Computación en la Nube: Fundamentos, Críticas y Desafíos

» **Jorge Kamlofsky**
CAETI – Universidad Abierta Interamericana – Facultad de Tecnología Informática.

Resumen

Cluod Computing o Computación en la Nube es un término amplio que describe un gran abanico servicios tecnológicos. Para entender realmente cómo la nube puede ser valiosa para una organización, es importante entender qué es realmente la nube y cuáles son sus diferentes componentes. Dado que la nube es un amplio conjunto de servicios, las organizaciones pueden elegir dónde, cuándo y cómo utilizar la computación en la nube. En este trabajo se explican los diferentes tipos de servicios de computación en la nube denominados SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) e IaaS (Infrastructure as a Service) englobados bajo el concepto de "La Pila de Servicios en la Nube" y se presentan ejemplos de casos de estudio. Se describen los modelos de despliegue e implementación de diferentes tipos de nube, algunas implementaciones para tecnologías disruptivas (Machine Learning, IOT, robótica ubicua, Blockchain). Se presentan también, inconvenientes, posturas críticas y desafíos relacionadas con este concepto.

PALABRAS CLAVE: COMPUTACIÓN EN LA NUBE, SP 800 – 145, SERVICIOS EN LA NUBE, SAAS, PAAS, IAAS, USOS DE CLOUD, CRÍTICAS A CLOUD

Cloud Computing: Fundamentals, Critiques and Challenges

Abstract

Cluod Computing is a broad term that describes a wide range of technological services. To truly understand how the cloud can be valuable to an organization, it's important to understand what the cloud really is and what its different components are. Since the cloud is a broad set of services, organizations can choose where, when, and how to use cloud computing. This paper explains the different types of cloud computing services called SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) and IaaS (Infrastructure as a Service) encompassed under the concept of "Cloud Services Stack" and presents examples of case studies. The deployment and implementation models of different types of cloud are described, some implementations for disruptive technologies (Machine Learning, IOT, ubiquitous robotics, Blockchain). There are also drawbacks, critical positions and challenges related to this concept.

Recibido: Junio 2022 / Aceptado: Noviembre 2022 / Publicado: Diciembre 2022

KEYWORDS: CLOUD COMPUTING, SP 800 – 145, CLOUD SERVICES, SAAS, PAAS, IAAS, CLOUD USES, CLOUD CRITICAL.

1. Introducción

1.1. Trabajos Relacionados

Actualmente, en el mundo de las tecnologías de la información, el tema de moda sin duda se llama Cloud Computing o Computación en la Nube. La promesa de una reducción significativa en la inversión en TI y una mayor flexibilidad que permite pagar solo por lo que se usa hace que este nuevo modelo de negocios esté llamando la atención de muchos CEOs [1].

Un primer antecedente de este concepto puede hallarse en la década de 1960 [1]: IBM se afianzaba como pionera en el desarrollo de computadoras. Las primeras computadoras tenían un precio exorbitante. Esto hizo que algunos proyectaran un futuro en el que se pagara exclusivamente por el tiempo de uso de los mismos, de la misma forma que hay empresas que venden electricidad o agua y solo cobran por su uso. Eso reduciría el costo, al aumentar el uso de los equipos. A ese concepto se lo llamó Utility Computing [2]. Electronic Data Systems[1] (EDS), nació en 1962 para implementar ese concepto, rentando tiempo de uso de computadoras IBM, para que empresas pequeñas y medianas pudieran tener acceso a la tecnología sin necesidad de realizar grandes inversiones en capital fijo.

En esa época apenas se empezaba a divisar que los precios de la tecnología tenderían a caer con el tiempo y crecer en volumen y en potencia de forma exponencial, cosa que predijo en 1965 [3] el Dr. Gordon Moore, uno de los fundadores de Intel.

El descenso de los precios y el aumento del poder de cómputo predicho por Moore influyó a que el concepto de Utility Computing no progresara. Sin embargo, nunca terminó de desaparecer ya que para los CEOs se prefiere lo costos variables a los costos fijos [1].

Hacia fines de los años 90 se presenta el concepto de Grid Computing [5]: Una super-computadora basada en gran cantidad de recursos económicos (arquitectura Intel x86 y software libre) distribuidos que en conjunto permite realizar cálculos altamente complejos a demanda. Sin embargo, las Grid no terminaron de ser del todo eficientes, pero muchas de sus ideas perduraron: hardware económico y software estándar para resolver problemas complejos [1].

Cloud Computing o Computación en la Nube se presenta como un concepto novedoso que hace uso eficiente de los recursos TI distribuidos en el mundo. El crecimiento exponencial de usuarios de Internet y de centros de análisis de datos que obtienen datos de Internet (hoy conocido como Big Data), son la demanda que apalancó el crecimiento de la Computación en la Nube.

La definición más estricta es la presentada por la NIST en su publicación SP 800-145 [4]: allí define el concepto de Computación en la Nube y presenta dos abordajes. Un primer enfoque es el modelo de Computación en la nube como Servicio, donde se presentan como Servicio a las capas de Software (SaaS), Plataforma (PaaS) e Infraestructura (IaaS). Este enfoque se presenta

1 Acerca de EDS; https://es.wikipedia.org/wiki/Electronic_Data_Systems

Revista Abierta de Informática Aplicada/vol 6 N°2 (2022): 3-30
ISSN 2591-5320

más ampliamente en [6]. El segundo enfoque son los modelos de Despliegue o Implementaciones de Nube donde se define a las Nubes Privadas, Comunitarias, Públicas y las Híbridas.

Hoy no solo se usan esquemas Cloud para fines empresariales y comerciales, sino que además, se usan para dar soporte a nuevas tecnologías disruptivas que conforman el nuevo paradigma de producción llamado Industria 4.0 [7].

En este trabajo se presentan los fundamentos de la tecnología de la Computación en la nube, casos de éxito, ejemplos de algunas tecnologías disruptivas implementadas en Cloud, así como también, críticas y desafíos a este modelo de Computación en la Nube.

1.2. Objetivos del Trabajo

Presentar el concepto de Computación en la Nube como un modelo de Servicios formado por una pila de tres capas: SaaS, PaaS y IaaS, con características, ventajas, desventajas y casos de éxito.

Mostrar implementaciones de tecnologías disruptivas implementadas en Cloud.

Presentar enfoques diferentes al concepto de Computación en la Nube con la intención de despertar en el lector un enfoque crítico acerca de esta nueva tecnología.

1.3. Estructura del trabajo

En la Sección 2 se presenta el Estado del Arte donde se presentan los conceptos de Computación en la Nube, y la pila SaaS, PaaS e IaaS y las formas de implementación. La Sección 3 presenta Casos de Estudio para cada uno de los niveles. En la Sección 4 se muestran tecnologías disruptivas implementadas en Cloud y en la Sección 5 presenta inconvenientes, enfoques críticos y desafíos. La Sección 6 presenta las Conclusiones.

2. Estado del Arte

2.1. El Modelo de la Pila de la Computación en la Nube

2.1.1. Presentación del Modelo de la Pila Cloud

El modelo de Servicios de la computación en nube a menudo se describe como una pila [6], como respuesta a la amplia gama de servicios construidos uno encima del otro bajo el nombre "Nube". La definición generalmente aceptada de computación en la nube proviene del National Institute of Standards and Technology (NIST).

La definición de la NIST presentada en su publicación NIST SP800-145 [4] dice que: *"la computación en la nube es un modelo que permite acceso de red ubicuo, conveniente y bajo demanda a un grupo compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden aprovisionarse y lanzarse rápidamente con un mínimo esfuerzo administrativo o con la mínima interacción con el proveedor de servicios".*

Esto significa que es la capacidad de los usuarios finales para utilizar partes de recursos masivamente disponibles y que estos recursos se pueden adquirir rápida y fácilmente.

La NIST [4] requiere características que considera esenciales para que un servicio sea considerado "Nube". Estas características incluyen:

- **Auto-servicio bajo demanda:** Es la capacidad de un usuario final para registrarse y recibir servicios sin las largas demoras que han caracterizado a la industria TI tradicional.
- **Amplio acceso a la red:** Posibilidad de acceder al servicio a través de plataformas estándar (computadoras de escritorio, computadoras portatiles, dispositivos móviles, etc.).
- **Puesta en común de recursos:** Los recursos se agrupan en varios clientes.
- **Elasticidad rápida:** La capacidad puede escalar para hacer frente a los picos de demanda.
- **Servicio medido:** La facturación se mide y se entrega como un servicio público.

La Figura 1 (obtenida de [6]) muestra la pila de computación en la nube: muestra tres categorías distintas dentro de computación en la nube: SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) e IaaS (Infraestructure as a Service).

