



CLEI
2 0 0 6

CLEI

Conferencia Latinoamericana de Informática
Santiago de Chile

19th IFIP World Computer Congress in Santiago - Chile
32 Congreso Latinoamericano de Informática
XI Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación
20 al 25 de Agosto del 2006

LIBRO DE RESUMENES

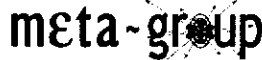
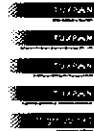
Editores: Mauricio Marin, Gonzalo Acuña Leiva

www.clei2006.org

:: Organized by



:: Sponsors



:: Supported By



www.clci2006.org

:: Organized by



:: Produce



Turismo Tajamar

**XXXII Conferencia Latinoamericana de Informática
(CLEI 2006)**

**XIV Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación
(CIESC 2006)**

XIII Concurso Latinoamericano de Tesis de Maestría

Santiago de Chile
21-25 de Agosto de 2006

**Programa & Resúmenes
Schedule & Abstracts**

Editores/Editors

Mauricio Marín
Yahoo! Research Latin America
Center for Web Research (CWR), Universidad de Chile

Gonzalo Acuña Leiva
Universidad de Santiago de Chile

PROLOGO

El Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI) vuelve una vez más a su origen, a Chile. Esta vez acompañando al más importante Congreso Mundial de Computación auspiciado por IFIP (Internacional Federation for Information Processing). Juntos, IFIP y CLEI transforman a este evento en el más importante de todos los tiempos en la región.

Se recibieron más de 450 trabajos provenientes de más de 35 países del mundo para ser evaluados por un prestigioso comité de programa presidido por el Dr. Mauricio Marín. Esta 32ª versión de la Conferencia Latinoamericana de Informática consiste de 177 trabajos cuidadosamente seleccionados y 32 posters. En la 14ª versión del Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación (CIESC) tendremos oportunidad de presenciar 20 trabajos seleccionados por un comité de programa co-presidido por la Dra. Angélica Urrutía y el Dr. Mauricio Marín.

El Concurso Latinoamericano de Tesis de Maestría tuvo la participación de más de 30 tesis, que fueron evaluadas por un comité presidido por el Dr. Benjamín Barán y que finalmente seleccionó los 3 ganadores del concurso: El primer y tercer lugar fue para estudiantes de postgrado de la Universidad de Sao Paulo (Brasil) y el segundo lugar para un estudiante de la Universidad de Chile. Felicitaciones a los ganadores.

Un agradecimiento público merecen los Drs. Angélica Urrutía, Mauricio Marín, Benjamín Barán y todos los miembros de los Comités de programa respectivos, que en total suman más de 100 personas. Gracias a todos ustedes por ayudar a mejorar la calidad de este prestigioso evento.

La programación de CLEI y CIESC y la presentación de los trabajos se encuentra planificada desde el lunes 21 de agosto hasta el jueves 24 en el Hotel Crowne Plaza. El viernes CLEI se realizará en el Centro de Extensión de la Universidad Católica de Chile (CEUC). La presentación de los posters será de lunes a jueves en el patio de exhibiciones del CEUC.

Finalmente, quisiera agradecer a los auspiciadores de este evento y a los patrocinadores por su apoyo. Este apoyo provino desde empresas multinacionales como IBM Research, Microsoft Research, Yahoo! Research, HP, Siemens, como de empresas nacionales: Colegio Interactivo, NIC Chile, Revista Informática, Tuxpan, 3Com, PGA Soluciones Audiovisuales, Metagroup, Nescafé, y Lan Chile. También al gobierno por su incondicional apoyo a través de CONICYT, Innova Chile (CORFO), y el Ministerio de Educación.

Dr. Mauricio Solar
Presidente Comité Organizador
19th IFIP World Computer Congress
32ª Conferencia Latinoamericana de Informática
Universidad de Santiago de Chile

CLEI 2006 Programme Committee

Mauricio Marín (PC Chair), Yahoo! Research Latin America & CWR Univ. de Chile, **Chile**

Aguirre Jorge, Universidad Nacional de Río Cuarto, **Argentina**
Alberto Valderruten, Universidade da Coruña, **España**
Aldo Vecchiatti, CERIDE, **Argentina**
Alejandra Cechich, Universidad Nacional del Comahue, **Argentina**
Alfredo Matteo, Universidad Central de Venezuela, **Venezuela**
Andrea Rodriguez, Universidad de Concepcion, **Chile**
Angeles S. Places, Universidade da Coruña, **España**
Angélica Urrutia, Universidad Católica del Maule, **Chile**
Antonio Fariña Martínez, Universidade da Coruña, **España**
Camilo Rueda, Universidad Javeriana-Cali, **Colombia**
Carlos Castro, Universidad Técnica Federico Santa María, **Chile**
Carlos Juiz, Universitat de les Illes Balears, **España**
Carlos Pon, Universidad Católica del Norte, **Chile**
Catalina M. Lladó Matas, Universitat de les Illes Balears, **España**
Claudia Leon, Universidad Central de Venezuela, **Venezuela**
Claudio Meneses, Universidad Católica del Norte, **Chile**
Cláudia Sales, Universidade Federal do Ceará, **Brasil**
César Beltrán Castañón, Universidade de Sao Paulo, **Brasil**
César Collazos, Unicauca, **Colombia**
Daniel García, Universidad de Oviedo, **España**
Eduardo Grampín, Universidad de la República, **Uruguay**
Ernst Leiss, University of Houston, **United States**
Fernando G. Tinetti, Universidad Nacional de La Plata, **Argentina**
Francisco J. Quiles, EPSA Campus Universitario, **España**
Giovani Librelotto, Universidade do Minho, **Portugal**
Guillermo Leguizamón, Universidad Nacional de San Luis, **Argentina**
Haydemar Núñez, Universidad Central de Venezuela, **Venezuela**
Hernan Astudillo, Universidad Técnica Federico Santa María, **Chile**
Horst von Brand, Universidad Técnica Federico Santa María, **Chile**
Isabel Besembel, Universidad de Los Andes, **Venezuela**
John Atkinson, Universidad de Concepcion, **Chile**
Jorge Alfaro, Universidad Católica del Norte, **Chile**
José Ramón Paramá Gabúa, University of A Coruña, **España**
Juan Lalinde, Universidad Nacional de Colombia, **Colombia**
Judith Barrios Albornoz, Universidad de Los Andes, **Venezuela**
Luis Gustavo Fernandes, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, **Brasil**
Luca Cernuzzi, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, **Paraguay**
Luis A. Guerrero, Universidad de Chile, **Chile**
Luis Rivera, Universidade Estadual Do Norte Fluminense, **Brasil**
Marcela Printista, Universidad Nacional de San Luis, **Argentina**
Marcello Visconti, Universidad Técnica Federico Santa María, **Chile**
Marcelo Errecalde, Universidad Nacional de San Luis, **Argentina**
Marcelo Ladeira, Universidade de Brasilia, **Brasil**
Marco Alvarez, Utah State University, **United States**
Maria Clécia de Castro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, **Brasil**
María Cecilia Bastarrica, Universidad de Chile, **Chile**
María Rosa Galli, CERIDE, **Argentina**

