

CAPÍTULO 8

Computación en la Nube

Patricia Bazán

La Computación en la nube (Cloud Computing) es un paradigma que posibilita el acceso ubicuo bajo demanda a servicios TIC accesibles a través de Internet. Se sustenta en la idea consumir sólo lo que se necesita y pagar por lo que se consume, de una manera similar a los servicios de luz o de gas.

El término *cloud* (nube) se refiere a la forma de representar la red (Internet) en los diagramas y es una abstracción de las complejidades de su infraestructura.

El desafío es cómo dimensionar la capacidad de los servidores para ajustarlos a la demanda (servicios estacionales, eventos masivos y puntuales, juegos *on line*).

El origen de este paradigma surge como consecuencia de disponer las infraestructuras privadas de los proveedores de servicios de Internet (ISP), hacia el ámbito global. Esta evolución también ha supuesto un cambio profundo en la forma en que los ISPs gestionan y ofrecen sus recursos añadiendo interfaces de gestión y los mecanismos para implementar el pago por uso (indican cómo medir el consumo de ancho de banda, espacio de almacenamiento, consumo de ciclos de CPU, etc.).

La computación en la nube no constituye una nueva tecnología sino que es un paradigma que combina tecnologías como: SOA, *Web Services*, Virtualización¹⁹ y *Grid Computing*²⁰

El capítulo se organiza de la siguiente manera: en la Sección 1 se detallan las bases conceptuales de la computación en la nube (*cloud computing*), en la Sección 2 se revisan primero los antecedentes tecnológicos que originaron este nuevo modelo de computación. Luego, la Sección 3 se describe el modelo de nube, los modelos de servicio y despliegue. En la Sección 4 se analiza el modelo de nube y su aplicación a BPM. En la Sección 5 se discuten desafíos y métodos de aplicaciones distribuidas en el modelo de nube. Finalmente se presentan algunas conclusiones.

¹⁹ Creación a través de software de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento u otros recursos de red.

²⁰ Tecnología innovadora que permite utilizar de forma coordinada todo tipo de recursos (entre ellos cómputo, almacenamiento y aplicaciones específicas) que no están sujetos a un control centralizado

8.1. Conceptos Generales y Definiciones

Una de las definiciones más referenciadas es la provista por el National Institute of Standards and Technology (NIST) [8.1]:

Definición 1. COMPUTACIÓN EN LA NUBE [NIST]

La computación en la nube es un modelo que habilita, de manera ubicua y bajo demanda, el acceso a la red para compartir un conjunto de recursos de computación configurable (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser provistos y publicados con un mínimo esfuerzo de administración por parte del proveedor del servicio o de interacción con el mismo.

Otra definición provista por la European Network and Information Security Agency (ENISA), enuncia [8.2]:

Definición 2. COMPUTACIÓN EN LA NUBE [ENISA]

La computación en nube es un modelo de servicio bajo demanda para la prestación de TI, a menudo basado en la virtualización y en las tecnologías informáticas distribuidas. Las arquitecturas de computación en nube poseen: 1) recursos con un alto grado de abstracción; 2) escalabilidad y flexibilidad prácticamente instantáneas; 3) prestación casi instantánea; 4) recursos compartidos (hardware, base de datos, memoria, etc.); 5) servicio bajo demanda que suele incluir un sistema de facturación de pago por uso; y 6) gestión programática, como por ejemplo, mediante la API del servicio web.

Si bien las definiciones anteriores son consideradas como las más completas y conocidas, en [8.3] un grupo de reconocidos expertos, presentan más definiciones. Algunas de ellas, se presentan a continuación. Por ejemplo, la definición provista por Furht, Borko, Escalante, y Armando, en su libro “Handbook of Cloud Computing” es la siguiente:

Definición 3. COMPUTACIÓN EN LA NUBE [FURHT ET AL.]

Computación en la Nube puede definirse como un nuevo estilo de computación en el cual recursos dinámicamente escalables y usualmente virtualizados son provistos como servicios a través de Internet.

