

Cuáles son los conocimientos de ARSO (Arquitectura, Redes y Sistemas Operativos) que la industria considera importantes

**Nelson R. Rodríguez¹, Maria A. Murazzo², Daniela A. Villafañe³, Susana Chavez⁴,
Adriana Valenzuela⁵, Adriana Martín⁶**

Departamento e Instituto de Informática – Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)
Cereceto y Meglioli – Rivadavia – San Juan – Argentina

¹nelson@iinfo.unsj.edu.ar - ²maritemurazzo@gmail.com - ³villafane.unsj@gmail.com
⁴schavez@iinfo.unsj.edu.ar ⁵franciscaadriana.valenzuela@gmail.com ⁶arianamartinsj@gmail.com

Resumen

Los avances permanentes en IT hacen que se revisen continuamente los contenidos de los planes de estudio. Ejemplo de ello es el esfuerzo evidenciado por la IEEE y la ACM al reunir especialistas y liberar sugerencias de currículas para las diversas carreras afines. El presente trabajo analiza la situación actual de los contenidos en el área de arquitectura, sistemas operativos y redes para las carreras de Licenciatura en Sistemas de Información y Ciencia de la Computación, las inquietudes de las consultoras, los cursos ofrecidos por las universidades más prestigiosas en el área a nivel mundial, los reportes elaborados por la IEEE y ACM desde 2004 y las sugerencias obtenidas por medio de encuestas a egresados de la UNSJ, que se encuentran desempeñándose tanto en el país como en el extranjero.

1. Introducción

La Computación sufre una constante evolución. Es por ello que es necesario revisar los planes de estudio periódicamente para incorporar nuevos contenidos y objetivos actitudinales.

Cuando se incorporaron alumnos a los proyectos de investigación, se comprobó que algunos conceptos del área ARSO no eran conceptualizados por los alumnos debido a que no formaban parte de los contenidos de las materias obligatorias (en algunos casos se impartían 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. 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 (que determina el estado actual de la curricula en cada una de las carreras), para realizar la encuesta con temas no incluidos en la misma.

Para llegar a conclusiones válidas, 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 debe incluir a todos los interesados.

Por lo tanto el punto de partida es la resolución 786, se tuvieron en cuenta las curriculas IEEE ACM 2004,2005, 2008, 2009, 2010; se tomaron publicaciones de la industria que sugerían sub áreas de conocimiento en la que se necesitaban especialistas y se realizaron

encuesta a egresados para que reflejaran su opinión.

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), las demandas del mercado laboral y algunas publicaciones que tratan el tema.

2. Que opinan los especialistas de la Industria

En este ítem se tomaron en cuenta las sugerencias que hace la industria por medio de publicaciones de especialistas o consultoras.

En particular se revisaron los informes de los últimos 3 años que Garnet [1] realiza anualmente. El documento que elabora Garnet trata de predecir cuales serán las 10 tecnologías más importantes para el próximo año. Teniendo en cuenta solamente las tecnologías afines a las áreas motivo de esta publicación se puede nombrar que la consultora propone para 2010: Cloud Computing, Client Computing, IT for Green, Reshaping the Data Center, Virtualization for Availability, Mobile applications. Para 2011: Cloud Computing, Mobile Applications and Media Tablets, Storage Class Memory, Ubiquitous Computing, Fabric-Based Infrastructure and Computers. Y para 2012: Media Tablets and Beyond, Mobile Centric Applications and Interfaces, In-Memory Computing, Extreme Low-Energy Servers, Cloud Computing.

La consultora Debra Littlejohn Shinder (TACTeam, Training and Consulting) [2], escribió un artículo donde visualiza las áreas donde son necesarios expertos (indica las 10 áreas Top), a continuación se muestran los ítems que tiene que ver con ARSO: Cloud Computing, Mobile computing and consumerization integration, Security and compliance y Four to six (IP v4 a IP v6),

Según Rodolfo de Juana de Matthaéis, Product Manager Muypymes.com[3], las Ocho tendencias que cambiarán a las empresas en 2012 son: dispositivos móviles, teletrabajo, espacios abiertos en las oficinas, comunicación instantánea, herramientas de colaboración, SaaS y Cloud Computing, mentoring inverso y auge del coworking.

Según Javier Jordán, Consultor IT de Aner Solutions [4], en 2011, muchas pymes han comenzado a incorporar de forma más o menos masiva la tecnología en sus modelos de negocio. La pyme en 2012 tendrá que ser más competitiva para continuar en el mercado e Internet puede ofrecer a nivel tecnológico una ventaja en este sentido. Este año la pequeña y mediana empresa apostará fuertemente por su incorporación en el mundo Internet y de las nuevas tecnologías en las siguientes áreas: Software SaaS, Redes Sociales, Seguridad informática, comercio electrónico y movilidad.