María Rosa Galli, CERIDE, **Argentina**
Mauricio Solar, Universidad de Santiago, **Chile**
Min Chih Lin, Universidad de Buenos Aires, **Argentina**
Omar Chiotti, CERIDE, **Argentina**
Oscar Meza, Universidad Simón Bolívar, **Venezuela**
Pablo R. Fillottrani, Free University of Bozen/Bolzano, **Italia**
Patricia Maldonado, Universidad de Magallanes, **Chile**
Pedro Alberti, Universidad de Magallanes, **Chile**
Ramon Puigjaume, Universitat de les Illes Balears, **España**
Regina Motz, Universidad de la República, **Uruguay**
Ricardo Cayssials, Universidad Nacional del Sur, **Argentina**
Rosa A. Alarcón, Pontificia Universidad Católica de Chile, **Chile**
Sandra Fabbri, Universidade Federal de São Carlos, **Brasil**
Sergio Castillo Castelblanco, Universidad Industrial de Santander, **Colombia**
Silvia Teresita Acuña, Universidad Autónoma de Madrid, **España**
Wilmer Pereira, Universidad Católica Andrés Bello, **Venezuela**
Yadran Eterovic, Pontificia Universidad Católica de Chile, **Chile**
Yudith Cardinale, Universidad Simón Bolívar, **Venezuela**

Additional Reviewers

- Adelaide Bianchini* (Venezuela)
Adilson Luiz Bonifácio (Brasil)
Adonahis Alvarez (Venezuela)
Adrian Bottini (Venezuela)
Adriana Marotta (Uruguay)
Adriana Vergara (Chile)
Agustina Buccella (Argentina)
Albert Llamosi (España)
Alejandro Grosso (Argentina)
Alejandro Gutierrez (Uruguay)
Alejandro Strojilovich de Loma (Argentina)
Alfranio Correia Junior (Portugal)
Alicia Mon (Argentina)
Amaury Antonio de Castro Junior (Brasil)
Andres Sanoja (Venezuela)
André Luís dos Santos Domingues (Brasil)
André Zanki Cordenonsi (Brasil)
Andrés Barbieri (Argentina)
Andrés Flores (Argentina)
Andrés Sanoja (Venezuela)
Angel Palazón (España)
Angela Di Serio (Venezuela)
Antonio Bueno (España)
Antonio Carlos dos Santos (Brasil)
Antonio Labián (España)
Antonio Silva (Venezuela)
Armando De Giusti (Argentina)
Aurelio Bermúdez (España)
Bartomeu Serra (España)
Benjamín Barán (Paraguay)
Broderick Crawford (Chile)
Bruno A. N. Travençolo (Brasil)
Carlos Brito (Brasil)
Carlos Figueira (Venezuela)
Carlos Luna (Uruguay)
Christian von Lucken (Paraguay)
Claudia Barenco (Venezuela)
Claudio Gutierrez (Chile)
Cristian Rusu (Chile)
Cristiana Bentes (Brasil)
Cristiane Metzner (Venezuela)
Cristina Moreira Nunes (Brasil)
César A. F. De Rose (Brasil)
Daniel García (España)
Daniel Pandolfi (Argentina)
Daniel Riesco (Argentina)
Daniela Ushizima (Brasil)
Dante Carrizo (España)
Dibio Leandro Borges (Brasil)
Diego César Martínez (Argentina)
Diego Vallespir (Uruguay)
Dinarle Ortega (Venezuela)
Dulce M. Rivero (Venezuela)
Débora Maria Barroso Paiva (Brasil)
Edilson Ferneda (Brasil)
Edna Ruckhaus (Venezuela)
Eliécer Correa (Venezuela)
Ellen Francine Barbosa (Brasil)
Elsa Estévez (Argentina)
Emely Arraiz (Venezuela)
Enrique Carlos Segura (Argentina)
Esmeralda Ramos (Venezuela)
Eugenio Scalise (Venezuela)
Eugenio de Oliveira Simonetto (Brasil)
Eva María García (España)
Fabiana Piccoli (Argentina)
Fabio Protti (Brasil)
Fernando Cuartero (España)
Flavia Bonomo (Argentina)
Flor Narciso (Venezuela)
Francisca Losavio (Venezuela)
Francisco Godoy (Chile)
Francisco J. Quiles (España)
Gabriela Aranda (Argentina)
George Dupret (Chile)
Georgina Stegmager (Argentina)
Guillermo Aguirre (Argentina)
Guillermo Durán (Chile)
Guillermo R. Simari (Argentina)
Guillermo Rodríguez-Navas (España)
Guillermo Simari (Argentina)
Gustavo Betarte (Uruguay)
Gustavo Vasconcelos Arnold (Portugal)
Hemerson Pistori (Brasil)
Hercules Antonio do Prado (Brasil)
Horacio A. Villagarcía Wanza (Argentina)
Hubert Hoffmann (Chile)
Hugo D. Ramón (Argentina)
Hugo Scolnik (Argentina)
Irene Loiseau (Argentina)
Isaac Lera (España)
Isabel Diaz (Venezuela)
Jacqueline Guzmán (Uruguay)
Jaime Blanco (Venezuela)
Jaime Navon (Chile)
Javier Marenco (Argentina)
Jens Hardings (Chile)
Jessica Andrea Carballido (Argentina)
Jesús García Consuegra (España)
Jonás Montilva (Venezuela)
Jorge Baier (Canada)

