

INFORMÁTICA

Instituto de Computación - Fing - UdelaR



Edición especial 50 años del InCo

INFORMÁTICA surge como un espacio de divulgación académico, profesional y cultural, dirigida a los profesionales en informática y TI como a investigadores universitarios.

Es una revista enfocada a la difusión de resultados de investigación, informando sobre las novedades en variados temas de la informática y de las tecnologías de la información.

Los artículos presentados tratan sobre temas en diversas áreas y disciplinas de la informática.

Editor en Jefe Diego Vallespir

Encargado de Producción Silvana Moreno

Diseño Gráfico Sofía Lagomarsino

Impresión Gráfica MOSCA Guayabo 1672 Dep. Legal: 372794

Para incluir publicidad en la revista comunicarse a revista-informatica@fng.edu.uy

Se prohíbe la reproducción total o parcial de los textos o gráficos publicados en la revista sin previa autorización.

Los artículos presentes son propiedad y responsabilidad de sus autores. La dirección de la revista no se hace responsable y no estrictamente comparte o se identifica con el contenido de los mismos.

Editorial

El Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República se crea, por resolución de la Universidad, en 1966 y comienza sus actividades en 1967. Primero tuvo el nombre de Centro de Computación de la Universidad de la República, para luego pasar a llamarse Instituto de Computación.

El desarrollo del InCo en estos 50 años ha sido enorme. La reciente creación de cuatro nuevos títulos de posgrado (Sistemas de información, Seguridad informática, Ingeniería de software e Investigación de operaciones), la también reciente creación de la carrera de grado Licenciatura en computación, el aumento en la cantidad de cursos electivos dictados por año y el incremento de la producción científica del Instituto son muestras claras de la velocidad y continuidad de este crecimiento.

Es en el marco de esta dinámica de desarrollo que el InCo realiza el lanzamiento de la revista Informática. Este, su primer número, es una edición especial por los 50 años del InCo. La revista está orientada a divulgar la investigación académica que se realiza en el InCo a los profesionales en informática del Uruguay. La intención es difundir y discutir iniciativas de formación y enseñanza así como también comunicar de forma clara los avances científicos y tecnológicos para que los profesionales los conozcan y puedan, si es el caso, aplicarlos en su actividad.

Este número de la revista se centra en la enseñanza de la informática, en particular la desarrollada en el InCo. En el primer artículo, Laura Bermúdez, Juan José Cabezas y María Urquhart nos introducen en la historia de este medio siglo de computación en la Universidad de la República. La presentación del Centro de Posgrados y Actualización Profesional en Informática (CPAP) del InCo la realiza su directora Andrea Delgado. A continuación, en otros tres artículos, escritos por Adriana Marotta, Lucía Camilloni, María Eugenia Corti, Gustavo Betarte y mi persona, se presentan las tres nuevas carreras de posgrado profesional en informática que tiene la Facultad. Además de los artículos, este número incluye varios comentarios de los primeros egresados de estos posgrados. Eduardo Grampín, director de las carreras de grado

de computación de la Facultad de Ingeniería realiza un análisis de dichas carreras y se pregunta qué, cómo y para qué enseñamos. En el artículo “Educación en informática: un paso adelante ¿dos pasos atrás?”, Sylvia da Rosa presenta la situación de la educación en informática en ámbitos no universitarios del país así como las acciones que el InCo ha desarrollado para contribuir a su mejora. Por último, Horacio Vico y Daniel Calegari presentan un proceso de anonimización de documentos en las organizaciones.

¡Ojalá este primer número sea de su agrado! Para nosotros es el comienzo de una nueva aventura.

Diego Vallespir
Editor en jefe

INDICE

- 03 **Editorial**
Diego Vallespir
- 05 **1967-2017, Medio siglo de Computación en la Universidad de la República**
Laura Bermúdez / Juan José Cabezas / María Urquhart
- 12 **Formación de posgrado profesional ¿qué ofrecen y por qué son necesarias las especializaciones y maestrías en áreas específicas del conocimiento en informática?**
Andrea Delgado
- 17 **Experiencia que nos dejaron algunos estudiantes de posgrado de CPAP**
- 26 **Especialización y Maestría en Sistemas de Información y Tecnologías de Gestión de Datos**
Adriana Marotta
- 33 **Especialización y Maestría en Ingeniería de Software**
Diego Vallespir / Lucía Camilloni
- 42 **Especialización y Maestría en Seguridad Informática**
Gustavo Betarte / María Eugenia Corti
- 48 **Las carreras de computación: ¿qué y cómo enseñamos, para qué?**
Eduardo Grampín
- 56 **Educación en Informática: un paso adelante, ¿dos pasos atrás?**
Sylvia da Rosa
- 64 **El Proceso de Anonimización de Documentos en las Organizaciones**
Horacio Vico / Daniel Calegari

1967-2017, Medio siglo de Computación en la Universidad de la República

Laura Bermúdez, Juan José Cabezas, María Urquhart/ marialaurabermudez@gmail.com, jcabezas@fing.edu.uy, urquhart@fing.edu.uy/ Facultad de Ingeniería - UdelaR

Presentamos un repaso sobre el medio siglo de desarrollo de la Computación en la Universidad de la República, contextualizando sus inicios, describiendo sus primeros pasos, sus avances y retrocesos, finalizando con uno de sus más preciados logros, sus egresados.

Un nacimiento con el vértigo de los 60

Los orígenes de la Computación en UdelaR datan de la década del sesenta del pasado Siglo XX. ¿Qué sucedía entonces en Uruguay y el mundo?

Es una década convulsionada, innovadora, de grandes cambios, de revoluciones sociales y culturales. Al comienzo se produce uno de los momentos más álgidos de la Guerra Fría, el avión espía norteamericano U2 es derribado por la URSS, el 1 de mayo de 1960, y casi al finalizar, con el Festival Internacional de Música-Woodstock (USA -1969) el movimiento hippie se visibiliza, no solo en el plano artístico, sino también en su lucha por la paz. En 1961 USA anuncia su intención de enviar astronautas a la Luna; en 1969 el mundo vio por televisión y escuchó por radio, el aterrizaje de la misión Apolo XI, los astronautas caminando sobre la superficie lunar, y su regreso sanos y salvos a la Tierra.

Se producen gran cantidad de asesinatos políticos; Patrice Lumumba- Primer Ministro de la República Democrática del Congo (1961) John F. Kennedy (1963), Malcolm X (1965), Ernesto Che Guevara (1967), Martin Luther King y Robert F. Kennedy (1968).

Se llevan a cabo grandes protestas: contra la guerra de Vietnam, la invasión de Checoslovaquia por las tropas soviéticas, la Primavera de Praga, el mayo del 68 contra el orden establecido, durante las revueltas estudiantiles y sindicales que se inician en Francia y se extienden rápidamente por otros países.

Las computadoras pasan de funcionar con válvulas a hacerlo con circuitos integrados originándose la tercera generación de computadoras. En 1961, Clementina la computadora de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, funcionaba a válvulas electrónicas y diodos de cristal de germanio. En 1964 IBM presenta el sistema S/360 de la familia mainframe, de los primeros ordenadores comerciales que usaron circuitos integrados, considerándose estos sistemas el punto de partida para la “tercera generación de computadoras”. En 1968 la Universidad de la República compra una computadora IBM 360 modelo 44, supercomputadora para ese momento, con gran poder de cálculo.

En la segunda mitad de los 60, con la modelo Twiggi, cambia drásticamente el canon de belleza de la mujer, pasando de curvilínea a superdelgada con pelo corto, engominado y aspecto de eterna adolescente.

La “nueva ola” musical y el Club del Clan de 1963 en el Río de la Plata, fue sustituida por la “Beatle manía”, instaurándose un cambio en el panorama musical. En 1962, en Uruguay, se crea el conjunto folclórico “Los Olimareños” que hizo historia en el rubro del canto popular y de protesta, al igual que Daniel Viglietti y Numa Moraes, entre otros. En la segunda mitad de la década se crea el Sexteto Electrónico, el grupo más popular del Uruguay dentro de los relacionados al rock y jazz.

A continuación, en orden cronológico, listamos algunos sucesos relevantes que sucedieron en la década.

En 1961:

- Uruguay, se funda la Unión de Trabajadores de Azúcar de Artigas (UTAA), cuyo líder fue Raúl Sendic Antonaccio.

En 1962:

- Uruguay: 24 de noviembre. Triunfa el Partido Nacional. Conflictos internos, agravados por la muerte de Nardone (Ruralismo) y Fernández Crespo (UBD).

- Argelia: Se independiza de Francia e ingresa en la ONU.
- Cuba-URSS: “Crisis de los misiles” considerado un hecho que llevó a occidente al borde de la III Guerra Mundial.
- Uruguay: Braulio López y Pepe Guerra forman el grupo folclórico “Los Olimareños”.

En 1963:

- Uruguay: La “Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico” (CIDE) diagnosticó estancamiento y propuso plan de desarrollo.
- Uruguay: Se forma un equipo interdisciplinario de investigadores de diferentes Facultades que conformó la Comisión de Tratamiento de la Información (CTI), presidida por el Ing. Rafael Laguardia, e integrada por el Cr. Mario Bianchi, Ing. Enrique Cabaña, Dr. Pablo Carlevaro, Lic. Sayd Codina, Cr. Ariel Davrieux, Dr. Elio García Austt e Ing. Ricardo Pérez Iribarren.

En 1964:

- Uruguay: Alfredo Zitarrosa debuta como cantante popular en el SODRE.
- Comienza la guerra de Vietnam. Primera aparición de los Beatles en los Estados Unidos de Norteamérica. Cárcel de Nelson Mandela.
- Argentina: Aparece por primera vez la historieta “Mafalda”.
- Uruguay: la CTI coordinó los primeros cursos de Computación ofrecidos por la Universidad de la República.

En 1965:

- la CTI elevó al Consejo Directivo Central la propuesta de creación del Centro de Computación de la Universidad de la República (UdelaR).
- Uruguay: Quiebra el Banco Transatlántico.
- Argentina: Golpe en Argentina del Gral. Juan Carlos Onganía, “Noche de los Bastones Largos”. Sadosky y sus compañeros renuncian a la docencia en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA.

En 1966:

- Uruguay, Noviembre: Manuel Sadosky es contratado como Asesor de la Universidad de la República. Ese mismo mes, durante el rectorado del Ing Oscar Maggiolo, el Consejo Directivo Central de la UdelaR aprueba la propuesta de la CTI de crear el Centro de Computación de la Universidad de la República-Uruguay (CeCUR) con sede en el quinto piso de la Facultad de Ingeniería.
- China: Revolución Cultural impulsada por Mao.
- Uruguay: Subían los precios (88% en 1965). Los salarios bajaban. En los alrededores de Montevideo surgen “los cantegriles”. El “éxodo rural” hacia Montevideo, se mantuvo y acentuó en esos años. El 1 de octubre se funda la Central Nacional de Trabajadores (CNT).
- Noviembre: elecciones nacionales. Triunfa la propuesta de reforma constitucional a través de la

llamada “reforma naranja”. Se eliminó el Consejo de Gobierno y volvió el gobierno unipersonal. Nueva constitución amplió potestades al Poder Ejecutivo. Presidente electo, Gral. Oscar Gestido.

En 1967:

- Uruguay: muere Gestido el 26 de noviembre y Jorge Pacheco Areco asume una presidencia que se caracterizó por la disolución de varios partidos de izquierda, medidas prontas de seguridad, decreto de congelación de precios y salarios, violación de derechos humanos de detenidos por razones políticas, según Informe del Senado en 1969. Limitó la libertad de prensa, militarizó a los funcionarios públicos y bancarios privados. Intervino el Consejo de Secundaria, de la UTU, de UTE y de AFE. Las manifestaciones callejeras fueron reprimidas, desembocando en la muerte de estudiantes y trabajadores.
- Uruguay: El Ing. Oscar Maggiolo Rector de UdelaR (1966-1972) presenta Plan de Reestructuración de la Universidad de la República. Comienza a funcionar el CeCUR. El 10 de julio se crea la Carrera de Computador Universitario. Los cursos regulares comenzaron en 1968.

En 1968:

- Uruguay: Llega la IBM 360, modelo 44. Es recibida en el Aeropuerto de Carrasco por el Ing. Rafael Laguardia e integrantes del CeCUR y de la CTI.
- Uruguay: Gran movilización estudiantil; Líber Arce es asesinado el 14 de agosto. Se reactiva la lucha armada del ya organizado Movimiento de Liberación Nacional (MLN).

En 1969:

- Arturo Recalde, obrero municipal muere el 21 enero durante una manifestación de su gremio.
- Estados Unidos de Norteamérica: Festival Internacional de Música-Woodstock. El movimiento hippie se hace mas visible.

Una tierna infancia: el CeCUR

La creación

Ante la necesidad de encarar a nivel universitario las posibilidades que brinda en el tratamiento de la información, el uso de las computadoras electrónicas, en diciembre de 1963, el Rector de la Universidad, Dr. Mario Cassinoni, recibió una nota enviada por un grupo de profesores de la Universidad, recomendando la creación de una Comisión de Tratamiento de la Información (CTI). El 16 de diciembre de 1963 se creó la CTI, presidida por el Ing. Rafael Laguardia e integrada por los Señores Cr. Mario Bianchi, Ing. Enrique Cabaña, Dr. Pablo Carlevaro, Lic. Sayd Codina, Cr. Ariel Dravieux, Dr. Elio García Austt e Ing. Ricardo Pérez Iribarren. Le fueron encomendados tres objetivos fundamentales:

“...programar y realizar cursos para difundir,

dentro de la Universidad, la Computación electrónica, proyectar y desarrollar un Centro de Cálculo y estudiar los cambios que en los programas de las distintas asignaturas trajera aparejado el hecho de haberse producido este tipo de máquinas.”

A partir de principios del año 1964 se dictaron cursos organizados por la CTI, en los que se enseñaron técnicas de computación. Además se obtuvieron, gratuitamente, cuatro horas mensuales de máquina en la empresa IBM, trabajando en ella fundamentalmente los Institutos de Matemática y Estadística de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura y de la Facultad de Ciencias Económicas.

A fines de diciembre de 1965 la CTI elevó al Consejo Directivo Central el anteproyecto de creación del Centro de Computación, en cumplimiento de uno de sus cometidos. En 1966 el Ing Oscar Maggiolo es elegido Rector, en octubre fue contratado como Asesor de la Universidad el Profesor argentino Dr Manuel Sadosky, y el 7 de noviembre del mismo año, el Consejo Directivo central resolvió:

“...*Crear el Centro de Computación de la Universidad de la República, dependiendo directamente del Consejo Directivo Central, con funciones de investigación, docencia, asesoramiento y realización de tareas de rutina al servicio de todas las dependencias universitarias y otras actividades nacionales en el campo del tratamiento numérico de la información ... Encomendar a la Comisión de Tratamiento de la Información las tareas de Organización del Centro de Computación”*

El Centro de Computación dependía jerárquicamente del Rectorado. Las designaciones de Personal, tanto docente como no docente y las adjudicaciones presupuestales eran realizadas por el Consejo Directivo Central. La CTI interviene en lo relativo a planificación y extensión de servicios, formulación de bases para los concursos, funcionamiento de la Carrera de Computador Universitario. Por tratarse de un Instituto Central al servicio directo de todas las ramas de la Universidad, la multiplicidad de funciones inherentes a todo servicio docente universitario se vio aumentada en el caso del CeCUR.

En marzo de 1968 se incorporó a la CTI el Ing Luis Osín de regreso de los Estados Unidos, donde había obtenido el título de “Master of Science” en el Massachusetts Institute of Technology; y en agosto del mismo año fue designado Jefe de Repartición del CeCUR. El personal del CeCUR estaba formado por: un Jefe de Repartición (Ing Luis Osín), cinco asistentes (Ing Dolores Alía de Saravia, Br Jorge Vidart, Br Juan C. Anselmi, Br Gastón Gonnet, y Br Juan C. Ruglio) y unas veinte personas mas entre Ayudantes, Programadores y Colaboradores.

En el mes de febrero de 1971 El Profesor Luis Osín, Director del CeCUR, solicitó licencia y luego a principios

de 1972 renunció al cargo, a efectos de realizar sus estudios de Doctorado en Ciencias de la Computación, en el Instituto Tecnológico (Technion) de Israel. La Dirección del CeCUR fue asumida por la Ing Dolores Alía de Saravia, egresada de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, que había obtenido su Master of Science en la Northwestern University en los Estados Unidos.

