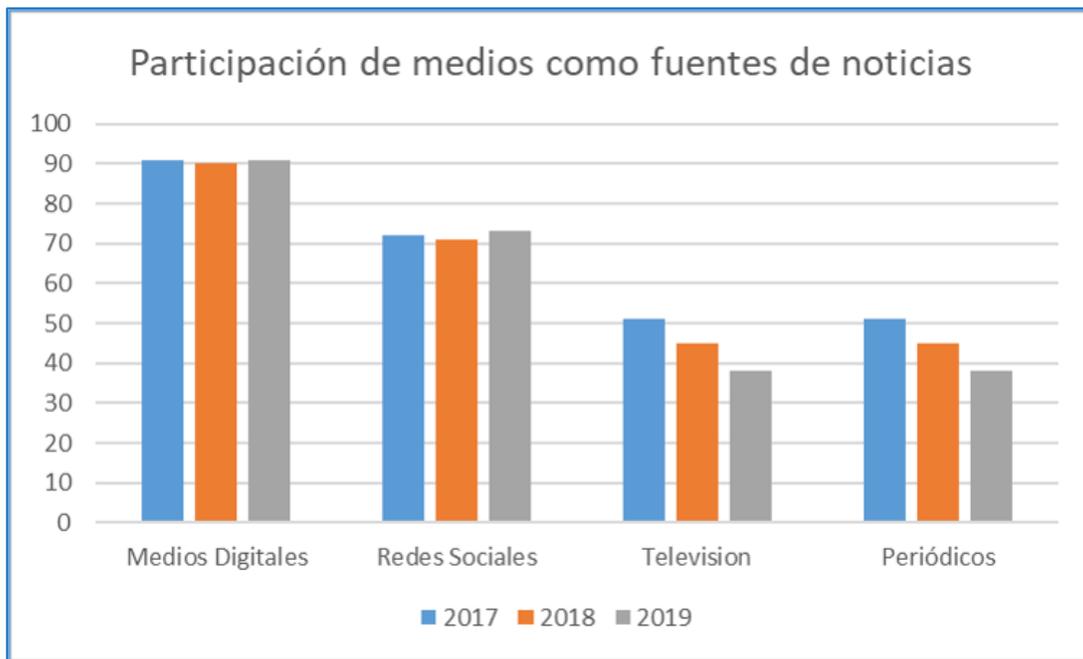
Esto ha generado que en Internet exista una enorme proliferación de blogs, podcast, plataformas de contenidos audiovisuales y de música, etc., así como boletines digitales de noticias de todos los géneros. La oferta de portales medios que ofrecen noticias y novedades es muy vasta, que difícilmente un usuario podría tener conocimiento de la totalidad de estos, además de que todos los días esta lista sigue incrementándose. Sin embargo, es oportuno recordar que no siempre una mayor variedad significa una mejor elección.

Uno de los afectados por lo anteriormente descrito es la industria periodística impresa en México. Por ejemplo, el pasado 31 de diciembre de 2019 fue la última versión impresa del periódico el País en México y Argentina; la empresa ha decidido apostar todo por las versiones digitales de este medio. Este caso no es único. Hoy en día la totalidad de los periódicos en México cuenta con su versión digital, y son pocos los que aún mantienen ambas ediciones.

No obstante que los periódicos en México han lanzado desde hace algún tiempo atrás sus versiones digitales, de acuerdo con el PWC-Global Entertainment & Media Outlook 2019-2023 [50], los ingresos de los periódicos impresos en México caen a un ritmo más acelerado que los ingresos generados por sus versiones digitales. De acuerdo a la misma fuente, las versiones impresas presentarán una reducción de sus ingresos de aproximadamente 94 millones de dólares en el período del 2019 al 2023, mientras que en ese mismo período sus versiones digitales generarían ingresos de 21 millones de dólares, por lo que la merma total sufrida es de poco más de 73 millones de dólares. Como consecuencia de esta gran oferta de medios que ofrecen información en México, los medios tradicionales de noticias como la TV y el periódico han perdido participación como fuentes de

noticias. De acuerdo con el Digital News Report del Reuters Institute, los medios digitales para el consumo de noticias fueron los medios digitales y las redes sociales. El 81% del consumo de noticias se realiza a través desde equipos móviles. En el periodo del 2017 al 2019, los periódicos perdieron 13 puntos de participación. Gráfica 12.

