

CLOUD COMPUTING: MODELO CONCEPTUAL PARA EXAMINAR LOS DETERMINANTES PARA LA ADOPCIÓN DE LA NUBE PÚBLICA

Resumen

Las empresas buscan innovar en el campo de la tecnología con el fin de ampliar los servicios ofrecidos al mismo tiempo que los convierte en unos más eficaces y eficientes. Ello conlleva la implementación de infraestructuras de tecnología informática que permita ser administrada, asegurada y ampliada sin que implique grandes inyecciones presupuestarias para el Departamento de TI. *Cloud computing* en sus diversas modalidades de infraestructura, ha ganado muchos adeptos. Esta tecnología se centra en la disponibilidad de recursos informáticos en el Internet. Al igual que a otras tecnologías, se le atribuyen ventajas y desventajas que inciden en la determinación de adoptarla. El objetivo de esta investigación es proponer un marco de investigación para estudiar empíricamente las relaciones entre la infraestructura de TI, la organización y la seguridad, y cómo éstas inciden en la determinación de adoptar un modelo de infraestructura de nube pública. Este estudio brinda varias aportaciones al área de tecnología e innovación. El estudio propone utilizar un enfoque no-experimental cuantitativo en donde las relaciones entre las variables serán de tipo transversal correlacional. Un método de encuesta en línea será nuestro instrumento de medición. El instrumento debidamente validado será suministrado a una población compuesta por directores de sistema, directores de centro de cómputos, administradores de sistemas, ejecutivos de sistemas en Puerto Rico. La principal aportación de este estudio es la de precisar el rol que desempeña la influencia de la infraestructura de TI, la organización y la seguridad sobre la adopción a nivel empresarial de una infraestructura de nube pública.

Palabras clave: Nube Pública, Cloud Computing, Infraestructura de IT

Introducción

Cloud computing es una de las tecnologías que se perfila como una opción ágil y eficiente para la implementación de recursos informáticos, facilitando la prestación de servicios y soluciones, y permitiendo la optimización las operaciones comerciales de una empresa (Khan y Malluhi, 2010). Cloud computing es una plataforma virtualizada, auto gestionada y mantenida que proporciona una diversidad de recursos informáticos con opciones de escalabilidad y de consumo dinámico (Truong, 1999). En este sentido, el desarrollo de tecnologías basadas en Internet es una de las estrategias cada vez más utilizada por las empresas, con el fin de integrar a sus sistemas procesos que le permitan realizar transacciones comerciales con sus socios de negocio (Tuncay, 2010). Por consiguiente, cloud computing ha alterado el panorama de la tecnología de la información para las grandes empresas y medianas y pequeñas empresas.

La adopción de soluciones de cloud computing, fue estudiada por la firma RightScale (2015) con una muestra de 930 profesionales del campo de la tecnología, de los cuales el 93% indicó estar adoptando cloud computing. Esta investigación reveló además, que la estrategia de cloud computing preferida por los encuestados es la nube híbrida (82%), pero es la nube pública la que despunta como líder en cuanto a amplitud de la adopción a nivel empresarial (88%) sobre la nube privada, la cual el 58% de los encuestados indicó utilizar. RightScale (2015), señalaron una serie de beneficios experimentados luego de la adopción de alguna solución de cloud computing, entre los que se encontraba: la escalabilidad, el rápido acceso a la infraestructura, la disponibilidad y la eficiencia del equipo humano de tecnología informática (TI). Desafíos como la seguridad, la falta de recursos o experiencia, el cumplimiento, la administración de múltiples servicios en la nube, la administración de costos, la gobernanza y el desempeño también se vieron reflejados en el estudio (RightScale, 2015).

Cloud computing es un fenómeno que no debe verse como algo transitorio, aun cuando se mantiene debate con diversos asuntos medulares. El área de la seguridad se continúa debatiendo desde el punto de vista del aumento en el grado que se aplica a los datos corporativos residentes en la nube (Varbanov, 2011). El licenciamiento de las soluciones de cloud computing, es otro de los temas bajo debate por su costo y diversidad de modelos existentes. De igual manera se dilucidan asuntos relacionados al aumento en la eficiencia de las aplicaciones en la nube y el establecimiento de estrategias que guíen la migración gradual hacia una nueva generación de sistemas de información corporativos (Varbanov).