La IBM 360/44

La Comisión de Tratamiento de la Información elevó las bases para el llamado a licitación pública para la adquisición de un equipo electrónico destinado al Centro de Computación en marzo 1967; el 1 de agosto la CTI elevó al CDC el informe sobre la licitación de compra y locación de una computadora proponiendo entre las ofertas recibidas, la adquisición de un equipo IBM 360, modelo 44. La Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas colaboró eficazmente en la construcción y habilitación del Centro que fue instalado en el 5º piso de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, en diciembre de 1968. Se organizaron cursos de adiestramiento en el conocimiento de lenguajes y operación del equipo electrónico. Durante los años 1967 y 1968, anteriores a la llegada de la IBM, se realizaron trabajos de computación gracias a las facilidades otorgadas por el Banco Comercial.

En 1971 se incorpora un nuevo equipo de computación a la Universidad, PDP-12, fabricado por la Digital Equipment Corporation, instalado en la Facultad de Medicina, de tamaño pequeño, especialmente apropiado para procesar datos de experiencias de laboratorio, tanto en forma simultánea (on-line) como a posteriori (off-line), bajo la supervisión general de la Comisión de Tratamiento de la Información.

La carrera

El 13 de enero de 1967 la CTI elevó al Consejo Directivo Central un proyecto de creación de la Carrera de Computador, que fue puesto a consideración del Claustro General, quien, con leves modificaciones, propuso al Consejo Directivo Central su creación en junio de 1967.

El 10 de julio de 1967 se creó la Carrera de Computador Universitario; la resolución del Consejo Directivo Central establece expresamente que “...La organización de los cursos y la responsabilidad de la admisión y egreso de la carrera estarán a cargo de la CTI”.

En 1968 comienzan a funcionar los cursos regulares, el personal docente del Centro de Computación se encargaba del dictado de la mayoría de los cursos obligatorios de la Carrera Computador Universitario, los que ya se habían dictado en forma no oficial durante el año anterior. Para la enseñanza de lenguajes de programación se asignó un docente a cada Facultad. La carrera de Ingeniería recibió el beneficio adicional del dictado de cursos regulares de FORTAN y cursos opcionales

en Cálculo Numérico. La cantidad de inscriptos crece rápidamente.

1968	28 alumnos
1969	120 alumnos
1970	151 alumnos
1971	165 alumnos

En 1971 cursan la Carrera de Computador Universitario 218 alumnos: 165 en primer año, 39 en segundo y 14 en tercero. La procedencia de los alumnos de primer año es un dato interesante; mientras que en años anteriores la mayoría provenía de los preparatorios de Ingeniería y Ciencias Económicas, en 1971 se anotó un aumento de inscriptos provenientes de preparatorios de Arquitectura y Química, así como de estudiantes egresados de Liceo Piloto. Algunos de los cursos que se impartían son:

1. Introducción a la Programación y Cálculo Numérico Elemental
2. Investigación Operativa
3. Análisis numérico
4. Programación
5. Sistemas de Procesamiento de Datos.
6. Los cursos de Matemática eran los de las carreras de Ingeniería o Ciencias Económicas.

Los primeros egresados

En 1971 se graduaron los tres primeros egresados de la Carrera Computador Universitario, luego de cumplir los cursos trienales dictados en el CeCUR bajo la Supervisión de la Comisión de Tratamiento de la Información; en 1972 se graduaron dos personas más.

Egresados 1971	Título Trabajos Finales
Juan Carlos Anselmi	Implantación de técnicas de apoyo al programador para la determinación de errores de lógica.
Felix Pimentel	Modelo de Simulación de existencia de ganado vacuno.
Oscar Vallarino	Plot44, un paquete de subrutinas para el uso de plotte digital.
Egresados 1972	
Roberto Gutkind	Organización y manejo de Datos.
Inés Camou	Aproximación del Sistema PS44 a un Sistema de Tiempo Compartido.

Una adolescencia difícil: la Intervención

El 27 de junio de 1973 se disuelven las cámaras del Parlamento uruguayo. En setiembre de 1973, se realizan las elecciones universitarias bajo el control de la Corte Electoral. El resultado es favorable a los opositores de la dictadura.

El 27 de octubre del mismo año muere el estudiante Marcos Caridad Jordán a causa de una explosión en la Facultad de Ingeniería. Ese mismo día, la dictadura interviene la Universidad. El Rector y la mayoría de los Decanos son detenidos.

Al momento de la Intervención, el personal del CeCUR trabajando en el quinto piso de la Facultad de Ingeniería es detenido e interrogado. Los interventores sospechan que la IBM 360 contiene información relevante sobre las organizaciones subversivas. Luego pondrían una puerta de tipo carcelario con guardia de seguridad para acceder a la computadora.

Las nuevas autoridades del CeCUR

La Intervención instaló personal de confianza en los diferentes servicios universitarios. El CeCUR no escapó a la norma: la Ing. Dolores Alía de Saravia, Jefe de Repartición (Directora) del CeCUR desde 1971, fue substituida por una suerte de triunvirato integrado por Walter Mulins, el Capitán de Navío Jacinto Avilés y un tercer miembro de apellido Molina.

Comienza así el proceso de depuración ideológica del CeCUR. Para finales de 1974, una parte importante de los docentes del CeCUR se encontrará en universidades del exterior (Canadá, Francia, Israel, USA, etc.).

Los nuevos planes de estudio

Durante 1974-76, se aprueban e implementan los planes de estudio para las carreras de Analista Programador e Ingeniería de Sistemas en Computación (Plan 74). Estos programas substituyen a la carrera de Computador Universitario.

Ambas carreras tenían una duración de tres años y Analista Programador era, con nueve materias, un subconjunto -de corte transversal- de la carrera de Ingeniería de Sistemas en Computación. Las inscripciones a las carreras del Plan 74 se extendieron hasta 1986.

Según la página Web de la Bedelia de la UdelaR, se emitieron 401 títulos de Ingeniero de Sistemas en Computación. En tanto, el número de egresados de Analista Programador, según la misma fuente, es 1283.

Los responsables del diseño del Plan 74 fueron el Ing. Julio Cesar Granato y el Ing. Breogán Gonda. Por su parte, la implementación del Plan 74 estuvo a cargo de

los ingenieros Breogán Gonda y Jorge Forcella.

La creación del INCO y DICUR

A finales de 1974, se reorganizó el CeCUR en dos nuevos servicios:

1. la Dirección de Cómputos de la Universidad de la República (DICUR). DICUR depende directamente de Rectorado y se encargará de la gestión y administración de la IBM 360.
2. el Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería (INCO).

Durante los años 1974-1984, el INCO se dedicó principalmente a la supervisión y coordinación del dictado de las asignaturas del Plan 74. Estas carreras tenían un cupo, para su ingreso, de 200 a 250 estudiantes por año.

Durante la Intervención, los docentes estaban principalmente organizados en cátedras dependientes de un secretario académico del Decano.

El INCO, por su parte, disponía de pocos cargos docentes. En estas condiciones, la gran mayoría de los docentes se contrataban con cargas horarias muy bajas. Esta política impedía el desarrollo del ambiente académico. La actividad docente quedaba exclusivamente limitada al dictado y evaluación de las asignaturas del Plan 74.

Como consecuencia, para 1985, los contenidos de las materias del Plan 74 estaban, en su mayoría, obsoletos y, por lo tanto, requerían actualizaciones urgentes.

Las nuevas normas para los estudiantes

Los estudiantes de las carreras del Plan 74 no tenían acceso a la IBM 360. Había una ventanilla donde entregaban los programas (en tarjetas perforadas) para ser ejecutados por la computadora.

Al igual que los demás estudiantes de la UdelaR, podían ingresar a la Facultad sólo para cumplir una actividad concreta (básicamente ir a clase). No se podía deambular por los corredores y, mucho menos, hacer reuniones. Además debían, en el caso de los hombres, tener el pelo corto, ausencia de barba, patillas cortas y bigotes sin pasar la comisura de los labios. Las mujeres, por su parte, no podían usar minifaldas y maquillajes indecentes a criterio de las nuevas autoridades.

Una juventud plena de utopías: la democracia ha vuelto

Al finalizar el período de la intervención de la Universidad, el INCO era un esqueleto de cátedras en proceso acelerado de desmembramiento y un puñado de cargos del Instituto. No existían organismos o personas encargadas de las tareas de dirección y la cantidad de

estudiantes que ingresaban a las carreras de computación pasaba de 250 a más de 1000. La biblioteca del Instituto tenía menos de 100 libros. En estas condiciones... ¿cómo renació el INCO?

La Generación 83

La denominada Generación 83 surge, en la UdelaR, durante la militancia estudiantil anti-dictatorial, en los años 1983-1984. Por lo tanto, la Generación 83 refiere a estudiantes de la UdelaR que ingresaron entre los años 1976 y 1983. Uno de sus principales símbolos es, probablemente, la "Marcha del Estudiante" en setiembre de 1983, en la que miles de estudiantes salieron a la calle para reclamar el cese de la intervención de la Universidad.

Esta generación será, a partir de 1985, el soporte principal para la construcción del sistema científico-académico uruguayo, tal como lo conocemos en la actualidad.

En el caso del INCO, la Generación 83 transformó su organización de lucha anti-dictatorial en una estructura académica, autónoma y dirigida por unos pocos jóvenes docentes y, sobre todo, por los propios estudiantes.

De esta forma, el silencio y la tranquilidad reinante durante la dictadura en la sala de la IBM y el largo corredor del INCO, se terminó por la invasión de ruidosos jóvenes de pelo largo incluyendo bigotes, patillas y barba a su gusto. Las minifaldas no se quedaron atrás.

La Generación 83 del INCO realizó una asombrosa experiencia de autogestión desde finales de 1984 y hasta mediados de 1986 creando un proyecto académico para el desarrollo del INCO denominado Plan Turing. Este plan consideraba la investigación científica como el corazón de la actividad del INCO. Esto significaba una completa revolución en el INCO de la dictadura.

La reforma del Plan 74 y el Plan 87

Durante el año 1985, comienza a funcionar la comisión de Instituto de Computación, concentrando su atención en dos puntos:

1. la reforma del Plan 74, actualizando los contenidos de las asignaturas de las dos carreras.
2. la reorganización del personal del INCO a partir de departamentos en lugar de cátedras y los consiguientes planes de llamados para cargos interinos del Instituto.

La reforma del Plan 74 fue un gran esfuerzo para los jóvenes docentes del INCO, pero fue la base fundamental para disponer de la capacidad suficiente para cambiar el Plan 74 completamente en 1987.

El Plan 87 presentaba un programa de Ingeniería en Computación de cinco años compatible con los for-

matos internacionales de la época. Al final del tercer año ofrecía el diploma de Analista en Computación. La comisión encargada de la propuesta del Plan 87 estaba integrada por (en orden alfabético): Julián Araoz, Juan José Cabezas, Juan Grompone y Jorge Vidart.

La EBAI y la ESLAI

La Escuela Brasilerio-Argentina de Informática y, muy especialmente, la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI) en La Plata, Argentina, jugaron un rol fundamental en el rápido proceso de reconstrucción del INCO en la segunda mitad de los 80. En esos años, decenas de jóvenes docentes y estudiantes fueron a la EBAI y la ESLAI para hacer cursos de actualización y posgrado.

El Área de Informática del PEDECIBA

El Programa para el Desarrollo de las Ciencias Básicas fue creado en la segunda mitad de los 80. Contaba de cinco áreas: Biología, Física, Informática, Química y Matemática. Su Director y Sub-Director eran, respectivamente, el Dr. Roberto Caldeyro Barcia y el Ing. Enrique Cabaña.

Para 1990, el Área de Informática del PEDECIBA, instalada en una sala del INCO, se había transformado en el principal soporte para el crecimiento académico del INCO.

Esta realidad fue evidente el 23 de octubre de 1992, cuando la Facultad de Ingeniería realizó el acto de conmemoración de los 100 años de sus primeros egresados. El evento incluyó la entrega del diploma al primer egresado de los programas de posgrado de la Facultad recientemente creados. Para la sorpresa de muchos, el diplomado era del INCO y, más sorpresa aún, se trataba de una mujer de la Generación 83: Patricia Peratto.

En la actualidad, el número de egresados de maestría y doctorado del PEDECIBA-Informática ha superado largamente el centenar.

Los años 90: todas las piezas en su lugar

- La Dirección de Computación de la UdelaR (DICUR) creada durante la dictadura, se transformaría en el Servicio Central de Informática de la UdelaR (SECIU) bajo la dirección de Ida Holz desempeñando un rol fundamental en la incorporación de Internet en la UdelaR, el Uruguay y América del Sur.
- El Centro de Cálculo (CECAL) de la Facultad de Ingeniería fue creado en 1989 bajo la dirección de Roberto Oliveira-Mattos. Ubicado en la sala original de la IBM 360, se fusionó con el INCO en el año 2000. En los años 90, se destacó por el desarrollo de proyectos de ingeniería relevantes para el Uruguay y el plan de formación académica de sus docentes.

- Para finales de los 90, el INCO tenía, en su plantel docente, residiendo en Uruguay, 14 doctores en Computación. De ellos, 10 pertenecían a la Generación 83.
- En sólo 15 años (1985-2000), el INCO pudo cuadruplicar su plantel docente (de 25 a más de 100) con una formación y experiencia académica adecuadas a sus funciones y desafíos.

Algunos números, egresos

Un parámetro significativo de estas cinco décadas de la Computación en la UdelaR es la cantidad de egresados de sus carreras de grado y posgrado en la disciplina. En esta sección presentamos el número de egresados por carrera y título en las tablas, que hablan por sí solas.

Titulaciones de Grado

Comienzo	Denominación	Egresados
1968	Computador Universitario	16
1974	Ingeniería de Sistemas en Computación	401
1974	Analista Programador	1285
1987	Ingeniería en Computación	1897
1987	Analista en Computación	2344
2002	Tecnólogo (Montevideo) ¹	82
2002	Tecnólogo (Interior)	89
2014	Licenciatura en Computación	7

Titulaciones de Posgrado

Comienzo	Denominación	Egresados
1988	Maestría en Informática PEDECIBA	100
1999	Maestría en Ingeniería en Computación	36
1999	Diploma en Estudios Avanzados en Computación	100
2001	Doctorado en Informática PEDECIBA	28
2013	Otras especializaciones profesionales ²	54

¹ Con cupos

² Especialización en Ingeniería de Software, en Seguridad Informática y en Sistemas de Información sumadas.

Referencias

Caetano, Gerardo, Rilla, José. Historia Contemporánea del Uruguay-de la Colonia al MERCOSUR, Colección CLAEH/Editorial Fin de Siglo, Montevideo, 1994.

Hobsbawm, Eric. Histoira del Siglo XX,- Biblioteca E.J. Hobsbawn de Historia Contemporánea, Ed. CRITICA (Grijalbo Mondadori, S.A.), Buenos Aires, 1998.

Kinder, Hermann, Hilgemann, Werner. Atlas Histórico Mundial-De la Revolución Francesa a nuestros días, Colección Fundamentos 2, Ediciones ISTMO, Madrid, 1988.

Boletines N.º 1 (1970), N.º 2 (1971), y N.º 3 (1972) del CeCUR, accesibles en la selección de documentos compilados en el libro "Aporte para la Historia del Instituto de Computación (1967-2012)" editado por la Facultad de Ingeniería, UdelaR. Setiembre 2014. \\www.fing.edu.uy/publicaciones

Cabezas, Juan José El romance de lass Máquinas Universales, Apéndice I: 1976, 2013.

Arbilla Laura et al., La increíble historia del Instituto de Computación (en 24 e-mails), separata de la revista Tres, Montevideo, Uruguay, diciembre 1998. <http://www.fing.edu.uy/~jcabezas/Docs.html>

Bermudez Laura, Cabezas Juan Jose y Urquhart María, Primeros egresados de las carreras de Grado y Posgrado de la Facultad de Ingeniería (UDELAR-Uruguay), Artículo publicado en los anales del Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (SHIALC 2010), Asunción, Paraguay, 2010.

Cabezas, Juan José, Informe anual (julio 1986 - junio 1987) del Director del Instituto de Computación, enviado el 30 de noviembre de 1987 al Consejo de la Facultad de Ingeniería.