Jorge Baier (Canada)
Jorge R. Ardenghi (Argentina)
Jose Aguilar (Venezuela)
Jose Carlos Loureiro Ralha (Brasil)
José Lino Contreras (Chile)
José Melchor Medina Q. (México)
José Miguel Villalón (España)
José de Sousa (Venezuela)
Juan Jose Pardo (España)
Juan Miguel Santos (Argentina)
Laura Bahiense (Brasil)
Laura Cecchi (Argentina)
Leandro Carrijo Cintra (Brasil)
Leoncio Jimenez (Chile)
Linder C. Silva (Brasil)
Lino Iglesias (Venezuela)
Lorena Bearzotti (Argentina)
Lucas J. Baldo (Brasil)
Luciana Cambraia Leite (Brasil)
Luciano Gonda (Brasil)
Luciano Ost (Brasil)
Luis Oliveira Soares (Portugal)
Luis Orozco (España)
Mabel del Valle Sosa (Argentina)
Magalí González (Paraguay)
Manoel Campelo (Brasil)
Manuel Perez Malumbres (España)
Marcela Varus (Chile)
Marcela Xavier Ribeiro (Brasil)
Marcelo Arenas (Chile)
Marcelo Arroyo (Argentina)
Marcelo Mendoza (Chile)
Marco A. de Castro Barbosa (Portugal)
Marco Aurélio Graciotto Silva (Brasil)
Maria Istela Cagnin (Brasil)
Maria Laura Caliusco (Argentina)
Mariela Curiel (Venezuela)
Mariella Gutierrez (Chile)
Marina Groshaus (Argentina)
Maristela Oliveira dos Santos (Brasil)
Marta Gómez (España)
Marta Lasso (Argentina)
Marta López Fernández (España)
María Laura Caliusco (Argentina)
María Laura Cobo (Argentina)
Milton Martínez (Uruguay)
Milton Romero Romero (Brasil)
Nazareno Aguirre (Argentina)
Nora Montaña (Venezuela)
Norelva Niño (Venezuela)
Omar Chiotti (Argentina)
Oscar Parra (Paraguay)
Pablo E. Coll (Argentina)
Pablo Jacovkis (Argentina)
Pablo Villarreal (Argentina)
Patricia Roggero (Argentina)
Pedro A. M. de Campos Velho (Brasil)
Pedro Cuenca (España)
Pere Pau Sancho de la Jordana (España)
Philippe Michelin (Francia)
Rafacl Casado (España)
Raúl Monge (Chile)
Reginaldo Ré (Brasil)
Ricardo Acevedo (Chile)
Ricardo Corrêa (Brasil)
Ricardo Gonzalez (Venezuela)
Ricardo Landa (Mexico)
Ricardo M. Czekster (Brasil)
Ricardo Medel (USA)
Ricardo Oscar Rodriguez (Argentina)
Roberto Guerrero (Argentina)
Roberto Uribe (Chile)
Robinson Rivas (Venezuela)
Rodolfo Sumoza (Venezuela)
Rosana Terezinha Vaccare Braga (Brasil)
Sandra Gómez (España)
Sebastiá Galmés (España)
Sergio A. Gómez (Argentina)
Sergio Araya (España)
Sergio Martig (Argentina)
Sergio Rivas (Venezuela)
Silvia Cristina Dias Pinto (Brasil)
Silvia M. Castro (Argentina)
Simone do Rocio Senger de Souza (Brasil)
Soraya Abad (Venezuela)
Susana Esquivel (Argentina)
Teresa Olivares (España)
Thomas Chalumeau (francia)
Vanessa Leguizamo (Venezuela)
Verney Quiroz (Peru)
Verónika Peralta (Uruguay)
Vicente López-Canacho (España)
Victor Theoklisto (Venezuela)
Virginia Yannibelli (Argentina)
Wilmer Pereira (Venezuela)
Wladimir Rodríguez (Venezuela)
Yudith Cardinale (Venezuela)

CIESC 2006 Programme Committee

Mauricio Marín (PC Chair), Yahoo! Research Latin America & CWR Univ. de Chile, **Chile**
Angélica Urrutia (PC Co-Chair), Universidad Católica del Maule, **Chile**

Alberto Restrepo, Universidad EAFIT, **Colombia**
Daltro Jose Nunes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, **Brasil**
Hector Antillanca, Universidad de Santiago, **Chile**
Hector Soza, Universidad Católica del Norte, **Chile**
Gloria Cortes, Universidad de los Andes, **Colombia**
Guillermo Rodríguez Abitia, ITESM Campus Estado de México, **México**
Marcela Varas, Universidad de Concepción, **Chile**
Miguel Jonathan, Universidade Federal do Rio de Janeiro, **Brasil**
Marta Patiño, Universidad Politécnica de Madrid, **España**
Ricardo Contreras, Universidad de Concepción, **Chile**
Roberto Uribe, Universidad de Magallanes, **Chile**
Silvana Roncagliolo, Universidad Católica de Valparaíso, **Chile**
Yussef Farran, Universidad de Concepción, **Chile**

Session Chairs

<i>Alfredo Malteo</i>	<i>Hector Antillanca</i>
<i>Ana Pont</i>	<i>Hector Canela</i>
<i>André Santos</i>	<i>Hector Soza Pollman</i>
<i>Angélica Urrutia</i>	<i>Hilda Chaparro</i>
<i>Armando De Giusti</i>	<i>Hugo Hoeschl</i>
<i>Bejamín Barán</i>	<i>Javier Echaiz</i>
<i>Broderick Crawford</i>	<i>John William Branch Bedoya</i>
<i>Carlos Gomez</i>	<i>Juan Carlos Fabero</i>
<i>Carolina Bonacic</i>	<i>Juan Toriño</i>
<i>Claudia Pons</i>	<i>Julian Araoz</i>
<i>Daniel Perovich</i>	<i>Marcello Visconti</i>
<i>Elisa Heymann</i>	<i>Marcelo Naiouf</i>
<i>Emilio Hernandez</i>	<i>Maria Clicia Stelling de Castro</i>
<i>Ernesto Cuadros-Vargas</i>	<i>Maria Laura Caliusco</i>
<i>Federico Meza</i>	<i>María Carolina Monard</i>
<i>Francisco Torres-Rojas</i>	<i>Ricardo Contreras</i>
<i>Fátima Consuelo Dolz Salvador</i>	<i>Ricardo Reis</i>
<i>Gilberto Gutierrez</i>	<i>Roberto Uribe</i>
<i>Gonzalo Acuña</i>	<i>Verónica Gil Costa</i>

Outstanding Support

Silvia Menichetti (Authors and this book)
Carolina Bonacic (this book)
Catherine Parra (this book)
Fernando Jil (Proceedings CD production)
Carlos Gomez (Proceedings CD production)

CIESC 2006 Schedule

Full Papers

Session 1 Tuesday morning (08:30 - 09:50 hrs)

Sala 3, Centro de Extensión, PUC (Chair: Angélica Urrutia)

(210) *El Camino hacia un Diseño Curricular Basado en Competencias: Caso Escuela de Ing. Informática PUCV*

Authors: Jorge Bozo Parraguez, Silvana Roncagliolo de la Horra, Pamela Hermosilla Monckton
(08:30 - 08:50)

(211) *Organización para un Curso de Programación en un Contexto de Masividad. Una Experiencia*

Authors: Carlos Luna, Martín Pedemonte, Marcos Viera, Eduardo Fraschini
(08:50 - 09:10)

(212) *Estudio para Alinear los Planes y Programas de Estudio de con las áreas Conocimiento y Competencias profesionales en Tecnologías de la Información*

Authors: Lourdes Sánchez Guerrero, Guillermo Rodríguez Abitia, Orge Kashiwamoto Yabuta, Mariem Henaine
(09:10 - 09:30)

(213) *Clases Orientadas al Aprendizaje en la Primera Asignatura de Computación*

Authors: Juan Alvarez
(09:30 - 09:50)

Coffee break (09:50-10:20)

Session 2 Tuesday morning (10:20 - 13:00 hrs)