La definición de UC Berkeley RAD Labs indica lo siguiente:

Definición 4. COMPUTACIÓN EN LA NUBE [UC Berkeley RAD Labs.]


Computación en la Nube es un nuevo enfoque de computación caracterizado por: 1) la ilusión de contar con infinitos recursos de cómputos, 2) la eliminación de compromisos de antemano por parte de los usuarios de la Nube, y 3) la habilidad de pagar por el uso, como sea necesario.

Por otra parte, McKinsey & Company enuncia:

Definición 5. COMPUTACIÓN EN LA NUBE [McKinsey]

La Nube son servicios basados en hardware que ofrecen capacidades de cómputos, de redes y de almacenamiento donde la administración del hardware es altamente abstraída de los compradores, los compradores incurren en costos de infraestructura como una variable OPEX (costos operativos), y la capacidad de infraestructura es altamente flexible.

La comparación de las definiciones anteriores se presenta en la Figura 59. Los aspectos comunes incluyen un nuevo modelo de computación, la posibilidad de acceder a recursos ubicuos, escalables y configurables por Internet, la abstracción del hardware y el pago por uso de

DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS RELEVANTES	ASPECTOS COMUNES
NIST	<ul style="list-style-type: none"> Es un modelo Acceso a recursos configurables Acceso a recursos ubicuos Acceso a recursos compartidos Mínimo esfuerzo de administración Mínimo esfuerzo de interacción 	
ENISA	<ul style="list-style-type: none"> Modelo de servicio bajo demanda Recursos con alto grado de abstracción Recursos escalables Recursos flexibles Prestación inmediata Recursos compartidos Servicio bajo demanda Pago de servicios por uso Gestión para programar los servicios 	
Furht et al.	<ul style="list-style-type: none"> Nuevo estilo de computación Recursos escalables Recursos virtualizados Recursos como servicios Acceso a recursos por Internet 	
UCBerkeley	<ul style="list-style-type: none"> Nuevo enfoque computacional Idea de recursos infinitos Sin compromisos previos Pago por uso 	

recursos computacionales.

Fig. 59. Comparación de Definiciones de Computación en la Nube

On-Premise y Cloud

Un recurso de TI (Tecnología de la Información) que se aloja en un entorno de TI empresarial dentro de los límites físicos de la compañía, se considera que está disponible “bajo las premisas” (*on-premise*) de la misma. Por lo tanto, no es un recurso de TI basado en la nube.

Los términos *on-premise* y *cloud* pueden considerarse antónimos. Un recurso de TI que es *on-premise* no puede ser *cloud* y viceversa [8.6].

Inquilino único (*single-tenant*) o inquilino múltiple (*multi-tenant*)

En una arquitectura *single-tenant* de computación en la nube, cada instancia de una aplicación de software y su infraestructura de soporte, aloja a un solo cliente. Es decir hay una copia del software para cada cliente y sus usuarios y dicho software puede adecuarse a las necesidades de ellos. En contraposición, en *multi-tenant* varios clientes comparten la misma instancia del software de aplicación.

Un claro ejemplo de *multi-tenant* lo constituye por ejemplo Gmail o Yahoo que alojan una sola instancia de aplicación y administran cientos de miles de cuentas de usuarios. Mientras que por ejemplo un cliente de mail de escritorio como Outlook es un ejemplo de *single-tenant*, dado que ejecuta una instancia distinta del aplicativo para cada cliente.

8.2. Antecedentes Tecnológicos

La computación en la nube es un paradigma que posibilita el acceso ubicuo bajo demanda a servicios IT accesibles a través de Internet. El término nube (*cloud*) se refiere a la forma de representar la red (Internet) en los diagramas y es una abstracción de las complejidades de su infraestructura [8.5].