3. Currículas en Computación

Para realizar el análisis de que temas se han ido incorporando recientemente y no están reflejados en las currículas actuales de las carreras, se tomaron en cuenta los siguientes documentos:

La resolución 786/2009 [5] que fija los contenidos de las carreras afines a la informática, y los documentos elaborados por la IEEE y ACM: currícula 2004, 2005, 2008, 2010 y 2013.

En 2004 se presentó el informe orientaciones de currículum para estudiantes de Ingeniería de software (SE) [6]. En el mismo se puede notar lo siguiente: en el área de conocimiento sistemas y especialidades de aplicación, aparecen como tópicos relacionados: lenguajes embebidos y herramientas para el desarrollo de sistemas embebidos y de tiempo real, sistemas biomédicos, señal y teoría de la información, conocimientos de sistemas de misión crítica (en sistemas vehiculares y aviación), tecnologías wireless. El área incluye material adicional que no es parte del core propuesto, pero que es

utilizada para extender el núcleo de conocimientos para proveer especialización.

La currícula 2005[7] hace hincapié en el alcance de cada carrera ligada a la computación. Destaca que abarcaba la computación antes de los 90 y después, la cantidad de horas sugeridas para cada tema que debe tener una carrera en función del título que otorga (En este caso considera Ciencias de la Computación -CS, Ingeniería en Computación -CE, Sistemas de Información -IS, tecnologías de Información- IT y SE). Aparecen como temas nuevos: implementar sistemas de computación móvil, administrar recursos de computación móvil, administrar la presencia de la organización en la web, configurar e integrar software de e-commerce.

La currícula 2008 (CS) [8], describe el cuerpo de conocimientos dividido en áreas. El área arquitectura y organización, figura el curso: multiprocesamiento (que es del core), que tiene el tema procesadores gráficos de propósito especial y GPU. El curso de arquitecturas distribuidas (electivo): computación móvil y wireless. El curso device (electivo): representación digital de valores analógicos, sonido, audio, imagen, gráficos, animación y video. Estándar multimedia. Codificación y decodificación multimedia. Dispositivos de ingreso y salida. Direcciones en computación: computación cuántica y computación molecular. En el área Sistemas Operativos: administración de dispositivos (core), scripting (electivo), análisis forense digital (electivo). Computación centrada en red: computación móvil (core), organización web (electivo), programación del lado del server y del cliente, compresión (electivo), tecnología multimedia (electivo).

En el documento: orientaciones de currículum para los programas de grado en ingeniería del software 2009 [9], se puede concluir lo siguiente: En fundamentos de computación, el curso sistemas operativos tiene los temas: administración de dispositivos, scripting. En redes y comunicaciones: compresión y descompresión, tecnologías de datos

multimedia, wireless y computación móvil. Todos a nivel de comprensión, dado que como es una carrera de CE presenta distintos niveles de abordaje de los cursos.

La de 2010 [10], de los temas pertinentes pone énfasis en tecnologías internet como: Intranet y extranet y Web 2.0. Además figuran en el curso de núcleo arquitectura de empresa lo siguiente: green computing, virtualización de sistemas y almacenamiento. En el curso infraestructura de IT figuran: conectividad cableada e inalámbrica, data centers, cloud computing, y computing como servicio. En innovación y nuevas tecnologías (curso electivo) figura: redes peer-to-peer y mash-ups.

La propuesta 2013 (CS) [11], presenta una total reorganización de las áreas de conocimiento. Se suman nuevas áreas: Parallel and Distributed Computing y security and Information Assurance que pertenecen a ARSO. Reemplaza las definiciones de cursos de los reportes previos, y clasifica las unidades de cuerpo de conocimientos en 3 partes: tópicos absolutamente esenciales, tópicos importantes y electivos.

4. Cursos impartidos en universidades de referencia

Para realizar esta parte del análisis se tuvo en cuenta el sitio ARWU (Academic Ranking of World Universities) [12], que realiza un ranking anual entre las distintas universidades del mundo (ya sea globalmente o por disciplina), en particular se tuvo en cuenta el orden establecido para la disciplina Ciencias de la Computación. Se tomaron de referencia las primeras universidades de USA y las primeras del resto del mundo. A partir de allí, se tomaron en cuenta que cursos se estaban impartiendo en las distintas carreras, en el área de ARSO o afines y dichos cursos se muestran a continuación:

La Universidad de Stanford ofrece los cursos: Android Programming. iPhone and iPad Application Programming. Computer Vision.