Sala 3, Centro de Extensión, PUC (Chairs: Jorge Bozo and Hector Soza)

(214) *Orientación en Línea de Trabajos Finales de Graduación en Computación: Propuesta de Componentes para Ambientes de Apoyo a Procesos de Enseñanza-Aprendizaje Mediados por Computadoras*

Authors: Ismar Frango Silveira, Luciano Silva, Denise Stringhini, Nizam Omar, Pollyana N. Mustaro
(10:20 - 10:40)

(215) *Resultados de una Investigación sobre Egresos de Alumnos por Carrera*

Authors: Héctor Soza Pollman
(10:40 - 11:00)

(216) *Guía de Taller de Tesis por Webquest*

Authors: Fátima Consuelo Dolz Salvador
(11:00 - 11:20)

(217) *Un Estudio sobre la Enseñanza de la Seguridad en las Escuelas de Informática iberoamericanas*

Authors: David García Rosado, Eduardo Fernández-Medina, Mario Piattini
(11:20 - 11:40)

(218) *Modelo RHA: Extensão do Modelo de Munich Apoiada em Resultados de Avaliações de Aprendizagem, Estilos cognitivos e estratégias de aprendizagem*

Authors: Marília A. Amaral, Vania R. Ulbricht
(11:40 - 12:00)

(219) *Análisis del Rendimiento de los Alumnos Ingresantes a Carreras de Informática en la UNRC Asociado con los cursos de ingreso*

Authors: Marcelo Ariel Uva, Ariel Ferreira Szpiniak
(12:00 - 12:20)

(220) *Programando en JAVA APPLETs los Métodos Numéricos*

Authors: Gladys Mansilla Gómez
(12:20 - 12:40)

(221) *Aprender a Programar Disciplinadamente: Nuevos Desafíos*

Authors: Guillermo Ariel Rojo, Ariel Ferreira Szpiniak
(12:40 - 13:00)

Session 3 Tuesday afternoon (14:00 - 15:40 hrs)

Sala 3, Centro de Extensión, PUC (Chair: Marcela Varas)

(222) *Significant Learning Evaluation: A Case Study*

Authors: Nelkis de la Orden Medina, Paulo José de Freitas Filho
(14:00 - 14:20)

(223) *Edumóvil: Propuesta de Incorporación de Dispositivos Móviles en la Educación Básica en México*

Authors: Gabriel Geronimo Castillo, Everth H. Rocha Trejo
(14:20 - 14:40)

(224) *Uso de Jogos Digitais como Estratégia para Ensino de Padrões de Projeto em Ciência da Computação*

Authors: Ismar Frango Silveira, Luciano Silva
(14:40 - 15:00)

(225) *Design de Jogos Digitais: Experiências de um Curso Superior Tecnológico no Brasil*

Authors: Luis Naito Mendes Bezerra, Luciano Silva, Ismar Frango Silveira, Carlos Fernando de Araújo Jr
(15:00 - 15:20)

(226) *Diplomado Aplicación de las TIC en la Docencia*

Authors: G. Garzon, G.I. Bautista Lasprilla, I. Zúñiga Silgado, L.E. Robles, M.E. Rincon Socha
(15:20 - 15:40)

Coffee break (15:40-16:00)

Session 4 Tuesday afternoon (16:00 - 17:00 hrs)

Sala 3, Centro de Extensión, PUC (Chair: Ariel Ferreira)

(227) *C-gen - Ambiente Educacional Para Ensino de Compiladores*

Authors: Jerônimo Backes, Alessandra Dahmer

(16:00 - 16:20)

(228) *Integrating Entrepreneurship with Engineering Education: The Integrated Tecnology Venture Program at the University of Florida*

Authors: Manuel E. Bermúdez, Keith Stanfill

(16:20 - 16:40)

(229) *AUTOEXPLC - Analisador de Explicações para Auxílio ao Ensino da Linguagem C*

Authors: Carlos M. Tobar Toledo, Cláudio L. V. Oliveira

(16:40 - 17:00)

Session 5 Tuesday afternoon (17:00 - 18:00 hrs)

FORO PANEL, Sala 3, Centro de Extensión, PUC

Innovación Académica en la Formación de Profesionales de Computación
e Informática: Experiencias MECESUP en Chile

El objetivo es mostrar los distintos proyectos de "Mejoramiento de la Calidad y Equidad de la Educación Superior" (MECESUP) que se desarrollan a lo largo de Chile, en el contexto de curriculum por competencias.

Panelistas:

Marcelo Noel Lopez V., Analista, Programa MECESUP.

Marcela Varas C., Universidad de Concepción.

Jorge Bozo P., Pontificia Universidad Católica de Valparaiso.

Federico Meza, Universidad de Talca.

Moderadora: Angélica Urrutia, Universidad Católica del Maule

Ante la dificultad de atender a 102 alumnos con tareas de orientación, revisión y control de avance de sus tesis de grado, la suscrita docente o tutora colectiva ha visto por conveniente realizar la actividad de orientación mediante sitios Web, por lo cual se ha optado por utilizar un generador de webquest que presenta una gran facilidad para preparar páginas muy didácticas, atractivas, sencillas de mantener, y de instalación automática.

Con la ayuda de la WebQuest preparada para tal fin, la docente puede guiar la actividad de investigación en forma virtual, y utilizar las horas de clase en la revisión y control de las tareas encomendadas. Y los estudiantes pueden avanzar mejor en sus investigaciones teniendo una guía constante que les facilita algunos sitios de consulta.

E-Mails: fdolz@correo.umsa.bo

Schedule: Sala 3, Centro de Extensión, PUC (Chairs: Jorge Bozo and Hector Soza), Tuesday (11:00 - 11:20)

217. Un Estudio sobre la Enseñanza de la Seguridad en las Escuelas de Informática iberoamericanas

David García Rosado, Eduardo Fernández-Medina, Mario Piattini

Grupo Alarcos Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información Centro Mixto de Investigación y Desarrollo de Software UCLM-Soluziona Escuela Superior de Informática. Universidad de Castilla-La Mancha Paseo de la Universidad nº 4. 13071. Ciudad Real España.

Resumen: La seguridad informática ha venido cobrando mayor importancia dado el marcado crecimiento de los negocios vía Internet. En este sentido, las organizaciones se preguntan hasta qué punto son seguras sus aplicaciones, infraestructuras y cuál es el nivel de seguridad actual de los sistemas que gestionan su información. A estas cuestiones se responde garantizando una adecuada seguridad en los sistemas de información que consista en una correcta confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos que gestionan y que son uno de los activos más importantes de las organizaciones. En este artículo se hace un estudio de los principales currículos internacionales y de varias escuelas de informática para analizar cómo consideran la materia de la Seguridad. Como presentamos en este artículo, la situación no es muy favorable a día de hoy, aunque podemos afirmar que esta situación está mejorando progresivamente, y podemos llegar a tener profesionales de los SI, con un alto grado de formación en temas de seguridad.