El desafío es cómo dimensionar la capacidad de los servidores para ajustarlos a la demanda (servicios estacionales, eventos masivos y puntuales, juegos *on line*). La Figura 60 representa alguno de los elementos involucrados dentro de “la nube” y que deben funcionar como un sistema único y de manera transparente. La misma muestra distintos usuarios, canales de acceso y dispositivos, y una extensa variedad de servicios existentes.

Una arquitectura de tal complejidad, provoca incertidumbre acerca de la demanda real de recursos exigida por los usuarios y las aplicaciones. Esto puede provocar una mala utilización de los recursos, donde puede haber picos de demanda insatisfecha en ciertos momentos y recursos ociosos en otros.

El paradigma de la nube se basa en la noción de aprovechamiento bajo demanda. Esto significa, consumir lo que se necesite y pagar por lo que se consume.

Los primeros proveedores de servicios en la nube surgen de la evolución de la infraestructura privada de los propios proveedores de servicios de Internet, o *Internet Service Providers* (ISPs) y lo hicieron como una manera de aprovechar recursos ociosos en sus datacenters, abriendo las interfaces de gestión a los usuarios y agregando lo necesario

para implementar un modelo de pago por uso. Estos proveedores incluyen a Amazon, Google, y Microsoft, entre otros.

Las infraestructuras de computación en la nube se encuentran soportadas por servidores tradicionales y virtualizados. En este sentido se puede afirmar que la virtualización es uno de los conceptos tecnológicos que sustentan la infraestructura. A este concepto de virtualización se suman otras tecnologías relacionadas como por ejemplo, *Service Oriented Architecture* (SOA), *Grid Computing* y Servicios Web. Asimismo, cabe destacar que la nube no presenta una nueva tecnología, sino un nuevo paradigma de uso que combina tecnologías existentes. En síntesis, la nube no incorpora aspectos tecnológicos nuevos sino que ofrece un nuevo modelo de servicio combinando lo existente.



Fig. 60. Elementos de Computación en la Nube

8.3. El Modelo de Nube

El modelo de nube enunciado por NIST responde a la metáfora 5-3-4 que definen 5 características esenciales, 3 modelos de servicio y 4 modelos de despliegue.

Características Esenciales

Las cinco características esenciales incluyen:

- 1) Autoservicio a demanda – un consumidor puede aprovisionar unilateral y automáticamente recursos de computación según necesite.
- 2) Amplio acceso a la red – las capacidades están accesibles en la red a través de mecanismos estándar que permiten el acceso desde plataformas heterogéneas de clientes.
- 3) Recursos mancomunados – los recursos de computación provistos son agrupados para servir a múltiples clientes usando un modelo multi-inquilino
- 4) Elasticidad rápida – las capacidades son aprovisionadas y liberadas rápida y elásticamente, y en algunos casos automáticamente.
- 5) Servicio medido – los sistemas en la nube controlan y optimizan automáticamente el uso de los recursos proporcionando alguna capacidad de medición, habitualmente basado en pago por uso o cargo por uso.

Modelos de Servicio

Los tres modelos de servicios incluyen:

1) Infraestructura como Servicio – en inglés, *Infrastructure as a Service* (IaaS) donde el consumidor aprovisiona recursos de computación (e.g. capacidad de CPU, almacenamiento, red) en los que ejecuta su software, incluidas aplicaciones y sistemas operativos. El consumidor no controla la infraestructura de nube subyacente pero sí los sistemas operativos, el almacenamiento, las aplicaciones desplegadas y a veces la red (firewalls).

Las características de IaaS son:

- Provisión de recursos bajo demanda - Los recursos son asignados a medida que los necesita quien está desplegando su entorno de TI en la nube.
- Elasticidad dinámica de los recursos - Cuando los recursos no son requeridos, se liberan de manera dinámica y transparente.
- Uso eficiente de los recursos - Para que los recursos brinden el máximo de rendimiento, se utilizan técnicas de virtualización y arquitectura *multi-tenant*.
- Modelo de pago por uso - Este modelo permite que la TI se ofrezca como servicio e implica establecer métodos y criterios para poder medir el uso de TI.
- Gestión más eficiente de los *datacenters* - Se obtienen enormes beneficios de la economía de escala, estandarización, se reducen los costos y se hace un uso más eficiente de la energía.

