

Una propuesta para la incorporación de Cloud Computing en la currícula de Grado

Nelson Rodríguez¹, María Murazzo², Daniela Villafañe³, Adriana Valenzuela⁴,
Adriana Martín⁵, Susana Chavez⁶
Departamento e Instituto de Informática, Universidad Nacional de San Juan, Complejo
Universitario Islas Malvinas, Rivadavia, San Juan, Argentina
nelson@iinfo.unsj.edu.ar¹, maritemurazzo@gmail.com², villafane.unsj@hotmail.com³,
franciscaadriana.valenzuela@gmail.com⁴,
arianamartinsj@gmail.com⁵,schavez@iinfo.unsj.edu.ar⁶

Abstract. Cloud Computing es un modelo de provisión de recursos que está transformando los modos tradicionales de cómo las empresas utilizan y adquieren los recursos de Tecnología de la Información. La expansión de Cloud ha determinado la necesidad de formación de recursos humanos especializados. La mayoría de las universidades han resuelto este problema con especializaciones, maestrías o cursos ad-hoc. Pero ninguna ha revisado sus planes de estudio, para incluir adecuadamente los conocimientos básicos de Cloud en el grado si afectar considerablemente la currícula. Este trabajo sugiere cuales son estos temas fundamentales asociados a Cloud Computing y propone la profundidad con que deben ser abordados para cualquiera de las carreras cuyo contenidos curriculares son aprobados por la resolución 786/2009.

Keywords: Cloud Computing, Curricula Informatics, Cloud Computing Curricula, Computer and Information Science Education, Curriculum

1 Introduction

Cloud Computing (CC) es un paradigma que está cambiando en gran parte la forma en que se hacen los negocios por Internet. Sin embargo existen distintas interpretaciones y enfoques de que es y no es Cloud Computing. Al existir tantas definiciones y algunas diferentes entre sí, utilizar el término puede resultar engañoso. Algunos usuarios creen que con solo utilizar algún servicio como e.mail en Internet es suficiente para decir que están en Cloud, otros especialistas son más puristas y consideran que si no están soportando los servicios en una verdadera plataforma Cloud son servicios provistos a través de Internet, pero no Cloud Computing. Con el objetivo de consensuar el concepto en la industria, la revista Cloud Computing Journal reunión a 20 expertos [1] y publicó las distintas definiciones las cuales presentaban coincidencias y diferencias.

El nuevo modelo de negocio y prestación de servicios actual, es el Cloud Computing. Los recursos que provee Cloud responden a las necesidades de las empresas u organizaciones que quieran dar uso a las mismas.

Los servicios que ofrece Cloud se pueden agrupar en las categorías. Así, Cloud Computing permite “alquilar” infraestructura hardware en la red (IaaS, infraestructura como servicio), utilizar plataformas colaborativas y herramientas de desarrollo disponibles en Cloud (PaaS, plataforma como servicio) o directamente consumir aplicaciones de software ofrecidas por el proveedor de servicios o pertenecientes a la propia empresa que permitirán mejorar su organización interna y ofrecer servicios online avanzados a sus clientes (SaaS, Software como servicio).

Desde el punto de vista académico se han realizado varias iniciativas, ya sea por medio de cursos específicos como: el curso CS309A, Cloud Computing de la universidad de Stanford[2]; o CS5412: Cloud Computing (Spring 2012) Universidad de Cornell[3], entre otros. Algunas empresas además ofrecen certificaciones y otros varios cursos sobre tecnologías específicas para Cloud [4]. Además se pueden encontrar especializaciones y maestrías, las cuales por supuesto incluyen 2 o más cursos como la maestría en Cloud Computing de la Universidad de Newcastle [5].

También se debe destacar las primeras jornadas de Cloud Computing realizadas en Argentina, llevadas a cabo en la Facultad de Informática de la UNLP [6] y también el curso de Postgrado dictado en la misma facultad por Dr. Xoan Pardo [7].

En todos los casos los esfuerzos son válidos, pero no resuelve el problema de que los contenidos básicos sean transmitidos en el grado.

Teniendo en cuenta que la informática y en particular Cloud Computing sufre una constante evolución, es necesario revisar los planes de estudio periódicamente para incorporar estos nuevos contenidos y plantear los objetivos actitudinales.

