

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

Nelson Rodríguez¹, Adriana Valenzuela¹, Daniela Villafañe¹, María Murazzo¹, Susana Chavez¹, Adriana Martín¹

¹Departamento de Informática, FCEfYN. Universidad Nacional de San Juan, Argentina

nelson@iinfo.unsj.edu.ar, franciscaadriana.valenzuela@gmail.com, villafane.unsj@hotmail.com, maritemurazzo@gmail.com, schavez@iinfo.unsj.edu.ar, arianamartinsj@gmail.com

Resumen

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. No obstante, ninguna de ellas se ha planteado revisar sus planes de estudio y analizar la posibilidad de incluir adecuadamente los conocimientos básicos de Cloud en el grado, sin afectar considerablemente la currícula. Este trabajo sugiere cuales son los temas fundamentales asociados a Cloud Computing y propone la profundidad con que deben ser abordados para cualquiera de las carreras cuyo contenido curricular esté aprobado por la resolución 786/2009.

Palabras clave: Cloud Computing, Currícula Informática, Currícula en Cloud Computing, Currícula de Informática y Ciencias de la Educación.

Abstract

Cloud Computing is a model for provision of resources that is transforming the traditional ways of how companies use and acquire Information Technology resources. The expansion of Cloud has determined the need for specialized human resources training. Most universities have solved this problem with specializations, master or ad-hoc courses. But none has revised its curriculum to include appropriately the basic knowledge of Cloud in grade without significantly affecting the curriculum. This paper suggests what these fundamental issues associated with cloud computing and suggests how deeply must be

addressed to any of the races whose curricula are approved by resolution 786/2009.

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

1. Introducción

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 los servicios no están soportados por una genuina plataforma Cloud son servicios provistos a través de Internet, pero no Cloud Computing. Con el objetivo de consensuar este concepto en la industria, la revista Cloud Computing Journal reunió 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 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 existen varias iniciativas de formación en Cloud Computing, a través de cursos específicos, tales como el curso CS309A - Cloud Computing de la universidad de Stanford [2], y el curso CS5412 - Cloud Computing (Spring 2012) Universidad de Cornell[3], entre otros. Además ante la falta de formación de recursos humanos, algunas empresas han comenzado a ofrecer certificaciones y cursos sobre tecnologías específicas para Cloud [4].

Además se pueden encontrar especializaciones y maestrías, las cuales por supuesto incluyen 2 o más cursos, tal como la maestría en Cloud Computing de la Universidad de Newcastle [5].

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

Si bien hay antecedentes suficientes sobre el dictado de cursos y perfeccionamiento en tecnologías Cloud, no hay referencias que aludan a la incorporación de los contenidos básicos de CC en la currícula de grado.

Los resultados de distintas experiencias en investigación mostraron que cuando se incorporaron alumnos a los proyectos, muchos conceptos de Cloud Computing no eran conceptualizados por los mismos 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 para incluir en la currícula, intentado hacer un estudio similar la ya realizado sobre los temas de Arquitectura Sistemas Operativos y Redes que fue publicado en TE&ET [8].

Los planes de estudios vigentes en las carreras del Departamento de Informática de la Universidad Nacional de San Juan se basan en lo propuesto por la red UNCI. Por ello, el punto de referencia para analizar cuáles contenidos propone la industria 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.

Por lo tanto, este trabajo toma como punto de partida la resolución 786 e información sobre los contenidos abordados en distintos cursos propuestos por las universidades y el sector industrial.

Se ha tenido en cuenta también, las sugerencias que están expresadas en los borradores de la futura propuesta CS 2013, la cual 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, dos actividades que 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 permiten que enormes cantidades de datos sean agrupados y organizados para soportar tareas de decisión de usuarios por todo el mundo.

Los gobiernos, los laboratorios de investigación y las empresas necesitan simular fenómenos complejos. De manera similar 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 ultrarrápida 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 que 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.