Las funciones de gestión típicas de IaaS son:

- Gestión dinámica de recursos (p.e. inicio/parada de máquinas virtuales, creación/eliminación de volúmenes, asignación de mayor capacidad de cómputo)
- Funciones de automatización (p.e. balance automático de carga, reglas de autoescalado horizontal, manejo de prioridades en la asignación de recursos)

- Monitorización de recursos (cpu, memoria, ancho de banda)
- Gestión de consumos y costos que permite medir los consumos de recursos de TI para poder cobrar al cliente en función de ellos.

2) Plataforma como Servicio – en inglés, Platform as a Service (PaaS) donde el consumidor despliega en la infraestructura provista por el proveedor, aplicaciones tanto propias como adquiridas, desarrolladas usando entornos de programación soportados por el proveedor.

Los tipos de ofertas de PaaS son:

- Desarrollo de extensiones SaaS. Proveedores de SaaS definen APIs para construir por sobre ellos (Ej: Salesforce, Facebook)
- Plataformas propietarias: algunos solo despliegan otros soportan todo el ciclo de vida del software: Amazon Elastic BeansTalk (despliegue de aplicaciones en Amazon EC2), Microsoft Azure (plataforma .NET), Google AppEngine (APIs propias)
- Open Platform: Ofertas que se basan en tecnologías abiertas para evitar la dependencia del vendedor (en inglés, *vendor lock-in*). Son arquitecturas extensibles en las que se puede escoger el entorno de desarrollo, el lenguaje, la base de datos, el servidor de aplicaciones. Ej: Ejemplos: CloudFoundry (VMWare), OpenShift (Red-Hat), CumuLogic, CloudBees

Las prestaciones típicas de PaaS son:

- Gestión del ciclo de vida de las aplicaciones. Esto es muy importante dado que las plataformas de desarrollo basadas en la nube son accedidas por varios usuarios a una misma instancia. Esta instancia, de la misma manera que una instancia de clase en la orientación a objetos, es creada, tiene un tiempo de vida y eventualmente es destruida o muere.
- Herramientas de desarrollo colaborativo. El modelo de trabajo en la nube es una actividad netamente colaborativa dado que varios acceden a la misma instancia y se deben aplicar las reglas de control de acceso y versiones típicas de este modelo.
- Herramientas para el desarrollo de interfaces de usuario. Como cualquier entorno de desarrollo tradicional u on-premise, se debe contar con componentes específicos para la construcción de interfaces de usuario.
- Integración con Web Services (SOAP, REST): *mashups* ²¹, composición de servicios. En PaaS es mucho más frecuente y necesario construir aplicaciones como composición de componentes existentes y que puedan interoperar entre ellas aprovechando así un entorno de ejecución global.
- Integración con BD SQL y NoSQL. Al igual que los entornos de desarrollo clásico, se debe contar con manejadores que permitan establecer conexiones con las bases de datos, pero estando estas en un entorno *cloud*.

²¹ Forma de integración y reutilización. Ocurre cuando de una aplicación web es usada o llamada desde otra aplicación, con el fin de reutilizar su contenido y/o funcionalidad

- Mecanismos de extensibilidad (*plugins*) para configurar nuevos frameworks.
- Independencia del proveedor IaaS

3) **Software como Servicio** – en inglés, Software as a Service (SaaS) donde el consumidor utiliza las aplicaciones del proveedor que son ejecutadas en una infraestructura de nube. El consumidor no controla ni la infraestructura de nube subyacente, ni las capacidades de la aplicación, pero puede controlar la configuración personal de dichas aplicaciones.

La Figura 61 muestra los beneficios y desventajas de SaaS.