Cuando se incorporaron alumnos a los proyectos de investigación, se comprobó que muchos conceptos de Cloud Computing no eran conceptualizados por los alumnos debido a que no formaban parte de los contenidos de las materias obligatorias (en algunos casos se impartían a un nivel muy introductorio en materias optativas), y por ende no formaban parte de los conocimientos que tiene un egresado.

A partir de ahí surgió el interés de discutir cuales eran los temas considerados más importantes, además ya se había realizado un trabajo anterior pero solo sobre los temas de Arquitectura Sistemas Operativos y Redes que fue publicado en TE&ET [8].

Los planes de estudios vigentes en las carreras de nuestra universidad se basan en lo propuesto por la red UNCI. Por ello, el punto de referencia para analizar cuales contenidos la industria propone como necesarios deberían ser aquellos no presentes en la resolución 786/2009 [9].

Dicha resolución define los contenidos curriculares básicos, carga horaria mínima, criterios de intensidad de la formación práctica y estándares de acreditación referidos a la carreras de Licenciatura en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Sistemas/Sistemas de Información/Análisis de Sistemas, Licenciatura en informática, Ingeniería en Computación e Ingeniería en Sistemas de Información/Informática,

Para llegar a una propuesta válida, se debería analizar a todas las entidades o personas interesadas en producir modificaciones a los planes de estudio.

La industria necesita especialistas en determinadas áreas, los organismos como la IEEE y ACM, Red UNCI proponen currículas, las universidades proponen cursos y

los egresados a través de su experiencia profesional aportan lo suyo. Es evidente que un análisis pormenorizado de lo que han documentado todos los interesados.

Por lo tanto el punto de partida es la resolución 786, se tuvieron en cuenta los temarios de cursos de la industria y las universidades.

También se ha tenido en cuenta las sugerencias que están expresadas en los borradores de la futura propuesta CS 2013 (que modifica las áreas de conocimiento de las carreras) [10].

2 Cloud Computing

Los avances en IT han permitido que supercomputadoras y clusters soporten millones de operaciones concurrentes. El paralelismo está soportado por la comunicación y coordinación, estas dos actividades han sido transformadas dramáticamente. Además las comunicaciones de alta velocidad quasi-ubicuas no solo posibilitan que los data centers sean reubicados sino también que las computaciones sean movidas a facilidades centralizadas que ejecutan economía de escala y permite que enormes cantidades de datos sean agrupados y organizados para soportar tareas de decisión de usuarios por todo el mundo. Los gobiernos, laboratorios de investigación y empresas necesitan simular fenómenos complejos, similarmente Google, Facebook, Microsoft y otras CSP (Proveedoras de Servicio de Cloud) necesitan procesar grandes cantidades de datos operados en masivos datacenters "cloud".

El paralelismo masivo, la comunicación ultrarápida y la centralización masiva serán fundamentales para la toma de decisión humana. Las computaciones que serán usadas para predecir el tiempo, indexar la Web, recomendar películas, restaurantes y hoteles, sugerir conexiones sociales y más, son distribuidas sobre cientos de procesadores y dependen de colecciones de datos, a veces de millones de fuentes repartidas por todo el mundo [11].

La importancia de Cloud Computing puede verse reflejada en varias estadísticas publicadas sobre inversión y sus perspectivas. Por ejemplo en un estudio realizado por Gartner, predicen el tamaño del mercado de Cloud Computing podría alcanzar los 150 mil millones de dólares en 2013.

Por otro lado Mimecast realizó un estudio estadístico y encontró que 7 de cada 10 empresas que utilizan servicios Cloud moverá nuevas aplicaciones al mismo. Sólo es el 70%, porque varias respondieron que no quieren "poner todos los huevos en una sola canasta". Esto significa que algunas empresas todavía se muestran escépticas acerca de mudarse completamente a Cloud.

Gartner también predijo que el 60% de las cargas de trabajo de servidor se virtualizarán en 2014, debido a la cantidad de beneficios que obtiene a cambio, como es reducir la compra de hardware, la huella de carbono y los costos de energía. Esta es una gran manera de ahorrar dinero en el largo plazo [12].