Gráfica 12. Tipo de empleos que pudieran perderse por el uso de nuevas tecnologías en el mundo (elaboración propia con datos de [5]).



Referencias

- [1] Carr, N.G. The Big Switch. The definitive guide to the cloud computing revolution. 2013
- [2] Carr, N.G. IT Doesn't Matter. Harvard Business Review. 2003
- [3] Carr, N.G. The End of Corporate Computing. MIT Sloan Management Review, 2005.
- [4] Nuñez, F. Javier (2020), "Economía Digital", Ockham Economy Consulting. Curso. presentación powerpoint.

- [5] Ester Amor Pérez. (2020). How to manage complexity and realize the value of big data. 1/02/2021, de IBM Sitio web: <https://www.ibm.com/blogs/services/2020/05/28/how-to-manage-complexity-and-realize-the-value-of-big-data/>
- [6] <https://www.google.com/about/datacenters/locations/>
- [7] EIA. (2017). Digitalisation and Energy. 1/02/2021, de EIA Sitio web: <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>
- [8] <https://www.datacentermap.com/datacenters.html>
- [9] Noelle Walsh. (2020). Alcanzar el 100 por ciento de energía renovable con monitoreo 24x7 en Microsoft Suecia. 2 Feb. 2021, de Microsoft Sitio web: <https://news.microsoft.com/es-xl/alcanzar-el-100-por-ciento-de-energia-renovable-con-monitoreo-24x7-en-microsoft-suecia/>
- [10] ISO. (2019). ISO 5001 Energy Management. 25 Enero 2021, de ISO Sitio web: <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>
- [11] Schneider Electric . (2016). Normatividad de centros de alto desempeño. 25 Dic 2020, de Canales IT Sitio web: <https://itcomunicacion.com.mx/norma-mexicana-para-centros-de-datos-obligatoria-u-opcional/>
- [12] Cómputo en la nube: nuevo detonador para la Competitividad en México. Microsoft. Instituto Mexicano para la Competitividad AC
- [13] <https://serman.com/blog-recuperacion-datos/cuanto-cuesta-almacenar-mis-datos-en-la-nube/>
- [14] Cloud Computing End User Analysis Mexico, Frost y Sullivan, 2011.
- [15] CDW 2011, CDW Cloud Computing Tracking Poll.
- [16] SaaS CRM Reduces Costs and Use of Consultants. Gartner Inc. 2008.
- [17] The Economics of Cloud Computing: Addressing the Benefits of Infrastructure in the Cloud. Booz, Allen, Hamilton 2009
- [18] Cloud Computing Savings – Real or Imaginary? April 2009.
- [19] 2021 Trends to Watch: Cloud Computing. OMDIA. January 2021.

- [20] Katie Costello. (2019). Gartner Forecasts Worldwide Public Cloud Revenue to Grow 17.5 Percent in 2019. 8/02/2021, de Gartner Sitio web: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-04-02-gartner-forecasts-worldwide-public-cloud-revenue-to-g>
- [21] IDC. (2020). IDC - Worldwide Public Cloud Services Spending Guide, 2021." 4/02/2021, de IDC Sitioweb:https://idccustomerinsights.com/technology/WW_PCS_SG/info/trackerDownloads
- [22] State of the cloud report. Flexera. 2020.
- [23] Cloud computing in developing economies: drivers, effects and policy measures. IBM
- [24] <https://www.cable.co.uk/broadband/speed/worldwide-speed-league/>
- [25] [www2.deloitte.com /content/dam/Deloitte/pe/Documents/risk/Futuro%20de%20la%20Regulaci%C3%B3nRevII%20\(002\).pdf](http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pe/Documents/risk/Futuro%20de%20la%20Regulaci%C3%B3nRevII%20(002).pdf)
- [26] 2018 BSA Global Cloud Computing Scoreboard. Powering a bright future. The Software Alliance. 2019.
- [27] Criterios mínimos sugeridos para la contratación de servicios de cómputo en la nube que impliquen el tratamiento de datos personales. Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la información y protección de datos personales. INAI. Secretaria de Economía. <http://inicio.inai.org.mx/nuevo/ComputoEnLaNube.pdf>
- [28] Amazon Web Services: Overview of Security Processes. AWS. March 2020.
- [29] ISO/IEC 27018 Code of Practice for Protecting Personal Data in the Cloud. ISO/IEC 27018 overview. Microsoft. 2020. <https://docs.microsoft.com/en-us/compliance/regulatory/offering-iso-27018#resources>
- [30] La norma ISO 27001. Aspectos clave de su diseño e implementación. ISO Tools Excellence.
- [31] Norma Mexicana: Tecnologías de la información-Técnicas de seguridad-Código de práctica para la protección de datos personales (DP) para proveedores de servicios de nubes públicas. NMX-I-27018-NYCE-2016. Publicada en el Diario Oficial de la Federación en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5449891&fecha=26/08/2016