La adaptabilidad se plantea como una desventaja en el sentido que las aplicaciones desplegadas en la nube no se adaptan a los requisitos específicos de cada usuario, sino que brindan características universales en las que se sustenta el modelo *multi-tenant*.

Respecto de los aspectos legales y de seguridad, se refiere específicamente a que se modifica el modelo acuerdo de nivel de servicio (SLA - *Service Level Agreement*) dado que se definen nuevas responsabilidades propias de un modelo de servicio diferente.

La dependencia del vendedor se ve reflejada en términos que cual es la plataforma donde se alojan las aplicaciones en SaaS y la incertidumbre de su disponibilidad en el tiempo.

BENEFICIOS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • No hay costos de licencias • La Gestión de TI se simplifica • Las actualizaciones son automáticas y constantes • Ubicuidad (accesible desde cualquier dispositivo) • Integración a través de APIs 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependencia de la red • Adaptabilidad • Aspectos legales y de seguridad • Dependencia del vendedor • Costos: para pymes es ventajoso.

Fig. 61. Beneficios y desventajas de SaaS

Las diferencias en ASP y SaaS

El término ASP (*Application Service Provider*) define compañías que ofrecen servicios basados en computadoras a los clientes a través de una red y usando el protocolo HTTP. En resumidas cuentas, son compañías que desarrollan sistemas basados en Web.

Si se analizan estos proveedores con los de SaaS se observan muchas similitudes dado que ambas son aplicaciones bajo demanda, acceso ubicuo, pago por uso, el cliente no gestiona ni controla la infraestructura subyacente, configuraciones personalizadas, reducción de costos de instalación y operación.

La principal diferencia es que ASP es un modelo *single-tenant*, mientras que SaaS es un modelo *multi-tenant*, pero desde el punto de vista del usuario es difícil percibir la diferencia.

En la Figura 62 se muestra un modelo ASP single-tenant y sus características, mientras que en la Figura 63, se ve el modelo SaaS *multi-tenant*