Cloud Computing. Computer Graphic. Client-side internet Technologies. Mobil Music

El MIT ofrece:

Creating Video Games. Parallel Computing. Optical Network. Principles of Wireless Communication. Quantum Optical Communication. Digital and Computational Photography
Computer Graphics. Geometric Computing. Network optimization

La Universidad de California, Berkeley:

Machine Structures. Introduction to Embedded Systems. Foundations of Computer Graphics. Quantum Information Science and Technology. VLSI Systems Design. Topics in VLSI Systems Design. Applications of Parallel Computer. Computational Geometry. Foundations of Computer Vision. Advanced Computer Graphics Algorithms and Techniques. Solid Free-Form Modeling and Fabrication. Computer-Aided Geometric Design

Universidad de Princeton:

Computer vision. Computer Graphics. Mobile computing: Applications and Research Challenges

Universidad de Harvard:

Computer Graphics. Visualization. Wireless Sensor Networks. Geometric Modeling in Computer Graphics. Computer Vision

Universidad de Toronto:

Introduction to Scientific, Symbolic, and Graphical Computation. Programming on the Web

The Design of Interactive Computational Media. Introduction to Visual Computing. Introduction to Video Game Design. Computer Graphics. Introduction to Image Understanding

Weizmann Institute of Science (Israel):

Computational Geometry. Computer Vision

Universidad de Oxford:

Computer Graphics. Geometric Modelling. Computer Animation

The Hong Kong University of Science and Technology:
 Internet Computing. Computer graphics. Multimedia computing. Introduction to Computer Music. Embedded Systems Software

The Chinese University of Hong Kong:
 Embedded System Development and Applications. Reconfigurable Computing. Fault-Tolerant Computing. VLSI Testing. Building Web Applications. Principles of Computer Graphics. Introduction to Multimedia Systems. Computational Photography. Mobile Computing and Applications Development. Computer Game Software Development. Computer Graphics. Introduction to Cloud Computing. Current Topics in Computing Techniques. Advanced Topics in Computer Graphics and Visualization. Image Processing and Computer Vision. Advanced Topics in Distributed Software Systems. Game Theory in Computer Science. Grid Computing. Quantum Computing. Advanced Topics in GPU Programming. Computer System Performance Evaluation. Virtual and Augmented Reality

5. Encuestas de referencia

En un estudio que comenzó en diciembre de 2010, y cuyo objetivo era recabar que opinaban los directores de departamentos, el grupo que tuvo a cargo la elaboración de la currícula 2013 y en particular Mehran Sahami, realizaron una encuesta 1500 directores o jefes de departamentos educativos de Estados Unidos y aproximadamente 2000 jefes de departamento de otros países. Se recibieron solo 201 respuestas. Los gráficos que se exponen a continuación muestran los resultados de las mismas: la primera muestra la importancia a cada una de las áreas y la segunda la sugerencia de nuevos temas.

Importance of Knowledge Areas

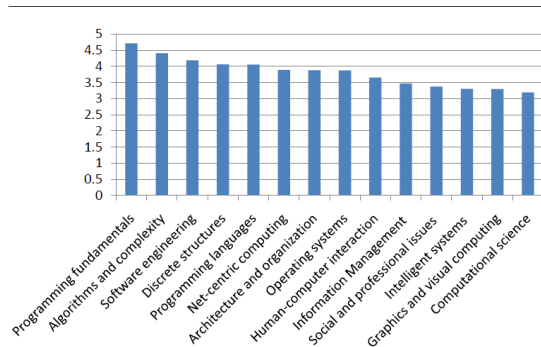


Figura 1

Suggested Topics (% of Suggestions)

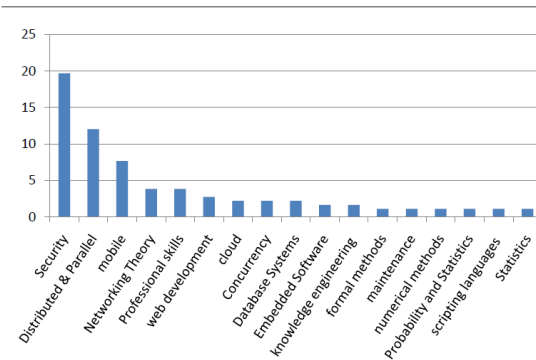


Figura 2

6. Encuesta a Egresados

Para finalizar el análisis, se realizó una encuesta que contestaron 30 egresados, los cuales debían completar un formulario indicando un valorador (de 1 a 5) indicando la importancia que le daban a cada ítem del listado. A su vez podían agregar otras tecnologías o temas que consideraran importantes para su desempeño profesional y que no figuraran en la lista.