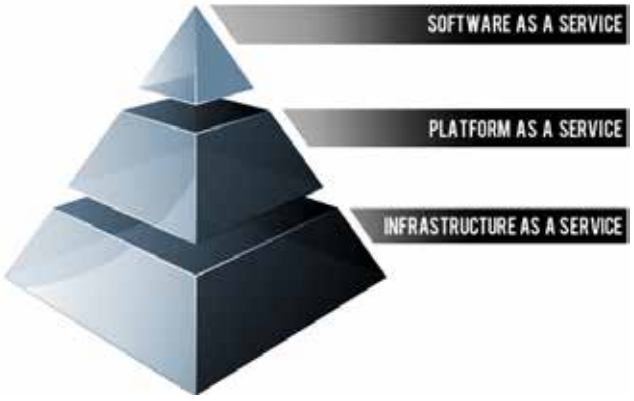

Figura 1: La pila de computación en la nube

En este trabajo, se analizan en detalle las tres categorías. Sin embargo, una forma muy simplificada de diferenciar estas categorías de computación en la nube es la siguiente:

- Las aplicaciones SaaS están diseñadas para usuarios finales, entregadas a través de la web.
- PaaS es el conjunto de herramientas y servicios diseñados para hacer que la codificación y el despliegue de esas aplicaciones sean rápidos y eficientes.
- IaaS es el hardware y el software que lo potencia todo: servidores, almacenamiento, redes, sistemas operativos.

Para ayudar a comprender cómo se relacionan estos tres componentes, algunos han usado una analogía comparándola con el sistema de transporte [6]:

"Por sí solo, la infraestructura no es útil, simplemente está ahí esperando que alguien lo haga productivo para resolver un problema en particular. Imagine el sistema de transporte interestatal en los Estados Unidos. Incluso con todas estas carreteras construidas, no serían útiles sin automóviles y camiones para transportar personas y bienes. En esta analogía, las carreteras son la infraestructura y los autos y camiones son la plataforma que se ubica en la parte superior de la infraestructura y transporta las personas y los bienes. Estos bienes y personas podrían considerarse el software y la información."

Es importante tener en cuenta que, si bien a título ilustrativo aquí se establece una clara distinción entre SaaS, PaaS y IaaS, las diferencias entre estas categorías de computación en la nube, especialmente entre PaaS e IaaS, se han desdibujado últimamente y continuarán haciéndolo.

2.1.2. Saas: Software as a Service

Software como Servicio (SaaS): Según NIST [4] *"es la capacidad provista al consumidor de usar las aplicaciones del proveedor que se ejecutan en una infraestructura en la nube. Se puede acceder a las aplicaciones desde varios dispositivos cliente a través de una interfaz de cliente ligero, como un navegador web (por ejemplo, correo electrónico basado en web) o una interfaz de programa. El consumidor no administra ni controla la infraestructura subyacente de la nube, incluidos la red, los servidores, los sistemas operativos, el almacenamiento o incluso las capacidades de aplicaciones individuales, con la posible excepción de configuraciones limitadas de configuración de aplicaciones específicas del usuario".*

SaaS es un software que se implementa a través de Internet. Con SaaS, un proveedor licencia una aplicación a los clientes ya sea como un servicio bajo demanda, a través de una suscripción, en un modelo de "pago por uso" o (cada vez más) sin cargo cuando hay una oportunidad de generar a partir de esto, otros ingresos, como publicidad o ventas de listas de usuarios [6].

SaaS es un modelo de distribución de software donde el soporte lógico y los datos que maneja se alojan en servidores de una compañía de tecnologías de información y comunicación (TIC), a los que se accede vía Internet desde un cliente[2].

SaaS es un mercado en rápido crecimiento, como indican informes y opiniones de expertos que explican el fuerte crecimiento continuo [8–10]. Este rápido crecimiento indica que SaaS pronto se convertirá en un lugar común dentro de cada organización (hoy ya casi es así) y, por lo tanto, es importante que los compradores y usuarios de tecnología comprendan qué es SaaS y dónde es adecuado.

Algunos ejemplos de modelos SaaS: servicios de correo electrónico gratuito como Gmail[3], Outlook[4] o Yahoo[5], redes sociales como Facebook[6], LinkedIn[7], la plataforma de campus virtuales Moodle[8].

2 Acerca de SaaS: https://es.wikipedia.org/wiki/Software_como_servicio/
3 Sitio oficial de Gmail: https://www.google.com/gmail/
4 Sitio oficial de Outlook: https://outlook.live.com/
5 Sitio oficial de Yahoo mail: https://mail.yahoo.com/
6 Sitio oficial de Facebook en español: https://es-la.facebook.com/
7 Sitio oficial de LinkedIn Argentina: https://ar.linkedin.com/
8 Acerca de Moodle: https://es.wikipedia.org/wiki/Moodle

Características de SaaS

Al igual que otras formas de computación en la nube, es importante asegurarse de que las soluciones vendidas como SaaS de hecho cumplan con las definiciones generalmente aceptadas de computación en la nube. Algunas características definitorias de SaaS incluyen:

- Acceso web a software comercial.
- El software se administra desde una ubicación central.
- Software entregado en un modelo de "uno a muchos".
- Los usuarios no necesitan manejar ni actualizaciones ni parches de software.
- Las interfaces de programación de aplicaciones (APIs) permiten la integración entre diferentes piezas de software.

Dónde SaaS tiene sentido

Computación en la nube en general, y SaaS en particular, es un método de crecimiento rápido para la entrega de tecnología. Dicho esto, las organizaciones que estén considerando mudarse a la nube querrán considerar qué aplicaciones trasladan a SaaS [6]. Como tal, hay soluciones particulares que consideramos el candidato principal para un movimiento inicial hacia SaaS:

- Aplicaciones donde existe una interacción significativa entre la organización y el mundo exterior. Por ejemplo, software de campaña de boletines por correo electrónico.
- Aplicaciones que tienen una gran necesidad de acceso web o móvil. Un ejemplo sería el software de gestión de ventas móviles.
- Software que solo se utilizará para necesidades a corto plazo. Un ejemplo sería el software de colaboración para un proyecto específico.
- Software donde la demanda aumenta en forma significativa estacionalmente, por ejemplo, software impositivo o de facturación que se usa una vez al mes.

La empresa Salesforce introdujo un CRM para la fuerza de ventas bajo demanda llamado Sales Cloud siendo este el primer gran caso de éxito de introducción de SaaS en el mundo de los negocios, en 1999, cuando aún no se hablaba de computación en la nube. Por ser Salesforce[9] uno de los precursores, no sorprende que CRM sea el área de aplicaciones SaaS más popular. Sin embargo, el correo electrónico, la administración financiera, el servicio al cliente y la gestión de gastos también han tenido una buena aceptación a través de SaaS [6].

9 Acerca de Sales Force: https://es.wikipedia.org/wiki/Salesforce.com

Donde SaaS no es la Mejor Opción

Si bien SaaS es una herramienta muy valiosa, existen ciertas situaciones en las que creemos que no es la mejor opción para la entrega de software. Los ejemplos donde SaaS puede no ser apropiado incluyen:

- Aplicaciones donde se requiere un procesamiento extremadamente rápido de datos en tiempo real.
- Aplicaciones donde la legislación u otra regulación no permite que los datos sean alojados externamente.
- Aplicaciones donde una solución local existente satisface todas las necesidades de la organización.

2.1.3. Paas: Platform as a Service

SaaS puede ser el aspecto más conocido de computación en la nube, pero los desarrolladores y organizaciones de todo el mundo están aprovechando Platform as a Service, que combina la simplicidad de SaaS con el poder de IaaS, con gran efecto [6].

Según Nist [4], PaaS es la capacidad provista al consumidor de implementar en la infraestructura de la nube aplicaciones creadas o adquiridas por el consumidor utilizando lenguajes de programación, bibliotecas, servicios y herramientas compatibles con el proveedor. El consumidor no administra ni controla la infraestructura subyacente de la nube, incluida la red, los servidores, los sistemas operativos o el almacenamiento, sino que tiene control sobre las aplicaciones implementadas y posiblemente las configuraciones para el entorno de alojamiento de la aplicación.

PaaS ofrece los beneficios que SaaS brinda para las aplicaciones, pero para el mundo del desarrollo de software.

PaaS se puede definir como una plataforma informática que permite la creación de aplicaciones web de forma rápida y sencilla y sin la complejidad de comprar y mantener ni el software ni la infraestructura que se encuentran debajo.

PaaS es análogo a SaaS, excepto que en lugar de ser un software entregado a través de la web, es una plataforma para la creación de software, entregado a través de la web [6].

Características de PaaS

Hay varios aspectos diferentes sobre lo que constituye PaaS, pero algunas características básicas incluyen [6]:

- Servicios para desarrollar, probar, implementar, alojar y mantener aplicaciones en el mismo entorno de desarrollo integrado. Contiene todos los servicios necesarios para cumplir con el proceso de desarrollo de aplicaciones.
- Las herramientas de creación de interfaz de usuario basadas en web ayudan a crear, modificar, probar y desplegar diferentes escenarios de IU.

- Arquitectura multi-clientes donde múltiples usuarios concurrentes utilizan la misma aplicación de desarrollo.

- Construido en escalabilidad de software implementado que incluye balanceo de carga y conmutación de fallas.

- Integración con servicios web y bases de datos a través de estándares comunes.