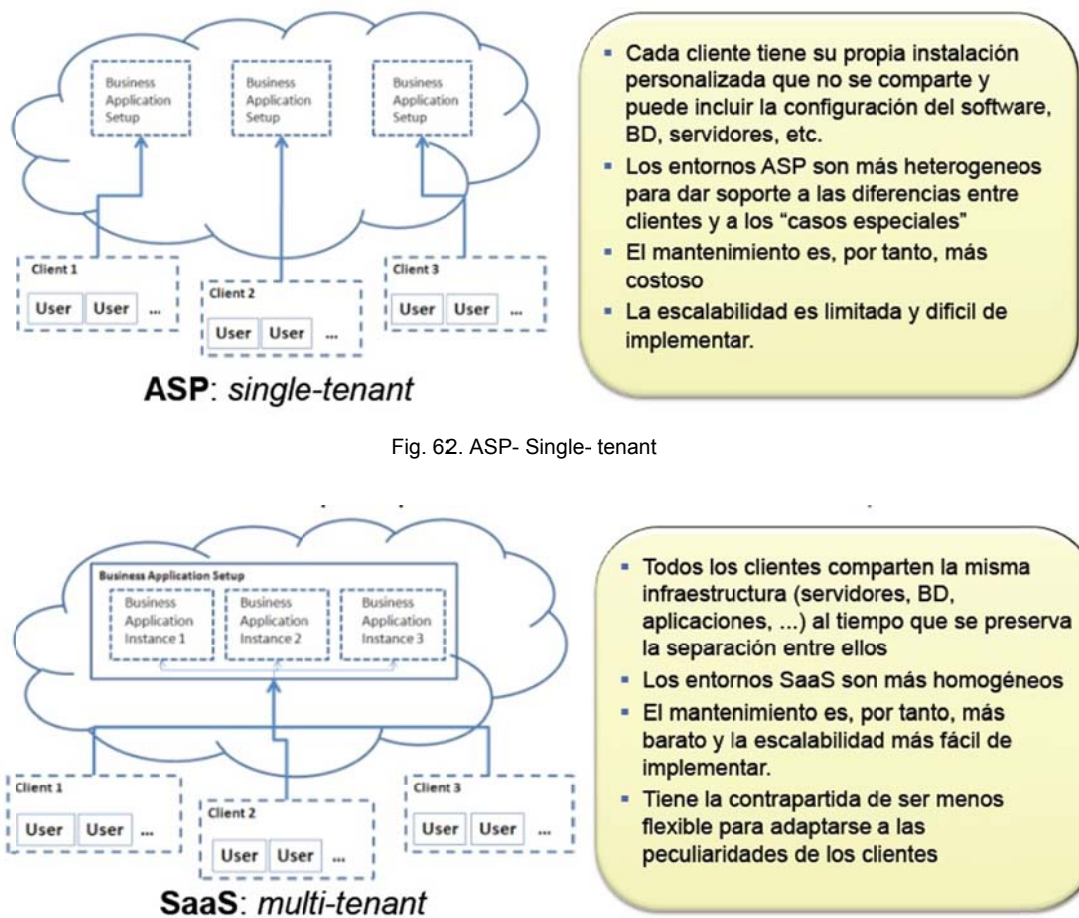


Fig. 62. ASP- Single- tenant

Fig. 62. SaaS multi-tenant

Modelos de Despliegue

Los cuatro modelos de despliegue incluyen:

1) Nube Pública – Ofrece una infraestructura para uso del público o empresas en general. Estas nubes tienen una interface para la gestión interna de la infraestructura virtualizada y exponen otra externa para la gestión de los recursos de los clientes.

2) Nube Privada – Es para uso exclusivo de una organización con múltiples clientes (e.g. departamentos de una empresa). Puede ser de su propiedad (on-premise), alquilada (off-premise) o una combinación de ambas. Permite una gestión flexible y ágil de los recursos de la organización. Los principales proveedores públicos de IaaS comenzaron creando nubes privadas para mejorar la gestión de sus datacenters.

3) Nube Híbrida – Es la combinación de nube privada y pública que permite gestionar los picos de carga obteniendo recursos de la nube pública. El uso de una nube pública es totalmente transparente para usuarios de la nube privada.

4) Nube Comunitaria - Es una infraestructura para uso de una comunidad de organizaciones que comparten intereses, donde cada componente conserva su autonomía. La relación entre componentes se hace mediante tecnologías (propietarias o estandarizadas) que permitan la portabilidad de datos y aplicaciones. Puede ser propiedad de una o varias de las organizaciones, ser alquilada o una combinación de ambas.

La Figura 64 resume el modelo de nube descrito ubicando cada uno de los modelos que lo componen de manera integrada. Como se observa en la figura, se puede desplegar SaaS sobre IaaS aunque la plataforma de desarrollo no sea “aaS”.

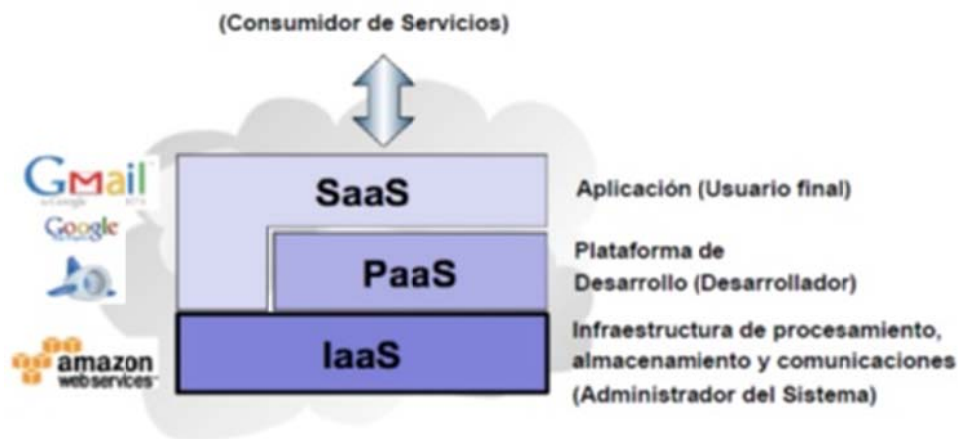


Fig. 63. Modelo de Nube. Visión Integrada

La Figura 65 muestra el modelo de nube provisto por NIST de manera integrada incluyendo también las 5 características esenciales.