- [32] Convention on Cybercrime. Budapest 23.XI. 2001. Council of Europe. <https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=0900001680081561>
- [33] Parties/Observers to the Budapest Convention and Observer Organizations to the T-CY. Council of Europe. <https://www.coe.int/en/web/cybercrime/parties-observers>
- [34] Mexico y el Convenio de Budapest. Posibles incompatibilidades. Danya Centeno. R3D. Derechos Digitales América Latina. 2018. <https://www.coe.int/en/web/cybercrime/parties-observers>
- [35] <https://cybermap.kaspersky.com/stats>
- [36] Empresas, principal objetivo de ciberataques en América Latina. Kaspersky daily. <https://latam.kaspersky.com/blog/empresas-principal-objetivo-de-ciberataques-en-america-latina/20209/>
- [37] LEY FEDERAL DE PROTECCIÓN A LA PROPIEDAD INDUSTRIAL. Publicada en el DOF el 1 de julio de 2020. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPPI_010720.pdf
- [38] LA LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR. Reformas. Diario Oficial de la Federación. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfa/LFDA_ref12_24ene20.pdf
- [39] General Data Protection Regulation. GDPR. Intersoft-Consulting. <https://gdpr-info.eu/>
- [40] Leyes inteligentes de privacidad de datos. Cómo lograr los resultados deseados en la era digital. Copyright © 2019 GSM Association. Junio de 2019. https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2019/10/GSMA_Leyes-inteligentes-de-privacidad-de-datos_junio-2019.pdf
- [41] NORMA MEXICANA NMX-COE-001-SCFI-2018, COMERCIO ELECTRÓNICO-DISPOSICIONES A LAS QUE SE SUJETARÁN AQUELLAS PERSONAS QUE OFREZCAN, COMERCIALICEN O VENDAN BIENES, PRODUCTOS O SERVICIOS. DOF. Abril 2019. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5559015&fecha=30/04/2019
- [42] Flujos transfronterizos de datos Materializando los beneficios y eliminando las barreras. GSMA. Wickham Heath Consulting. Septiembre 2018. https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2018/09/GSMA-Cross-Border-Data-Flows-Realising-benefits-and-removing-barriers_SPANISH-2.pdf

- [43] Contreras Vásquez, Pablo, & Trigo Kramcsák, Pablo. (2020). ¿Abriendo la caja de Pandora? El interés legítimo en la reforma a la Ley 19.628, sobre protección de la vida privada. *Revista chilena de derecho y tecnología*, 9(1), 185-206. <https://dx.doi.org/10.5354/0719-2584.2020.55021>
- [44] <https://www.cullen-international.com/product/pdf/CTECLN20170060>
- [45] https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/1/2019-03-27/1/assets/documentos/Inic_MORENA_Seguridad_Informatica.pdf
- [46] <https://www.expansion.com/economiadigital/companias/2019/03/10/5c8292b7468aeb567d8b45ee.html>
- [47] Woirol, R. Gregory. *The Technological Unemployment and Structural Unemployment Debates*. ABC-CLIO. Julio 1996.
- [48] Frey, Carl Benedikt, Osborne, Michael A. *THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION?* Septiembre 17 de 2013.
- [49] <https://latinus.us/2021/01/21/google-editores-franceses-firman-acuerdo-sobre-noticias/>
- [50] PWC. (2020). *Global Entertainment & Media Outlook 2020–2024*. 5 Feb. 2021, de PWC Sitio web: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/tmt/media/outlook.html>