La condición fundamental para elegir a los encuestados es que estuvieran trabajando en actividades ligadas a la industria del software ya sea en desarrollo o consultoría. Se pudo contactar a ex alumnos que se desempeñan en el extranjero y en otras ciudades de nuestro país.

El encabezado del formulario es el siguiente:

¿Cuáles de los siguientes conceptos, tecnologías o áreas de conocimientos le han resultado necesarios para su trabajo?

Valorar 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

Y a continuación se listan 24 ítems y al final, se coloca lo siguiente:

¿Qué otros conceptos que no estén en la lista y no se hayan visto adecuadamente en la carrera le han resultado muy necesarios para su trabajo?

Aunque de esta última parte de la encuesta no se obtuvo información importante para el objeto de estudio, debido a que pocos contestaron esta parte y muchos agregaron temas de programación y desarrollo y no temas de ARSO.

Los gráficos que se exponen a continuación reflejan las respuestas de los egresados, los primeros ítems aparecen en la figura 3 y el resto en la figura 4:

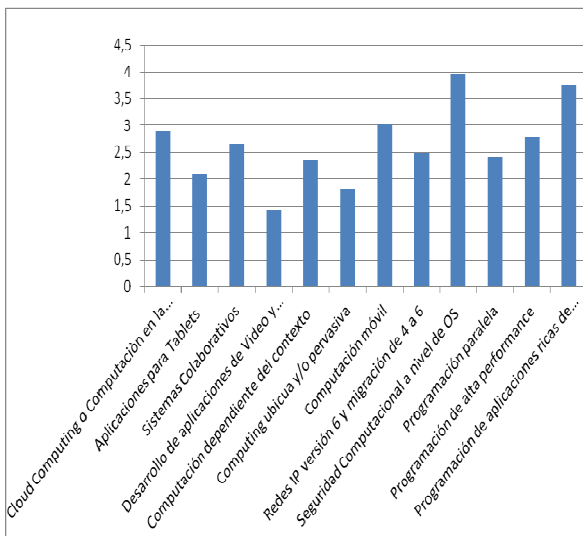


Figura 3

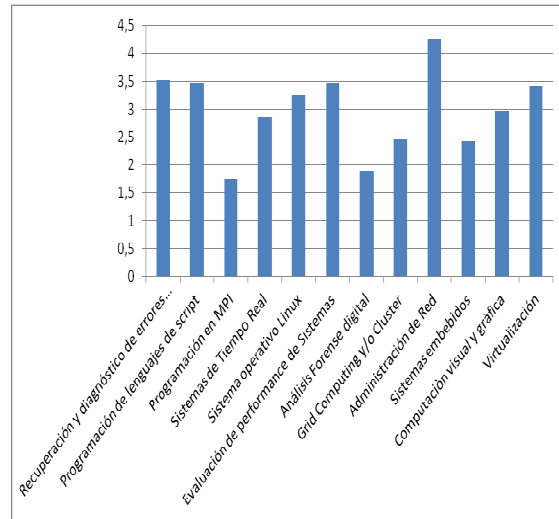


Figura 4

7. Conclusiones

El documento elaborado por Mehran Sahami en el WCCCE 2011, y muestra una encuesta realizada a egresados (que se muestra en la figura 2) los cuales sugieren los temas: mobile, cloud, desarrollo web y software embebido, que no figuran en la resolución 786. Cabe destacar que si figuran en la mencionada resolución: sistema operativo embebido pero no el desarrollo para estas plataformas, y el modelo computacional de la web, pero no el desarrollo para esa plataforma.

En la propuesta 2013, se realiza una reorganización de los tópicos del área ARSO y se subdivide en las siguientes áreas: Arquitectura y organización (AR), Sistemas Operativos (OS), Redes y Comunicaciones (NC), Computación Paralela y Distribuida (PD). Además surge una nueva área: Desarrollo basado en plataforma (PBD), que tiene puntos de contactos tanto con ARSO como con Algoritmos y Lenguajes, y resulta más adecuado que sea un área nueva.

Debido a que en esta propuesta Seguridad es una nueva área, los contenidos de seguridad que se incluían en distintas materias de ARSO, no se han tenido en cuenta en esta publicación.

Esta nueva área presenta 4 posibilidades de plataformas de desarrollo: Web, Móvil,

Industrial y Juegos; y la arquitectura en la cual se realizan estos desarrollos determina las herramientas de desarrollo, OS, estrategias de programación y otras consideraciones para la construcción de aplicaciones.