Diversas investigaciones han demostrado que la determinación de una organización para adoptar una infraestructura de cloud computing está influenciada por factores tecnológicos, organizacionales y de seguridad (Low, et al. 2012; Rosado, et al. 2012; Khan, et al. 2010). Low, Chen y Wu (2012) indicaron que una de las barreras para la adopción de cloud computing podría ser la complejidad y la compatibilidad de la aplicación en la nube. Para Rosado, Gómez, Mellado y Fernández (2012) a pesar de que la acogida de una infraestructura de cloud computing representaba beneficios significativos para la organización, preocupaciones dirigidas a factores como la seguridad y el cumplimiento organizacional inciden en que duden en la adopción de una solución en la nube. Khan y Malluhi (2010), establecieron que dado que la información migrada es almacenada en un espacio virtual, existen dos elementos importantes relacionados con la transparencia que deben ser considerados: La ubicación física de las infraestructuras de almacenamiento y el perfil de seguridad de cada una de esas ubicaciones. A partir de la discusión antes expuesta, se proponen las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo inciden los asuntos de seguridad como la gobernanza, la transparencia y la privacidad en la adopción de una solución basada en una Nube Pública?

- ¿Son el costo de una infraestructura tecnológica en la nube y la composición del grupo de trabajo técnico determinantes fuertes en la adopción de una migración desde una infraestructura interna a una de Nube Pública?
- ¿Son la accesibilidad, la compatibilidad y la escalabilidad factores determinantes fuertes para la adopción de una solución basada en una Nube Pública?

El resto del documento le presenta la revisión de literatura en torno a los cuatro constructos definidos. Después, presentará el modelo de investigación y las hipótesis desarrolladas para este estudio. A continuación, la metodología de investigación y finalmente las conclusiones e implicaciones de este estudio.

Revisión de Literatura

Cloud computing ofrece cuatro modelos de desarrollo de infraestructura que podrían ser adoptados por una organización: nube pública, nube privada, nube comunitaria y nube híbrida. La nube pública, es el modelo de computación en donde todos los recursos residen en infraestructuras de terceros y son accedidos por los usuarios a través de aplicaciones o servicios Web (Rosado, et al. 2012). Bajo este esquema de computación, responsabilidades como el manejo de la seguridad y disponibilidad de los recursos son delegadas a la compañía que ofrece el servicio de alojamiento (Rosado, et al. 2012). En cambio, en una nube privada toda la infraestructura desarrollada es utilizada por una sola organización, siendo el departamento de tecnología de información interno los responsables de su administración diaria. En ocasiones, esta responsabilidad puede ser delegadas a terceros bajo los debidos acuerdos de servicio y confidencialidad (Rosado, et al. 2012). Una nube comunitaria, es el modelo en donde varias organizaciones con necesidades en común unen esfuerzos para desarrollar y compartir una infraestructura donde ambos se benefician de elementos como escalabilidad, seguridad, el establecimiento de políticas y consideraciones de cumplimiento (Dillon, Wu y Chang, 2010). Por otro lado, la nube híbrida es el modelo en donde la

infraestructura es el resultado de una convergencia de varios modelos de nubes pertenecientes a diversos proveedores (Dimitrios y Dimitrios, 2010).

La adopción de cloud computing ha sido objeto de diversas investigaciones en donde se analizan una variedad de factores. Low, Chen y Wu (2011), estudiaron los factores que inciden en la adopción de cloud computing en un grupo de empresas de alta tecnología, examinando factores como la ventaja relativa, la complejidad, la compatibilidad, el apoyo de la alta gerencia, el tamaño de la organización, la presión de la competencia y a ejercida por los socios de negocio. Aharony (2014), investigó el modelo de aceptación de nuevas tecnologías; la evaluación cognitiva; la apertura a nuevas experiencias; y las características personales, influían en la determinación de los profesionales de la información de adoptar nuevas tecnologías como el cloud computing. Brown y Nasuti (2005) abordaron el tema de la gobernabilidad de TI y como ésta se ve trastocada y debe evolucionar a partir de buscar el cumplimiento con reglamentaciones como Sarbanes-Oxley Act, Securities and Exchange Commission, y Committee of Sponsoring Organization. Otros investigadores han publicado estudios donde se centran en abordar asuntos de seguridad en la nube. Ramgovind, Eloff y Smith (2010) aportaron una perspectiva de la seguridad global del cloud computing con dos objetivos: Resaltar los problemas de seguridad que deben ser atendidos; y lograr un nivel de conciencia del potencial real de la nube. Varbanov (2011) exploró los beneficios, retos y riesgos del cloud computing abordando asuntos como: La pérdida de control sobre los datos de la empresa; la seguridad de los datos en la nube; la falta de estandarización; la compatibilidad; y la transparencia.