E-Mails: David.GRosado@uclm.es, Eduardo.FdezMedina@uclm.es, Mario.Piattini@uclm.es

Schedule: Sala 3, Centro de Extensión, PUC (Chairs: Jorge Bozo and Hector Soza), Tuesday (11:20 - 11:40)



Organizado por:



August 20-25
2006



CLEI | CLEI
2006 Conferencia Latinoamericana de Informática
Santiago de Chile

Un estudio sobre la Enseñanza de la Seguridad en las escuelas de informática iberoamericanas

David G. Rosado, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini
Grupo Alarcos. Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información
Centro Mixto de Investigación y Desarrollo de Software UCLM-Soluziona.
Universidad de Castilla-La Mancha.
Paseo de la Universidad nº 4. 13071. Ciudad Real.
{David.GRosado, Eduardo.FdezMedina, Mario.Piattini}@uclm.es

Abstract. La seguridad informática ha venido cobrando mayor importancia dado el marcado crecimiento de los negocios vía Internet. En este sentido, las organizaciones se preguntan hasta qué punto son seguras sus aplicaciones, infraestructuras y cuál es el nivel de seguridad actual de los sistemas que gestionan su información. A estas cuestiones se responde garantizando una adecuada seguridad en los sistemas de información que consista en una correcta confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos que gestionan y que son uno de los activos más importantes de las organizaciones. En este artículo se hace un estudio de los principales currículos internacionales y de varias escuelas de informática para analizar cómo consideran la materia de la Seguridad. Como presentamos en este artículo, la situación no es muy favorable a día de hoy, aunque podemos afirmar que esta situación está mejorando progresivamente, y podemos llegar a tener profesionales de los SI, con un alto grado de formación en temas de seguridad.

1 Introducción

Es evidente que la información se ha convertido en uno de los activos principales de las organizaciones, representando en muchos casos su principal elemento estratégico para la realización de sus objetivos, y como soporte de su actividad. Las organizaciones invierten enormes cantidades de dinero y tiempo en la creación de sistemas de información (de ahora en adelante SI) que les ofrezcan la mayor productividad y calidad posible. Es por eso que los temas relativos a la Seguridad cobran cada vez más relevancia tanto a nivel internacional como nacional.

La Seguridad informática en estos últimos años ha experimentado un fuerte desarrollo en diferentes frentes (políticas y planes de seguridad, auditoría,

configuración de redes seguras, administración de redes, nuevos algoritmos, protocolos y entornos seguros, sistemas operativos y lenguajes seguros, temas relacionados con firma y certificados digitales, autoridades de certificación, por nombrar algunos) que la Universidad no ha sido capaz de ofrecer como formación para los futuros ingenieros.

Actualmente se considera la Seguridad como una nueva área de la ingeniería, y la profesión de ingeniero en seguridad informática es una de las más demandadas. La Seguridad trata áreas muy diversas de la informática y de las ciencias de la computación, aplicables a un amplio espectro de campos, tales como negocios, investigación científica, medicina, producción, logística, banca, meteorología, derecho, redes, entre otras muchas.

Así, dado lo importante que es para las organizaciones contar con ese tipo de profesionales (administradores de redes, instaladores y supervisores de servidores Web seguros, protección de datos, auditoría, contingencias, recuperación, etc.), y debido al cada vez mayor potencial que están adquiriendo las tecnologías de la información para mejorar la productividad de las organizaciones, asegurar su supervivencia, e incluso, cambiar nuestra forma de vida (administración electrónica, comercio electrónico, etc.), queda justificada la gran importancia que tiene la implantación de la Seguridad en nuestra sociedad moderna y conectada.

Parece lógico por tanto pensar que debería existir una correspondencia entre la importancia que tiene la Seguridad, y el peso que recibe en los planes de estudio de nuestras universidades. En la mayoría de universidades españolas, la materia de Seguridad en los planes de estudios de Informática está presente en mayor o menor medida, con asignaturas optativas o de libre configuración específicas sobre seguridad, dedicando una cantidad de créditos muy reducida, o hablando sobre seguridad en algún apartado dentro de las asignaturas obligatorias de la titulación, como por ejemplo en sistemas operativos o redes.

En este artículo se analiza cuál es la situación actual de la Seguridad tanto en las escuelas de informática como en los principales currículos y propuestas profesionales internacionales, llegando a la conclusión que, de momento, la Seguridad no recibe la atención adecuada que parece demandar en el mercado, en el ámbito de la universidad, aunque hay que decir que esta creciendo la oferta de las asignaturas de seguridad informática con el paso de los años, y que está cobrando mucha importancia en el ámbito profesional.

2 La Seguridad y los currículos internacionales

Dentro de los principales currículos internacionales utilizados para la definición de los planes de estudio de Ingeniería Informática (SWEBOK, Computing Curricula 2001, IRMA/DAMA 2000, ACM/AIS MSIS 2000, ISCC 1999, e IFIP/UNESCO ICF-2000), vamos a analizar si se aborda el tema de la Seguridad o, al menos, si se citan algunos aspectos relacionados con la misma.

2.1 Computing Currícula 2001

En 1998 ACM y la Computer Society de IEEE formaron un comité científico denominado Year 2001 Model Curricula for Computing (CC2001), al que se le pidió que revisara el currículo de 1991 y desarrollara un conjunto de guías curriculares que abordara los desarrollos más recientes de las tecnologías informáticas en la década pasada y que resista a la siguiente década [3]. El informe CC2001 se encuentra dividido en cinco partes: Un volumen general (de principios generales y partes comunes a todos los tomos de disciplinas específicas) y cuatro tomos de disciplinas específicas. Todas estas disciplinas son: 1) Ciencia de la Computación (*Computer Science*, CS 2001). 2) Ingeniería de Ordenadores (*Computer Engineering*, CE 2004). 3) Ingeniería del Software (*Software Engineering*, SE 2004). 4) Sistemas de Información (*Information Systems*, IS 2002). 5) Tecnologías de la Información (*Information Technologies*, IT 2005).

En 2005 se ha publicado el denominado Computing Curricula 2005 (CC2005) [4], que es una clara evolución de CC2001, y que consiste en un informe denominado "Overview Report", que resume el cuerpo de conocimiento de los programas de grado de cada una de las cinco disciplinas, resaltando sus aspectos comunes y sus diferencias. Además, este documento incluye "The Guide to Undergraduate Degree Programs in Computing". Esta guía se ha realizado con el objetivo de servir a una audiencia más amplia y proporciona una caracterización más resumida de cada disciplina y factores característicos que los estudiantes pueden tener en cuenta a la hora de seleccionar un área de estudios en "computing".

2.2 Currículo IRMA/DAMA 2000

Este currículo [8] es el resultado de dos años de esfuerzo conjunto de dos asociaciones profesionales norteamericanas de gran relevancia en el área de bases de datos: IRMA¹ y DAMA², que empezaron en 1998 la revisión de la edición existente anteriormente.