Se destaca además que el desarrollo para ninguna de las plataformas es considerado en la resolución 786.

De lo expuesto anteriormente, se puede concluir que por ejemplo que: Computación móvil es un concepto muy importante del cual se desprenden además otros conceptos como: computación pervasiva, sistemas operativos embebidos, programación de cliente delgado y todos los conceptos de comunicación inalámbrica asociados a la computación móvil. Y que la misma ha sido referenciada en las distintas currículas desde 2005, en los gráficos de la exposición de Mehran Sahami, en lo que pide la industria y en lo que opinan los consultores.

Otro tema muy mencionado es Cloud Computing, Este paradigma involucra una serie de temas como la arquitectura y gestión de infraestructuras de cloud computing, SaaS y aplicaciones IaaS, el descubrimiento de servicios y datos en infraestructuras de cloud computing, y la interoperabilidad entre plataformas [14]

La computación gráfica, visualización por computadora, computación multimedia, compresión de datos son temas que se dictan en cursos en las universidades más prestigiosas y que tampoco figuran en la resolución 786, e inclusive es un área de conocimiento en varias de las currículas analizadas.

De las encuestas realizadas a egresados, los temas que más utilizan corrientemente en sus trabajos son: Administración de Red, Seguridad Computacional a nivel de Sistema Operativo, Programación de aplicaciones ricas de Internet, Recuperación y diagnóstico de errores en redes, Programación de lenguajes de script, Evaluación de performance de Sistemas, Virtualización, Sistema operativo Linux, Computación móvil, Computación visual y

gráfica, Cloud Computing o Computación en la nube, en ese orden.

El objetivo de este trabajo es que sirva para revisar cuales temas son necesarios en calidad de obligatorios (o core) y cuáles pueden ser impartidos en materias optativas. Si bien las empresas han ofrecido cursos sobre algunos de los temas propuestos, muchas de ellas están más preocupados en la certificación, que en una formación más integral, resultando en una muy buena capacitación en un producto o solución pero no es así en otros aspectos de las tecnologías involucradas. Por lo tanto la Universidad no puede evadir la responsabilidad que le compete, no solo por sus alumnos, sino también, en un modelo de educación permanente, por sus egresados.

8. Referencias

- [1] Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technologies for 2012. <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1826214>
- [2] Debra Littlejohn Shinder, MVP (2011). "10 hot areas of expertise for IT specialists", TechRepublic, Feb 2011.
- [3] Rodolfo de Juana de Matthaeis, Product Manager Muypymes.com . "Las Ocho tendencias que cambiarán a las empresas en 2012". www.muypymes.com/2012/02/08/tendencias-empresas-201.
- [4] Javier Jordán, Consultor IT de Aner Solutions. "Tendencias TIC 2012: SaaS, redes sociales, seguridad y movilidad, áreas de alto interés para la pyme". TechWEEK. www.techweek.es
- [5] Resolución 786/2009. Ministerio de Educación. Educación superior. Junio 2009.
- [6] Software Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate. Degree Programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series. The Joint

Task Force on Computing Curricula IEEE Computer Society y Association for Computing Machinery. Agosto 2004.

Seminario Argentina Brasil de Tecnologías de la Información y la Computación. Rosario. Nov. 2011.

[7] Computing Curricula 2005 - The Overview Report. A volume of the Computing Curricula Series. The Joint Task Force for Computing Curricula 2005. A cooperative project of The Association for Computing Machinery (ACM), The Association for Information Systems (AIS) y The Computer Society (IEEE-CS). 30 Sep. 2005

[8] Computer Science Curriculum 2008: An Interim Revision of CS 2001. Report from the Interim Review Task Force. IEEE Computer Society y ACM. December 2008

[9] Graduate Software Engineering 2009 (GSWE2009) Curriculum Guidelines for Graduate Degree Programs in Software Engineering. Septiembre 2009.

[10] IS 2010. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems. Association for Computing Machinery (ACM), Association for Information Systems (AIS). Febrero 2010.

[11] Computer Science Curricula 2013. Strawman Draft (February 2012). The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery IEEE-Computer Society.

[12] Academic Ranking of World Universities.
<http://www.arwu.org/>

[13] Mehran Sahami. Expanding the Frontiers of Computer Science Education. Computer Science Department. Stanford University. The Western Canadian Conference on Computing Education (WCCCE 2011).

[14] Nelson R. Rodríguez, María A. Murazzo, Cecilia di Sciacio. "Integración de Computación móvil con Cloud Computing". 1º