Mejías (2011), expresó que el grado de disponibilidad de un sistema esta intrínsecamente atado a la existencia de Internet, denotando que sin él el acceso a los sistemas se vería afectado o sería inexistente. En este sentido, Gillet y Lehr (1999) se pronunciaron indicando que para garantizar el acceso por parte de empleados, clientes y socios de negocio

a los servicios residentes en la nube se torna imperativa la contratación de proveedores de servicio de Internet (ISP) que garanticen un nivel óptimo de conectividad. Varbanov (2011), estableció que garantizar el acceso a las aplicaciones, datos y documentos desde cualquier lugar donde se localicen los empleados, clientes y socios de negocio de la empresa reflejaría un alza en la productividad y eficiencia de la empresa.

Para Buyya, Yeo, Venugopa, Broberg y Brandic (2009), las empresas se ven incentivadas a implementar cloud computing por la oportunidad que ésta tecnología le brinda para reducir o eliminar los costos relacionados con el ofrecimiento de servicios con infraestructura interna. Sin embargo, para Kim, Kim, Lee y Lee (2009) deben considerarse costos asociados con la accesibilidad de los recursos residentes en la nube como lo son: El mantenimiento de servicios redundantes para garantizar la disponibilidad del recursos en caso de interrupciones ocasionales; el aumento del ancho de banda en las líneas de comunicación para mantener un nivel de rendimiento óptimo; la disponibilidad de personal técnico dedicado al proceso de monitoreo de los recursos virtuales.

Las empresas que poseen un mayor nivel de conocimiento sobre la computación en la nube son más propensas a adoptar este tipo de servicios. Contar con recurso humano especializado en tecnología de información, tanto a nivel convencional como en la nube es posible a través de un proceso de capacitación que le permita al personal existente prepararse en las técnicas de computación en la nube y simultáneamente comprender sus funcionalidades (Gangwar, Date y Ramaswamy, 2015). En este sentido, el grupo especializado en la tecnología de la información es uno de los grupos responsable por el funcionamiento de la empresa. En opinión de los directores de TI encuestados por Dean y Saleh (2010) está es una responsabilidad a la que sus departamento dedican demasiado tiempo. A partir de una migración a la nube las responsabilidades de este grupo de técnicos

disminuirían permitiéndole centrarse en el mejoramiento de las funcionalidades y características de los sistemas.