- Soporte para la colaboración del equipo de desarrollo: algunas soluciones de PaaS incluyen herramientas de planificación y comunicación de proyectos.

- Herramientas para gestionar la facturación y la gestión de suscripciones.

PaaS, que es similar en muchos aspectos a la IaaS (Infraestructura como Servicio), se diferencia de este último por la adición de servicios de valor agregado y suele presentarse en dos enfoques distintos:

1. Una plataforma colaborativa para el desarrollo de software, enfocada en la administración del flujo de trabajo independientemente de la fuente de datos que se use para la aplicación. Un ejemplo de este enfoque sería Heroku, un PaaS que utiliza el lenguaje de desarrollo Ruby on Rails[10] [6] pero luego se extendió a otros lenguajes: Java[11], Python[12], PHP[13], Node.js[14], Clojure[15]. Otro ejemplo de PaaS es Trinket[16]: un IDE de desarrollo para múltiples lenguajes basado en web que permite compartir código desde cualquier dispositivo.

2. Una plataforma que permite la creación de software, que utiliza datos de propiedad de una aplicación. Este tipo de PaaS se puede ver como un método para crear aplicaciones con un tipo o forma de datos común. Un ejemplo de este tipo de plataforma sería force.com[17] el PaaS de Salesforce.com, que se utiliza casi exclusivamente para desarrollar aplicaciones que funcionen con el CRM de Salesforce.com[18].

Dónde PaaS Tiene Sentido

PaaS es especialmente útil en cualquier situación donde varios desarrolladores trabajarán en un proyecto de desarrollo o donde otras partes externas necesitan interactuar con el proceso de desarrollo.

Tal como se ilustra en el estudio de caso Menumate (ver sección siguiente), está resultando muy valioso para quienes tienen una fuente de datos existente, por ejemplo, información de ventas de una herramienta de gestión de relaciones con el cliente, y se desea crear aplicaciones que aprovechen esos datos.

10 Acerca de Ruby on Rails: https://es.wikipedia.org/wiki/Ruby_on_Rails
11 Acerca de Java: https://es.wikipedia.org/wiki/Java_(lenguaje_de_programaci%C3%B3n)
12 Acerca de Python: https://es.wikipedia.org/wiki/Python
13 Acerca de PHP: https://es.wikipedia.org/wiki/PHP
14 Acerca de Node.js: https://es.wikipedia.org/wiki/Node.js
15 Acerca de Clojure: https://es.wikipedia.org/wiki/Clojure
16 Sitio oficial de Trinket: https://trinket.io/
17 Sitio Oficial de Force: http://www.force.com/
18 Sitio oficial de Sales Force: https://www.salesforce.com/

Finalmente, PaaS es útil cuando los desarrolladores desean automatizar los servicios de prueba e implementación.

PaaS se convertirá en el enfoque predominante hacia el desarrollo de software. La capacidad de automatizar procesos, usar componentes predefinidos y elementos básicos y desplegarlos automáticamente en producción proporcionará el valor suficiente para ser altamente persuasivo.

Dónde PaaS no es la Mejor Opción

Situaciones en las que PaaS puede no ser ideal, los ejemplos incluyen:

- Donde la aplicación necesita ser altamente portátil en términos de dónde está alojada.
- Donde los lenguajes o enfoques propietarios impactarían en el proceso de desarrollo.
- Donde un lenguaje propio obstaculizaría los movimientos posteriores a otro proveedor, surgen dudas sobre el bloqueo del proveedor.
- Donde el rendimiento de la aplicación requiere la personalización del hardware y software subyacente.

2.1.4. IaaS: Infraestructure as a Service

Según NIST [4], IaaS es la capacidad provista al consumidor de proporcionar procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos informáticos fundamentales donde el consumidor puede implementar y ejecutar software arbitrario, que puede incluir sistemas operativos y aplicaciones.

El consumidor no administra ni controla la subyacente infraestructura de la nube, pero tiene control sobre los sistemas operativos, el almacenamiento y las aplicaciones implementadas; y posiblemente un control limitado de los componentes de red seleccionados (por ejemplo, firewalls host).

IaaS es una forma de proporcionar infraestructura de computación en la nube (servidores, almacenamiento, red y sistemas operativos) como un servicio bajo demanda. En lugar de comprar servidores, software, espacio de centros de datos o equipos de red, los clientes en cambio compran esos recursos como un servicio totalmente subcontratado a pedido [6].

Como se detalla en [11] dentro de IaaS, hay algunas subcategorías que vale la pena mencionar. En general, IaaS se puede obtener como infraestructura pública o privada o como una combinación de ambas. La "nube pública" se considera una infraestructura que consiste en recursos compartidos, implementados en autoservicio a través de Internet [6].

Características de IaaS

Al igual que con las dos secciones anteriores, SaaS y PaaS, IaaS es un campo en rápido desarrollo. Dicho esto, hay algunas características básicas que describen qué es IaaS. En general, se acepta que IaaS cumpla con lo siguiente:

- Los recursos se distribuyen como un servicio.
- Permite escalamiento dinámico.
- Tiene un costo variable, modelo de precios de servicios públicos.
- Generalmente incluye múltiples usuarios en una sola pieza de hardware.

Hay una gran cantidad de proveedores de IaaS, desde los más grandes jugadores de la nube como Amazon Web Services[19] y Rackspace[20] hasta muchos otros jugadores regionales.

Como se mencionó anteriormente, la línea entre PaaS e IaaS se está volviendo cada vez más borrosa a medida que los proveedores introducen herramientas como parte de IaaS que ayudan con la implementación, incluida la capacidad de implementar múltiples tipos de nubes.

Dónde IaaS Tiene Sentido

IaaS tiene sentido en una serie de situaciones y estas están estrechamente relacionadas con los beneficios que aporta computación en la nube. Las situaciones que son particularmente adecuadas para la infraestructura de la nube incluyen:

- Donde la demanda es muy volátil, cada vez que hay picos y valles significativos en términos de demanda en la infraestructura.
- Para nuevas organizaciones sin capital para invertir en hardware.
- Donde la organización crece rápidamente y escalar en hardware sería problemático.
- Donde hay presión sobre la organización para limitar los gastos de capital y pasar a los gastos operativos.
- Para líneas de negocios específicas, con necesidades de infraestructura temporal o de prueba.

Dónde IaaS no es la Mejor Opción

Mientras que IaaS proporciona ventajas masivas para situaciones donde la escalabilidad y el aprovisionamiento rápido son beneficiosos, hay situaciones en las que sus limitaciones pueden ser problemáticas. Los ejemplos de situaciones en las que aconsejaríamos precaución con respecto a IaaS incluyen:

- Cuando el cumplimiento normativo dificulta la deslocalización o la externalización del almacenamiento y procesamiento de datos.
- Donde se requieren los niveles más altos de rendimiento, y la infraestructura alojada en el lugar o dedicada tiene la capacidad de satisfacer las necesidades de la organización.

19 Sitio oficial de Amazon Web Services en Español: https://aws.amazon.com/es/
20 Acerca de Rackspace: https://es.wikipedia.org/wiki/Rackspace

2.1.5. Relación entre los Niveles de la Pila Cloud

IaaS es la base de todos los servicios en la nube. PaaS se basa en IaaS, y SaaS en PaaS. Así, a medida que se heredan capacidades, además se heredan aspectos relacionados con la seguridad de la información.

IaaS comprende toda la capa de recursos de infraestructura: desde las instalaciones hasta las plataformas de hardware que hay en ellas. Incorpora la capacidad de obtener recursos y entregar conectividad lógica y física a estos recursos. IaaS proporciona un conjunto de APIs (Application Programming Interface) para la interacción y gestión de la infraestructura por parte del consumidor del servicio.

PaaS se ubica por sobre IaaS y agrega una capa adicional de integración con los frameworks de desarrollo de aplicaciones, capacidades de middleware y funciones como ser: base de datos, mensajería y puesta en cola que permite a los desarrolladores crear aplicaciones que se agregan a la plataforma, cuyos lenguajes y herramientas de programación son soportados por esta capa.

SaaS, se crea a partir de IaaS y PaaS. SaaS proporciona un entorno operativo completo para proporcionar una experiencia del usuario completa que incluye el contenido, cómo se presenta, las aplicaciones y las capacidades de gestión [12].

2.2. Implementación o Despliegue

2.2.1. Formatos de implementación o despliegue de los modelos de la Pila Cloud

Con independencia del modelo de servicio utilizado (el modelo de la pila: SaaS, PaaS, IaaS,) en el documento de la NIST [4] se presentan cuatro formas principales en que se despliegan los servicios en la nube y se presentan características:

Nube pública

La infraestructura de esta nube fue provista para uso abierto y libre por parte del público en general. Puede ser administrada, operada o de propiedad de una gran organización comercial, académica o gubernamental, o alguna combinación de ellos. Dicha infraestructura existe en las instalaciones del proveedor de la nube.

Nube privada

La infraestructura de esta nube fue provista para uso exclusivo de una sola organización que comprende múltiples consumidores (por ejemplo, unidades de negocios). Puede ser administrada, operada o de propiedad de la organización, un tercero o una combinación de ellos, y puede existir dentro o fuera de las instalaciones de la organización.