Vidart Jorge, Software en el Uruguay: de la investigación científica a la exportación, Revista Uruguay Ciencia, No.6, enero 2009, p. 9-13.

Bedelía de la Facultad de Ingeniería, UdelaR, y Secretaría del Área Informática del PEDECIBA.



Formación de posgrado profesional ¿qué ofrecen y por qué son necesarias las especializaciones y maestrías en áreas específicas del conocimiento en informática?

Andrea Delgado/ adelgado@fing.edu.uy/ Facultad de Ingeniería - UdelaR

El objetivo de este artículo es presentar las opciones de posgrados profesionales en informática que ofrece el Centro de Posgrados y Actualización Profesional en Informática (CPAP) [1], del Instituto de Computación (InCo), de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de la República, aportando a la discusión sobre la pertinencia e importancia de dicha formación tanto para los profesionales del área, como para las organizaciones y empresas de software donde estos se encuentran insertos, y por tanto, para el avance del país en el área.

El CPAP es el responsable de la formación de posgrado profesional en informática de la Universidad de la República, administrativamente depende directamente de la Dirección del InCo, y académicamente depende de la Sub-Comisión Académica de Posgrado (SCAPA) Informática y de la Comisión Académica de Posgrado (CAP) de la Facultad. Su principal objetivo es promover y sustentar la formación continua de los profesionales de informática del país, aportando a incrementar las capacidades y mejorar la industria de software uruguayo, las organizaciones del estado y las empresas del medio. Su creación inicia a finales de los años 90 y sus primeros posgrados: “Diploma de Estudios Avanzados en Computación” y “Maestría en Computación” son aprobados por el Consejo de Facultad de Ingeniería en el año 2000, y por el Consejo Directivo Central de UdelaR entre 2002 y 2004.

Estos programas permitían continuar y profundizar el conocimiento adquirido en el grado principalmente enfocado a ingenieros del área, construyendo sobre el grado con el mismo enfoque general, en base a los cursos de posgrado disponibles en aquel momento. Esta primera propuesta de posgrados se constituyó en una de las primeras ofertas de posgrados profesionales de la Facultad de Ingeniería, contando con unos 140 egresados (Diploma y Maestría) en 10 años de dictado. Sin embargo, los cambios y desafíos surgidos en los últimos años en el área, tanto a nivel del conocimiento bá-

sico como de las nuevas tecnologías, han generado un contexto en el cual se ve cada vez más necesario poder profundizar y contar con conocimientos avanzados y especializados en áreas específicas.

Con este desafío en mente se aprobaron en 2012 los nuevos posgrados: “Diploma de Especialización en Ingeniería de Software” [2], “Diploma de Especialización en Sistemas de Información y Tecnologías de Gestión de Datos” [3], “Diploma de Especialización en Seguridad Informática” [4], y sus respectivas maestrías [5] [6][7], más el “Diploma de Especialización en Toma de Decisiones Gerenciales cuantitativas” [8], que se encuentra en tramitación desde 2016. Estos posgrados coexisten a nivel de FING, con otros posgrados académicos y profesionales, con los cuales hay varios puntos de contacto. En particular, muchos de los cursos de las especializaciones y maestrías profesionales son válidos también para otros programas, incluyendo posgrados académicos como la maestría y doctorado del PEDECIBA, y para profesionales que desean realizarlos puntualmente como cursos de actualización.

El plantel de docentes, de alto nivel de formación, está integrado mayoritariamente por docentes de grupos de investigación del InCo [9], quienes realizan intensas tareas de investigación, relacionamiento con el medio y extensión, a través de proyectos de trabajo con el sector productivo de bienes y servicios, con el estado, y de proyectos de investigación y de intercambio académico con Instituciones Universitarias y de Investigación del exterior, manteniéndose al tanto de los últimos adelantos en las distintas áreas teóricas y prácticas de la computación. Cada año se dictan además una variedad de cursos de profesores visitantes de alto nivel internacional de universidades de países como España, Francia, Holanda, Portugal, Austria, EEUU, México, Chile, Brasil, Colombia, entre otros, con quienes los grupos de investigación colaboran. Estos cursos aportan al contacto con otras formas de ver y tratar los temas, así como al

conocimiento del estado y avance de las áreas en otros países, de primera mano, y constituyen una experiencia muy valiosa en la formación general del estudiante.

Los cursos de posgrado, así como los cursos opcionales de los últimos años de las carreras de computación, son tradicionalmente el lugar donde los investigadores vuelcan sus avances del conocimiento en las líneas de investigación de sus grupos, y donde estudiantes avanzados de grado y estudiantes de posgrado son motivados por estas nuevas temáticas y líneas abiertas, a participar en actividades de investigación, tanto básica como aplicada. Estas actividades se enmarcan en general en proyectos de investigación donde se definen tesis de maestría para indagar en aspectos específicos, que pueden ser luego aplicados en la práctica profesional. En la mayoría se han alcanzado resultados que han sido publicados en conferencias y revistas internacionales de primer nivel.

La oferta

Las carreras de Especialización y Maestría que brinda el CPAP se basan en un plan de formación que consta principalmente de cursos de posgrado definidos, más cursos de posgrado de profesores visitantes, seminarios, estudios guiados, entre otras actividades. Para obtener el título de Especialista en el área seleccionada, se deben realizar 70 créditos de cursos, luego de lo cual es posible continuar los estudios de Maestría realizando un trabajo individual de tesis que cubre 40 créditos, en una temática seleccionada. Las especializaciones tienen una duración prevista cercana a los 18-22 meses (3-4 semestres) y la tesis unos 12-18 meses (2-3 semestres) más.

Cada carrera tiene un responsable, que es un docente del InCo de grado 4 o 5 (profesor agregado, profesor titular) quién generalmente es también el responsable del grupo de investigación del InCo que soporta principalmente el dictado de la carrera. La supervisión académica de los estudios de cada estudiante es realizada por la dirección del CPAP, en coordinación con los responsables de cada carrera, de forma de asegurar que los egresados cumplan con el plan de formación prevista según el momento de ingreso a la misma.

En cada especialización se definen cursos centrales que deben ser aprobados para ser especialista en el área, que dependiendo de la carrera suman entre 55 y 60 créditos, pudiendo el resto de los créditos ser aprobados en cursos de interés de las otras especializaciones, que se acuerdan previamente con la supervisión académica. Los cursos de cada especialización están organizados en cursos de año impar y cursos de año par (no se dictan todos los años todos los cursos) por lo que la selección de cursos opcionales es diferente en general para

todos los estudiantes, dependiendo de su momento de ingreso.

El ingreso a la carrera se permite en cualquier momento del año no solo al inicio del año lectivo, ya que los cursos son en general independientes entre sí, salvo unos pocos casos en que hay precedencias definidas. Cada curso tiene una cierta cantidad de créditos asociados al esfuerzo (medido como la cantidad de horas totales de dedicación) requerido por el estudiante para la aprobación del mismo. En las horas de dedicación requeridas se encuentran tanto horas presenciales en clases y laboratorios, como horas extra de estudio que debe dedicar el estudiante en trabajos grupales, realización de ejercicios y estudio individual. Los cursos se orientan a trabajar con problemas reales de los propios estudiantes, de su trabajo diario.

También asociado a la cantidad de créditos de cada curso se definen los derechos universitarios asociados al mismo. Los cursos ofrecidos para el posgrado también pueden ser tomados como cursos de actualización profesional en forma puntual, y para quienes realizan el posgrado se otorga un descuento del 20% sobre todos los cursos que componen la carrera. Se ofrecen además becas y descuentos asociados a convenios realizados con instituciones como la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI) [10], la Asociación de Informáticos de la Administración Pública y Privada (AsIAP) [11], descuentos grupales para grupos numerosos y becas para estudiantes de posgrados académicos y profesionales de FING y UdelaR, así como para sus docentes.

Otro elemento que juega un papel importante en la realización de estudios de posgrados consiste en contar con oportunidades de movilidad para realizar cursos cortos de programas de posgrados de otras universidades con las que se tenga convenio de colaboración. En UdelaR desde la Dirección General de Relaciones y Cooperación (DGRC) [12] se ofrecen becas de posgrado (entre otras para grado, docentes, investigación) para realizar cursos y estancias en países de Latinoamérica, Iberoamérica, Europa y EEUU, en las universidades socias de cada programa. En el contexto del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI) [13] el cual UdelaR integra a través de la FING, se están realizando acuerdos para ofrecer también apoyos a movilidades entre las universidades socias del centro. Estas experiencias de intercambio, al igual que los cursos de los profesores visitantes, aportan a la formación integral de los estudiantes, y desde el CPAP estamos promoviendo su integración a las carreras.

Además de las temáticas de las áreas de las carreras definidas, se ofrecen cursos en otras áreas como informática en salud, infraestructura, inteligencia artificial y robótica, ciencia de datos, tecnologías educativas, en-

tre otras, y se está trabajando en la creación de nuevas carreras para ofrecer formación en alguna o varias de esas áreas de interés. En los artículos que siguen, los responsables de cada programa de Especialización y Maestría presentan los principales conceptos, elementos y el enfoque de cada carrera de posgrado, así como información de las materias y principales cursos asociados, por lo que los contenidos de cada carrera no serán detallados aquí.

Los números

Desde la creación de los Diplomas de Especialización en 2012 hasta hoy, han ingresado un total de 100 estudiantes a las carreras, de los cuales ya han egresado un total de 54 estudiantes de los tres Diplomas, y 5 de las Maestrías, totalizando 59 egresados. De los 41 estudiantes restantes, 10 corresponden a ingresos de este año (2017), y el resto a ingresos de los años 2014-2016, de los cuales unos 10 estarán finalizando en este semestre, otros el próximo año, incluyendo los que corresponden a la maestría (2 en Ingeniería de Software, 2 en Sistemas de Información, 1 en Seguridad Informática). Como se desprende de los números presentados, la tasa de egreso se encuentra cercana al 100% en estos 5 años de creación de las carreras, con excepciones puntuales. En la tabla 1 se presentan los egresos por carrera y por año, así como los totales anuales de egresos de todas las carreras.

Como se mencionó previamente, los cursos de cada carrera se dictan en año par e impar cubriendo los créditos necesarios (unos 30-35 créditos incluyendo opcionales) para el correcto avance en la carrera. En la tabla 2 se muestran los cursos dictados por carrera y año, agregando cursos extras de formación en salud y profesores visitantes, los que pueden ser tomados como opcionales en las especializaciones, y cursos a medida dictados para organizaciones del medio como IM, BROU, ANTEL, CEIBAL, etc.

En la tabla 3 se presentan como ejemplo del flujo anual de estudiantes las inscripciones a cursos de posgrado y actualización del año 2016 discriminado por carrera y tipo de curso, incluyendo las becas otorgadas para estudiantes de posgrados académicos de PEDECIBA, FING y UdeLaR. Estas becas tienen distinto porcentaje de descuento según sea el programa académico, cumpliendo con el 10% de becas otorgadas requerido en la normativa de los posgrados con cobro de derechos universitarios.

Se puede apreciar en los números presentados, que las cohortes van avanzando en general según lo previsto (no quedan casi estudiantes que ingresaran con anterioridad a 2015, solo dos de la generación 2014), con apoyo en el plan de estudios definido y supervisado por la dirección del CPAP, avanzando con los cursos centrales ofrecidos

anualmente por cada carrera a los que se suman los cursos extras y de profesores visitantes que se incluyen cada año.

Si bien los números son interesantes, si consideramos que anualmente egresan unos 150 estudiantes de la carrera de grado de Ingeniería en Computación de UdeLaR -sin contar la licenciatura ni los egresados del resto de las universidades- vemos que la cantidad de estudiantes egresados de las especializaciones y maestrías es aun totalmente insuficiente para generar el impacto deseado en el medio profesional.

Los desafíos

La complejidad de las organizaciones actuales y el contexto tecnológico que permite a las personas y organizaciones ser partícipes tanto como generadoras de procesos complejos organizacionales y sociales, requieren cada vez más de profesionales del área informática sólidos, preparados no solo para lidiar con los aspectos del momento sino con aspectos futuros que aún no han sido vislumbrados. Los cambios en las últimas décadas refuerzan aún más la concepción del profesional en formación continua, indispensable para mantenerse actualizado en los avances del área.

En el contexto de carreras y titulaciones existentes, tanto a nivel de educación pública como privada, donde se ofrecen carreras de grado con distintos objetivos y duraciones, y posgrados profesionales y académicos también con distintos objetivos y duraciones, se puede visualizar como ecosistema deseado, aquel en el cual los egresados de las distintas opciones puedan coexistir con claras delimitaciones en sus roles, tareas y responsabilidades.

Considerando una perspectiva integral de pertinencia de la educación superior [14], el currículo de las Especializaciones viene a agregar sobre las titulaciones de grado elementos clave de cada área específica de conocimiento que permiten desempeñarse con experticia en la misma, tanto generando capacidad creativa como capacidad de investigación aplicada, aportando a procesos de innovación y desarrollo. En este sentido, los especialistas en las áreas de conocimiento mencionadas, cumplen el rol fundamental de liderar en sus organizaciones y empresas, las acciones específicas en su especialización.

Si bien en el discurso general existe el acuerdo sobre la importancia de la formación de posgrado, tanto en las organizaciones del estado como en las empresas de software, salvo pocas excepciones, difícilmente se cuenta con programas de estímulo a dichos estudios. La importancia de las especializaciones en dicho ecosistema es de gran magnitud, ya que son los especialistas quie-

Tabla 1: Egresos por carrera y por año y totales anuales

Carreras	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Especialización Seguridad	0	5	6	1	4	16
Especialización Sistemas Información	2	10	5	0	3	20
Especialización Ingeniería de Software	2	6	4	2	4	18
Maestría Sistemas de Información	0	0	1	1	0	2
Maestría Ingeniería de Software	0	0	2	1	0	3
Total	4	21	18	5	11	59

Tabla 2: Cursos dictados por carrera, actualización y por año

Carreras	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Especialización Seguridad	5	8	9	8	6	5
Especialización Sistemas Información	5	5	7	5	7	5
Especialización Ingeniería de Software	10	8	10	7	9	7
Informática en Salud	4	2	2	1	4	1
Cursos extra (profesores visitantes)	s/i	1	3	s/i	4	6
Cursos a medida (convenios)	s/i	s/i	s/i	2	3	4
Total	24	24	31	23	33	28

Tabla 3: Inscripciones anuales a cursos de posgrado y actualización por carrera (ejemplo 2016)

Carreras	Actualización	Posgrado	Becas Posgrado	Total
Especialización Seguridad	7	54	1	62
Especialización Sistemas Información	30	56	2	88
Especialización Ingeniería de Software	14	64	25	103
Informática en Salud	10	2	11	23
Cursos extra (profesores visitantes)	41	14	2	57
Cursos a medida (convenios)	33	0	0	33
Total	135	190	41	366

nes cuentan con la experticia necesaria para que las organizaciones puedan tomar sus decisiones tecnológicas apoyadas en conocimiento objetivo, y no en tendencias u ofertas subjetivas. Estos especialistas pueden evaluar, integrar, adaptar y utilizar rápidamente las nuevas tecnologías, considerando los distintos aspectos que conlleva su uso y adopción, su impacto en la organización y el entorno, así como incorporando elementos teóricos de base que les permiten asesorar y/o tomar decisiones objetivas basadas en dicho conocimiento.

El desafío principal está en incorporar en las organizaciones y empresas la concientización de la necesidad de explicitar los conocimientos expertos requeridos para los distintos roles y responsabilidades, de forma que los egresados de las especializaciones tengan aún más oportunidades de aplicar los conocimientos adquiridos en su área. De esta forma el ecosistema se enriquecerá con los egresados de las especializaciones que podrán aportar su experticia en roles específicos como pueden ser crear y dirigir un área de seguridad informática en la organización, gerenciar proyectos y equipos técnicos de desarrollo de software, planificar y llevar adelante transformaciones tecnológicas y de datos en las organizaciones, entre otros.

Desde el CPAP creemos firmemente en la importancia de la formación de posgrado profesional de alta calidad, cuyos cursos tienen base en la investigación que realiza el instituto en los grupos de docentes que dictan dichos cursos, con sólidos conocimientos en las áreas de las carreras que se ofrecen. Creemos también que para el avance de la industria del software y del país en el contexto mundial y latinoamericano de la informática y las nuevas tecnologías, se hace cada vez más necesario contar con especialistas profesionales en las distintas áreas del conocimiento, que apliquen su conocimiento experto en sus tareas diarias.