El National Institute of Standards and Technology ha presentado una de las definiciones de Cloud más clara y comprensible. La define como un modelo que habilita acceso a red ubicuo, conveniente, bajo demanda para compartir un conjunto de recursos configurable, que pueden ser rápidamente provistos y liberados con mínimo esfuerzo o interacción del proveedor de servicios. Distingue las

características de Cloud, el modelo de entrega y los métodos de desarrollo. Resalta así, los cinco (5) aspectos claves de cloud computing: auto servicio bajo demanda, acceso a la red ubicua, un conjunto de recursos independiente de la ubicación, rápida elasticidad y servicio a la medida [13].

Cloud Computing no es un desarrollo revolucionario reciente, sino es el resultado de la evolución de varias tecnologías. Conceptos precursores son: utility computing, computación bajo demanda, computación elástica o grid computing [14].

Se puede pensar a Cloud Computing como un modelo de aprovisionamiento de recursos IT que potencia la prestación de servicios IT y servicios de negocio, facilitando la operativa del usuario final y del prestador del servicio. La característica básica de este modelo es que los recursos y servicios informáticos, tales como infraestructura, plataforma y aplicaciones, son ofrecidos y consumidos como servicios a través de la Internet sin que los usuarios tengan que tener ningún conocimiento de lo que sucede detrás.

Cloud Computing es un esquema que a veces se expresa como XaaS o EaaS, para significar Everything as a Service. Usualmente se divide a Cloud Computing en las siguientes capas: Software como Servicio (SaaS), Plataforma como Servicio (PaaS) e Infraestructura como Servicio (IaaS).

Investigaciones recientes de IDC muestra los ingresos públicos en todo el mundo de TI, donde los servicios de Cloud superaron los \$ 16 mil millones en 2009 y se prevé llegar a 55,5 mil millones dólares en 2014, lo que representa una tasa compuesta de crecimiento anual del 27,4%. Esta rápida tasa de crecimiento es más de cinco veces el crecimiento previsto para los productos tradicionales de TI (5%).

Frank Gens, Senior VP y Analista jefe en IDC dice: “Un reciente estudio entre Ejecutivos de IT, CIOs y los colegas en las líneas de negocio muestra que la Cloud Computing está ‘cruzando el abismo’ y entrando en un período de amplia adopción. Más aún, la crisis económica amplificará la adopción de Cloud. Este modelo ofrece una manera más barata para que el negocio use y adquiera tecnología. Esta ventaja es verdaderamente importante para los pequeños y medianos negocios, un sector que será clave en cualquier plan de recuperación [15].

Esta fuerte presencia de Cloud Computing en el mercado está cambiando el perfil del profesional de IT. Al respecto la Debra Littlejohn Shinder, comenta que aspectos que eran complementarios ahora son centrales, a tal fin describe las 10 áreas claves para especialistas de IT en los próximos años, donde figura Cloud Computing en primer lugar [16].

Cloud Computing generará una década de investigación en virtualización, computación distribuida, utility computing, redes, servicios de software y servicios Web. Implica una arquitectura orientada a servicio, de gran flexibilidad con reducido costo de propiedad, con servicios bajo demanda y muchas otras cosas [17].

Además se cita en varias predicciones que hacen algunas consultoras como Garnet, que en octubre de 2012 expuso que entre las 10 principales tecnologías consideradas clave por la consultora están: Personal Cloud, The Internet of Things, Hybrid IT and Cloud Computing [18].

3 Qué contenidos involucra Cloud Computing

Se puede considerar a Cloud Computing como “la multidisciplinariedad dentro de la disciplina”, porque si se tiene en cuenta la informática, Cloud Computing involucra conceptos de Sistemas Distribuidos, conectividad y Sistemas Operativos (ARSO), bases de datos NSQL, metodologías de desarrollo específicas para Cloud y lenguajes de programación también específicos, inclusive en la actualidad se están utilizando servicios de Cloud para aplicaciones para HPC.

Según Charles Border "Cloud Computing es una nueva palabra de moda para un grupo de viejas tecnologías que han sido integradas para crear un sistema que es más que la suma de todas las partes" [19].

Por lo tanto, surge como un desafío determinar cuáles son estos contenidos mínimos y cómo poder incluirlos en la curricula con el menor impacto posible.

Vale la pena resaltar, que el objetivo de este trabajo es el expuesto en el párrafo anterior, y no en sugerir una carrera de especialista en Cloud, que es ese caso debería incluir varios contenidos adicionales, o sea, cuales son los contenidos para un Licenciado en Sistemas o en Ciencias de la Computación o en Informática o en alguna de las otras terminales que deben impartirse y que establezcan las bases para el conocimiento de Cloud Computing a nivel de grado.