Nube comunitaria:

La infraestructura de esta nube fue provista para uso exclusivo de una comunidad específica de consumidores o de organizaciones que comparten objetivos y/o fines y/o métodos como ser misión, requisitos, políticas y consideraciones de cumplimiento de seguridad. Puede ser administrado, operado y de propiedad de una o varias de las organizaciones de la comunidad,

de un tercero o de una combinación de estos, y puede existir físicamente dentro o fuera de las instalaciones.

Nube híbrida

La infraestructura de esta nube es una composición de dos o más formas de implementación o despliegue de infraestructuras de nube distintas: privada, comunitaria o pública, que siguen siendo entidades únicas, pero están unidas por tecnología patentada o estandarizada que permite la portabilidad de datos y aplicaciones.

2.3. Virtualización

2.3.1. Presentación:

Las aplicaciones son independientes del hardware en el que corran, incluso varias aplicaciones pueden correr en una misma máquina o una aplicación puede usarse en varias máquinas a la vez. El usuario es libre de usar la plataforma que desee en su terminal (Windows, Unix Mac, etc.), al utilizar las aplicaciones existentes en la nube puede estar seguro de que su trabajo conservará sus características bajo otra plataforma [12].

La virtualización es un elemento fundamental para el desarrollo adecuado de la computación en la nube, y se enfoca a la plataforma. Puede ser considerado como una abstracción de los recursos tecnológicos que permite a los servidores crear dispositivos virtuales los cuales pueden ser usados para aumentar dichos recursos más que como sistemas separados [12].

Gracias a la virtualización se puede tratar a un servidor como muchos servidores y viceversa (clustering: tratar a muchos servidores – un cluster de servidores - como uno solo). Esto permite notables mejoras a saber [12]:

- Reducción de los costos de espacio y consumo.
- Rápida incorporación de nuevos recursos para los servidores virtualizados.
- Administración global centralizada y simplificada.
- Facilidad para la creación de entornos de test que permiten poner en marcha nuevas aplicaciones sin detener el desarrollo, agilizando el proceso de las pruebas.
- Aislamiento: un fallo en una máquina virtual no afecta al resto de máquinas virtuales

La virtualización hace aportes importantes tanto para proveedores de servicios de nube, quienes gracias a la alta densidad de máquinas virtuales y a un aprovechamiento óptimo del hardware, les permite ofrecer sus productos con una buena relación entre calidad y precio; pero también ofrece beneficios para organizaciones que, aun sin contar con servicios de nube pueden optar por generar ambientes virtualizados para consolidar sus servicios informáticos al interior de la organización y extender sus opciones basadas en la nube dentro y fuera de ella [13].

2.3.2. El hipervisor

Un hipervisor, conocido también como monitor de máquina virtual (VMM), es un software que crea y ejecuta máquinas virtuales y que, además, aísla su sistema operativo y recursos de las máquinas virtuales y permite crearlas y gestionarlas. Son la base de los sistemas Cloud.

Cuando el sistema de hardware físico se usa como hipervisor, se denomina "host", y las múltiples máquinas virtuales que utilizan sus recursos se denominan "guests". El hipervisor utiliza los recursos, como la CPU, la memoria y el almacenamiento, como un conjunto de medios que pueden redistribuirse fácilmente entre los guests actuales o en las máquinas virtuales nuevas *[14]*.

2.3.3. Del hipervisor hacia los contenedores:

La implementación tradicional de virtualización basada en hipervisor genera una importante sobrecarga en el rendimiento, debido a que cada máquina virtual se ejecuta con un sistema operativo dedicado. Esta limitación dificulta su aplicación en entornos de computación de alto rendimiento.

El sistema de virtualización basado en hipervisor existente implementa aplicaciones en la nube utilizando una arquitectura de servicio monolítico. Por lo tanto, la sobrecarga en el rendimiento creada por el sistema de hipervisor dificulta su aplicabilidad en entornos de computación de alto rendimiento. Esto ha llevado al surgimiento de una nueva tecnología de virtualización llamada contenedorización *[15]* (ver Docker[21]).

En la creación de contenedores, las aplicaciones pueden compartir su kernel del sistema operativo host y contener solo los archivos binarios y las bibliotecas necesarios, lo que los hace mucho más liviano en comparación con una máquina virtual.

Los contenedores se presentan concretamente como una alternativa liviana a las máquinas virtuales: ofrecen un mejor soporte de arquitectura de microservicios, son ampliamente utilizados por las organizaciones para implementar sus diversas cargas de trabajo derivadas de aplicaciones modernas como big data, IoT y edge computing en clústeres propietarios o centros de datos de nube pública y privada [15].

3. Casos de Estudio

En esta sección se presentan casos de éxito para cada uno de los niveles de la Pila de Servicios de Computación en la Nube presentados en detalle en [6].

3.1. SaaS: Caso Groupon

Lanzado en noviembre de 2008, Groupon[22] presenta un trato diario sobre las mejores cosas para hacer, ver, comer y comprar en más de 500 mercados y 40 países. La compañía tiene miles de empleados distribuidos en sus oficinas de Chicago y Palo Alto, en oficinas regionales en Europa, Latinoamérica, Asia y África con ejecutivos de cuentas locales en muchas ciudades.

21 Sitio Oficial de Docker: https://www.docker.com/
22 Acerca de Groupon: https://es.wikipedia.org/wiki/Groupon

Groupon busca vender solo productos y servicios de calidad, ser honesto y directo con los clientes, y brindar un servicio al cliente excepcional.

A los pocos meses de nuestra fundación, nuestra base de clientes explotó ", dijo Joe Harrow, Director de servicio al cliente de Groupon. "Al principio, estaba gastando el 10 por ciento de mi tiempo respondiendo a las solicitudes de los clientes. Poco a poco se convirtió en un trabajo para varios agentes. Nos dimos cuenta de que simplemente no podíamos seguir sin una solución de ticketing real".

Convencido de que el rápido crecimiento de Groupon continuaría, Harrow investigó varias soluciones de soporte a nivel empresarial. Pero no encontró la solución justa.

"Las soluciones a nivel empresarial parecían complicadas y difíciles de configurar", recuerda Harrow. *"Habrían aumentado nuestra eficiencia, pero a costa de obstaculizar la experiencia del cliente"*. Harrow luego buscó en la web software de soporte en línea y encontró a Zendesk[23].

Después de una evaluación rápida de Zendesk, Harrow sabía que tenía la solución correcta. *"Rápidamente, Zendesk fue intuitivo de usar", dice Harrow. "Parecía más poderoso y robusto que otras soluciones de soporte en línea, y había recibido una calificación muy alta en las revisiones que habíamos leído. Además, sabíamos que era una solución basada en web que podría escalar fácilmente para soportar nuestro volumen creciente"*.

3.2. PaaS: Caso Menumate

Menumate[24] es un proveedor de hardware y software de puntos de venta para la industria hotelera en toda Australasia. Menumate ha aprovechado del PaaS de Force.com para migrar una serie de aplicaciones heredadas utilizadas en el negocio.

Daniel Fowlie y Abhinav Keswani son directores de empresa de desarrollo Trineo[25], la empresa responsable del desarrollo de boutiques para Menumate. Fowlie explica que el uso de la plataforma Force.com ha permitido a Menumate centralizar, modernizar e integrar un conjunto de herramientas de software interno que, de lo contrario, serían dispares.

Al usar PaaS, Trineo ha podido migrar a lo largo del tiempo una serie de aplicaciones heredadas utilizadas en el negocio. Algunas de estas aplicaciones son:

- **Generación de clave de licencia:** el software Menumate utiliza claves de licencia para activar las características que el cliente ha pagado. El poder del lenguaje de programación PaaS permitió a Menumate transferir rápidamente este código a Force.com, donde las claves de licencia están vinculadas al registro del cliente en Salesforce.com CRM. Esto permite al personal de Ventas y Soporte ver rápidamente el estado de las licencias.

- **Administración mejorada de casos:** muchos de los casos de soporte con los que lidiaba Menumate eran pedidos de consumibles. Para manejar esto, tenían una aplicación separada

23 Acerca de Zendesk: https://en.wikipedia.org/wiki/Zendesk
24 Sitio oficial de Menumate: https://www.menumate.com/
25 Sitio oficial de Trineo: http://trineo.co.nz/

basada en DOS que permitiría al usuario crear un pedido y su factura. Menumate ahora puede agregar productos a un caso de soporte y enviar automáticamente una factura a su software de contabilidad utilizando un producto de integración existente.

- **Impresión de etiquetas:** otra aplicación heredada fue para crear etiquetas de carga para enviar consumibles y hardware a los clientes. Utilizando la tecnología PaaS, ahora pueden imprimirse directamente desde el registro del cliente.

La utilización de un entorno de desarrollo PaaS ha dado lugar a que la creación de estas aplicaciones sea significativamente más rápida de lo que sería de otro modo. En algunos ejemplos, en ausencia de PaaS, el costo de desarrollar la aplicación habría sido prohibitivo.