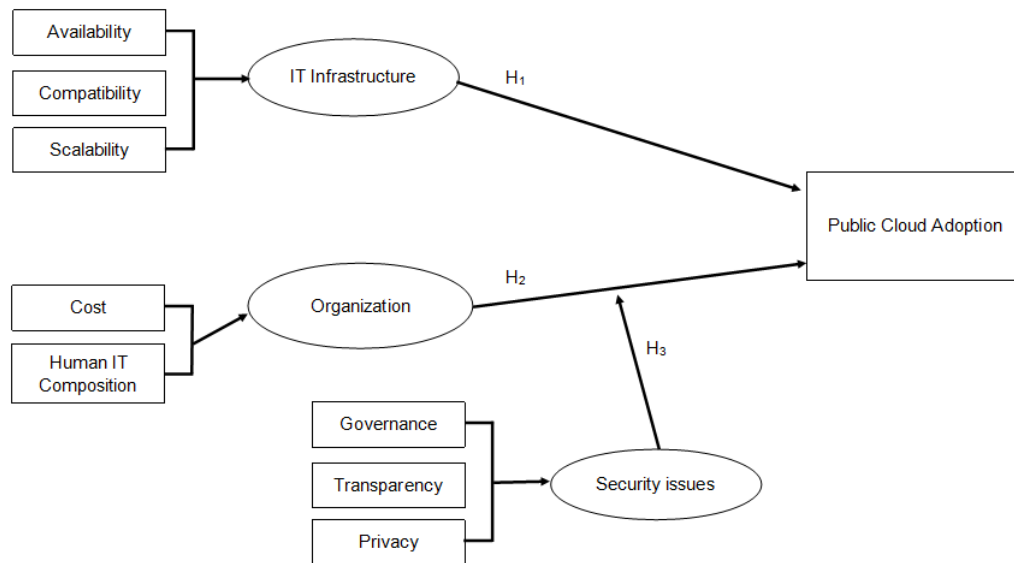
En la nube la información almacenada no reside en un solo equipo de almacenamiento y en una sola localidad, contrario a lo sucedido cuando contamos con equipos internos. Por el contrario, cuando almacenamos información en la nube esta pasa a residir en una capa virtual (Khan y Malluhi, 2010). De ahí que surgen dos elementos adicionales relacionados con la transparencia del servicio: la ubicación física de los equipos de almacenamiento y procesamiento de la información; y el perfil de seguridad de esas localidades. Dado que las leyes y reglamentaciones varían de país en país toma mayor relevancia que los clientes estén informados sobre dónde es almacenada y procesada la información que migra a la nube y qué ajustes adicionales con relación a la seguridad de sus activos digitales debe considerar (Khan y Malluhi, 2010).

Las nubes públicas poseen mayor posibilidad de ser percibidas con un mayor nivel de transparencias que las nubes híbridas, comunitaria y privadas. La razón para esta percepción es que los proveedores de este tipo de servicio suele recibir el insumo de un espectro mayor de clientes (Ramgovind, Eloff y Smith, 2010). El SLA es el acuerdo legal que en el cual los proveedores del servicio en la nube y la empresa que lo contrata esbozan sus acuerdos legales. Este acuerdo es un protocolo medular en la garantía de transparencia en los servicios de cloud computing y una herramienta con la cual el proveedor ganará la confianza de los clientes. Generalmente este documento incluye, entre otros puntos, los acuerdo sobre: servicio a entregar; rendimiento; monitoreo y producción de informes; manejo de problemas; cumplimiento legal de las partes; resolución de disputas; deberes y responsabilidades del cliente; responsabilidad en cuanto al tema de seguridad (Ramgovind, et al. 2010).

Objetivo, Modelo de Investigación e Hipótesis

El objetivo de esta investigación es determinar cómo diversos factores relacionados con la infraestructura de TI, la organización y la seguridad inciden en la determinación de adoptar un modelo de desarrollo de Nube Pública. Las empresas buscan innovar en el campo de la tecnología con el fin de ampliar los servicios ofrecidos al mismo tiempo que los convierte en unos más eficaces y eficientes. Ello conlleva la implementación de infraestructuras informáticas que permitan ser administradas, aseguradas y ampliadas sin que implique grandes inyecciones presupuestarias para el Departamento de TI en periodos de tiempo corto. No obstante, asuntos como la accesibilidad de los recursos migrados a la nube; la compatibilidad de las aplicaciones en la nube con las existentes en la empresa; el nivel de escalabilidad de la nueva infraestructura virtual; los costos que implica la migración; la composición del departamento de TI; los niveles de gobernanza que pueden ser implementados; así como la transparencia y privacidad, son elementos cruciales en la determinación de adoptar una migración a una solución de Nube Pública.

Con el modelo propuesto, proponemos evaluar, factores que inciden en la adopción de una nube pública desde tres constructos la infraestructura de TI, el organizacional y los asuntos de seguridad (ver Figura 1). Desde la perspectiva del constructo infraestructura de TI, investigaremos el nivel de influencia que arrojan variables como la accesibilidad, compatibilidad y escalabilidad. Por otra parte, el constructo organización será investigado a través de dos variables: El costo y la composición del equipo humano asignado al departamento de tecnología de información. El constructo seguridad, será investigado desde tres vertientes: gobernanza, transparencia y privacidad (ver Figura 1).