Para esto, identificamos dos elementos clave que deberían ser incorporados como parte de las políticas de formación continua en las organizaciones: i) promover y apoyar la formación de posgrados de sus profesionales (facilidad de horarios, apoyo con los costos, etc.), y ii) requerir en los llamados para cargos asociados a las especializaciones, no sólo los conocimientos clave identificados para realizar las tareas, sino la titulación que los avala. Y desde el CPAP, continuar trabajando para construir la sinergia con el estado y la industria de software, tanto en las áreas de interés ya existentes como de nuevas áreas que sean necesarias, para la formación y avance de los profesionales del medio, las organizaciones, empresas y el país.

Referencias

- [1] Centro de Posgrados y Actualización Profesional en Informática (CPAP), Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, <https://www.fing.edu.uy/cpap>
- [2] Plan de estudios del Diploma de Especialización en Ingeniería de Software, aprobado CFI sesión del 29/11/2012 y CDC sesión del 05/03/2013 en <https://www.fing.edu.uy/cpap/carreras/especializacion-en-ingenieria-de-software>
- [3] Plan de estudios del Diploma de Especialización en Sistemas de Información y Tecnologías de Gestión de Datos, aprobado CFI sesión del 29/11/2012 y CDC sesión del 05/03/2013 en <https://www.fing.edu.uy/cpap/carreras/especializacion-en-sistemas-de-informacion>
- [4] Plan de estudios del Diploma de Especialización en Seguridad Informática, aprobado CFI sesión del 29/11/2012 y CDC sesión del 05/03/2013 en <https://www.fing.edu.uy/cpap/carreras/especializacion-en-seguridad-informatica>
- [5] Plan de estudios de la Maestría en Ingeniería de Software, aprobado CFI sesión del 24/04/2014 y CDC sesión del 18/11/2014 en <https://www.fing.edu.uy/cpap/carreras/maestria-en-ingenieria-de-software>
- [6] Plan de estudios de la Maestría en Sistemas de Información y Tecnologías de Gestión de Datos, aprobado CFI sesión del 24/04/2014 y CDC sesión del 18/11/2014 en <https://www.fing.edu.uy/cpap/carreras/maestria-en-sistemas-de-informacion-y-tecnologias-de-gestion-de-datos>
- [7] Plan de estudios de la Maestría en Seguridad Informática, aprobado CFI sesión del 24/04/2014 y CDC sesión del 18/11/2014 en <https://www.fing.edu.uy/cpap/carreras/maestria-en-seguridad-informatica>
- [8] Plan de estudios del Diploma de Especialización en Toma de Decisiones Gerenciales cuantitativas, en tramitación en FING, en <https://www.fing.edu.uy/cpap/carreras/especializacion-en-toma-de-decisiones-gerenciales>
- [9] Instituto de Computación, grupos de investigación <https://www.fing.edu.uy/inco/investigacion/grupos>
- [10] Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI), <https://www.cutu.org.uy/>
- [11] Asociación de Informáticos de la Administración Pública y Privada (AsIAP), <http://www.asiap.org/>
- [12] Dirección General de Relaciones y Cooperación Internacional (DGRC), Universidad de la República, en <http://cooperacion.udelar.edu.uy/es/>
- [13] Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI), en <https://www.clei.org/>
- [14] Malagón, L.A., La pertinencia de la educación superior: elementos para su comprensión, Revista de la Educación Superior, N° 127, ANUIES, México, 2003.

Experiencias que nos dejaron algunos estudiantes de posgrado del CPAP

Durante 2013, 2014 y 2015 egresaron los primeros especialistas en Ingeniería de Software, Sistemas de Información y Seguridad en Informática del Centro de Posgrados y Actualización Profesional.

Seguridad en Informática



Pablo Alzuri

Desde mi punto de vista la Especialización en Seguridad Informática es un aporte muy valioso de la academia a la industria. Logra el equilibrio necesario para ver los temas con rigurosidad teórica pero sin perder el foco para que los mismos sean aplicables.

En el transcurso de los dos años cursando la especialización, pude aplicar muchos de los temas que había visto en los cursos en mi tarea profesional. Algo muy importante, es que la especialización te da el marco teórico para enfocar los problemas prácticos con una base sólida.

Personalmente, he meditado por qué nunca había hecho un postgrado antes, y la respuesta fue simple, no había encontrado un tema que me compensara el esfuerzo requerido. En el 2011 hice dos cursos que hoy en día forman parte de la especialización, los mismos me cambiaron la visión sobre la seguridad informática y me llevaron a un camino sin retorno.

La seguridad informática es un tema apasionante, y la especialización me permitió conocer muchos profesionales excelentes en el área. Muchos compañeros de estudio y docentes que cambiaron mi forma de percibir la temática. Muchas veces me quedé con ganas de tener más “fin de semana”, a esto me refiero que los temas son tan atrapanes, que me hubiera gustado y aún me gustaría tener más tiempo para profundizar en ellos y para mi más tiempo es sinónimo de fin de semana.

En este momento estoy decidido a seguir por este ca-

mino, mi objetivo es poder hacer la Maestría en Seguridad Informática, de todas formas estoy consciente que es otra etapa, que también es dura y ahora debo disfrutar, juntar fuerzas y prepararme para los nuevos desafíos.

No quiero dejar de felicitar a todos los compañeros que cursaron o están cursando la Especialización. La verdad que es un esfuerzo grande, pero creo que lo que podemos aportar todos juntos en la comunidad informática, es también algo muy importante!!!



Guillermo Dornelles

Desde mi punto de vista, el CPAP está realizando un buen trabajo en la búsqueda de la mejora continua del nivel de sus cursos. La dirección de la carrera trata siempre de tener respuestas rápidas a nuestras dudas y tienen siempre interés en mejorar la calidad de la atención al estudiante.

Respecto a la Especialización que he realizado, Seguridad, la carga teórica y práctica es exigente y requiere una agenda ordenada de parte del estudiante. El ambiente que se generó con el grupo de compañeros y docentes fue muy bueno y ayudó mucho durante el tiempo que cursé la Especialización. Evaluando el nivel presentado en los cursos de la Especialización y mi intención en mantenerme siempre actualizado, considero la posibilidad de realizar la Maestría.



Gerardo Canedo

La especialización fue una experiencia muy satisfactoria. La mayoría de los cursos que conforman la especialización en seguridad poseen un componente teórico y uno práctico, ambos de excelente calidad. Sobre los profesores, aparte de su gran conocimiento en las materias que dictan brindan amplio apoyo a los estudiantes. La especialización también me dió un marco para conocer a otros profesionales que comparten mis mismas inquietudes y con los cuales hemos podido compartir experiencias. Seguimos en contacto incluso luego de haber finalizado la especialización.



Daniel Latorres

Mi opinión sobre la Especialización en Seguridad Informática es sin lugar a dudas positiva. Es una carrera orientada a profesionales del sector que quieran actualizar o adquirir conocimiento en temas de seguridad informática, su estructura de contenidos la hace apta para adquirir distintos conocimientos específicos en seguridad informática en base a un conjunto de materias específicas.

En mi caso adquirí una base teórica en áreas especializadas que me permite poder seguir profundizando mis conocimientos y especializarme en las áreas de interés, esperando poder aplicar las mismas en mi vida profesional.

Sin duda es una especialización recomendable para quienes quieren o necesitan adquirir conocimientos en el área de la Seguridad Informática. Los cursos requieren una dedicación en horas de estudio y trabajos prácticos que permiten la consolidación de los conocimientos adquiridos.



Domingo Mendivil

Me gusta el enfoque que tiene el CPAP en formar especialistas que rápidamente puedan ingresar en la industria, sin descuidar la formación de sólidos fundamentos que siempre caracterizó a la Universidad de la República.

Vale destacar el nivel, calidad y vocación de los docentes. Realmente aprendí mucho y sigo aprendiendo todos los días! Gracias a la variedad de cursos que tiene la especialización, pude hacerme una idea de las diferentes ramas dentro de Seguridad Informática en las que uno se puede seguir desarrollando, y en las cuales nuestro país va a precisar cada vez más especialistas.

Esto no se termina con el título colgado en la pared, y la idea es seguir estudiando. Por suerte se armó un lindo grupo de colegas que nos mantenemos en contacto y se arman seminarios, eventos e incluso nos vamos a tomar alguna cerveza que otra.

Ingeniería de Software



Carolina Valverde

Cuando finalicé mis estudios de grado y decidí que quería continuar con mis estudios de posgrados, analicé diferentes opciones de diferentes universidades y veía que ninguna estaba acorde a lo que buscaba. Eran propuestas muy orientadas a la gestión empresarial, o sin un objetivo claro.

En particular, me enfoqué en buscar una maestría que estuviera relacionada con el área de ingeniería de software, ya que me parece una temática muy interesante, necesaria y aplicable tanto en la industria como en la academia, y que además está en pleno desarrollo y crecimiento.

Cuando encontré los diferentes perfiles que ofrecía el CPAP, supe que eso era lo que estaba buscando. Los perfiles propuestos nos permite a cada uno poder especializarse en un área particular de acuerdo a los intereses

o necesidades propios.

Tuve la suerte de poder ser parte de la primera generación de la Especialización y de la Maestría en Ingeniería de Software. En principio comencé cursando la Especialización en Ingeniería de Software, y una vez finalizada, opté por continuar con la Maestría.

El diploma de Especialización en Ingeniería de Software, me pareció una propuesta diferente. Los cursos están propuestos de forma de cubrir todas o la mayor parte de las áreas de conocimientos de la Ingeniería de Software, es una propuesta innovadora en este sentido.

Los cursos son intensos, lo cual permite que la especialización puede terminarse en un corto plazo (2 años), y realmente pasa muy rápido. Además, son planificados considerando el horario laboral, por lo cual es posible ajustarse a los horarios propuestos. Hoy veo los frutos de este esfuerzo y estoy más que convencida que valió la pena.

Cuando decidí continuar con la maestría, la línea de investigación se propuso desde el CPAP y la discutimos en conjunto. El tema de investigación seleccionado debe estar alineado con las líneas de investigación del área de Ingeniería de Software, pero sobre todo debe ser de interés y satisfacción de uno mismo. Esto es fundamental si queremos lograr una buena tesis y en tiempo. El esfuerzo dedicado a una tesis de maestría no es menor, por lo cual uno debe estar conforme y motivado con el trabajo de tesis propuesto.

Durante todo el período que duró la maestría siempre conté con el apoyo, soporte y disposición de mis tutores del CPAP. Esto hizo que el avance en mi tesis fuera ágil y nunca se viera interrumpido. Además, a través del CPAP y vinculado a mi tesis, realicé una pasantía en la UPM (Universidad Politécnica de Madrid) y en la UPV (Universidad Politécnica de Valencia). Esta también fue una experiencia muy interesante y enriquecedora desde todo punto de vista (personal, académico y profesional).

También es importante destacar que el CPAP es un centro de posgrados enfocado al ámbito profesional, por lo cual es posible aplicar los conocimientos adquiridos en el ámbito laboral. Los cursos propuestos por el diploma persiguen también este objetivo: no se quedan sólo en lo teórico, sino que incluyen aplicaciones prácticas que son realmente útiles a nivel laboral.

En lo profesional, trabajo en la industria dentro de un área que me permite aplicar enfoques, procesos y metodologías de forma sistemática, disciplinada y cuantificable al desarrollo del software. Justamente de esto se trata la ingeniería de software, ya que los principios y prácticas de esta disciplina son esenciales para el desarrollo de sistemas confiables y de buena calidad.



Paulo Maya

Luego de algunos años trabajando en la industria de desarrollo de software y otros tantos de haber obtenido mi título de grado comencé a interesarme en la profundización en la ingeniería de software así como en la administración y gestión de proyectos que me permitieran un mayor desarrollo profesional. Investigando las distintas ofertas de especializaciones en estos temas, de las distintas universidades e institutos, conocí el CPAP y a la especialización en Ingeniería de Software. El programa de los cursos así como el costo y forma de pago de la carrera hicieron decidirme por el CPAP.

Los cursos son dictados por docentes y profesionales con profundo conocimiento y experiencia en sus áreas. La calidad de estos así como la experiencia profesional compartida con profesores y compañeros fue excelente.

La carrera colmó totalmente mis expectativas en cuanto a los temas que quería profundizar. Es muy llevadera y orientada a profesionales que trabajan, lo que no quita un alto nivel de exigencia y dedicación en los cursos.

La especialización fue una experiencia muy satisfactoria. Hoy en día ya veo resultados a nivel profesional lo que me motiva a seguir profundizando mis conocimientos realizando otros cursos de actualización en el CPAP y eventualmente realizar la maestría en Ingeniería de Software.

Por último quiero saludar y felicitar a todos mis compañeros de carrera y profesores del CPAP.



Sandra Vieites

Me siento muy satisfecha por haber culminado la especialización en ingeniería de software en el CPAP, constituye un logro personal de suma importancia para mi carrera profesional.

Los conocimientos adquiridos en los distintos cursos que conforman la especialización sirven como herramienta que puedo utilizar a nivel profesional, que me permite ir mejorando la forma de realizar las tareas para

generar software de mejor calidad.

En general los cursos son muy interesantes dictados por muy buenos docentes de facultad, y algunos de los cursos son dictados por profesores de gran excelencia que vienen del exterior, que transmiten muy claramente su experiencia en el área. También tengo que destacar el gran grupo humano de los distintos compañeros y colegas a lo largo de la carrera.

Por más que los cursos se dictan en horarios que pueden ser realizados por personas que trabajan, en general los mismos requieren de horas de dedicación extra, y tienen un nivel de exigencia importante; por lo tanto cuando uno decide realizar la carrera debe tener claro, que va a tener que dedicarle tiempo. En particular agradezco el aguante que tuvieron mi esposo Gustavo y mis niños Sebastián y Belén en este último año y medio que me llevó culminar la especialización.



Diego Salido

Después de 10 años de trabajo, sentí la necesidad de actualizar los conceptos adquiridos en la carrera de grado. Fue así como llegué al CPAP, primero en busca de cursos de actualización, pero viendo la oferta en carreras de Posgrado fue que me decidí a realizar la Especialización en Ingeniería de Software.

La carrera sin dudas fue de gran aporte profesional. Teniendo experiencia laboral, los cursos se toman de una óptica diferente a la de grado, que permite comprender mejor los conceptos y sacar más provecho de la experiencia de los docentes.

Sin dudas realizar una carrera de posgrado requiere tiempo, esfuerzo y sobre todo soporte de la familia. Pero también es muy importante que las carreras del CPAP están pensadas para profesionales que trabajan. Sin esta consideración creo que hubiese sido muy difícil culminar la carrera en tiempo y con la motivación necesaria.



Fernando Acerenza

Estoy muy satisfecho con la carrera en sí, tanto desde lo que he aprendido durante los cursos, como en el crecimiento profesional directamente relacionado a este período de formación. Destaco el grupo humano formado por los docentes y distintos compañeros durante la especialización. Por otro lado, se tiene la posibilidad de asistir a cursos de forma presencial dictados por muy buenos docentes locales y del exterior.

La especialización en Ingeniería de Software es útil para fortalecer conceptos que son fundamentales en la industrial del software, así como aprender y aplicar en la práctica laboral los nuevos conceptos adquiridos.

En resumen, me siento contento de haber tomado la decisión de realizar la especialización, y agradezco al tutor de carrera por el apoyo constante. Como creo en la necesidad de la mejora continua y también la disfruto, el próximo paso será la maestría del CPAP.



Nancy de Fuentes

Desde el momento que decidí anotarme en la carrera Especialización en Ingeniería de Software, supe que iba a ser un gran desafío, tanto en lo profesional como en lo personal.

A medida que iba aprobando cursos, fueron desapareciendo los miedos iniciales, por ejemplo si mi falta de actualización en algunos temas me permitiría sacar el mayor provecho de cada curso, si sería demasiado extenuante el ritmo de clases o si podría cumplir con el cronograma en el tiempo esperado por el CPAP.

Hoy puedo decir que la experiencia fue totalmente positiva, destaco la temática y nivel de los cursos, la calidad de los docentes, los cursos dictados por profesionales del exterior y la buena onda de los compañeros de clase; todo esto hizo que valiera la pena el esfuerzo y el tiempo invertido en horas de clase, de estudio y de trabajos en grupo; tiempo 'robado' al descanso, la familia y los amigos.