Teniendo en cuenta cursos, capacitaciones de empresas y publicaciones, se pueden determinar que Cloud involucra grandes temas, los cuales son: virtualización, arquitectura cloud (IaaS, PaaS, SaaS y sus variantes), Data Centers, Big Data, Seguridad.

Cada una de las áreas que abarca o se relaciona con CC presenta muchos contenidos para desarrollar por ejemplo XaaS, o sea cualquier cosa como servicio y cuando se definió los temas a incluir se tuvo en cuenta también las tecnologías que hacen posible CC. Estas tecnologías son necesarias que sean estudiadas antes de tratar CC porque en ellas se fundamenta el paradigma, y si no se han tratado con suficiente profundidad es posible que el crédito horario de la presente propuesta deba ser ampliado.

En la Resol.786 figuran los siguientes tópicos como base para CC: algoritmos concurrentes, distribuidos y paralelos, algoritmos y lenguajes, concurrencia y paralelismo, Concepto de arquitectura basadas en servicios, Seguridad en Sistemas Distribuidos, Arquitecturas de Multicomputadoras y Computación orientada a Redes.

Pero además se deben tener en cuenta las tecnologías habilitantes son: tecnologías de multicomputadoras y multithreading, Computación HPC, Redes, Datacenter, Virtualización, SOA, Modelos de Programación Distribuida y paralela.

La importancia de todas las tecnologías de base para CC se puede justificar en el hecho de que las CS2013 agregar como nueva área a la Computación Paralela y Distribuida (al ser un área incluye más de una materia) [10], y también muchas empresas además de las tradicionales en CC han comenzado a ofrecer servicios de Cloud como las Telco, que han evolucionado desde servicios de conectividad, luego ISP y ahora se han transformado en CSP.

4 Antecedentes

Aunque mucho se ha escrito acerca de integrar nuevas tecnologías en la currícula, muy poco ha sido escrito acerca de la integración de Cloud Computing en los planes de estudio.

Un año antes del inicio un proyecto de investigación sobre CC (en 2019) se comenzaron a realizar investigaciones y publicaciones sobre este paradigma, se hicieron presentaciones en la WICC [21,22,23,24,25], CACIC [26], COMTEL (Perù) [27], RUEDA [28], SABTIC[29,30] y JCC [31,32].

En una encuesta realizada a egresados de carreras de informática, se determinó que entre los temas sugeridos como importantes aparecen virtualización y Cloud Computing, temas que están incluidos en todos los cursos de CC [8].

En dicha encuesta, se valoró de la siguiente forma: 5 – Muy necesario 4- Necesario 3-Necesite a veces conocerlo 2- Pocas veces necesite conocerlo 1-No me hizo falta nunca. Como resultado arrojó que CC llegó a una ponderación de 2,75, programación de alta performance 2,80, programación paralela 2,45, Cluster 2,5 y virtualización 3,4 sobre 5 puntos.

Por otro lado se toma en cuenta la resolución 786 que es la que está vigente para las currículas de carreras ligadas a la informática. La propuesta de este trabajo no es la de generar una materia nueva o un grupo de materias sobre Cloud Computing, sino de como agregar los mínimos contenidos sin modificar considerablemente la currícula. Si bien miembros de la red UNCI están trabajando en modificaciones a los planes de estudio y muchos de los contenidos de CC se han incorporado a estas modificaciones a partir de lo que se conoce como la iniciativa informático 2020, estos cambios pueden verse reflejados en el mejor de los casos en un par de años y solo para los alumnos ingresantes.

En la materia Sistemas Distribuidos, correspondiente al 5to año de la Licenciatura en Ciencias de la Computación en la UNSJ. Se realizaron durante 2012 y 2013 experiencias educativas al incorporar una introducción a CC en 2012 y se profundizaron algunos temas y se incorporó una práctica sencilla sobre un PaaS en 2013. Esto permitió junto con otras experiencias como Conferencias y Tutoriales expuestos en distintos ámbitos, calcular el tiempo necesario para incorporar estos contenidos a la currícula [33,34,35].