PaaS es, sin duda, una forma emocionante y poderosa de computación en la nube; sin embargo, en términos de conocimiento del mercado, es difícil mirar más allá de la infraestructura como servicio y el rápido crecimiento que está experimentando en el mercado.

3.3. IaaS: Caso Live Smart

Live Smart Solutions es la empresa matriz detrás de The Diet Solution Program[26], una compañía que produce libros y programas de dietas en línea. Beyond Diet[27] es un sitio interactivo de la comunidad para personas en su programa de dieta.

Iniciada en 2008, la compañía experimentó un rápido crecimiento que incluye un aumento de 50 veces en los ingresos en 2010. Esto se traduce en visitas diarias promedio de 300.000 con picos de hasta un millón de espectadores únicos. Al decidir sobre una estrategia para su infraestructura, Beyond Diet necesitaba algo que fuera poco táctil y altamente escalable. Es importante que Beyond Diet tenga la capacidad de escalar tanto hacia arriba como hacia abajo, ya que su estrategia de marketing ve grandes picos de tráfico regularmente.

Rob Volk, CTO de Live Smart, informa que el cambio a la infraestructura de la nube le ha dado más tranquilidad. Anteriormente, Live Smart tenía un administrador de sistemas a tiempo parcial trabajando en sus sitios, y como expresa Volk [6]:

"No fue la mejor opción para nosotros. Ahora, con Managed Cloud (un servicio IaaS ofrecido por el proveedor de computación en la nube Rackspace), Rackspace básicamente actúa como nuestro administrador de Linux y Windows. Harán nuestros cambios cuando los necesitemos y responderán a cualquier tiempo de inactividad, las 24 horas del día. En cuestión de minutos, un ingeniero iniciará sesión para solucionar el problema".

Los principales impulsores de Volk para pasar a la nube fueron la capacidad de concentrarse en el negocio principal y dejar la administración diaria de la infraestructura a los expertos. El hecho de que los proveedores de la nube ofrezcan múltiples niveles de redundancia, configuración rápida y altos grados de flexibilidad fueron factores decisivos. Curiosamente, Volk nunca consideró la posibilidad de ejecutar sus propios servidores físicos; más bien, la decisión fue uno de los servidores alojados o la nube.

26 Sitio oficial del programa "Diet Solution Program": http://www.diet-solution-program.com/
27 Sitio oficial de Beyon Diet: https://www.beyonddiet.com/

Se tomó la decisión de ir con Cloud porque proporcionaba un costo reducido y una mayor flexibilidad que las correspondientes opciones de servidor dedicado.

Volk está utilizando múltiples proveedores de la nube: tiene tres servidores web, múltiples servidores de bases de datos y un estabilizador de carga con Rackspace, mientras que también usa el servicio S3 de Amazon[28].

El mayor beneficio que Volk vio con la infraestructura de la nube es la escalabilidad, como él mismo lo explicó [6]:

"Después de Año Nuevo, todos se ponen a dieta. Nuestra hora pico es justo después de Año Nuevo: podríamos obtener tres veces el tráfico de enero a marzo. Con los Servidores en la nube, podemos crear nuevas interfaces web en cuestión de minutos, y luego volver a bajarlas una vez que el tráfico disminuya. Tenemos esta elasticidad en nuestra granja que solo es posible en un entorno virtualizado".

4. Algunas Tecnologías Disruptivas que Operan más Eficientemente (y necesariamente) en Cloud

El concepto o paradigma de Industria 4.0 [7] propone la incorporación de nuevas tecnologías disruptivas que aportarán mayor eficiencia en los procesos de producción masiva. Se destaca principalmente Internet de las cosas y servicios relacionados.

Como se verá en esta Sección, la masividad de datos que estas tecnologías utilizan, condicionan a que su desarrollo se realice en ambientes Cloud. En este apartado no se presentan a todas las tecnologías disruptivas operando en Cloud sino algunas de ellas.

4.1 Internet of Things (IOT)

4.1.1. IoT Cloud: Presentación

La tecnología IoT (Internet de las cosas) es una tecnología disruptiva de estos días (gracias a la implementación del protocolo IPv6): pequeños y económicos dispositivos de bajo poder de cómputo, con conexión a internet permiten realizar "servicios inteligentes" en hogares, en la vía pública, dentro de las industrias, etc.

Miles de millones de dispositivos envían datos de sensado con gran frecuencia generando cada segundo enormes volúmenes de información que pueden usarse para realizar una analítica de los mismos y ofrecer luego, mejores servicios a los clientes.

Se requiere entonces, de plataformas flexibles para almacenar y procesar la información procedente de estos sensores. Resulta natural entonces, que los dispositivos se conecten a plataformas Cloud.

Actualmente las principales plataformas Cloud (Google, Amazon y Microsoft Azure) ofrecen servicios de conexión y analítica básica para dispositivos IOT conectados en todo el mundo.

28 Información de S3 (en Español) en el sitio oficial de Amazon: https://aws.amazon.com/es/s3/faqs/

La figura 2 presenta una ilustración acerca de las más importantes plataformas IoT cloud.

4.1.2. Azure IoT Hub

"*Permite habilitar una comunicación segura y confiable con miles de dispositivos. Azure IoT Hub ofrece un back-end de solución hospedado en la nube que permite conectarse prácticamente a cualquier dispositivo*"[29].

4.1.3. AWS IoT Device Management

"*Facilita el registro, la organización, el monitoreo y la administración remota de dispositivos IoT a gran escala. Con AWS IoT Device Management, puede registrar los dispositivos conectados de forma individual o masiva y administrar fácilmente los permisos para que los dispositivos permanezcan seguros. Puede organizar los dispositivos, monitorearlos y solucionar problemas de funcionalidad en ellos*"[30].

4.1.4. Google Cloud IOT Core

Un servicio totalmente gestionado para conectar, administrar e ingerir datos procedentes de dispositivos repartidos por todo el mundo de forma segura y sencilla[31].

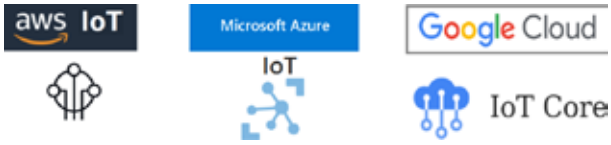

Figura 2: principales Plataformas IoT Cloud

Todas las plataformas ofrecen un tablero de comandos y una analítica básica. Sin embargo, opcionalmente puede aprovecharse la disponibilidad de plataformas de Inteligencia Artificial que poseen estos proveedores, de modo de obtener de cada sensor o de cada conjunto de sensores, predicciones y/o análisis de mejor calidad.

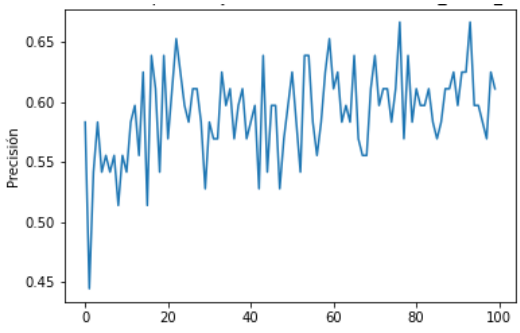

Figura 3: Evolución de la precisión en la medición del sensor

4.2. Inteligencia Artificial

4.2.1. Presentación de IA en Cloud

Podemos definir a la Inteligencia Artificial como *"la ciencia de conseguir que las computadoras actúen sin haber sido explícitamente programadas"*.

29 Microsoft Azure IoT hub: https://azure.microsoft.com/es-es/services/iot-hub/
30 Sitio de Amazon IoT: https://aws.amazon.com/es/iot-device-management/
31 Sitio de Google IoT: https://cloud.google.com/iot-core?hl=es

Aprendizaje Automático e Inteligencia artificial suelen tomarse como sinónimos. La Minería de Datos comprende al conjunto de técnicas que permite que las computadoras "aprendan" a partir de un conjunto de datos.

Se convierten datos masivos en conocimiento útil. Así, mediante la implementación de técnicas de Data Mining o Machine Learning es posible obtener conocimiento útil a partir de un conjunto de datos. La calidad de la solución resulta en mejores resultados con volúmenes de datos de grandes dimensiones.

Los principales proveedores cloud, junto con la enorme capacidad de almacenamiento, proveen frameworks de Machine Learning como valor agregado al almacenamiento de datos.

4.2.2. Azure Machine Leaning Studio

"Azure es una nube pública de pago por uso que te permite compilar, implementar y administrar rápidamente aplicaciones en una red global de data-centers (centros de datos) de Microsoft.

Microsoft Azure Machine Learning Studio es una herramienta colaborativa que, con la herramienta drag-and-drop, se puede utilizar para crear, probar y desplegar soluciones predictivas de ML.

Machine learning as a service (MlaaS): Incluye un conjunto de plataformas en la nube automatizadas y semiautomáticas que cubren la mayoría de los problemas operativos, como el procesamiento previo de datos, el entrenamiento de modelos, la evaluación de modelos y su implementación"[32].