Me siento orgullosa de haber superado este desafío, y ya estoy pensando en el siguiente: la maestría.



Isolda Rodríguez

Soy egresada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica, Uruguay, y siempre tuve en claro que quería seguir una actualización. En el CPAP encontré lo que estaba buscando, una carrera con un enfoque muy práctico, totalmente aplicable al área profesional y, a la vez, con profundización teórica. Además del excelente nivel de los cursos, en el grupo se genera una sinergia, debido al intercambio de experiencias e intereses en común, lo que hace aún más enriquecedora la carrera.



Lucía Camilloni

Haber culminado con la Especialización en Ingeniería de Software en el CPAP es un logro muy importante para mi carrera profesional y académica. Considero que tomar la decisión de realizarla ha sido muy acertada y me siento contenta por ello.

Creo que el CPAP dió un salto considerable al incorporar las distintas especializaciones ya que éstas permiten a uno elegir en qué área de interés desea enfocarse, perfeccionarse y profundizar.

En particular, el área de Ingeniería de Software siempre fue de sumo interés para mí, y me pareció interesante poder complementar lo que se aprende a nivel de grado en UDELAR. Para mi actividad profesional, me pareció importante profundizar en esta área y creo que la especialización cumplió con estos objetivos. Es muy aplicable ya que varias de las técnicas, métodos y teorías aprendidas se pueden utilizar a nivel profesional, incorporando mejoras en el software que producimos.

Me parece interesante destacar que el plan de estudios del diploma fue diseñado tomando como base una guía curricular internacional para carreras de posgrado profe-

sional en Ingeniería de Software adoptada por dos de las sociedades profesionales más importantes del mundo (la IEEE-CS y la ACM).

Otro aspecto que me parece bueno del CPAP es que se nota que el centro está intentando cada año mejorar su propuesta educativa. Muchas veces, varios de nosotros hemos recibido consultas por parte del CPAP para conocer nuestra opinión sobre los cursos, docentes y formas de trabajo, de manera de ir mejorando año tras año.

En general me pareció que la carrera está bien organizada. Si bien es exigente, la misma está pensada para que pueda ser llevada a cabo por personas que trabajan a tiempo completo. Se cuenta con cursos muy interesantes y con buenos profesores. En particular algunos de los cursos se hicieron con profesores que vinieron del exterior, que son excelentes y muy reconocidos en el área. Habiendo terminado la especialización, me siento motivada para seguir en el CPAP y completar la maestría.

Sistemas de Información



Víctor Marabotto

Nuestra profesión nos exige permanentemente estar actualizados, adquiriendo nuevas tecnologías, ese fue mi primer acercamiento al CPAP, hace 3 o 4 años atrás, pero un posgrado me pareció una empresa de otro tipo. Posteriormente en mi trabajo en la Administración Nacional de Telecomunicaciones (Antel) se da un acuerdo marco con la Facultad de Ingeniería (Fing), y yo estaba necesitando ponerme a tiro con SOA y BPM. Fue así que me acerqué a unas charlas de presentación del posgrado del director Vallespir, mi idea era tomar solo esos 2 cursos, pero al final de la charla caí en la cuenta que tenía que tomar todos los cursos del posgrado.

Este esfuerzo de potenciar los RRHH de la empresa, el aporte de la Fing que aparece sólida y actualizada, y la alta expectativa que la UdelAR aprobase estos nuevos títulos de posgrado y maestría, lo que aporta una certificación de largo plazo, invitaban al desafío.

Además cada tanto es vital una reflexión de más largo plazo y un reordenamiento sobre nuestro conocimiento, y eso no se logra con cursos sueltos.

Pero quien egresó por la década del 80, al momento de arrancar estudios de posgrado con 51 años, aunque siempre haya mantenido un vínculo con la facultad y la

tecnología, tenga buenas relaciones con los jóvenes profesionales, y se sienta motivado por aquello de estudiar para devolver a la sociedad (en este caso Antel) lo adquirido en la universidad, no es sencillo tomar este camino, les puedo asegurar que esta lleno de incertidumbres. Otro temor era la exigencia de completar los cursos en dos años, o 18 meses, lo que destruía una idea alternativa de “lo hago a mi ritmo”.

Pero uno tras otro fui aprobando los cursos, solidificando mi conocimiento de la tecnología actual, captando el estado del arte y relacionando disciplinas, creo que aquí está la clave de la especialidad.

Se cuenta con un plantel docente muy bueno, reforzando con docentes que provienen del exterior; el posgrado es nuevo, hay cosas para mejorar, pero se arranca de un centro de posgrado muy sólido.

Ahora que terminé, me encuentro decidido a empezar la tesis de maestría, hace dos años jamás pensé que iba a encontrarme en esta situación, a todos los que duden, les digo que se puede, vale la pena y meditando sobre los temas de la tesis de maestría, tengo claro que dicho tema no es tan importante como la experiencia que voy a realizar junto al cuerpo docente del CPAP y la proyección profesional y personal que se obtiene.



Juan Ángel Larrayoz

Cuando opté por realizar un posgrado evalué las diferentes opciones disponibles en el mercado para encontrar la que mejor se adaptara a mis necesidades, fue de esa forma que llegué al CPAP allá por el año 2010 cuando comencé a realizar el “Diploma en Ingeniería en Computación”.

Ha pasado mucho tiempo desde entonces y el CPAP ha ido evolucionando, mejorando su oferta, sus cursos, sus horarios, docentes, etc., hasta llegar a lo que hoy es, una excelente oferta para los profesionales que deseen especializarse en alguna de las áreas comprendidas por sus posgrados.

Embarcarse en una aventura de este tipo requiere esfuerzo no solo individual sino muy probablemente familiar, por lo que aconsejo asegurarse contar con el tiempo necesario para poder sacar el mejor provecho de los cursos.

La modalidad de los posgrados actuales es muy flexible, contando con cursos obligatorios pero a su vez dando la opción al estudiante de poder tomar cursos optativos basados en sus preferencias.

El plantel docente es de excelente nivel, contando con

muy buenos profesores locales e internacionales.

Llegue a conocer a muchos profesionales de diferentes áreas, mixtura que proporcionaba en muchos casos un muy buen ambiente de intercambio y aprendizaje.

Una vez finalizado el posgrado decidí esforzarme un poquito más y al día de hoy me encuentro cursando la Maestría en Sistemas de Información, sin dudas un reto considerable pero que vale la pena abordar.

Si están pensando en complementar su carrera de grado les recomiendo se den una vuelta por el CPAP y verán que es una excelente opción.



Emiliano Rodríguez

Me recibí de Ingeniero en Computación en 2012, título otorgado por la Universidad de la República. En marzo de 2013 comencé la carrera de de Especialización en Sistemas de Información dictada por el CPAP, que culminé en octubre de 2014. Actualmente y mientras cursaba el posgrado trabajaba en ST Consultores, una empresa que implementa soluciones BPM para diversos clientes.

La especialización me sirvió para profundizar sobre temas vistos durante los cursos de grado y aprender nuevos conocimientos en áreas que no había visto anteriormente (algunas que ni siquiera conocía de nombre).

Algunos de estos nuevos conocimientos los pude aplicar inmediatamente en el día a día de mi trabajo (SOA, BPM, Datawarehouse, marco legal en Uruguay). Además, afiancé conocimientos básicos de arquitecturas de sistemas de información.

Los horarios de las clases me permitieron cursar las materias sin tener que modificar mi horario laboral (las clases eran a partir de las 18 horas). En general, los cursos exigían un atento seguimiento. No hubo ninguna instancia de calificación que presentara un nivel de exigencia por encima de lo visto durante los cursos presenciales.

La experiencia fue positiva. Me permitió diversificar y actualizar mi conocimiento, además de plasmar rápidamente el mismo en mi trabajo.



Silvia Dodera

Tomar la decisión de realizar esta especialización implicó un desafío grande, me preocupaba el hecho de no saber si iba a poder cumplir con las exigencias que implicaba.

Hoy 2 años después, llegué al final del camino y la experiencia ha sido altamente satisfactoria y enriquecedora en varios aspectos.

Primero que nada debo decir que “se puede”, la carrera está pensada para gente que trabaja y tiene otras actividades. Si bien cada curso demanda una dedicación horaria real importante y requiere la demostración cabal de los conocimientos aprendidos, es posible planificar y adecuar la carrera a la realidad de cada uno.

Asimismo quiero destacar el grupo humano que se formó, de compañeros y docentes, donde conocí otras realidades y experiencias, ¡excelente!. Va mi saludo para ellos.

Y por supuesto que desde el punto de vista profesional aprendí mucho, tanto la comprensión de nuevos conceptos como la actualización de otros ya conocidos, resultando muy gratificante poder aplicar en mi trabajo partes de ese conocimiento en la medida que se presentaba la oportunidad.

Por último señalo el nivel y la disposición de los docentes así como la calidad de los cursos que en ocasiones se vieron enriquecidos con la participación de docentes extranjeros de gran experiencia.



Nicolás Delbene

Soy egresado de Licenciatura en Informática de la Universidad Católica del Uruguay y al cursar el posgrado del CPAP, encontré un ámbito, donde pude conocer y estar en contacto con profesionales con un gran interés en la investigación y el avance tecnológico y muchas veces tan solo “por amor al arte”.

Este ámbito es totalmente diferente al ámbito cotidiano de la empresa y uno puede reencontrarse con su profesión y renovarse.

Por otro lado reforzando lo dicho por otros egresados, la carga semanal del posgrado es llevadera y si requiere de un esfuerzo, pero dicho esfuerzo encuentra muchas veces su gratificación en el hecho de identificar la automejora profesional y adquisición de conocimiento que uno puede volcar rápidamente en su ámbito laboral.

Además, el posgrado te vincula con otros profesionales de excelente nivel, insertados en diferentes empresas del medio, los cuales aportan muchas veces la experiencia y el “know how” de sus ámbitos laborales. Se amplía la visión inter empresarial.

Por mi parte teniendo una familia en crecimiento, voy a retomar cuando pueda la maestría, para consolidar lo dicho anteriormente, continuar mi desarrollo personal y volcar lo adquirido en un proyecto que espero aporte de alguna forma a seguir desarrollando el conocimiento.



Martín de los Reyes

La experiencia que me dejó la especialización fue muy buena, interesante y enriquecedora en lo profesional y en lo personal. Esto se debe a que los cursos dictados tratan de temas actuales y fortalecen el intercambio de conocimiento y de experiencia tanto entre colegas como entre estudiantes y profesores, además la mayoría de los cursos cuentan con una parte práctica que permite bajar la teoría a la práctica resolviendo temas puntuales.

En lo personal es una experiencia disfrutable y exigente, por lo cual recomiendo a quien quiera realizar la especialización cuente con tiempo. También tuve la oportunidad de conocer otras personas con las cuales intercambiamos ideas, experiencias y algunos mates también.

Haber terminado la especialización es como un hito más alcanzado en el camino de ser cada día un mejor profesional.

En cuanto al futuro cercano, estoy planificando poder empezar con la Maestría y así poder darle un cierre a lo que comencé hace 2 años.



Damián da Silva

Mi paso por el CPAP fue sin dudas un gran aporte no solamente en lo profesional sino también en lo personal. Durante estos años tuve el placer de conocer a un excelente plantel docente y por supuesto a varios compañeros con los cuales seguimos en contacto.

Debo destacar que la carrera está especialmente enfocada a profesionales que trabajan sin dejar de lado la exigencia requerida en cualquier postgrado. Por ese motivo, he adquirido conocimientos que puedo aplicar en el día a día y otros que seguramente harán la diferencia en un futuro.



Diego Braga

Mi experiencia en el CPAP fue muy buena y ello se debe en parte al gran nivel de los cursos así como también de los docentes que los dictan. En particular destaco que no son simplemente charlas a las cuales uno se presenta y luego se le entrega un certificado de asistencia, sino que existe una exigencia real basada en trabajos, presentaciones y/o pruebas escritas. Por otro lado, tuve la posibilidad de compartir espacio de trabajo con excelentes compañeros de los cuales también aprendí mucho a partir de sus experiencias.

El principal temor antes de empezar la especialización es no tener tiempo para realizar los cursos. A pesar de la exigencia que mencioné anteriormente cabe destacar que estos cursos están pensados para ajustarse a los horarios de gente que trabaja y realiza otras actividades. De todas formas es muy importante intentar siempre ir al día con el calendario y no postergar actividades sin necesidad.

Con respecto al futuro inmediato, mi idea es seguir avanzando y realizar la maestría para, de alguna forma, aprovechar el impulso de haber terminado la especialización."



Fabricio González

Siempre pensé en volver a estudiar, aunque la idea me daba un poco de miedo porque pensaba que se me iba a ir mucho tiempo en eso. Como profesional que trabaja 8 horas y después trata de hacer un poco de cosas que lo distraigan pensé que no iba a tener tiempo o que me iba a "quemar" e iba a terminar echo un manojo de nervios.

Por suerte, la carga horaria que proponen desde el CPAP para las carreras de especialización tiene en cuenta que uno es un trabajador y que tiene otras responsabilidades además de su trabajo. El tener durante la mayor parte de la carrera solo clases de 3 horas 2 o 3 veces a la semana ayuda a que uno pueda contar con el tiempo necesario para estudiar. Ayuda también a que uno se comprometa que las materias sean interesantes, algunas que tuvieron aplicación directa en mi trabajo actual y otras que me presentaban temas de evolución de la informática que yo no conocía. La dedicación fuera de clase, en particular de algunas materias, fue un poco superior a lo que yo esperaba, pero sin ser exagerado. Habré sacrificado algún fin de semana por no poder tener tiempo entre semana para reunirme con mis compañeros, pero no había noches en vela tratando de terminar obligatorios.



Martín Camps

Los cursos en general son interesantes y aportan una visión global sobre cierta metodología o tecnología y sus aplicaciones, llegando en la mayor parte de los casos a una aplicación práctica, lo que permite "ensuciarse las manos" y enfrentarse a los desafíos que nos plantean.

Ha sido una experiencia más que interesante desde todo punto de vista, el intercambio de conocimientos y experiencias con colegas y docentes se ha tornado muy enriquecedor. Desde el punto de vista del logro personal lo veo como un mojón más en el camino hacia ser cada día un mejor profesional y poder aportar mi granito de arena, dándome cuenta que cuanto más aprendo, soy consciente lo mucho que me falta. Respecto a lo que falta,

falta Maestría, así que probablemente arranque con esa empresa en breve.

Es una experiencia disfrutable y a la vez exigente, que recomiendo en el momento que tengan el tiempo y sientan que requieren actualizarse en algún tema específico o en un cuerpo de conocimientos. Como aporte creo que sería bueno contar con una planificación previa detallada de los cursos que se van a dictar en el correr del semestre o año, para poder realizar una mejor selección.



Diego Trias

Les comentaré de mi experiencia como reciente egresado de la especialización en sistemas de información.

Lo primero que les comento, es que los cursos son variados y permiten perfilarse dentro de las opciones (seleccionando materias opcionales), lo cual lo hace interesante como posgrado. Además de los cursos ya "prefijados" ya publicados, eventualmente, surgen cursos que no estaban planificados cuando vienen profesores del exterior, que generalmente son muy interesantes.

Una recomendación para quien va a hacer alguna especialización, es que sea como "sacar una espina", háganlo rápido, no lo extiendan en el tiempo, lo mejor es terminarlo rápido para dar lugar a otras cosas lindas de la vida. A modo de anécdota, la última materia, la terminé una semana después de tener a mi primer bebé, por suerte pude terminar rápido para dedicarme a disfrutar de este hermoso regalo que me dio la vida.

En cuanto al impacto, ha sido grande en mi trabajo porque he seleccionado una especialización y dentro de esta, las materias correctas para que me ayude a mejorar mi trabajo.

En cuanto al futuro cercano, ahora estoy planeando hacer la maestría y para eso me he unido a un grupo de investigación de la fing.

Especialización y Maestría en Sistemas de Información y Tecnologías de Gestión de Datos

Adriana Marotta/ amarotta@fing.edu.uy/ Facultad de Ingeniería- UdelaR

Los datos se han convertido en el activo más valioso para todo tipo de organizaciones. En ellos se basan tanto la operativa cotidiana como la toma de decisiones estratégicas en los distintos niveles de gestión de una organización.