Figura 1: Modelo de Investigación*Figura 1. Modelo conceptual desarrollado por las autoras*

Infraestructura de TI

La infraestructura de TI es la base para la distribución de la información compartida y de las operaciones comerciales de la empresa siendo definido en términos de su alcance y rango (Keen, 1991), refiriéndose a la disponibilidad de acceder el sistema desde diversos lugares. La disponibilidad, confiabilidad y productividad relacionadas con la computación en la nube son altamente dependientes de la infraestructura del proveedor o los proveedores del Internet (Varbanov, 2011). Este constructo será estudiado desde tres vertientes:

- Disponibilidad - se refiere a la capacidad del proveedor de servicio de Internet de mantener un nivel de conectividad que permita el acceso a los recursos disponibles en la nube.
- Compatibilidad - implica la eficaz convergencia entre las aplicaciones existentes en la empresa con la nueva infraestructura virtual.

- Escalabilidad – representa la posibilidad de ampliar los recursos contratados en la nube con una menor inversión en tiempo y costo en comparación con el mismo proyecto en una solución interna.

Seguridad

La seguridad es aquel nivel de protección aplicado un sistema de información con el propósito de asegurar la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información residente en el mismo (Guttman, 1995). Este constructo será utilizado como variable moderadora en la relación entre organización y la determinación de adoptar la Nube Pública y estudiando desde la perspectiva de tres variables:

- Gobernanza - implica el nivel de cumplimiento requerido a una empresa en comparación con el nivel de cumplimiento que puede ser alcanzado teniendo los recursos informáticos de la empresa en la nube.
- Transparencia - es el nivel de conocimiento que posee la empresa sobre asuntos como: dónde es almacenada la información migrada a la nube; y cuál es el nivel de seguridad de esa localidad.
- Privacidad - el nivel de seguridad aplicado a la información migrada con el fin de asegurar el no acceso de personas externas al círculo comercial de la empresa.

Organización

Una organización es un acuerdo deliberado entre un grupo de personas con el fin de alcanzar un propósito específico y para ello establecen objetivos y crean una estructura en la cual las personas contratadas cumplen con sus funciones (Robbins y Coulter, 2010). En este estudio se utiliza el constructo organización para agrupar los factores costo y composición del

equipo de trabajo humano en TI, variables que se consideran factores importantes en la determinación de la adopción de una infraestructura de Nube Pública:

- Costo - implica la inversión presupuestaria requerida para la adopción de un modelo de desarrollo de Nube Pública en comparación con la implementación de los mismos recursos internos.
- Composición del equipo de trabajo humano de TI - se refiere a la contratación de personal especializado en el área de la tecnología o la capacitación del personal existente en la nueva tecnología.

A partir de la anterior discusión del modelo de investigación propuesto, surgen las siguientes hipótesis:

H₁: La infraestructura de TI se correlaciona positivamente con la adopción de una infraestructura de Nube Pública.

H₂: La organización se correlaciona positivamente con la adopción de una infraestructura de Nube Pública.

H₃: Los asuntos de seguridad poseen un efecto positivo sobre la correlación existente entre la organización y la adopción de una infraestructura de Nube Pública.

Metodología de la Investigación

El estudio propone utilizar un enfoque no-experimental cuantitativo donde las relaciones entre las variables serán de tipo transversal correlacional. Un método de encuesta en línea será nuestro instrumento de medición. La utilización de un instrumento en línea ofrecerá a los participantes confidencialidad y anonimato, ya que, sin privacidad se podría afectar sustancialmente la tasa de respuestas (Stanton y Rogelberg, 2001). Dado que la investigación estará dirigida a un entorno organizacional, utilizaremos un modelo de respuestas aleatorias, el cual aunque requiere un número mayor de muestras, ciertamente nos permitiría identificar elementos sensibles en las conductas de los encuestados (Hosseini y

Armacost, 1993). El instrumento debidamente validado será suministrado a una población compuesta por directores de sistema, directores de centro de cómputos, administradores de sistemas, ejecutivos de sistemas en Puerto Rico. Los datos recolectados serán sometidos a un análisis de regresión múltiple y las relaciones serán validadas a través del método Partial Least Squares (PLS).