En este currículo se insiste en la necesidad de que los ingenieros en informática no limiten sus conocimientos a los aspectos técnicos de los SI, sino que posean una visión más completa de ellos, incluyendo aspectos de gestión. Para ello propugnan adoptar un enfoque más global que la gestión de los datos, considerando a ésta como parte de la *Gestión de los Recursos de Información* (en siglas inglesas IRM).

En cuanto a la Seguridad, aparece un tema sobre la seguridad en la gestión de sistemas de información, dentro del curso de Tecnologías de Sistemas de Información (IRM2). También aparece en muchos otros cursos, en los que se habla sobre seguridad de redes, de datos en Internet, etc.

2.3 Currículo ACM/AIS MSIS 2000

La necesidad de revisar los currículos en SI, especialmente el de ACM de 1982 (por los años transcurridos y por los cambios que habían tenido lugar en el campo de la

¹ Information Resources Management Association

² Data Administration Management Association

Informática en tan largo periodo de tiempo) y el IS'97 (entre otras razones, por ser un currículo de pregrado y considerarse que se necesitaba también la titulación superior en SI), lleva a la creación, en enero de 1998, de un Comité Curricular Conjunto (*Joint Curricular Committee -JCC-*) de ACM y AIS, a fin de elaborar un currículo de Master para SI, el MSIS 2000 [2]. Algunos de los “perfiles profesionales” que contempla el MSIS se encuentran en las áreas de: Consultoría e integración de sistemas, Desarrollo de software, Redes, telecomunicaciones e infraestructura de computación, Comercio electrónico, Servicios de consumo.

El modelo curricular se diseña en cuatro bloques interrelacionados: 1) Fundamentos de SI, que abarca tres cursos del IS97: i) los fundamentos informáticos, tecnología hardware y software; ii) la programación, datos y estructuras de objetos; y iii) los fundamentos de gestión (contabilidad financiera, marketing, comportamiento organizacional). 2) Núcleo de SI. Se trata de un conjunto de cursos exigidos a todos los graduados: Gestión de datos, Análisis, modelado y diseño, Comunicaciones de datos y redes, Gestión de proyectos y del cambio, Estrategia y política de SI. 3) Integración, que permite a los estudiantes sintetizar lo que han aprendido: Integrar la empresa, Integrar la función de SI, Integrar las tecnologías de SI. 4) Intensificaciones o perfiles profesionales (*career tracks*). Cada perfil profesional consta de cuatro o más cursos opcionales que preparan a los estudiantes en una especialización. Sugiere a las escuelas que escojan su propia intensificación teniendo en cuenta las necesidades de la industria local y las capacidades disponibles en la escuela.

En el curso MSIS2000.1 “Gestión de Datos” (*“Data Management”*) del bloque que constituye el Núcleo (*Core*) del programa, hay una parte que está dedicado a la seguridad y privacidad de los datos, mientras que en el curso MSIS2000.3 “Comunicaciones de datos y redes” (*“Data Communications and Networking”*) se habla de la privacidad, seguridad y fiabilidad.

2.4 ICF-2000 de IFIP/UNESCO

IFIP³ y UNESCO⁴ han diseñado el *Informatics Curriculum Framework* (ICF-2000) con el fin de abordar la situación de cambio constante a la que se enfrenta la informática. Como indica su nombre, realmente se trata de un marco (*framework*), a partir del cual se pueden construir diferentes implementaciones de currículos de una manera directa. En el propio documento [7] se presentan ocho especificaciones de currículos para ocho categorías de roles profesionales.

Lamentablemente, en todo este marco curricular no aparece referenciado nada sobre Seguridad.

2.5 ISCC'99

El currículo ISCC'99 (*Information Systems-Centric Curriculum*) pretende preparar especialistas de información para el desarrollo y utilización de grandes sistemas de información, y ha sido desarrollado por un equipo compuesto tanto por miembros de la comunidad universitaria como empresarial [11].

³ International Federation on Information Processing

⁴ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Este currículo propone un modelo invertido de aprendizaje en el cual los alumnos experimentan en primer lugar en el contexto de un sistema de información para posteriormente estudiar los detalles, destacando la información como el principal activo de las organizaciones. Además propone, entre otras cosas, la utilización de un aprendizaje *just-in-time* basado en mentores, y en el que se integran explícitamente las habilidades interpersonales y el pensamiento sistémico.

El currículum no desarrolla ningún curso específico de Seguridad, pero en dos de ellos, Ética de Ordenadores I y II (ISCC22 y ISCC52) se estudian cuestiones relacionadas con la seguridad de sistemas, llegando a familiarizarse con las cuestiones legales relativas a los computadores e información, y examinan algunos de los impactos de la computación en la sociedad

2.6 SWEBOK

El SWEBOK [14] ha sido promovido originalmente por el *Software Engineering Coordinating Committee* de la *IEEE Computer Society* y ACM, aunque en el año 2000 la ACM le retiró su apoyo. Entre sus fines se incluyen la acreditación de los currículos universitarios y la certificación de profesionales, para lo que identifica un cuerpo básico de conocimiento que caracteriza el contenido de la disciplina de la Ingeniería del Software.

SWEBOK se organiza en diez áreas del conocimiento: Requisitos, Diseño, Construcción, Pruebas, Mantenimiento, Gestión de la Configuración, Gestión de la Ingeniería, Proceso de la Ingeniería, Herramientas y Métodos de Ingeniería y Calidad. Además de esas áreas principales, también son consideradas un conjunto de disciplinas relacionadas: Ingeniería de Computadores, Ciencias de la Computación, Gestión, Matemáticas, Gestión de Proyectos, Gestión de Calidad, Ergonomía del Software e Ingeniería de Sistemas.

Se habla sobre la Seguridad en puntos específicos del currículo, siendo difícil encontrar algún tema dedicado a la seguridad de los sistemas de información. Como viene siendo habitual en los currículos anteriores, el tema de seguridad que se trata es respecto a la relación con otros campos y áreas, como son las herramientas y métodos de ingeniería, en la calidad software y en con respecto a los atributos de calidad.

2.7 Observaciones

En la mayoría de currículos internacionales anteriores no aparece la Seguridad como una disciplina o materia destacable en el aprendizaje y formación de los futuros profesionales de la Informática, y se debe a que son currículos anteriores a los años en los que la seguridad se establece como una disciplina importante, al menos desde el punto de vista de los profesionales de la informática, y por consiguiente, debería verse reflejado en la enseñanza en las universidades, para que los futuros profesionales puedan cubrir la gran demanda existente en temas de seguridad con garantías.

Lleva tiempo elaborar y revisar los actuales currículos para adaptarlos a la demanda actual, pero podemos estar seguros que en las próximas revisiones

aparecerá el tema de la Seguridad como una disciplina importante que se debe tener en cuenta en el aprendizaje y formación de los futuros profesionales de los SI.