El porcentaje no es mayor porque varias respondieron que no quieren poner todos sus recursos en servidores no propios. 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, tal como 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 configurables, 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, en varias predicciones que hacen algunas consultoras como Garnet, se expuso en 2012, que entre las 10 principales tecnologías consideradas clave por la consultora se encuentran Personal Cloud, The Internet of Things, Hybrid IT and Cloud Computing [18].

3. Contenidos que involucra el concepto de 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.

Cloud Computing es una nueva palabra de moda en TI para referirse a 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 los contenidos mínimos a seleccionar y cómo poder incluirlos en la currícula 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 en ese caso debería incluir varios contenidos adicionales.

Primeramente se deben proponer los contenidos mínimos que deben impartirse, que garanticen las bases para el conocimiento de Cloud Computing a nivel de grado, ya sea a un Licenciado en Sistemas o en Ciencias de la Computación o en Informática o en alguna de las otras terminales que deben impartirse.

En base a la información obtenida sobre cursos, capacitaciones de empresas y publicaciones, se puede determinar que Cloud involucra cinco grandes temas, a saber: virtualización, arquitectura cloud (IaaS, PaaS, SaaS y sus variantes), Data Centers, Big Data, Seguridad.

Cada área que abarca o se relaciona con CC incluye muchos contenidos para desarrollar. Además, se debe atender también las tecnologías que hacen posible CC. Es deseable que estas tecnologías sean estudiadas antes de tratar CC porque en ellas se fundamenta el paradigma, y si no son tratadas con suficiente profundidad es posible que el crédito horario de la presente propuesta deba ser ampliado.

En la Resol.786 se presentan los siguientes tópicos como base para CC: Algoritmos Concurrentes, Distribuidos y Paralelos, Concurrencia y Paralelismo, Concepto de Arquitectura Basadas en Servicios, Seguridad en Sistemas Distribuidos, Arquitecturas de Multicomputadoras y Computación Orientada a Redes.

Además se deben tener en cuenta las tecnologías habilitantes como: 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 la CS2013 agrega 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 de que el equipo de investigadores formalizara el estudio de temáticas inherentes a Cloud Computing a través de un proyecto de investigación, ya se habían comenzado a realizar investigaciones y publicaciones sobre este paradigma. En tal sentido se

hicieron presentaciones en distintos eventos científicos: WICC [20, 21,22, 23, 24, 25], CACIC [26], COMTEL (Perù) [27], RUEDA [28], SABCIC[29, 30] y JCC [31, 32].

Cabe destacar además los resultados arrojados por una encuesta realizada a egresados de carreras de informática. La misma permitió determinar que entre los temas más importantes sugeridos por los egresados aparecen Virtualización y Cloud Computing, temas que están incluidos en todos los cursos de CC [8].

Cabe aclarar que dicha encuesta consideró la siguiente escala de valores: 5 – Muy necesario 4- Necesario 3- Necesite a veces conocerlo 2- Pocas veces necesite conocerlo 1-No me hizo falta nunca. Los resultados de la misma concluyeron 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.

Resulta primordial también hacer referencia a investigaciones empíricas realizadas en el marco de la asignatura Sistemas Distribuidos, correspondiente al 5to año de la Licenciatura en Ciencias de la Computación. Esta experiencia educativa se llevó a cabo durante los ciclos lectivos 2012 y 2013 y consistió en la incorporación de contenidos introductorios a CC en 2012, y la profundización de algunos temas, junto con una práctica sencilla sobre un PaaS en 2013. En los dos años además, se agregaron ciclos de conferencias y tutoriales.

Las prácticas permitieron entender la importancia de seleccionar plataformas y ambientes de programación que sean fáciles de conocer y usar. En particular, en la práctica se decidió trabajar con Google App Engine, debido a algunas dificultades administrativas para el uso de Amazon Web Service y Azure en el Cloud. Por otro lado, al momento de elegir un lenguaje es importante tener en cuenta el plan de estudios o conocimientos previos de los estudiantes, los cuales pueden que conozcan mejor Python, Java o C#, y por lo tanto se eligió el ambiente más adecuado.