Para la parte práctica se decidió trabajar con Google App Engine, porque se presentaban algunas dificultades administrativas para el uso de Amazon Web Service y Azure en el Cloud. Por otro lado es conveniente realizar las mismas en el ambiente que demande menor tiempo en conocerse (ya sea por el ambiente o el lenguaje), teniendo en cuenta el plan de estudios o conocimientos previos de los estudiantes, por ejemplo puede ser que se conozca mejor Python, Java o C#, y por lo tanto se elegirá el ambiente más adecuado.

Aunque la experiencia resultó exitosa, teniendo en cuenta que los alumnos comprendieron la temática, quedan temas para profundizar que deberían impartirse en otras materias a lo largo del plan de estudios, como por ejemplo virtualización en sistemas operativos y Big Data en base de datos o materias relacionadas.

Para elaborar la propuesta se tuvo en cuenta además dos trabajos realizados que tratan la problemática de incluir CC en la currícula, como son el presentado por Charles Border en el SIGSE'13 [19] y el de James Lawler en el EDSIG 2011 [36]. El

primer trabajo trata sobre los Fundamentos y tecnologías que hacen posible CC, mientras que el segundo desarrolla una propuesta similar a la presente pero tomando en cuenta curricula IS 2009 publicada por la IEEE y ACM, pero generada a partir de BMP (Business Process Management), o sea con un enfoque a Sistemas e IS, y no general para las diferentes carreras.

CC va a tener un impacto similar o inclusive superior al de seguridad como fue expuesto en la propuesta de curricula 2013 [10], debido a que el impacto de CC es sobre todo el plan de estudios y por lo tanto no es conveniente agregar una materia sobre Cloud sino distribuir los contenidos en las distintas materias relacionadas.

5 La Propuesta

El objetivo de la propuesta es introducir las bases del paradigma emergente de Cloud Computing para que sean dictados en las materias de grado sin modificar sustancialmente los créditos horarios de las asignaturas.

El alumno debería conocer:

Los fundamentos de Cloud Computing

Las tecnologías de apoyo

Entender las limitaciones, ventajas y desventajas,

Técnicas de creación y uso del Cloud

Los fundamentos de MapReduce como modelo de programación

Es conveniente que la mayoría de los conceptos se impartan en los años superiores (4to y 5to año), debido a que el tiempo necesario para las distintas actividades (teorías y prácticas) se puedan realizar en el menor tiempo posible y no se incremente el crédito horario de las materias, aunque la incorporación de contenido nuevo siempre obliga a realizar determinados ajustes.

Los contenidos propuestos son:

Conceptos introductorios (1 hora)

Clasificación de servicios: SaaS, PaaS, IaaS (1 hora)

Modelos de despliegue: público, privado e híbrido (1 hora)

Virtualización y Data Centers (2 horas)

Clusters y Arquitecturas de HPC (2 o 3 horas)

Base de Datos NoSQL y Big Data (1, 2 o 3 horas, no se contempla práctica)

MapReduce (1 hora)

Programación del Cloud y Ambientes de Software (1 hora, si se pone énfasis en un solo ambiente, sino puede ser hasta 3 horas)

Ambientes de Software Emergentes: Open Source, Eucalyptus y Nimbus (1 hora)

Ciclo de vida y Metodología para Cloud Computing (2 horas)

Prácticas que pueden ser sobre PaaS o SaaS (4 horas o más)

Aspectos Legales de Cloud Computing, fundamentalmente SLA para Cloud (Service Level Agreement) (1 hora, que debe ser impartido en el espacio de materias del área Aspectos Profesionales y Sociales)

En el mejor de los casos son solo 18 horas que pueden ser reubicadas en distintas materias, pero en el peor de los casos serán 23 horas.

Cabe hacer notar que virtualización es un tema que se encuentra dentro de la resolución 786, por lo que dicho tema se está impartiendo en las carreras que abarca dicha resolución, pero la hora que se agrega es para enseñar los contenidos de virtualización de middleware e hipervisores.

Quedan además varios temas por profundizar o conceptualizar, que serían objeto de un curso específico (o más de un curso) y no como parte de la currícula para un alumno de grado como son: Eficiencia en energía para centro de datos, métricas de performance y escalabilidad, métricas de tolerancia a falla y disponibilidad, Hadoop a un nivel avanzado, HPC sobre Cloud, Seguridad específica en Cloud, otros casos de servicios Cloud como Desktop como servicio, o Database como servicio, Monitoreo como Servicio,

Por otro lado CC puede ser considerado como un modelo de entrega de SaaS, PaaS e IaaS, pero además Database como servicio, Información como servicio, Integración como servicio, Administración como servicio, Plataforma como servicio, Proceso como servicio, Seguridad como servicio, Almacenamiento como servicio y Testing como Servicio.