Azure Machine Learning Studio es una plataforma de inteligencia artificial íntegramente implementada e integrada en el Cloud de Microsoft. Así, los datos almacenados en el cloud Azure pueden procesarse con herramientas de Azure Machine Learning Studio y devolverse sus resultados al Cloud.

La plataforma está construida para implementar diferentes etapas de un proyecto de Machine Learning íntegramente dentro de la plataforma de Azure, con herramientas drag-and-drop, sin código. En la Figura 4 se muestra un ejemplo de un modelo de Machine Learning implementado en la plataforma Azure Machine Learning Studio.

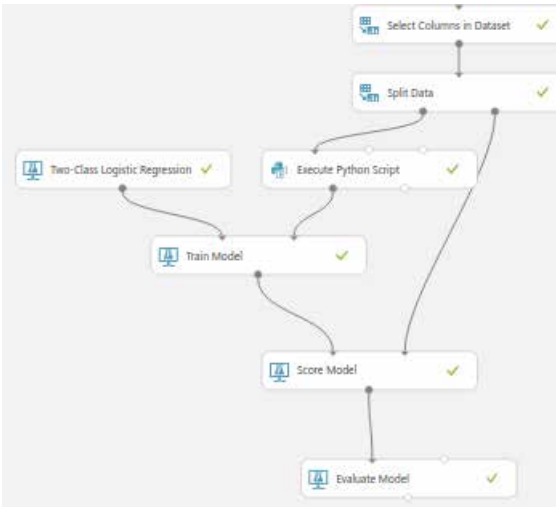

Figura 4: Ejemplo de implementación de una Regresión Logística.

32 Blog GFT: https://blog.gft.com/es/2018/07/17/servicios-de-machine-learning-una-comparativa-entre-google-cloud-y-microsoft-azure/

Revista Abierta de Informática Aplicada/vol 6 N°2 (2022): 3-30
ISSN 2591-5320

4.2.3. AWS Machine Learning

"Los servicios de IA de AWS previamente entrenados proporcionan inteligencia lista para su uso para sus aplicaciones y flujos de trabajo. Los servicios de IA se integran con facilidad con sus aplicaciones para ocuparse de casos de uso comunes, como por ejemplo crear recomendaciones personalizadas, modernizar su centro de atención al cliente, mejorar la seguridad y aumentar la implicación del cliente. Dado que utilizamos la misma tecnología de aprendizaje profundo que impulsa Amazon.com y nuestros servicios de ML, obtendrá un servicio de calidad y preciso de mano de las API que aprenden de forma continuada. Y, lo mejor de todo, para usar los servicios de IA de AWS no hace falta tener experiencia en aprendizaje automático"[33].

Estos algoritmos pueden implementarse puramente en cloud:

- Manualmente en la consola de AWS (interactuando con el sitio)
- Automáticamente mediante implementaciones serverless o funciones Lambda

También pueden implementarse en PC de Escritorio con lenguajes como Python, Java, C# entre otros, a través de librerías y teniendo las credenciales de usuario de AWS cargadas.

Algunas aplicaciones de interés:

- **AWS Comprehend (Tratamiento de lenguaje natural – NLP):** Por ejemplo: Sentiment Analysis. Clasifica a los textos en positivos, neutros y negativos.
- **AWS Forecast (Predicción de ventas):** Dado un historial de ventas, es posible obtener una predicción de las próximas ventas de un artículo en las próximas semanas o días o meses.
- **AWS Rekognition (reconocimiento de imágenes):** Detecta objetos, indicando confianza, tamaño y ubicación en la imagen.
- **AWS Textract (OCR inteligente):** A partir de imágenes escaneadas de un documento, se lee su contenido textual y lo clasifica. Devuelve confianza del reconocimiento, ubicación y tamaño del texto.

4.2.4. Google Cloud IA

Investigación en IA

"Aprovecha el potencial de nuestro liderazgo en IA en beneficio de tu empresa. Convierte la investigación en IA en ventajas para tus clientes".

IA en despliegues

"Descubre cómo ayuda Google Cloud a los clientes a optimizar el impacto empresarial de la inteligencia artificial. Nuestras operaciones de aprendizaje automático ofrecen funciones para automatizar y monitorear modelos".

33 Sitio de Machine Learning en la plataforma de Amazon (en Español): https://aws.amazon.com/es/machine-learning/

Una IA responsable

"Averigua en qué beneficia a tu negocio una IA fundada en valores. Accede a herramientas y frameworks para comprender e interpretar tus modelos de aprendizaje automático"[34].

4.3. Robótica ubicua: Robótica y Automatización en Cloud

4.3.1. Robótica y Cloud: Presentación

En el marco del concepto de Industria 4.0, se incentiva una relación más estrecha entre los sistemas de producción masiva basada en la automatización y en la robótica industrial con la nube [7].

La infraestructura Cloud y su enorme cantidad de recursos a los que se puede acceder por Internet tiene el potencial de otorgar importantes beneficios a la robótica industrial y a la automatización industrial.

Se define a la robótica ubicua a los robots y autómatas que se basan en datos o instrucciones que provienen desde una red para que funcionen. Eso significa que el procesamiento y calculo no se realiza localmente ni independientemente [16]. Esta definición puede incluir a sistemas de robótica y automatización industrial que son los que más interesan en el marco de Industria 4.0, pero fuera de este marco incluye también robots teleoperados, grupos de robots en red, vehículos autónomos, UAVs, robots para depósitos, así como los diferentes sistemas robóticos y de automatización del hogar.

La computación en la nube puede controlar y gestionar estos sistemas de modo de lograr robots y autómatas que respondan más acertivamente en la planta, de modo de obtener aún más eficiencia en el proceso de producción. Se pueden destacar [16]:

- **La disponibilidad de Big-data en Cloud:** *permitiría el acceso a datos descriptivos, mapas de trayectorias eficientes, bibliotecas de imágenes, etc.*

- **La posibilidad de acceso a cómputo paralelo bajo demanda:** *permitiría acceder a análisis estadísticos, aprendizaje (tras acceder a algoritmos de IA), planificación de movimientos y acciones y simulaciones.*

- **Aprendizaje colectivo:** *Al compartir trayectorias, políticas de control y resultados, pueden aprenderse a partir de los datos históricos.*

- **Computación humana:** *uso de la colaboración colectiva para aprovechar las habilidades humanas para analizar imágenes y videos, clasificación, aprendizaje y recuperación de errores.*

Las siguientes subsecciones presentan implementaciones de Robótica Ubicua.

4.3.2. Amazon Web Services

Se presenta acá algunas aplicaciones de robótica en el cloud de Amazon.

34 Sitio de AI en Google Cloud: https://cloud.google.com/solutions/ai?hl=es

AWS RoboMaker

Simulación con AWS RoboMaker

"AWS RoboMaker es un servicio completamente administrado que permite que desarrolladores, control de calidad e ingenieros de DevOps creen fácilmente mundos de simulación y ejecuten trabajos de simulación sin aprovisionar o administrar una infraestructura. RoboMaker hace que la simulación a escala tenga un costo asumible y sea accesible para todas las empresas de robótica al brindar herramientas para que los desarrollen prueben e iteren código en entornos 3D virtuales"[35].

Boston Dynamics usa visión robótica de AWS

El robot Spot[36] de Boston Dynamics es un robot cuadrúpedo que puede realizar tareas predeterminadas de obtención de datos dentro de áreas peligrosas y de catástrofe sin intervención humana. Una imagen de Spot puede visualizarse en la Figura 5 (imagen obtenida de [17]).

Un modo común de uso de Spot es para la inspección mediante Inteligencia Artificial de lugares de malas condiciones para trabajadores humanos.

Spot puede inspeccionar los puntos designados como ser áreas con válvulas, medidores que necesitan ser monitoreados por gente en el mismo sitio. Durante la inspección, Spot puede obtener imágenes localmente mediante cámaras específicas. Las imágenes se procesan, luego, con un sistema de visión robótica. Luego, la inferencia obtenida se almacena localmente en el robot.

Figura 5: El robot cuadrúpedo Spot

Más información puede hallarse en el blog de robótica de Amazon [17].

4.3.3. Google Cloud Robotics

Cloud Robotics Core

"Es una plataforma de código abierto de Google que proporciona una infraestructura esencial para crear y ejecutar soluciones de robótica para la automatización empresarial. Cloud Robotics Core facilita la gestión de flotas de robots para desarrolladores, integradores y operadores"[37].

35 Sitio oficial de AWS RoboMaker (en español): https://aws.amazon.com/es/robomaker/features/
36 Sitio del Robot Spot de Boston Dynamics: https://www.bostondynamics.com/products/spot
37 Github de Google Cloud Robotics: https://googlecloudrobotics.github.io/core/

La infraestructura completa es todo el Google Cloud. De ese modo, Cloud Robotic Core conecta directamente con módulos de Machine Learning, almacenamiento, en forma rápida y segura.