Si bien la experiencia resultó muy exitosa y los alumnos se mostraron interesados por la temática, quedaron contenidos 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.

Así, el proceso de esta experiencia fue enriquecedor y aportó información necesaria como para realizar cálculos del tiempo necesario para incorporar estos contenidos a la currícula [33, 34, 35].

Queda claro que esta propuesta no intenta de ningún modo generar una nueva materia o un grupo de materias sobre Cloud Computing, La idea central es analizar cómo agregar los contenidos mínimos necesarios sin modificar considerablemente la currícula.

Por otro lado, 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.

Finalmente es importante resaltar que Cloud Computing va a tener un impacto similar o inclusive superior al de seguridad tal cual 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 de Cloud Computing para que sean dictadas en las materias de grado sin modificar sustancialmente los créditos horarios de las asignaturas.

Así, el egresado debería conocer:

- Los fundamentos de Cloud Computing
- Las tecnologías de apoyo
- Las limitaciones, ventajas y desventajas de CC ,
- 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 puede reducir de manera más óptima. y además, hay más flexibilidad para justar los créditos horarios de las materias.

Los contenidos propuestos son (se indican las horas totales de cada tema):

- 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 para agregar, 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. Por lo tanto las 2 horas que se indican en la propuesta (una para Virtualización y otra para Datacenters) es para enseñar los conceptos 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 curricula 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.

Conclusiones

Cloud Computing no solo es una buzzword, es el modelo de cómo se construirán gran parte de las aplicaciones del futuro. La 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 nuestro 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 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.

Agradecimientos

El presente trabajo es uno de los resultados del proyecto de investigación “Implantación de un ambiente de Cloud Computing para integración de recursos”, financiado por la U.N.S.J.

Referencias

- [1] Cloud Computing Journal: Twenty-One Experts Define Cloud Computing, (2008) <http://cloudcomputing.sys-con.com>
- [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] X. Pardo. Cloud Computing. Curso de Postgrado, Doctorado en Ciencias Informáticas, http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Cursos/Cursos_2013/06-2013_Cloud_Computing.pdf
- [8] N. Rodríguez, M. Murazzo M, D. Villafañe, Cuáles son los conocimientos de ARSO (Arquitectura, Redes y Sistemas Operativos) que la industria considera importantes, Congreso TEyET (2012), Pergamino. Buenos Aires.
- [9] Ministerio de Educación: Resolución 786/2009, 26/5/2009, http://reduinci.info.unlp.edu.ar/docs/BoletinOficial_Resolucion_786-2009.pdf
- [10] Computer Science Curricula 2013, The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery IEEE-Computer Society., Ironman Draft (Version 1.0) February 2013, <http://reduinci.info.unlp.edu.ar/docs/cs2013-ironman-v1.0.pdf>
- [11] K. Hwang, G. Fox, J. Dongarra: Distributed and Cloud Computing from Parallel Processing to the Internet of Things. (Morgan Kauffmann Ed.), (2012).
- [12] N. Williams, 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] P. Mell, T. Grance: NIST: Definition of Cloud Computing, Special Publication 800-145, (2011), U.S.
- [14] Jinzy Zhu, Xing Fang, Zhe Guo, Meng Hua Niu, Fan Cao, Shuang Yue, Qin Yu Liu.: IBM Cloud Computing Powering a Smarter Planet, En Cloud Computing, (M.G. Jaatun, G. Zhao, and C. Rong Eds.) (2009), Vol. 5931, pp. 621-625.
- [15] 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] Deb Shinder: 10 hot areas of expertise for IT specialists, (2011) TechRepublic., <http://www.techrepublic.com/blog/10things/10-hot-areas-of-expertise-for-it-specialists/2291>
- [17] M. Vouk: Cloud Computing – Issues, Research and Implementations, Journal of Computing and Information Technology, Vol 16, 4, pp. 235–246, (2008), <http://cit.srce.unizg.hr/index.php/CIT/article/view/1674>
- [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, (2012), <http://www.gartner.com/newsroom/id/2209615>
- [19] C. Border: Cloud Computing in the Curriculum: Fundamental and Enabling Technologies.