La operativa cotidiana, según el tipo de organización puede significar, por ejemplo, la realización de transacciones del tipo de ventas, reservas, transacciones bancarias, operaciones financieras, etc., la utilización de grandes conjuntos de datos para campañas de marketing, la investigación científica basada en datos en áreas como la bioinformática, etc.

La toma de decisiones estratégicas a todo nivel se está realizando cada vez más basada en múltiples fuentes de datos. Esto se debe en gran parte a la disponibilidad creciente de distintas fuentes de datos públicas (datos abiertos) en la web. Por otro lado, dentro de la propia organización, en general sucede que existen muchas fuentes de datos disjuntas con distintos dueños y distintas características. Toda esta información existente, a veces más o a veces menos disponible, se torna indispensable para que las decisiones estratégicas tomadas posicionen a la organización en forma competitiva. Esto se aplica a los distintos niveles gerenciales de la misma, siendo tan importante tomar decisiones correctas en lo que atañe a un procedimiento operativo que se realiza cada día como parte de otros procedimientos más grandes, como en lo que atañe a la conducción de las grandes líneas de negocio de la organización.

El enorme crecimiento de la cantidad de datos existentes tanto en la web como dentro de las organizaciones (en servidores propios o en la nube) significa un gran potencial para quienes pueden aprovecharlos, pero a la vez, en esta misma acción existen algunos peligros. Estos peligros están asociados a la confiabilidad de los datos, es decir a cuánto podemos confiar en la calidad de los mismos. Por otro lado, también es necesario tener un acceso fluido a los datos, es decir poder acceder a ellos con facilidad

y eficiencia. Por último, es esencial poder comprender e interpretar correctamente los datos a los que se está accediendo.

Considerando la calidad de datos en el sentido más amplio posible, incluyendo su adecuación al uso que se les quiere dar en cada caso, existen múltiples aspectos que influyen en la buena o mala calidad de los datos. Por ejemplo, los modelos utilizados para representarlos, el diseño de su representación, las estrategias y técnicas utilizadas para obtenerlos, limpiarlos, integrarlos, las herramientas utilizadas para manipularlos y para visualizarlos, y muchos más.

Por todo lo dicho anteriormente es que se ha vuelto imprescindible en todo tipo de organizaciones la existencia de profesionalismo y especialización en los temas de sistemas de información y manejo de datos.

Lamentablemente, en las organizaciones en general se observa que hasta el momento no se ha otorgado a los datos y a los repositorios de datos el lugar de importancia que deberían haber tenido. A través de los años se ha dejado avanzar la recolección de datos sin aplicar estrategias con visión a largo plazo y con conciencia del valor que tienen los datos en sí mismos. Se los ha considerado siempre como algo secundario, asociados a las aplicaciones con las que fueron concebidos, sin comprender que en el futuro los datos tendrían una “vida propia”, siendo de utilidad para otras aplicaciones y para distintos tipos de análisis, probablemente integrándose con otros conjuntos de datos. Como consecuencia de este hecho no se ha puesto la suficiente atención en el diseño de las bases de datos, ni en el control de los datos insertados a éstas. En general, se podría decir que los depósitos de datos han crecido anárquicamente dentro de las organizaciones. Dada esta situación se nota una gran necesidad de informáticos especializados en el área de datos que contribuyan a una transformación en las prácticas cotidianas con respecto a la gestión de los datos en las organizaciones.



La Especialización y la Maestría en “Sistemas de Información y tecnologías de gestión de datos” son carreras que tienen como objetivo formar profesionales capaces de comprender los problemas relativos a los datos y a los sistemas de información y proponer soluciones para los mismos, así como capaces de tener una visión a largo plazo del tema y proponer políticas de gestión de datos adecuadas al contexto en que se encuentren.

Algunos problemas a enfrentar

Los problemas con los que típicamente nos encontramos en las organizaciones los podríamos separar en dos grupos: (1) problemas al construir un nuevo repositorio de datos y (2) problemas al utilizar repositorios de datos ya existentes.

Los problemas del grupo (1) son los que se van presentando durante las actividades que se deberían realizar al construir un nuevo repositorio de datos, que son principalmente las siguientes:

- elección del modelo de datos y metadatos adecuado para las características de los datos y para los requerimientos y el uso que se les va a dar,
- elección de las tecnologías/herramientas adecuadas para el modelo elegido,
- diseño conceptual, diseño lógico e implementación correctos del repositorio de datos,
- inserción adecuada del repositorio en la plataforma donde funcionará asegurando su integración correcta con los diferentes componentes del sistema de información donde se inserta.

Algunos de los problemas más importantes son los problemas de diseño del repositorio de datos, que a veces requieren de soluciones complejas para permitir la representación correcta de la realidad y a la vez la funcionalidad requerida.

Todos estos problemas deben ser resueltos teniendo en cuenta algunos principios fundamentales, como: (a) tanto los modelos como las tecnologías deben ser elegidos haciendo un análisis profundo de las necesidades existentes y las características ofrecidas por las diferentes opciones y (b) el buen diseño de un repositorio de datos cumple un rol fundamental en la calidad futura de los datos.

Los problemas del grupo (2) son los que nos encontramos al querer explotar los datos existentes en los distintos repositorios. Los principales problemas son:

- calidad de los datos,
- heterogeneidad entre distintas fuentes de datos,
- problemas de acceso a los datos,
- interpretación de los datos.

Calidad de Datos

Cuando se desean utilizar datos existentes, ya sea en forma directa hacia el usuario o a través de un sistema que los procese e integre con otros datos, la calidad de los mismos es algo fundamental. Es lo que hace la diferencia entre el éxito o el fracaso del uso de esos datos.

En el caso de sistemas globales que se alimentan de varias fuentes de datos, la calidad de los datos/información que proveerán a sus usuarios dependerá fuertemente de la calidad de los datos fuente.

Por todo esto, es necesario gestionar la calidad de los datos tanto en los repositorios particulares de datos como en los sistemas que integran datos provenientes de múltiples fuentes. La gestión de la calidad de los datos abarca varias tareas: análisis de datos (data profiling), medición de calidad, limpieza de datos, análisis de causas de mala calidad, prevención a través de re-estructuración de sistemas y procesos, y monitoreo de la calidad.

Heterogeneidades e Integración

Los sistemas que integran datos provenientes de varias fuentes de datos, deben resolver los problemas de heterogeneidad entre dichas fuentes.

Normalmente existen diferentes tipos de heterogeneidades, como por ejemplo heterogeneidad de modelos, semántica, de formatos, etc.

En particular la heterogeneidad semántica es la más difícil de abordar y resolver, ya que se refiere al significado que los datos tienen en las distintas fuentes. Por ejemplo, puede suceder que en una fuente de datos se le llame “Persona” a las personas que son clientes de la organización, mientras que en otra fuente se le llame “Persona” a todas las personas que maneja la organización: clientes, empleados, proveedores. Por otro lado puede darse lo inverso, es decir que a un mismo concepto se le llame con nombres diferentes en cada fuente. Por ejemplo, en una fuente se le llama “Persona” a lo mismo que en otra fuente se le llama “Ciudadano”.

La integración de datos, tarea fundamental en cualquier sistema que se alimenta de múltiples fuentes de datos, plantea grandes desafíos que aún no se han resuelto totalmente en la comunidad científica. Su principal problema es la resolución de las heterogeneidades de las fuentes y la fusión de los datos provenientes de distintas fuentes.

La integración de datos puede ser abordada con distintos enfoques, los cuales se apoyan en técnicas más clásicas de bases de datos o en técnicas más nuevas como las de la web semántica.

Acceso e interpretación de los Datos

El hecho de que los datos existan no significa que estén accesibles. La accesibilidad de los datos depende de va-

rios factores, como los permisos para accederlos, el poder llegar a ellos directamente y obtenerlos en un formato entendible y manejable, la eficiencia en el acceso, la posibilidad de procesarlos en forma automática, etc.

En el contexto de una organización el acceso a diferentes fuentes de datos dependerá de las reglas propias de la organización, de los responsables del sistema informático que maneja esos datos, de los responsables del repositorio de datos, etc.

Por otro lado existen datos que se publican en la web con la finalidad de que sean accedidos libremente. A estos se les llama Datos Abiertos. Las características fundamentales de estos datos es que están disponibles y accesibles, que pueden ser reutilizados y redistribuidos, y que el acceso es universal, es decir que no hay distinción entre las personas que los acceden. Los Datos Abiertos de Gobierno son datos abiertos que son producidos y publicados por el gobierno o por entidades controladas por el gobierno.

Con respecto a los datos abiertos, además de la accesibilidad y las formas de acceso, se presenta un desafío importantísimo: la interpretabilidad de los datos. Los datos abiertos deberían ir siempre acompañados de metadatos que permitan interpretar su significado. Este es un aspecto que no se encuentra bien resuelto en general en las publicaciones de datos abiertos existentes en la web, y es una gran limitación para la utilización de estos datos en forma generalizada.

Un ejemplo

Un ejemplo de un sistema de información que se alimenta de múltiples fuentes de datos son los sistemas de data warehousing, sistemas de información cuyo componente principal es un Data Warehouse (DW).

Los DWs son bases de datos que contienen datos provenientes de diversas fuentes, los cuales han sido procesados mejorando su calidad, integrándose y preparándose para ser utilizados para el análisis orientado a la toma de decisiones. Existe variedad de herramientas para distintos tipos de análisis, como las herramientas OLAP (On-Line Analytical Processing), de reportes, estadísticas y de minería de datos (data mining). En la Figura 1 se muestran los componentes típicos de un sistema de data warehousing.

Cuando se construye un DW, todos los problemas mencionados en las subsecciones anteriores deberían ser identificados, enfrentados y resueltos de la mejor forma posible. Ningún sistema de Business Intelligence (inteligencia de negocio) o análisis orientado a la toma de decisiones en general, puede ser exitoso si no se han tenido en cuenta los posibles problemas mencionados anteriormente.

Variedades de modelos y enfoques

Existen diferentes modelos para la representación y/o manipulación de los datos. Algunos de ellos son: Modelo Entidad-Relación, Modelo Relacional, Modelos Multidimensionales, Modelos Espacio-Temporales, Modelos de la Web Semántica como RDF, Modelo Map Reduce.

El Modelo Entidad-Relación y el Modelo Relacional son modelos conceptual y lógico respectivamente, que son utilizados para la representación y manipulación de bases de datos relacionales, típicamente utilizadas para aplicaciones transaccionales donde un requerimiento fundamental es el aseguramiento de la consistencia de los datos. Los modelos multidimensionales son utilizados para representar los datos en un formato multidimensional en el cual serán analizados por los usuarios típicamente a través de herramientas OLAP. Los modelos Espacio-Temporales permiten representar los datos desde el punto de vista del espacio y el tiempo, típicamente utilizados en los Sistemas de Información Geográficos y en los que además incluyen una perspectiva temporal. Los modelos de la web semántica son los que permiten representar los datos junto a su semántica y se orientan a la concepción de la web como una web de datos en vez de una web de documentos. Map Reduce es un paradigma de representación y procesamiento de datos orientado a la manipulación de grandes volúmenes de datos.

Como se puede observar en estos ejemplos, cada modelo está enfocado a resolver diferentes requerimientos, es decir está pensado para diferentes contextos, necesidades

y prioridades. Cada modelo responde a un enfoque diferente para el contexto y problema que se presenta. A la hora de elegir un modelo para la representación y manipulación de un conjunto de datos es fundamental analizar en profundidad las capacidades de cada modelo y las características y necesidades de uso del conjunto de datos.

En muchos casos se requiere de la combinación de varios modelos y paradigmas diferentes para alcanzar una solución global para un problema complejo. Estos son sistemas de información sofisticados, compuestos por muchos componentes para poder responder a los requerimientos que se les plantean.

En otros casos los sistemas de información tienen que proveer datos a sistemas externos que integran o son intermediarios para que se integren los datos provenientes de los distintos sistemas. En estos casos probablemente hayan modelos de datos que se adecuen mejor a los requerimientos de representación semántica y sintáctica que plantea el sistema integrador.

El buen uso de las tecnologías

Actualmente nos encontramos “bombardeados” por gran cantidad de herramientas para el tratamiento y explotación de los datos. Al igual que con los modelos y enfoques comentados anteriormente, es necesario ser analíticos y críticos a la hora de seleccionar las herramientas a utilizar. Para poder lidiar con la gran cantidad de opciones tecnológicas existentes los profesionales necesitan tener bases de conocimiento sólidas que les permitan evaluar

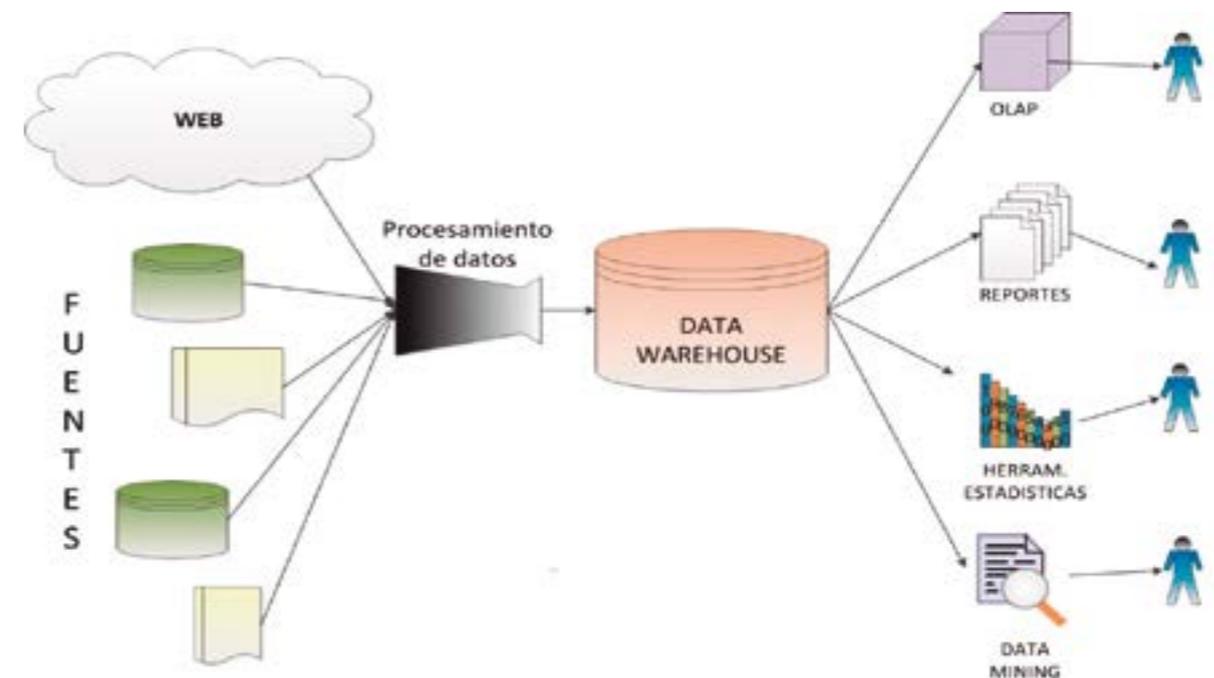


Figura 1: Sistema de Data Warehousing

las opciones y elegir con seguridad. Estos profesionales deben tener la capacidad de buscar en cada opción las características que necesita para su caso particular aunque muchas veces eso signifique “bucear” dentro de especificaciones resaltadas por cada herramienta que no necesariamente son las que él debe tener más en cuenta. Resumidamente, el profesional debe tener la capacidad de ir más allá de lo que se muestra por parte de los proveedores de las herramientas para lograr elegir a conciencia la o las herramientas que más le conviene. Para esto es necesario tener muy claros y firmes los conceptos teóricos y prácticos asociados a cada tipo de aplicación o necesidad.

Desde el punto de vista de las organizaciones, cuando se ponen de moda enfoques o tecnologías particulares es muy importante para ellas contar con especialistas que sepan discernir entre las distintas funcionalidades, usos y objetivos de las opciones.

La importancia del diseño

Tan importante como elegir adecuadamente el enfoque, el paradigma y el modelo para la gestión de los datos de un sistema de información, es realizar un buen diseño del repositorio de datos que se construirá. Siempre, en todo contexto, es fundamental hacer un buen análisis y diseño conceptual como primer paso para llegar a responder a los requerimientos establecidos para un repositorio de datos. Un diseño conceptual equivocado seguramente conducirá a problemas en el manejo de los datos y en la calidad de los mismos en el futuro. Es igualmente fundamental hacer un correcto diseño lógico como siguiente paso, teniendo en cuenta las manipulaciones que se harán de los datos y los requerimientos no funcionales (frecuencia de las distintas consultas que se realizarán, requerimientos de performance, etc.).