Fig. 64. Modelo de Nube [NIST]

8.4- Análisis del Modelo de Nube y su Aplicación en BPM

El modelo de nube presenta ventajas y desventajas en general, que a la hora de ser analizadas a la luz de BPM deben ser consideradas a fin de proponer nuevos modelos de servicio denominados Business Process as a Service (BPaaS) [8.4]. A continuación se analiza el modelo de nube y su aplicación en BPM.

En general, el modelo de nube presenta las siguientes ventajas:

- **Reducción de costos** – el modelo de pago por uso resulta beneficioso en cuanto la inversión requerida para montar una infraestructura tecnológica, sobre todo en el ámbito de pequeñas y medianas empresas que pujan en un mercado competitivo y donde la innovación es un aspecto esencial para su crecimiento [8.4 Sección 2.1.5].
- **Mejora de la eficiencia** – es posible dedicar más recursos a la actividad propia de una organización delegando la responsabilidad de la gestión de TI, además de facilitar la escalabilidad y la elasticidad en el aprovisionamiento de recursos tecnológicos.
- **Flexibilidad** – se evita la inversión en hardware que se pierde vigencia rápidamente, además de permitir las operaciones desde cualquier lugar.
- **Seguridad** – los proveedores de servicios en la nube generalmente poseen mejores prácticas y sistemas de seguridad, así como aseguran el cumplimiento de regulaciones.
- **Continuidad del negocio** – la alta fiabilidad y la tolerancia a fallos, provista por sistemas redundantes, replicación de datos y distribución geográfica permiten a las organizaciones otorgar un servicio 24x7.

Asimismo, el modelo de nube presenta las siguientes desventajas:

- **Seguridad** – así como en un aspecto, la seguridad es una ventaja en el modelo de nube, se transforma en desventaja cuando se observa la seguridad física de los datacenters, las garantías de transmisión cifrada y el acceso a datos sensibles para la organización.
- **Dependencia de la red** – la necesidad de estar siempre conectado para poder trabajar, puede ser una desventaja, así como la dependencia de las velocidades de la red.
- **Dependencia del vendedor** – la fiabilidad del proveedor, así como los fallos masivos y la escasa interoperabilidad por la carencia de estándares, constituyen sin dudas un riesgo en la operación de las compañías.
- **Aspectos legales** – el modelo de nube aún carece de adecuada armonía entre legislaciones de distintos países, más aún cuando se piensa que la muchas de estas arquitecturas operan con modelos globalizados. Asimismo, es poco clara aún la protección al consumidor.
- **Integridad de datos** – la pérdida de control de los datos de las organizaciones pone en alto riesgo la privacidad y confidencialidad de los mismos.

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas descritas anteriormente, a continuación se discute la aplicación de este modelo a BPM.

BPM basada en la nube da a los usuarios la posibilidad de usar software de una manera de “pago por uso”, en lugar de forzarlos a emprender grandes inversiones en software de BPM, hardware y mantenimiento como se da en el caso de los sistemas de licenciamiento tradicional. Por otra parte, los sistemas pueden escalarse, creciendo o decreciendo, de acuerdo a las necesidades de los usuarios, lo cual significa que los mismos no deben preocuparse acerca del sobre o bajo aprovisionamiento de recursos, gracias a la alta adaptabilidad provista en la actualidad por los prestadores de servicios en la nube.