- SIGCSE'13. Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education, pp.147-152, (2013).
- [20] M. Murazzo, N. Rodríguez: Mobile Cloud Computing. XII Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación, (2010), Calafate, Santa Cruz.
- [21] N. Rodríguez, S. Chávez, A. Martín, M. Murazzo, A. Valenzuela: Interoperabilidad en Cloud Computing. XIII Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación, (2011), Rosario, Santa Fe.
- [22] S. Chávez, A. Martín, N. Rodríguez, M. Murazzo, A. Valenzuela: Metodología AGIL para el desarrollo SaaS. XIV Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación, (2012), Posadas, Misiones.
- [23] N. Rodríguez, A. Valenzuela, S. Chavez, A. Martín, M. Murazzo, D. Villafañe: Ambiente de desarrollo para lengua de señas basado en Cloud. XIV Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación, (2012), Posadas, Misiones.
- [24] A. Martín, S. Chávez, N. Rodríguez, A. Valenzuela, M. Murazzo: Bases de Datos NoSql en Cloud Computing. XV Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación, (2013), Paraná, Entre Ríos.
- [25] N. Rodríguez, M. Murazzo, D. Villafañe, M. Alves, D. Medel: Integración de Computación Heterogénea con Hadoop para Cloud Computing. XV Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación, (2013), Paraná Entre Rios.
- [26] M. Murazzo, F. Millán, N. Rodríguez, D. Segura, D. Villafañe: Desarrollo de aplicaciones para Cloud Computing. XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, (2010), Morón. Buenos Aires.
- [27] M. Murazzo, N. Rodríguez: Una propuesta para el desarrollo de aplicaciones para mobile cloud computing. Congreso Internacional de Computación y Telecomunicaciones (COMTEL), (2010), Lima, Perú.
- [28] F. Millán, M. Murazzo, N. Rodríguez: Plataformas educativas implementadas con mobile cloud computing. V Seminario Internacional de legados y horizontes para el siglo XXI, RUEDA, (2010), Tandil, Buenos Aires.
- [29] N. Rodríguez, M. Murazzo, C. di Sciacio: Integración de Computación móvil con Cloud Computing, 1º Seminario Argentina Brasil de Tecnologías de la Información y la Computación, (2011), Rosario, Santa Fe.
- [30] N. Rodríguez, D. Villafañe, M. Murazzo, D. Gallardo, G. Tarrachano: Integración de las capas SaaS / Paas del Cloud en la tecnología Google. 2º Seminario Argentina Brasil de Tecnologías de la Información y la Computación, (2012), Tres de Maio, Brasil.
- [31] N. Rodríguez, M. Murazzo, S. Chávez, A. Valenzuela, A. Martín, D. Villafañe: Aspectos claves para el desarrollo de aplicaciones para Mobile Cloud Computing. Jornadas de Ciencias de la Computación (JCC 2013), (2013), La Plata, Buenos Aires.
- [32] M. Murazzo, N. Rodríguez, D. Villafañe, F. González: Perspectivas en el análisis de grandes volúmenes de datos en el Cloud. Jornadas de Ciencias de la Computación (JCC 2013), (2013), La Plata, Buenos Aires.
- [33] N. Rodríguez, M. Murazzo, A. Ene: Cloud Computing. Workshop de investigadores en Ciencias de la Computación y Sistemas de Información, (2009), San Juan.
- [34] M. Murazzo, D. Segura, D. Villafañe: Cloud Computing con Windows Azure. 2º Jornadas de Actualización Informática, (2010), San Juan.
- [35] N. Rodríguez, D. Villafañe: Cloud Computing (conferencistas invitados). 2da Jornadas organizadas por la Cámara de Empresas de Software (CASSETIC), (2010), San Juan.
- [36] J. Lawler: Cloud Computing in the Curricula of Schools of Computer Science and Information Systems. Information Systems Education Journal, Vol 9, 2, pp. 34-54, (2011).