3 Propuestas profesionales

El campo de la tecnología de la información en general y de la seguridad de la información en particular cambia rápidamente. Muchas cosas pueden suceder en el mundo de la seguridad de la información en el transcurso de un año, incluso en seis meses. Así como las amenazas a la seguridad y la tecnología nunca se detienen, la curva de aprendizaje de sus empleados tampoco debe estancarse. Es importante que los miembros clave de su equipo tengan certificaciones en seguridad no sólo porque éstas reflejan comprensión y conocimiento práctico de los problemas de seguridad, sino también porque la mayoría de certificaciones exige cursos de educación continuada para conservar la certificación. Esto garantiza que el personal certificado refresca de manera activa sus conocimientos para que esté actualizado sobre las últimas amenazas, tecnología y mejores prácticas de seguridad.

Cada credencial de seguridad demuestra cierto grado de conocimiento sobre la seguridad de la información. A continuación se presentan las cuatro credenciales de seguridad más conocidas y sus respectivas áreas de interés:

- *Certified Information Systems Security Professionals (CISSP)*: Es la primera credencial acreditada por ANSI a Estándar ISO 17024:2003 en el campo de la seguridad de la información. Esta certificación [1] se refiere a la estrategia y arquitectura de la seguridad. Para obtener una certificación CISSP, se debe aprobar un examen suministrado por el (ISC)² [1] y contar con un mínimo de tres años de experiencia en áreas de seguridad relevantes. La credencial CISSP demuestra competencia en 10 dominios: 1) Sistemas de Control de Acceso y Metodología; 2) Aplicaciones y Desarrollo de sistemas de seguridad; 3) Planificación Continuidad de Negocio y Planificación Recuperación de Desastres; 4) Criptografía; 5) Ley, Investigación y Ética; 6) Operaciones de Seguridad; 7) Seguridad Física; 8) Arquitectura de Seguridad y Modelos; 9) Prácticas de Gestión de Seguridad; 10) Seguridad de Redes y Comunicaciones.
- *Certified Information Security Manager (CISM)*: La certificación CISM es otra de las certificaciones que otorga ISACA (*Information Systems Audit and Control Association*) [10], y fue diseñada para proveer al administrador de seguridad con el conocimiento y la capacidad para prevenir, identificar y/o manejar eficientemente las situaciones de riesgo informático en la organización. Este certificado cubre cinco áreas de la administración de seguridad de la información: 1) Manejo de la seguridad de la información (21%); 2) Administración de Riesgos (21%); 3) Administración del programa de seguridad de la información (21%); 4) Administración de la seguridad Informática (24%); 5) Manejo de respuestas a incidentes (13%). Los candidatos a la certificación CISM deben tener al menos cinco años de experiencia en seguridad de la información y un mínimo de tres años de experiencia en administración de seguridad de la información.

- *Certified Information Systems Auditor (CISA)*: Las áreas especiales de conocimiento en cuanto a la seguridad de un CISA son el cumplimiento y la auditoría de la TI. Los aspirantes a CISA deben contar con al menos cinco años de experiencia en la auditoría, control o seguridad en sistemas de información profesional.
- *SANS Global Information Assurance Certifications (GIAC)*: Lo ideal es que los empleados involucrados en la operación de seguridad rutinaria de su empresa tengan una certificación GIAC. Ésta es la única certificación que exige que los candidatos presenten una tarea práctica para que demuestren dominio real y práctico de sus destrezas en seguridad.

La credencial SSCP (Systems Security Certified Practitioner) [1], manejada por (ISC)², es ideal para quienes hayan alcanzado posiciones Senior como Ingeniero de Seguridad de Redes, Analista de Sistemas de Seguridad o Administradores de Seguridad. La credencial SSCP demuestra competencia en 7 dominios, que son: 1) Control de Acceso; 2) Administración; 3) Auditoría y Monitorización; 4) Criptografía; 5) Comunicaciones de Datos; 6) Código Malicioso, Malware; 7) Riesgo, Respuesta y Recuperación.

Todas estas credenciales muestran que cualquier Ingeniero en Informática, una vez que sale de la Universidad, debe seguir su aprendizaje, ampliar sus conocimientos y especializarse en el campo de la Seguridad si quiere ser un verdadero especialista en la Seguridad de los SI, examinándose de distintas áreas y obteniendo las certificaciones que le otorgan los conocimientos necesarios para hacerse cargo de la Seguridad de los SI.

4 CriptoRed como fuente de Documentación y Difusión de la Seguridad

CriptoRed [6] es la red temática iberoamericana de criptografía y seguridad de la información cuyos miembros son docentes o investigadores de las distintas universidades iberoamericanas que intercambian sus conocimientos, investigaciones, artículos, libros, propuestas, proyectos y tesis relacionados con la Seguridad, analizando la enseñanza de la Seguridad en las distintas universidades iberoamericanas, dando a conocer la importancia de la seguridad de los sistemas de información y el gran auge que está experimentando en la sociedad actual. Esta cooperación ayuda a crear una guía docente con temas, ejercicios y prácticas relacionadas con la criptografía y la seguridad, que todo alumno de cualquier escuela informática debería cursar durante su formación para poder obtener los conocimientos necesarios requeridos en el ámbito profesional.

La diferencia con otras redes es que, en este caso, el objetivo de cooperación entre los países va algo más allá en tanto que cualquier Universidad, Instituto de Enseñanza Superior o Centro de Investigación y sus profesionales pueden darse de alta como miembros sin costo alguno. Lo único que se pide a cambio es que ofrezca a los demás miembros y a la comunidad científica en general, la información que genere y que pueda tener una utilidad en la mejora de la enseñanza de la criptografía. Es más, también pueden ser miembros aquellos profesionales, técnicos e ingenieros

del sector empresarial, industrial y de las administraciones públicas cuyo trabajo esté relacionado con la criptografía y la seguridad informática.

5 La Enseñanza de la Seguridad en las escuelas de informática

Se han estudiado las asignaturas de Seguridad de varias universidades iberoamericanas, teniendo en cuenta la información disponible en las páginas web de las titulaciones de informática a fecha de enero de 2006: Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Universidad de Buenos Aires (UBA), Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Universidad de Chile (UCH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad de Sao Paulo (USP).

Como se puede ver en la Tabla 1, una X en una casilla indica que ese tema específico de seguridad tiene una gran importancia en el temario de la asignatura, apareciendo como tema principal, y es posible que estos temas principales contengan diversos apartados relacionados con otros aspectos de la seguridad, pero que no se ven en profundidad, en cuyo caso no aparece X en la tabla. Hay que destacar que en todas las universidades analizadas, se tratan los aspectos de Seguridad dentro de los planes de estudio de las titulaciones de informática. En algunas universidades se imparte en tercer curso, como asignatura de libre configuración, lo cual, aunque no permite aportar una visión muy amplia, sí es importante relacionarla con todos los aspectos que el alumno ha ido viendo en los tres primeros cursos, relacionando la seguridad con los aspectos de los sistemas operativos y de las bases de datos que el alumno ha debido cursar, dejando el tema de seguridad de redes, criptografía, protocolos, seguridad en internet, etc. para un cuarto y quinto curso, donde el alumno está más relacionado y haya ampliado sus conocimientos sobre todos estos temas.