Sin embargo, existentes puntos débiles: al desplegar un BPMS en la nube, los usuarios pueden llegar a perder control sobre los datos sensibles. Este aspecto resulta no menor al considerar que los procesos de negocio dentro de una organización gestionan información de gran importancia para la misma y sus miembros. Por otro lado, la eficiencia y efectividad de las actividades de los procesos que no son altamente computacionales pueden no incrementarse por ponerlas en la nube, sino al contrario, estas actividades pueden volverse más costosas. Por ejemplo, una actividad que no es intensamente computacional podría necesitar procesar cierta cantidad de datos. La transferencia de los datos a la nube puede tomar más tiempo que transmitirlos a una versión embebida instalada localmente (*on-premise*). Incluso la misma puede resultar aún mayor que la necesidad real de procesamiento. Además, los costos de la actividad pueden incrementarse debido a que la transferencia de datos es uno de los elementos de facturación en un sistema de computación en la nube, debido a la alta disponibilidad de la conexión [8.4].

8.5. Aplicaciones Distribuidas y Cloud: desafíos y métodos

Con el rápido desarrollo de TI en el contexto del lanzamiento y ejecución de arquitecturas basadas en la nube, las compañías se enfrentan con nuevos problemas. En particular, las características distribuidas y colaborativas de las aplicaciones se torna evidente.

El paradigma de computación en la nube puede considerarse un facilitador de la combinación mejorada de arquitecturas orientadas a servicios, donde la construcción de aplicativos como composición de componentes promete ser una realidad. Pero este potencial depende de las condiciones de los distintos *frameworks*, las cuales pueden ser apreciadas desde un aspecto técnico tanto como económico. A continuación, se discuten estos dos aspectos; uno técnico y otro económico.

Vista Técnica

Desde un punto de vista técnico se pueden identificar tres dimensiones para el diseño, implementación y operación exitosos de desarrollos de software en un ambiente de nube: 1) programación, 2) integración y 3) seguridad.

1) Programación – Los sistemas complejos y distribuidos son altamente realizables en el campo de TI actual. En conexión con el objetivo de alcanzar una mayor usabilidad y flexibilidad, esta complejidad representa nuevos requerimientos para la Ingeniería de Software. Para resolver este problema es necesaria la adopción de nuevos lenguajes, recayendo sobre nuevos conceptos y técnicas innovadoras.

2) Integración – La integración puede dividirse en integración de datos e integración de funciones. A la luz de los desafíos involucrados, el tópico de la integración juega un rol fundamental en distintos escenarios. Por ejemplo, un *workflow* basado en la nube puede controlar actividades variables distribuidas más allá de las fronteras de las compañías.

3) Seguridad – La seguridad puede dividirse en tres categorías: seguridad funcional, de la información y de los datos. Todas estas categorías tienen una relevancia significativa para las aplicaciones distribuidas y desplegadas en la nube. La seguridad funcional específica como el estado actual se corresponde con el estado deseado de funcionalidad. La seguridad de información se enfoca en los cambios o extracciones de información no autorizados. La seguridad de los datos se encarga de los datos utilizados por los aplicativos.

Vista Económica

Se pueden mencionar dos dimensiones desde el punto de vista económico:

1) Disponibilidad – Los servicios que son provistos por una infraestructura de nube pueden ser accedidos en cualquier momento. Basados en un alto nivel de abstracción, la personalización e instalación se vuelven significativamente más fáciles. En adición a esta simplificación, el usuario final es capaz de trabajar con el servicio en forma inmediata.

2) Riesgo de inversión – En el contexto de los distintos modelos de facturación variable como el de pago por transacción, el sistema orientado a la nube resulta más accesible que un sistema de licenciamiento tradicional.

8.6. Conclusiones del Capítulo

La idea subyacente en *cloud computing* es que aporta un nivel superior de eficiencia para distribuir y desplegar recursos de IT bajo demanda. La incorporación de conceptos como virtualización, despliegue bajo demanda, distribución de recursos por Internet cambian el enfoque no