El vehículo autónomo de Google

Los autos autónomos de Google corresponden a robots autónomos móviles. Estos son, Cloud robots. El vehículo usa la red para acceder a la gigante base de datos de mapas, imágenes satelitales y los combina con datos de GPS, cámaras, sensores 3D, para monitorear su propia posición en centímetros y para evitar colisiones a partir de estudiar los patrones del tráfico.

En un artículo presentado en el sitio "Hackear car" [18] se mencionan algunas impresiones que causó viajar en el auto autónomo de Google:

- **Conducía lenta y cuidadosamente:** su velocidad máxima es de 40km/h. Sin embargo, se los puede configurar para que conduzcan de modo más agresivo.

- **Gran capacidad de reconocimiento del entorno:** Gracias a los sensores y a la IA puede reconocer rápidamente el ambiente alrededor del vehículo incluyendo vehículos y personas en situación de peligro. Y eso se evidenció en situaciones de cruces con muchos autos y personas.

Diagnostic Cloud Robotics

"Diagnostic Robotics es una plataforma de triaje médico y predicciones clínicas que utiliza IA para hacer que los sistemas de atención médica sean más asequibles, eficientes, efectivos y ampliamente disponibles, en medio de presupuestos limitados y una escasez mundial de trabajadores de la salud"[38].

No solo es un sistema de diagnósticos basado en IA a partir de datos de un paciente, sino que además, al tener alcance global, permite monitorear en espacio y tiempo la propagación de virus y enfermedades. Es un importante complemento para los sistemas públicos de salud que quedaron próximos a saturarse en la pandemia Covid-19.

4.3.4. Microsoft Robotics

Azure Cloud como cerebro de nuevos robots

Los sistemas robóticos autónomos están empezando a formar parte de nuestra vida cotidiana: aparecen limpiando aeropuertos, tomando pedidos en restaurantes, entre otros. Los robots están manejando situaciones de la vida real. El diseño de Microsoft Azure Robot de Mohamed Halawany fue recientemente reconocido por Behance por su intrincado renderizado y su amigable personalidad futurista.

Azure computará en tiempo real para el robot de modo de brindar ayuda con rapidez y sin latencia. Ejecuta decisiones basadas en inteligencia artificial ejecutada en Azure. El robot de Halawany presentado en la Figura 6 (obtenida de [19]), imita la disposición física de un ser humano, pero opera a través de IA en una plataforma escalable sin servidor. La pantalla principal en la representación de un robot de Halawany es la página de inicio clásica para los usuarios de Microsoft: una cuadrícula, llena de aplicaciones y análisis de software, que organiza todo lo que un usuario puede necesitar para poner en uso las funciones de un robot autónomo [19].

38 Sitio de Google Diagnostic Robotics: https://cloud.google.com/customers/diagnostic-robotics

Robotic Process Automation (RPA)

Robotic process automation (RPA) es una tecnología de Software que permite crear robots que emulan el comportamiento entre personas y sistemas digitales durante las interacciones y las perfeccionan mediante el agregado de IA. De este modo, muchas tareas de oficina pueden automatizarse de modo de hacer las tareas más rápido, más económicas y sin errores.

Hay empresas que desarrollaron sistemas RPA que interactúan fácilmente con el cloud de Microsoft. Entre ellas: Uipath[39], Automation anywhere[40] y Blueprism[41].

Intelligent Robotics

En el AI Lab Project[42] tiene varios proyectos de robots inteligentes que usan de IA para mejorar su calidad de operación. Entre ellos: Intelligent Robotics. La combinación entre IA con la robótica puede crear sistemas autónomos más inteligentes. Con IA, reconocimiento de imágenes, servicios cognitivos y más, los robots pueden aprender y responder a requerimientos a diferentes comandos.

Figura 6: Robot Halawany

La Nariz artificial

Esta nariz artificial[43] consiste en un dispositivo que posee un sensor de gas y un microcontrolador. Se cree que con el sensor de gas se puede recopilar la composición de un olor. La nariz se conecta a la plataforma Azure IoT y le envía los datos.

Algunos usos para lo que fue pensado: podría ayudar a crear un sistema de alerta en tiempo real para cuando los alimentos se hayan echado a perder o para detectar gases específicos en el aire.

39 RPA de Uipath: https://www.uipath.com/rpa/robotic-process-automation
40 RPA de Automation anywhere: https://www.automationanywhere.com/la/solutions/microsoft-azure-rpa-automation
41 RPA de Blueprism: https://www.blueprism.com/es/news/accelerate-blue-prism-automation-in-the-cloud-on-microsoft-azure-marketplace/
42 AI Lab Project: https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-lab-intelligent-robotics
43 AI Lab – La nariz artificial: https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-lab-artificial-nose

5. Críticas, inconvenientes y desafíos frente a la adopción de Servicios de Computación en la Nube

En esta sección se presentan algunos inconvenientes o situaciones en las que la adopción de un modelo SaaS, PaaS y/o SaaS puede ser problemática y no se mencionó previamente.

5.1. Conectividad

La disponibilidad remota de aplicaciones SaaS también puede implicar problemas de acceso si no se cuentan con conexiones lo suficientemente robustas. Sobre todo, cuando se mueven gran cantidad de datos [20]. Y esto es válido para el modelo PaaS e IaaS.

Para implementar robótica ubicua o cloud robotics o bien, para implementar el control de la Automatización desde Cloud requieren de conexiones altamente seguras, confiables y de alta velocidad.

5.2. Compatibilidad

La compatibilidad entre aplicaciones puede suponer problemas, tanto en la nube como en sistemas híbridos [20].

5.3. Pérdida de control

Las aplicaciones SaaS, PaaS e IaaS suelen estar alojadas por un tercero, lo que limita la cantidad de control que tendrán los desarrolladores una vez que se lance el servicio. Esta falta de control también puede causar problemas a los usuarios, ya que se verán obligados a mantenerse al día con las actualizaciones y otros requisitos del sistema. En esencia, a medida que se actualiza la aplicación, no hay forma de volver a interfaces preexistentes, ya sea que el usuario lo prefiera o no [21]. Sin embargo, esquemas abiertos como OwnCloud[44] permitirían que los usuarios conserven el control de muchos datos.

5.4. Preocupación por la Seguridad de los Datos

La principal desventaja de la construcción de un sistema basado en servicios en la Nube es la posibilidad de violaciones de seguridad.

Mientras que en una instalación local, la información del usuario se almacena localmente, en un servicio SaaS, PaaS o IaaS los datos del usuario, incluidos datos como por ejemplo: los números de tarjetas de crédito y demás información personal, se almacenan en una nube.

Si hay una falla en el sistema de seguridad del proveedor del servicio, la información del suscriptor podría verse comprometida [21].

44 Sitio de OwnCloud: https://owncloud.com/es/

5.5. Falta de Herramientas en la Plataforma Ofrecida

En servicios PaaS, hay casos en que es posible que los desarrolladores no puedan utilizar todas las herramientas convencionales disponibles y estar cerrados a la disponibilidad de la plataforma. Por ejemplo, trinket en Python no posee las librerías PIL, pycrypto ni pygame, por ejemplo.

5.6. Incumplimientos del Nivel de Servicio y Soporte Técnico

En todos los casos, es común que los clientes mencionan el incumplimiento de los acuerdos sobre el nivel de servicio, y además, frente a un problema técnico, lo inconveniente de la obtención de soporte: Se pone en manos de un proveedor el funcionamiento y servicio de una aplicación de la que se conocen sus ventajas pero su desventaja es saber si el proveedor cumplirá con el nivel de servicio acordado, y evidentemente es algo que en caso de tener equipos y software localmente, no se tendría en cuenta.

5.7. ¿Evitar o no la interconexión entre los sistemas de control industrial y la red corporativa?

Mientras que en el marco de Industria 4.0 [7] se incentiva a la interconexión de los sistemas de control con Internet, en el CERT específico de sistemas de control industriales de EEUU[45] para la mayoría de las alertas de seguridad, se sugiere que los sistemas de control no se conecten ni con la red corporativa, ni con Internet, o bien, se mantengan fuertemente protegidos tras Firewalls bien configurados.

5.8. Críticas de Richard Stallman a la Computación en la Nube

Richard Stallman[46] es el creador del sistema operativo GNU[47] y fundador de la Free Software Foundation[48] dio una entrevista al diario inglés The Guardian[49]. En dicha entrevista dio su punto de vista a la computación en la nube. Algunos de sus conceptos se expresan a continuación [22].

- La computación en la nube es una trampa que fuerza a la gente a utilizar sistemas cerrados y propietarios donde el costo se irá incrementando más y más en el futuro.
- Los datos deben estar en manos de su propietario y no en manos de cualquiera.
- "Una razón por la que no debe usar aplicaciones web para hacer su computación es que pierde el control", dijo. "Es tan malo como usar un programa propietario. Haz tu propia computación en tu propia computadora con tu copia de un programa que respete la libertad".
- "Si usas un programa propietario o el servidor web de otra persona, estás indefenso. En manos de quien desarrolló ese software".
- El concepto de usar programas basados la web como Google Gmail es "peor que la estupidez".