La asignatura suele tener de 4,5 a 6 créditos, lo que no es suficiente para entrar en detalle en los diferentes tipos de seguridad, pero sí para transmitir los conocimientos básicos tanto filosóficos como metodológicos de la Seguridad. En la Tabla 1 detallamos los contenidos que aparecen en los temarios de las universidades analizadas.

6 Conclusiones

Debido al peso que están tomando los SI en el entorno empresarial, tanto en el ámbito nacional como internacional, y debido también a la necesidad que hay de controlar su correcto uso, funcionamiento y seguridad, la aplicación de la Seguridad resulta fundamental para conseguir que los SI sean fiables, seguros y estables, y por tanto que exista una *confianza* en su uso. No hay que olvidar que las tecnologías de la información alcanzan desde el conjunto de datos, hasta los elementos humanos, procedimientos de trabajo y de tecnología que de forma coordinada y alineada a una estrategia institucional, proporcionan soporte a la operación, a la toma de decisiones

y al servicio de los clientes de una empresa, por lo que evidentemente representan un factor crítico para cualquier organización.

En este artículo hemos analizado el tratamiento de la Seguridad en los principales currículos internacionales, así como los contenidos de Seguridad impartidos en algunas universidades españolas e iberoamericanas, y hemos observado que, aunque están presentes en todos los planes de estudio de las universidades, su contenido no está completo y dejan muchos huecos en algunos temas o aspectos específicos relacionados con la seguridad, por lo que podemos decir que en las universidades no se da una completa formación en Seguridad para los profesionales de los SI.

Creemos por lo tanto, que es fundamental que en una Ingeniería Informática se incluya la Seguridad como una asignatura relevante, con un gran peso en créditos que permita una formación más amplia en los distintos aspectos que abarca el campo de la seguridad, tanto en teoría como en casos prácticos, intentando apaliar la gran demanda de este tipo de profesionales existente en el mercado. Las universidades, cada vez más, se están dando cuenta de la gran demanda existente, y están ampliando su oferta de asignaturas relacionadas con la Seguridad.

Tabla 1. Análisis del contenido de Seguridad en algunas universidades iberoamericanas

TEMAS	PUC	PUCP	UBA	UCLM	UNAM	UNLP	UCH	UPM	USP
Protocolos Seguridad			X	X		X			
Políticas Seguridad	X	X	X		X			X	X
Requisitos Seguridad									X
Arquitecturas Seguridad									
Seguridad S.Operativos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad Bases de datos	X		X	X	X	X	X	X	X
Seguridad Redes	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad WWW	X		X				X	X	
Seguridad e-comercio				X					
Estándares de Seguridad							X		
Seguridad física	X	X							
Control de Acceso	X		X		X		X		
Protocolos Autenticación	X		X		X	X		X	X
Biométricas							X		X
Criptografía	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Segur. TI en Organización		X		X	X				
Segur. TI en Tecnología				X					
Clave pública/privada	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Firmas digitales	X		X		X	X		X	X
Protección y Prevención		X			X	X		X	
Detección de Intrusos	X	X			X		X		X
Seguridad en Empresa									
Recuperación de desastres		X							
Ataques	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Legislación y Normativa Seguridad					X			X	
Denegación de Servicio					X	X		X	
Vulnerabilidades	X	X			X		X		
Firewalls	X		X		X	X			X
Gestión Proyectos Segur.		X		X	X				

Adicionalmente, creemos que hay que tener en cuenta que por muy buena y completa que pudiera ser la formación en Seguridad en las universidades (tanto en el primero como de segundo ciclo), ésta deberá ser forzosamente complementada de manera continuada tanto mediante programas de entrenamiento específico en las empresas, másters o cursos de especialización, como así lo aconsejan las propuestas profesionales que hemos analizado, que otorgan a todo profesional de los SI las credenciales necesarias y el conocimiento requerido y ampliado para ser un buen profesional de la seguridad de los SI, y desarrollen su trabajo con las garantías que el mercado actual demanda.

Agradecimientos

Este artículo ha sido desarrollado en el contexto de los proyectos DIMENSIONS (PBC-05-012-2) financiado por FEDER y por la Consejería de Ciencia y Tecnología de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, RETISTIC (TIC2002-12487-E) y CALIPO (TIC2003-07804-CO5-03), de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (España).

Referencias

- [1] (ISC)2. Disponible en <https://www.isc2.org/cgi-bin/index.cgi>.
- [2] ACM/AIS. *MSIS*. Disponible en <http://cis.bentley.edu/isa/pages/documents/msis2000jan00.pdf>. 2000.
- [3] ACM/IEEE. *Computing Curricula 2001. Computer Science. Final Report (15 de Diciembre)*. Disponible en www.computer.org/education/cc2001/final/index.htm. 2001.
- [4] CC. *Computing Curricula 2005 -. ACM, AIS, IEEE-CS*. Disponible en <http://info.acm.org/education/curricula.html>. 2005.
- [5] CE. *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering*. Disponible en http://www.computer.org/portal/cms_docs_jeeccs/education/cc2001/CCCE-FinalReport-2004Dec12-Final.pdf. 2004.
- [6] CRIPTORED. *Red Temática Iberoamericana de Criptografía y Seguridad de la Información*. Disponible en <http://www.criptored.upm.es/>. 1998.
- [7] IFIP/UNESCO. *Informatics Curriculum Framework 2000 for Higher Education*. Disponible en www.ifip.or.at. 2000.
- [8] IRMA-DAMA. *Curriculum Model 2000 of the Information Resource Management Association and the Data Administration Managers Association*. Disponible en www.irma-international.org. 2000.
- [9] IS. *Information System*. Disponible en http://www.computer.org/portal/cms_docs_jeeccs/education/cc2001/SE2004Volume.pdf. 2002.
- [10] ISACA. *Information Systems Audit and Control Association*. Disponible en www.isaca.org.
- [11] ISCC. *Information System-Centric Curriculum*. Disponible en www.cs.unomaha.edu. 1999.
- [12] IT. *Information System*. Disponible en www2.tech.purdue.edu/cit/IAB/Files/IT%20Volume-October%202005.pdf. 2002.
- [13] SE. *Software Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering*. Disponible en http://www.computer.org/portal/cms_docs_jeeccs/education/cc2001/SE2004Volume.pdf. 2004.
- [14] SWEBOK. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Stone Man Trial Version 1.00*. Disponible en www.swebok.org. 2001.