6 Conclusiones

Cloud Computing no solo es una buzzword, es el modelo de cómo se construirán gran parte de las aplicaciones del futuro. Las inversiones que están realizando las empresas en Cloud son millonarias y los planes de estudio deben reflejar lo que está pasando en la industria, porque nuestros alumnos se insertarán en ese mercado laboral, por supuesto sin descuidar los fundamentos y la formación que debe tener un profesional universitario.

Para cada una de las carreras de las distintas terminales: Licenciatura en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Sistemas de Información, Licenciatura en informática, Ingeniería en Computación e Ingeniería en Sistemas de Información, se deberán plantear los contenidos específicos de CC, por lo tanto queda a partir de este trabajo mucho para discutir.

La propuesta no incluye un crédito horario razonable para los conocimientos básicos de CC y no demanda grandes adecuaciones para llevarlo a cabo.

Desde el punto de vista educativo CC favorece la integración de diversos contenidos como paradigmas de computación (Web Services, data Centers, Utility Computing, Grid Computing, P2P e Internet de las Cosas), Modelos de Programación Distribuida y Paralela, y atributos y capacidades deseadas (Ubicuidad, Confiabilidad, Escalabilidad, QoS, SLA y Aspectos legales y consideraciones Sociales), lo que impactará fuertemente en la formación del alumno.

Cloud Computing irá cambiando conforme aparezcan nuevas investigaciones y desarrollos, y por supuesto estos cambios también impactarán en la currícula.

References

1. Cloud Computing Journal: Twenty-One Experts Define Cloud Computing. <http://cloudcomputing.sys-con.com> (2008)
2. Chou T.: CS309A Cloud Computing. Universidad de Stanford <http://scpd.stanford.edu/search/publicCourseSearchDetails.do?method=load&courseId=11815>
3. Birman K. CS5412 Cloud Computing. Universidad de Cornell. <http://www.cs.cornell.edu/courses/cs5412/2012sp/>
4. Private Cloud certification Solutions Expert, Microsoft, <http://www.microsoft.com/learning/en-us/private-cloud-certification.aspx>
5. MSc Cloud Computing, Universidad de Newcastle, <http://www.ncl.ac.uk/computing/study/postgrad/taught/5056/>
6. I Jornadas de Cloud Computing, III-LIDI, Facultad de Informática, UNLP, <http://jcc2013.info.unlp.edu.ar/>
7. Pardo X. (UDC): Cloud Computing, Curso de Postgrado Doctorado en Ciencias Informáticas, http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Cursos/Cursos_2013/06-2013_Cloud_Computing.pdf
8. Rodríguez N., Murazzo M., Villafañe D.: Cuáles son los conocimientos de ARSO (Arquitectura, Redes y Sistemas Operativos) que la industria considera importantes, VII Congreso TEyET 2012.
9. Ministerio de Educación: Resolución 786/2009, 26/5/2009, disponible en: http://redunci.info.unlp.edu.ar/docs/BoletinOficial_Resolucion_786-2009.pdf
10. The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery IEEE-Computer Society: Computer Science Curricula 2013, Ironman Draft (Version 1.0) February 2013, <http://redunci.info.unlp.edu.ar/docs/cs2013-ironman-v1.0.pdf>.
11. Hwang K., Fox G., Dongarra J.: Distributed and Cloud Computing from Parallel Processing to the Internet of Things (eds.) Morgan Kaufmann (2012)
12. Williams N., Marketing Coordinator, WebSan Solutions Inc., a Canadian Certified Microsoft Partner: 3 Interesting Cloud Computing Statistics, Junio 2013, <http://www.erpsoftwareblog.com/2013/06/3-interesting-cloud-computing-statistics/>
13. Mell P., Grance T.: NIST: Definition of Cloud Computing, Special Publication 800-145, (2011)
14. Zhu J., Fang X., Guo Z., Hua Niu M., Cao F., Yue S., Liu Q.: IBM Cloud Computing Powering a Smarter Planet, Libro Cloud Computing, Volumen 5931/2009, Páginas 621-625.(2009)
15. IDC :IDC Finds Cloud Computing. Entering Period of Accelerating Adoption and Poised to Capture IT Spending Growth Over the Next Five Years, <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS21480708>
16. Littlejohn Shinder D. MVP,: 10 hot areas of expertise for IT specialists, TechRepublic, Feb (2011).
17. Youk M.:Cloud Computing – Issues,Research and Implementations, Journal of Computing and Information Technology, CIT 16, 2008, 4, 235–246. doi:10.2498/cit.1001391.
18. Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2013. Analysts Examine Top Industry Trends at Gartner Symposium/ITxpo, October 21-25 in Orlando, Press Release, <http://www.gartner.com/newsroom/id/2209615> (2012).
19. Border C.: Cloud Computing in the Curriculum: Fundamental and Enabling Technologies. SIGCSE'13 ACM (2013).
20. Murazzo M., Rodríguez N.: Mobile Cloud Computing, XII WICC 2010, Calafate, (2010).
21. Rodríguez N., Chávez S., Martín A., Murazzo M., Valenzuela A.: Interoperabilidad en Cloud Computing. XIII WICC, Rosario (2011).