Los profesionales especializados en sistemas de información y manejo de datos deben tener bases teóricas muy sólidas que les permitan resolver con solvencia los problemas que deben plantearse en el momento del diseño conceptual y el diseño lógico. Resolver los problemas en estos momentos tempranos en el desarrollo del repositorio de datos es la forma de minimizar los problemas que surgirán en la generación y utilización de los datos, los cuales serán mucho más grandes y difíciles de solucionar.

La Especialización y la Maestría

Teniendo como meta formar profesionales especializados en sistemas de información y manejo de datos que tengan las capacidades requeridas por los problemas que enfrentan las organizaciones actualmente, es que creamos la Especialización y la Maestría en estos temas.

La Especialización consta de un conjunto de cursos que

el estudiante deberá tomar y aprobar para obtener el título correspondiente. Estos cursos están incluidos en seis áreas de conocimiento. Las áreas de conocimiento son fijas, mientras que los cursos pueden variar y evolucionar en el correr del tiempo. Cada estudiante tiene un cierto margen de flexibilidad en los cursos que toma, debiendo cumplir con cierta cantidad de créditos mínimos por cada área de conocimiento y con algunos cursos obligatorios.

La Maestría tiene los mismos requerimientos que la Especialización más la realización de una tesis en la temática de Sistemas de Información.

Por lo tanto, un estudiante puede hacer primero la Especialización completa y luego inscribirse en la Maestría y realizar la tesis requerida por ésta.

El tiempo estimado de dedicación que insume al estudiante realizar las distintas actividades se mide en créditos. Cada crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante. Lo créditos totales de la especialización son 70. Los créditos totales de la maestría son 110. Es decir que el estudiante debe obtener 70 créditos por cursos y 40 créditos por la tesis.

Áreas de conocimiento de la especialización

Las áreas de conocimiento donde se enmarcan los cursos disponibles para ser realizados se muestran en el Cuadro 1.

Tesis de Maestría

La tesis es un trabajo de profundización en un tema puntual, donde se establecerán objetivos y se obtendrán resultados concordantes con estos objetivos. Este trabajo puede tener un enfoque más teórico o más práctico, pero siempre cumplirá con la rigurosidad propia de un trabajo de nivel de posgrado.

En el trabajo de tesis el estudiante tiene un director de tesis (o eventualmente más de uno), con quien define en mutuo acuerdo el tema de tesis y es quien lo guía durante todo el proceso.

El trabajo de tesis se presenta por escrito y se defiende en una exposición oral y pública ante un tribunal designado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería.

Conclusiones

La Especialización y Maestría en Sistemas de Información y Tecnologías de Gestión de Datos son nuevas opciones para los profesionales en informática, las cuales brindan una formación en profundidad en los principales temas de esta área.

Esta formación da las herramientas necesarias para enfrentar los problemas actuales relativos a los sistemas de

información y a los datos en general, estimulando el espíritu crítico y la búsqueda permanente de las mejores soluciones.

Cuadro 1: Áreas de conocimiento

Área de Conocimiento	Descripción	Temas
Modelos de Datos y Sistemas Avanzados	Los sistemas de información administran datos basados en modelos de datos, siendo el Modelo Relacional el más utilizado. Sin embargo, existen otros modelos de datos y sistemas asociados que se orientan a requerimientos de información específicos. Esta área incluye asignaturas relativas a modelos de datos no Relacionales puros y sistemas asociados, introduciéndolos y presentando técnicas de diseño y aplicación.	Data Warehouse, Business Intelligence, Web Semántica, Sistemas de Información Geográfica, etc.
Plataformas de Sistemas de Información	Los sistemas de información se basan en arquitecturas que modelan las formas de interacción entre sus componentes y se ejecutan en base a plataformas de middleware. Esta área incluye asignaturas que presentan arquitecturas y plataformas de ejecución de sistemas de información.	SOA, Middleware, etc.
Técnicas de procesamiento y explotación de datos	Normalmente los datos existentes en bases de datos u otros tipos de fuentes, como planillas electrónicas, texto plano, formatos web, etc., necesitan ser procesados para adecuarlos al uso que se les dará. Además, los datos pueden ser explotados de distintas formas para obtener nueva información y conocimiento a partir de ellos. Esta área incluye asignaturas que presentan técnicas y métodos para realizar distintos tipos de procesamiento y explotación de datos.	Calidad de Datos, Data Mining, Integración, Interoperabilidad, etc.
Perspectivas emergentes en Sistemas de Información	La evolución científica y tecnológica en el área de los Sistemas de Información empuja permanentemente el desarrollo de nuevas técnicas y herramientas. Esta área incluye asignaturas que presentan perspectivas de modelos, técnicas y herramientas, los cuales podrían aplicarse industrialmente en el mediano y largo plazo.	Temas que surgirán según la evolución del área.
Ética y conducta profesional	Esta área esboza las cuestiones y elementos de la conducta profesional.	Ética profesional.
Áreas relacionadas con Sistemas de Información	Áreas tales como los Lenguajes de Programación, Ingeniería de Software, Métodos Formales, Investigación Operativa, Procesamiento de Lenguaje Natural, Comunicaciones y Redes, etc., aportan conocimientos que resultan relevantes para nuestra área de interés. Por otra parte, dado que los sistemas de información se aplican en contextos diversos, por ejemplo en la Biología y Bioinformática, Ciencias Sociales, Economía, etc., el conocimiento acerca de dichas áreas resulta también relevante. Esta área incluye asignaturas pertenecientes a otras áreas que transmiten conocimientos relevantes para los sistemas de información.	No hay temas predefinidos.

VENÍ POR MÁS

Continuá tu actualización en
Sistemas de Información y
Tecnologías de Gestión de Datos

- + Aprendizaje Automático aplicado al Análisis de Textos
- + Calidad de Datos
- + Desarrollo, Ejecución y Evaluación de Procesos de Negocio
- + Fundamentos de la Web Semántica
- + Gestión de Calidad de Datos
- + Gestión de la Información
- + Gestión y Tecnologías de Procesos de Negocio
- + Lenguajes y Tecnologías de la Web Semántica.
- + Aplicaciones a Datos Abiertos
- + Middleware para Sistemas de Información
- + Modelado y simulación de Procesos de Negocio
- + Sistemas de Data Warehousing
- + Sistemas de Información Geográficos Empresariales

Por consultas: cpap@fing.edu.uy

Especialización y Maestría en Ingeniería de Software

Diego Vallespir, Lucía Camilloni/ dvallesp@fing.edu.uy, lcamilloni@fing.edu.uy/
Facultad de Ingeniería- UdelaR

La complejidad y funcionalidad de los sistemas software, así como la criticidad de los mismos, crece año a año. Debido a esto es necesario que el software sea desarrollado correctamente y eficientemente.

La Ingeniería de Software (IS) consiste en la aplicación de enfoques sistemáticos, disciplinados y cuantificables al desarrollo y mantenimiento del software [1]. Los principios y prácticas de esta disciplina son esenciales para el desarrollo de sistemas grandes, complejos y confiables. Los profesionales del software (ingenieros de software) deben aplicar prácticas profesionales para lograr producir software de calidad, cumpliendo con las necesidades de los usuarios, en tiempo y dentro del presupuesto establecido [2].

El crecimiento y fortalecimiento de una profesión (sobre todo de los profesionales que la ejercen) se ve fuertemente ligado a la educación en la disciplina de esa profesión [3]. Es muy difícil concebir una profesión madura sin contar con una educación madura en el área (que permita contar con profesionales altamente capacitados)[4].

Un avance que entendemos sumamente importante, tanto para la profesión como para la educación en IS, es el desarrollo de la Guía para el Cuerpo de Conocimiento de la Ingeniería de Software (SWEBOK). El desarrollo y mantenimiento del SWEBOK es un proyecto que comienzan en conjunto la ACM y la IEEE-CS pero que ahora sigue adelante únicamente la IEEE-CS. Esta guía describe el conocimiento generalmente aceptado de la ingeniería de software. El SWEBOK tiene como propósito brindar una caracterización consensuada de los límites de la disciplina de IS y proveer un acceso por tópicos al cuerpo de conocimiento que la soporta [5].

La primera versión del SWEBOK, SWEBOK versión Strawman [6], consistió en un borrador que describe la lista de áreas de conocimiento (KA) y las disciplinas que interactúan con la IS. Esta versión buscó estimular el

debate y el cuestionamiento y fue publicada en 1998. El SWEBOK versión 2004 [7] fue un hito en la construcción del cuerpo de conocimiento; se tenía una primera versión no borrador de la Guía. La versión actual del SWEBOK es la versión 3 [5], esta versión fue publicada en enero de 2014.

El SWEBOK 2004 tuvo una amplia repercusión y se tomó como base para importantes proyectos que ayudaron a la evolución de la educación y la profesión en IS. En lo que a la educación refiere, la IEEE-CS y la ACM proponen guías para la construcción de currículos en ingeniería de software (grado y posgrado) que se basan en esta versión del SWEBOK. La guía curricular SE2004 es la propuesta para grado [8] y para posgrado es la guía curricular GSwE2009 [9,10]. En 2014 se publicó una versión de la guía curricular de grado.

Estas guías son currículos de referencia, es decir, sirven como referencia para generar currículos adaptados a cierto contexto.

En este contexto es importante saber que la educación en IS debe ser distinta a la educación en las ciencias de la computación. Principalmente porque sus objetivos como disciplinas son diferentes [11,12].

El currículo de referencia GSwE2009 (en adelante usaremos "el GSwE2009" para referirnos de forma abreviada al currículo de referencia GSwE2009) es un Plan de estudios de referencia para programas de Maestría Profesional en ingeniería de software. Este puede ser utilizado como una guía para aquellas Facultades que están diseñando o mejorando sus programas de Maestrías Profesionales en ingeniería de software [10]. Se debe entender por Maestría Profesional a las Maestrías que forman a nivel de posgrado a aquellas personas que buscan ejercer una carrera en la práctica (esto en contraposición a una Maestría Académica). Si bien en el GSwE2009 se explicita que el mismo no está desarrollado para certificar programas de posgrado, sí se establece qué se debe cumplir para que

un programa de posgrado cumpla con (satisfaga) la guía. A partir de la creación de estas guías curriculares distintas universidades del mundo han utilizado las mismas para crear sus carreras en IS así como para adaptar, comparar y evaluar los planes de estudio existentes. La evaluación continua de los planes de estudio es necesaria para mantener y mejorar la calidad del currículo creado.

En la Universidad de la República (UdelaR) desarrollamos los Planes de estudio de una Especialización y de una Maestría Profesional en IS basándonos en el GSwE2009. En este artículo presentamos una descripción de estos planes y de cómo se utilizó la guía para la construcción de los mismos. También presentamos cómo se implementó la Especialización.

GSwE2009

El currículo de referencia GSwE2009 se basa en un conjunto de recomendaciones para la creación de Planes de estudio para programas de maestrías en ingeniería de software [13], en el SWEBOOK 2004 y en la propuesta de Plan de estudios de enseñanza de grado SE2004. La evolución y el mantenimiento del GSwE2009 son gestionados por la ACM y por la IEEE-CS.

En esta sección presentamos brevemente los aspectos centrales del GSwE2009: la arquitectura, el cuerpo de conocimiento central (CBOK), los resultados esperados al egreso y el conocimiento esperado al ingreso.

Arquitectura del GSwE2009

La arquitectura del GSwE2009 está compuesta por: contenido preparatorio, contenido central, contenido específico de la Universidad, contenido electivo y una experiencia final. Esto se presenta en la Figura 1.

El contenido preparatorio es aquel que debe ser dominado por el estudiante antes de entrar al programa de maestría.

El GSwE2009 identifica habilidades y conocimientos fundamentales que todos los graduados de maestrías en ingeniería de software deberían tener. Estos definen el contenido central o cuerpo de conocimiento central (CBOK).

El contenido específico de la Universidad son aquellos contenidos que la institución podría incluir de forma tal de adaptar su programa para cumplir con sus objetivos específicos.

El contenido electivo permite que los estudiantes se enfoquen en sus intereses particulares, dentro del enfoque establecido por el programa.

Se espera que a través de una combinación del contenido central, del específico de la Universidad y del electivo se cumplan con los 10 resultados esperados al egreso (estos

se mencionan más adelante).

El GSwE2009 recomienda que las maestrías cuenten con una experiencia final. Esta puede ser un proyecto, una práctica o una tesis. La carga horaria estimada de esta experiencia final es entre 3 a 6 créditos americanos.



Figura 1: Arquitectura del GSwE2009. Adaptado de GSwE2009 [10]

Cuerpo de conocimiento central (CBOK)

El CBOK es una descripción de las principales habilidades, conocimientos y experiencias que se espera que el estudiante adquiera para lograr cumplir con los resultados al egreso. Este cuerpo de conocimiento fue desarrollado principalmente a partir del SWEBOOK 2004 [7].

El CBOK está organizado de forma jerárquica en tres niveles. El primer nivel son las áreas de conocimiento (KA). Cada área de conocimiento es dividida en unidades y cada unidad en tópicos. A nivel de unidad (segundo nivel) se indica la profundidad de conocimiento que se espera que los estudiantes logren, en aproximadamente 200 horas de contacto (menos del 50% del total de los créditos) expresada en la Taxonomía de Bloom.

Esta taxonomía es una clasificación de los diferentes objetivos y habilidades que los educadores pueden proponer a sus estudiantes. Es una taxonomía jerárquica donde el aprendizaje a niveles superiores (de la taxonomía) depende de la adquisición del conocimiento de los niveles inferiores [14].

El CBOK contiene 11 KA. Por motivos de espacio no podemos brindar una descripción de cada una de las KA. De todas formas los nombres de las mismas son suficientemente nemotécnicos como para tener una idea de qué trata cada una: Ética y conducta profesional (ECP), Ingeniería de sistemas (ISis), Ingeniería de requisitos (IR), Diseño de software (DS), Construcción de software (CS), Pruebas (P), Mantenimiento de software (MS), Gestión de la configuración (GC), Gestión de la ingeniería de soft-

ware (GIS), Proceso de la ingeniería de software (PIS) y Calidad de software (CaS). A nivel de KA se define la distribución del esfuerzo (tiempo utilizado por el estudiante) en forma porcentual. Estos porcentajes (establece explícitamente el GSwE2009) deben utilizarse como una guía y no como una precisa especificación de un currículo. La Figura 2 presenta los mismos.

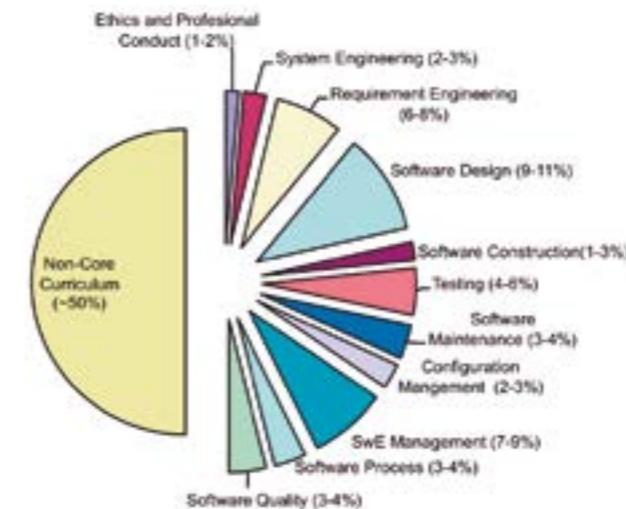


Figura 2: Distribución del esfuerzo en porcentaje. Fuente: GSwE2009[10]

Resultados esperados al egreso

La guía curricular GSwE2009 establece 10 resultados esperados al egreso. Es decir, establece resultados que se espera asimile el estudiante al culminar la maestría. Estos resultados cubren diversos aspectos como por ejemplo: técnicos, éticos y de aprendizaje. En el Cuadro 1 se presentan los 10 resultados, junto con una breve descripción de cada uno de ellos.

Conocimientos esperados al egreso

El GSwE2009 recomienda que los programas tengan entre 33 y 36 créditos americanos¹. Se espera que un estudiante de tiempo completo pueda terminar el programa en un tiempo de entre 18 a 24 meses.