45 US-ICS-CERT: https://www.cisa.gov/uscert/ics/alerts
46 Acerca de Richar Stallman: https://es.wikipedia.org/wiki/Richard_Stallman
47 Acerca de GNU: https://es.wikipedia.org/wiki/GNU
48 Acerca de Free Software Foundation: https://es.wikipedia.org/wiki/Free_Software_Foundation
49 Acerca de The Guardian: https://es.wikipedia.org/wiki/The_Guardian

*5.9. Desafío: La fusión de Blo**ckc**hain y Clou**d Com**puting*

Mientras que la computación en la nube encabeza la revolución de internet, posee fuertes críticas relacionadas con la inherente centralización, falta de transparencia y de confianza. Por otro lado, Blockchain es una tecnología filosóficamente diferente: transacciones descentralizadas que se almacenan en un libro inmutable e inmodificable por diseño [23].

Pareciera entonces, ser de interés una fusión tecnológica entre Blockchain y Cloud Computing para lograr una internet ubicua y más segura.

En [24] se presentan avances recientes en el campo de la computación en la nube basada en Blockchain clasificada en las tres categorías (haciendo analogía con los modelos Cloud): Infraestructura como servicio basada en Blockchain, Plataforma como servicio basada en Blockchain y Software como servicio basado en Blockchain. Más aún, [25] se muestra un esquema de pago de tarifas por servicios en Cloud basado en Blockchain. En [26] se presenta una solución de hogar inteligente basado en Cloud, Blockchain e IoT. En [27] se muestra un esquema de almacenamiento de datos en bases de datos basados en Blockchain para garantizar su integridad en Cloud.

Sin embargo, esta fusión requiere abordar ciertos desafíos [28]: la Interoperatividad entre ambas tecnologías, la encripción de los datos en ambos ambientes, los acuerdos de niveles de servicio en ambos lados y la supervisión y gestión de los datos. Todos estos, aspectos que se encaran de manera diferente en ambas tecnologías dificultando la integración.

6. Conclusiones

Computación en la nube es un término que no describe una sola cosa, sino que es un término general que abarca una variedad de servicios TI, a través de internet como servidores, herramientas de desarrollo y hasta Software como un servicio que reemplaza las aplicaciones locales.

Los costos suelen ser muy atractivos. La computación en la nube es ya una revolución paradigmática que se acelera rápidamente dentro del mundo TI y se convertirá en el método predeterminado de entrega de TI hacia el futuro.

Sin embargo, las críticas son serias: desde los problemas por la seguridad de los datos (y posterior mercantilización de los mismos) y de los sistemas gestionados desde Cloud (que atentan contra la integridad de las operaciones de sistemas de diversa criticidad), pasando por requerimientos de conexiones muy robustas, posiciones comerciales oligopólicas. Todo esto nos presenta nuevos desafíos.

La fusión de Cloud con la tecnología Blockchain parece una prometedora opción para otorgar niveles de seguridad al Cloud, pero esto también presenta ciertos desafíos.

Referencias:

» [1] Aalbers, Huibert. "Una Introducción a Cloud Computing", Madrid (2013).

» [2] Wikipedia "Utility Computing" (2008). En Línea: https://es.wikipedia.org/wiki/Utility_computing. Fecha de Consulta: 25/03/2018.

» [3] Moore, Gordon. "Cramming More Components onto Integrated Circuits." Electronics, (1965).

» [4] Mell, Peter, and Timothy Grance. "Sp 800-145. the nist definition of cloud computing." (2011). NIST: National Institute of Standard and Technology, U.S. Department of Commerce. En línea: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf. Fecha de consulta: 20/02/2018.

» [5] Ian Foster, Carl Kesselman "The Grid: Blueprint for a new computer infrastructure", (1999).

» [6] Kepes, Ben. "Understanding the Cloud Computing stack: Saas, paas, iaas." Diversity Limited (2011): 1-17.

» [7] Kagermann, Henning, et al. "Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group". Forschungsunion, (2013).

» [8] WePay: "SaaS and software platforms: Moving from Startup to Growth" (2018). En línea: https://blog.wepay.com/2018/01/17/saas-and-software-platforms-moving-from-startup-to-growth/. Fecha de consulta: 15/03/2022.

» [9] Ty Magnin. "How 16 SaaS Experts Drive Growth by Taking Extra Care of Their Customers", (2018). En línea: https://www.appcues.com/blog/how-16-saas-experts-drive-growth-by-taking-extra-care-of-their-customers. Fecha de consulta: 15/03/2022

» [10] Rahul Varshneya. "6 Explosive Secrets of a Fast Growing SaaS Company", (2016). En línea: https://www.inc.com/rahul-varshneya/6-core-components-of-a-fast-growing-saas-company.html. Fecha de consulta: 15/03/2022.

» [11] Diversity Limited. "Moving your Infrastructure to the Cloud - How to Maximize Benefits and Avoid Pitfalls", (2011). En Línea: http://www.diversity.net.nz/wp-content/uploads/2011/01/Moving-to-the-Clouds.pdf Fecha de consulta: 25/03/2022.

» [12] Nelly Lisbeth Hernandez Quintero, Anderson Smith Florez. "Computacion en la nube". Revista Mundo FESC (2014): 46-51.

» [13] Martínez, Edgar Efrén Gutiérrez, et al. "Cloud Computing: de la virtualización de aplicaciones y de escritorio, a la virtualización de servidores." Pistas Educativas 36.114 (2018).

» [14] Red Hat. "Qué es un Hipervisor" (2020). En línea: https://www.redhat.com/es/topics/virtualization/what-is-a-hypervisor Fecha de consulta: 02/04/2022

» [15] Bhardwaj, Aditya, and C. Rama Krishna. "Virtualization in cloud computing: Moving from hypervisor to containerization—a survey." Arabian Journal for Science and Engineering 46.9 (2021): 8585-8601.

» [16] Kehoe, Ben, et al. "A survey of research on cloud robotics and automation." IEEE Transactions on automation science and engineering 12.2 (2015): 398-409.

» [17] Slominski Jon, Bonn Brad. "How Boston Dynamics and AWS use mobility and computer vision for dynamic sensing". AWS Robotic Blog, (2021). En línea: https://aws.amazon.com/es/blogs/robotics/how-boston-dynamics-and-aws-use-mobility-and-computer-vision-for-dynamic-sensing/. Fecha de consulta: 02/04/2022.

» [18] HC, "El coche autónomo de Google nos da una vuelta y esto fue lo que ocurrió" Sitio Hackearcar, (2020). En línea: https://hackercar.com/el-coche-autonomo-de-google-nos-da-una-vuelta-y-esto-fue-lo-que-ocurrio/. Fecha de consulta: 02/04/2022.

» [19] Shawn McNulty-Kowal. "Microsoft's Azure cloud platform will be the brain for their future

autonomous robots". Blog Yanko Design, (2020). En línea: https://www.yankodesign.com/2020/11/06/microsofts-azure-cloud-platform-will-be-the-brain-for-their-future-autonomous-robots/ . Fecha de consulta: 02/04/2022.

» [20] Kyocera Document Solutions. "SaaS ¿Qué es? pros y contras del software as a service", (2016). En Línea: https://smarterworkspaces.kyocera.es/blog/saas-que-es-ventajas-y-desventajas/ Fecha de Consulta: 30/03/2018.

» [21] Damorelos. "Ventajas y Desventajas de Construir una Aplicación SaaS" Scio Consulting International LLC (2017). En Línea: https://www.scio.com.mx/blog/ventajas-desventajas-aplicacion-saas/. Fecha de Consulta: 30/03/2022.

» [22] The Guardian "Cloud computing is a trap, warns GNU founder Richard Stallman" (2008). En Línea: https://www.theguardian.com/technology/2008/sep/29/cloud.computing.richard.stallman. Fecha de Consulta: 30/03/2022.

» [23] L. Popovski, G. Soussou, and P. B. Webb (2014). A brief history of blockchain. Patterson Belknap Webb & Tyler, New York, NY, USA, Tech. Rep.

» [24] Dorsala, M. R., Sastry, V. N., & Chapram, S. (2021). Blockchain-based solutions for cloud computing: A survey. Journal of Network and Computer Applications, 196, 103246.

» [25] Zhang, Y., Deng, R. H., Liu, X., & Zheng, D. (2018). Blockchain based efficient and robust fair payment for outsourcing services in cloud computing. Information Sciences, 462, 262-277.

» [26] Singh, S., Ra, I. H., Meng, W., Kaur, M., & Cho, G. H. (2019). SH-BlockCC: A secure and efficient Internet of things smart home architecture based on cloud computing and blockchain technology. International Journal of Distributed Sensor Networks, 15(4), 1550147719844159.

» [27] Gaetani, E., Aniello, L., Baldoni, R., Lombardi, F., Margheri, A., & Sassone, V. (2017, January). Blockchain-Based Database to Ensure Data Integrity in Cloud Computing Environments. In ITASEC (pp. 146-155).

» [28] Murthy, C. V. B., Shri, M. L., Kadry, S., & Lim, S. (2020). Blockchain based cloud computing: Architecture and research challenges. IEEE Access, 8, 205190-205205.