22. Chávez S., Martín A., Rodríguez N., Murazzo M., Valenzuela A.: Metodología AGIL para el desarrollo SaaS, XIV WICC, Mayo 2012. Posadas, Misiones (2012).
23. Rodríguez N., Valenzuela A., Chavez S., Martín A., Murazzo M., Villafañe D.: Ambiente de desarrollo para lengua de señas basado en cloud, XIV WICC, Mayo 2012. Posadas, Misiones (2012).
24. Martín A., Chávez S., Rodríguez N., Valenzuela A., Murazzo M.: Bases de Datos NoSql en Cloud Computing, XV WICC Abril 2013. Paraná Entre Ríos (2013).
25. Rodríguez N., Murazzo M., Villafañe D., Alves M., Medel D.: Integración de Computación Heterogénea con Hadoop para Cloud Computing, XV WICC Abril 2013. Paraná Entre Ríos (2013).
26. Murazzo Maria, Millán Flavia, Rodríguez Nelson, Segura Daniela, Villafañe Daniela (Oct. 2010). "Desarrollo de aplicaciones para cloud computing". CACIC 2010. Morón. (2010).
27. Murazzo María, Rodríguez Nelson: Una propuesta para el desarrollo de aplicaciones para mobile cloud computing. Congreso Internacional de Computación y Telecomunicaciones – COMTEL 2010, Lima, Perú. Oct. (2010).
28. Millán F., Murazzo M., Rodríguez N. (2010): Plataformas educativas implementadas con mobile cloud computing, V Seminario Internacional "De legados y Horizontes para el Siglo XXI", organizado por RUEDA, Tandil. Sep. (2010).
29. Rodríguez N., Murazzo M., di Sciacio C. : Integración de Computación móvil con Cloud Computing, 1º Seminario Argentina Brasil de Tecnologías de la Información y la Computación, Rosario noviembre (2011).
30. Rodríguez N., Villafañe D., Murazzo M., Gallardo D., Tarrachano G.: Integración de las capas SaaS / Paas del Cloud en la tecnología Google, 2º Seminario Argentina Brasil de Tecnologías de la Información y la Computación – Tres de Maio Brasil (2012).
31. Rodríguez N., Murazzo M., Chávez S., Valenzuela A., Martín A., Villafañe D.: Aspectos claves para el desarrollo de aplicaciones para Mobile Cloud Computing, JCC 2013. La Plata (2013)
32. Murazzo M., Rodríguez N., Villafañe D., González F.: Perspectivas en el análisis de grandes volúmenes de datos en el Cloud. JCC 2013. La Plata (2013)
33. Rodríguez, Murazzo, Ene: Cloud Computing, Workshop de investigadores en Ciencias de la Computación y Sistemas de Información. San Juan. Nov. (2009).
34. Murazzo M. Segura D., Villafañe D.: Cloud Computing con Windows Azure, 2º Jornadas de Actualización Informática. San Juan junio, (2010).
35. Rodríguez N., Villafañe D.: Cloud Computing (conferencia invitada). 2da Jornadas organizadas por CASSETIC (Cámara de Empresas de Software). San Juan. Oct. (2010).
36. Lawler J. :Cloud Computing in the Curricula of Schools of Computer Science and Information Systems, Information Systems Education Journal (ISEDJ) (2011).