Conclusiones e Implicaciones de la Investigación

La principal aportación de este estudio al campo de la investigación tecnológica es la de precisar el rol que desempeña la influencia de la infraestructura de TI, la organización y la seguridad sobre la adopción a nivel empresarial de una infraestructura de Nube Pública. Además, es importante investigar por qué el porcentaje de empresas que adoptan una infraestructura de Nube Pública va en aumento a pesar de que implica una migración de sus recursos a instalaciones de terceros y por ende la pérdida de control sobre los datos de la organización.

Referencias

- Aharony, N. (2015). An exploratory study on factors affecting the adoption of cloud computing by information professionals. *The Electronic Library*, 33(2), 308-323. doi 10.1108/EL-09-2013-0163.
- Brown, W., & Nasuti, F. (2005). Sarbanes-Oxley and enterprise security: TI governance-what it takes to get the job done. *Information Systems Security*, 14(5), 15-28.
- Buyya, R., Yeo, C.S., Venugopa, S., Broberg, J. & Brandic, I. (2009), cloud computing and emerging it platforms: vision, hype, and reality for delivering Computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems*, 25, 599-616.
- Dean, D., & Saleh, T. (2010). Captar el verdadero valor del 'cloud computing'. *Harvard Deusto Business Review*, 35-46.

- Dillon, T., Wu, C., & Chang, E. (2010, Abril). cloud computing: issues and challenges. *Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2010 24th IEEE International Conference*, 27-33.
- Dimitrios, Z., & Dimitrios, L. (2010). Addressing cloud computing security issues. *Future Generation computer systems* 28(3), 583-592. [doi:10.1016/j.future.2010.12.006](https://doi.org/10.1016/j.future.2010.12.006).
- Gangwar, H., Date, H., & Ramaswamy, R. (2015). Understanding determinants of cloud computing adoption using an integrated TAM-TOE model. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(1). doi 10.1108/JEIM-08-2013-0065.
- Guttman, B. (1995). *An introduction to computer security: the NIST handbook*. Gaithersburg, MD: U.S. Dept. of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology.
- Hosseini, J. C., & Armacost, R. L. (1993). Gathering Sensitive Data in Organizations. *The American Behavioral Scientist*, 36(4), 443-471.
- Keen, P. G. W., 1991. *Shaping the Future: Business Design Through Information Technology*. Harvard Business Press, Cambridge, MA.
- Khan, K. M., & Malluhi, Q. (2010). Establishing trust in cloud computing. *TI professional*, 12(5), 20-27.
- Kim, W., Kim, S. D., Lee, E., & Lee, S. (2009, Diciembre). Adoption issues for cloud computing. *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia*, 2-5.
- Low, C., Chen, Y., & Wu, M. (2011). Understanding the determinants of cloud computing adoption. *Industrial management & data systems*, 111(7), 1006-1023. DOI 10.1108/02635571111161262.
- Mejía, O. A. (2011). Computación en la Nube. *Contactos*, 80, 45-52.

- Ramgovind, S., Eloff, M. M., & Smith, E. (2010, Agosto). The management of security in cloud computing. In *Information Security for South Africa (ISSA)*, IEEE, 1-7.
- RightScale (2015). *State of the Cloud Report: Central IT is Taking the Lead to Broker Cloud Services to the Enterprise*. Recuperado de: <http://assets.rightscale.com>
- Robbins, S. P., & Coulter, M. (2010). Introducción a la administración y las organizaciones. *Administración*, 3-16. México: Pearson Educación.
- Rosado, D. G., Gómez, R., Mellado, D., & Fernández-Medina, E. (2012). Security analysis in the migration to Cloud environments. *Future Internet*, 4(2), 469-487. Doi: 10.3390/fi4020469.
- Stanton, J. M., & Rogelberg, S. G. (2001). Using internet/intranet web pages to collect organizational research data. *Organizational Research Methods*, 4(3), 200-217.
- Tuncay, E. (2010). Effective use of cloud computing in educational institutions. *Proscenia Social and Behavioral Sciences*, 2, 938-42.
- Varbanov, R. (2011). Challenges and Risks in Companies' Transition to cloud computing. *Икономика 21*, (2 Eng), 167-182.