El número de créditos recomendados, combinado con los resultados esperados al egreso, determinan cuáles deberían ser los conocimientos de los estudiantes que ingresan a la maestría. El GSwE2009 asume que los estudiantes que ingresan a la maestría cumplen con las siguientes condiciones:

- Son egresados de una carrera de grado en informática, ingeniería o científica con algún estudio en computación.
- Han realizado algún curso introductorio de ingeniería de software.

¹ Un crédito americano equivale a 13 o 14 horas de aula directa más horas de trabajo individual. Las horas de trabajo individual equivalen a dos o tres veces las horas de aula.

ría de software.

- Tienen al menos dos años de experiencia práctica en algún aspecto de la ingeniería de software. Esta experiencia debe incluir participación en equipos, desarrollo de programas y mantenimiento.
- El conocimiento previo, al igual que el CBOK, se presenta dividido en KA. Para cada una de estas se establece el nivel de Bloom que el estudiante debería tener al ingreso.

Plan de Estudios basado en GSwE2009 en la UdelaR

La Universidad de la República (UdelaR) es la más grande de las universidades del Uruguay y la única pública. En esta entendemos la importancia tanto de la educación en ingeniería de software como de las certificaciones y planes de estudios internacionales. En un mundo y en una disciplina tan globalizada como lo es la ingeniería de software, es razonable y necesario adoptar propuestas internacionales de planes de estudio; más aún cuando estas son propuestas de las dos sociedades de informática más grandes del mundo: la IEEE-CS y la ACM.

La carrera de grado en Informática de la UdelaR pertenece a la Facultad de Ingeniería. Esta carrera tiene similitudes con los *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs of Computer Science* [15] y *Software Engineering* [8] desarrollados por la IEEE-CS y la ACM. La duración prevista de esta carrera es de 5 años.

Para los posgrados profesionales la UdelaR define dos tipos de titulaciones: Especialización y Maestría Profesional. Las carreras de Especialización tienen por objetivo el perfeccionamiento en el dominio de un tema o área determinada dentro de una profesión o de un campo de aplicación de varias profesiones. Están dirigidas a ampliar la capacitación profesional lograda en programas de grado, ya sea con profundidad y/o extensión; en particular, a través de una formación que incluya prácticas profesionales.

Las carreras de Maestría Profesional tienen los mismos objetivos que las especializaciones pero además, se pretende que el egresado logre profundidad en un campo del conocimiento. Para lograr este último objetivo las maestrías de la UdelaR cuentan con la preparación individual de una tesis final.

Las carreras, tanto de grado como de posgrado en la UdelaR, se definen en dos niveles: Plan de estudios e Implementación del plan de estudios. El Plan de estudios se aprueba a nivel central en la Universidad mientras que la Implementación se aprueba a nivel de la Facultad que propone la Implementación (sin requerir una aprobación posterior de la Universidad).

El Plan de estudios tiene entre sus componentes princi-

Cuadro 1: Áreas de conocimiento

Resultado	Descripción
CBOK	Dominar el CBOK. El CBOK especifica niveles de Bloom que deberán ser cumplidos para cada KA.
Dominio	Dominar la ingeniería de software en un dominio y tipo de aplicación particular.
Profundidad	Dominar al menos una KA o sub-área del CBOK en el nivel de Bloom de Síntesis.
Ética	Ser capaz de tomar decisiones éticas y practicar un comportamiento ético profesional.
Ing. Sist.	Entender la relación entre la ingeniería de software y la ingeniería en sistemas. Ser capaz de aplicar principios y prácticas de la ingeniería de sistemas en la ingeniería de software.
Equipo	Ser un integrante efectivo de un equipo, pudiendo liderar un a tarea del desarrollo o mantenimiento de software.
Conciliar	Ser capaz de conciliar objetivos conflictivos de un proyecto, encontrando compromisos aceptables dentro de las limitaciones de tiempo y costo.
Perspectiva	Entender y valorar el análisis de factibilidad, la negociación y las buenas comunicaciones con los stakeholders.
Aprender	Ser capaz de aprender nuevos modelos, técnicas y tecnologías cuando estas emergen. Aprender la necesidad del desarrollo profesional continuo.
Tecnología	Ser capaz de analizar tecnologías de software actuales, compararlas con tecnologías alternativas y especificar y promover mejoras o extensiones a esas tecnologías

pales la definición de áreas de conocimiento (Materias) y los créditos mínimos que son necesarios en cada Materia para obtener la graduación. El crédito es una medida del esfuerzo estimado que debe realizar un estudiante promedio para aprobar un curso. Un crédito equivale a 15 horas de trabajo del estudiante. Estas horas se dividen en: asistencia a clases, estudio individual, realización de laboratorios, y todo otro esfuerzo por parte del estudiante para realizar y aprobar el curso. El Plan define también la cantidad de créditos mínimos totales que el estudiante debe realizar para obtener el título (la suma de los créditos mínimos por Materia puede ser menor al total requerido).

La Implementación del plan es un conjunto de restricciones sobre el Plan de estudios. De forma simplificada se puede entender a la Implementación como la definición de un conjunto de cursos que los estudiantes deben realizar de forma obligatoria para obtener el título y un conjunto de cursos electivos. Cada curso otorga créditos en una o más Materias del Plan de estudios. La Figura 3 presenta las componentes más importantes de un Plan de estudios y una Implementación de ese Plan.

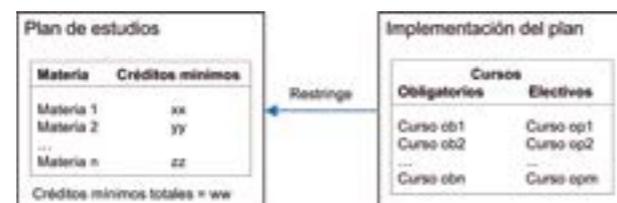


Figura 3: Plan de estudios e implementación del mismo

Plan de estudios para EIS y MIS

Durante el primer semestre de 2011 construimos un Plan de estudios basado en GSwE2009 para una Especialización en ingeniería de software (EIS) y otro para una Maestría en ingeniería de software (MIS). Los Planes de estudio de la EIS y de la MIS difieren únicamente en que la MIS requiere de la realización de una tesis de maestría. Debido a esto, el “camino” del estudiante en esta formación de posgrado profesional en ingeniería de software es realizar primero la EIS y luego, quien así lo desee, desarrollar una tesis de maestría para culminar la MIS.

En esta sección presentamos una descripción de las adaptaciones realizadas para adecuar a la realidad de nuestra Universidad los principales puntos que se plantean en el GSwE2009. Debido a que la MIS y la EIS solamente se diferencian en la tesis presentamos las adaptaciones utilizando el Plan de estudios de la MIS. Para cada una de estas adaptaciones presentamos los motivos existentes que nos obligan a realizarlas.

Arquitectura del Plan MIS- UdelaR

La arquitectura del Plan de estudios la definimos de tal modo que las Materias (áreas de conocimiento de un Plan de estudios de la UdelaR) coinciden con las 11 KA del CBOK. El GSwE2009 busca cubrir estas 11 KA. En cambio, el Plan de estudios que desarrollamos no exige créditos mínimos a obtener en cada Materia, pero exige que los estudiantes deban contar con al menos un crédito en al menos 6 Materias. Esto significa que podría no tratarse temas de 5 KA.

La cantidad total de créditos exigidos en la MIS en cursos

es 70. Esto equivale a un esfuerzo por parte del estudiante de 1.050 horas. El conjunto de cursos forman, como ya se mencionó, los requisitos requeridos para el egreso de la EIS.

El Plan de estudios de la MIS contiene además una tesis de maestría de 40 créditos. Es decir, una tesis de maestría que requiere 600 horas de esfuerzo por parte del estudiante.

El grupo de investigación en ingeniería de software (GrIS) de nuestra Universidad cuenta con un plantel de docentes escaso. Este está formado actualmente por 12 docentes, de los cuales solamente 2 tienen una dedicación total en la Universidad.

Al igual que en el GSwE2009, la intención de nuestro Plan de MIS es que el egresado tenga la capacidad de dominar las áreas fundamentales de la ingeniería de software. Sin embargo, teniendo en cuenta la cantidad de docentes del GrIS, se exige solamente cubrir al menos 6 Materias para no incluir en el Plan restricciones que después resulten imposibles de cumplir al momento de dictar los cursos. Esta decisión compromete el poder alcanzar el resultado esperado al egreso del GSwE2009 de dominar el CBOK.

Resultados esperados al egreso MIS- UdelaR

El Plan de estudios propuesto busca alcanzar 9 de los 10 resultados esperados al egreso que propone el Currículo GSwE2009. El resultado que no se incluye en el Plan es el de Dominio (dominar la ingeniería de software en un dominio y tipo de aplicación de software particular).

El GrIS no se enfoca en el estudio de la ingeniería de software para un dominio de aplicación particular. Esto implica que los cursos que se impartan en la MIS serán genéricos en cuanto al dominio de aplicación. Debido a esto los egresados de la MIS no alcanzarán un conocimiento profundo en un dominio de aplicación (como establece el resultado Dominio del GSwE2009).

Nuestra percepción y conocimiento de la situación local y de Sudamérica es que hoy en día resulta común que los profesionales vinculados a las tecnologías de la información y en particular los que ejercen de ingenieros de software cambien regularmente de trabajo. Esto hace que dichos profesionales deban aprender asiduamente nuevos dominios de aplicación. En este contexto no parece razonable realizar una carrera de posgrado en la cual se desarrolle en profundidad un dominio de aplicación particular sino todo lo contrario. Este es el otro motivo por el cual se decidió priorizar una mayor profundidad en el CBOK antes que lograr cumplir con el resultado al egreso de Dominio.

Si bien decidimos priorizar el CBOK, el dominio de este, que es otro de los resultados esperados, corre riesgo de no cumplirse en la MIS. Como se presentó anteriormente,

esto se debe a la decisión de exigir créditos en solamente 6 Materias. Cabe aclarar que los Planes de estudio de la UdelaR se mantienen sin cambios por varios años, mientras que las Implementaciones son más dinámicas. En este sentido es mediante la Implementación que se puede o no cumplir con el resultado esperado de dominio del CBOK.

Requisitos al ingreso MIS- UdelaR

En el GSwE2009 se asume que los estudiantes que ingresan a la maestría son egresados de una carrera de grado de informática o ingeniería, han realizado algún curso introductorio de ingeniería de software y cuentan con al menos 2 años de experiencia práctica en algún aspecto de la ingeniería de software. Caso contrario el GSwE2009 sugiere la realización de cursos nivelatorios que cubran parte o todo el Contenido Preparatorio (ver Figura 1).

Los requisitos de ingreso a la MIS indican solamente que se debe contar con un título de grado en informática de al menos 360 créditos (carreras de grado de al menos 4 años con los estándares de la UdelaR). Esto hace que los requisitos de ingreso resulten menores a los exigidos en el GSwE2009.

Sin embargo, es importante destacar que en el Uruguay la realidad actual es que la inmensa mayoría de los estudiantes comienzan su actividad laboral en los años previos a la finalización de su carrera de grado. Además, se espera que la mayoría de los estudiantes que ingresan a la maestría hayan egresado de la carrera de grado de Informática de la UdelaR.

Esta carrera de grado consta de 450 créditos (5 años) y cuenta con dos cursos obligatorios relacionados con la ingeniería de software: Introducción a la ingeniería de software y Proyecto de ingeniería de software.

El curso Introducción a la Ingeniería de Software es de 10 créditos. Éste tiene como objetivo brindar un panorama de los aspectos más relevantes de la ingeniería de software. Tiene un fuerte componente teórico y cuenta con trabajos prácticos (en papel) que realizan los estudiantes en grupos de entre 6 y 8 personas. En particular se realizan prácticos de: especificación de requisitos, modelado de arquitectura de software y desarrollo de un plan de pruebas. A su vez en este curso se busca introducir al estudiante en el uso de algunas técnicas y herramientas particulares para que pueda ejecutar distintos roles en un proyecto de ingeniería de software.

El Proyecto de ingeniería de software es un curso de 15 créditos. Este tiene como objetivo afirmar y profundizar los conocimientos de ingeniería de software, contrastarlos con su aplicación práctica e integrarlos con conocimientos de otros cursos. En este curso se realizan proyectos con grupos de 10 a 15 estudiantes para un cliente real (empresas del medio). Para esto se sigue un proceso similar

al Rational Unified Process [16] donde cada uno de los estudiantes tiene uno o varios roles específicos [17].

Estos dos cursos compensan de cierta manera los conocimientos esperados al ingreso sugeridos en el GSwE2009. Evaluando el conocimiento de preparación previo que sigue el GSwE2009 observamos que todas las KA propuestas son consideradas en los cursos obligatorios de nuestra carrera de grado. Sin embargo, actualmente no tenemos establecido el nivel de Bloom en cada una como lo hace el GSwE2009.

Experiencia final MIS- UdelaR

El GSwE2009 cuenta con una experiencia final que puede ser una tesis, un proyecto o una práctica. Esta puede realizarse tanto de forma individual como en equipo.

Nuestra Universidad exige que todas las maestrías finalicen con una tesis realizada de forma individual.

Mediante la realización de la tesis final se busca que el estudiante profundice sus conocimientos en una determinada área de conocimiento; aportando fuertemente a que se logre cumplir con el resultado esperado al egreso "Profundidad".

Carga total de trabajo del estudiante MIS- UdelaR

GSwE2009 estima que las maestrías tienen una carga horaria total de entre 1287 y 2016 horas. La carga horaria total esperada de la MIS es de 1650 horas, por lo que se encuentra dentro del rango estimado por el GSwE2009. Esta se descompone en 1050 horas destinadas a cursos y 600 horas para la tesis final. Las 600 horas de tesis son aproximadamente el doble de la carga horaria de la experiencia final propuesta en el GSwE2009.

La Figura 4 presenta de forma gráfica las adaptaciones realizadas de las principales características del GSwE2009.

Implementación del plan de la MIS

La primera Implementación del Plan de estudios de la MIS se elaboró a finales de 2011. La primera generación de estudiantes de la MIS comenzó sus cursos en abril de 2012.

La intención de la Implementación es tener al menos un curso por cada KA del GSwE2009 a pesar de las limitaciones actuales del GrIS (si bien el Plan solo exige solamente contar con créditos en al menos 6 Materias). Algunos de los cursos de posgrado ya se dictaban hace unos años en el marco de otra maestría y otros fueron creados especialmente para la MIS. Para los cursos que se desarrollaron especialmente para la MIS fueron asignados docentes del GrIS a áreas temáticas y se les dio libertad para armar los cursos en dicha área.

Los cursos tomados por la primera generación de estudiantes durante 2012 y 2013 se presentan en el Cuadro 2.

Los nombres de los cursos dan una idea del tipo de tema que trata cada uno.

Los últimos años, desde 2015 a 2017, se han cambiado varios de estos cursos. La carrera ha evolucionado y su evolución se basa en evaluaciones sistemáticas del contenido y la comparación con el GSwE2009. Pero dicha evolución es para otro artículo.

Conclusiones

En este artículo presentamos la Especialización en ingeniería de software y la Maestría en ingeniería de software de la Universidad de la República. Tanto la Especialización como la Maestría fueron desarrolladas a partir de la guía GSwE2009 propuesta por la ACM y la IEEE-CS.

Estas carreras de posgrado ya permiten contar con recursos humanos altamente calificados en ingeniería de software. Estos profesionales tienen los conocimientos y las habilidades necesarias como para realizar importantes aportes en las empresas de desarrollo de software del Uruguay. Esperamos que las empresas se den cuenta de esto.

Nombre del Curso
Prácticas de Desarrollo de Ingeniería de Software - Construcción
Prácticas de Desarrollo de Ingeniería de Software - Testing
Arquitectura de Software
Costos para Ingeniería de Software
Gestión de la Configuración
Modelado y Simulación de Procesos de Negocio
Introducción al CMMI-DEV
Inspección de Software: El proceso de Inspección
Estimación de Proyectos de Desarrollo y Mantenimiento de Software
Testing en el proceso de desarrollo de software
Mantenimiento de Software
Construcción de Software
Gestión de Proyectos de Software
Introducción al CMMI-ACQ
Métodos cuantitativos gerenciales

Cuadro 2 : Cursos dictados

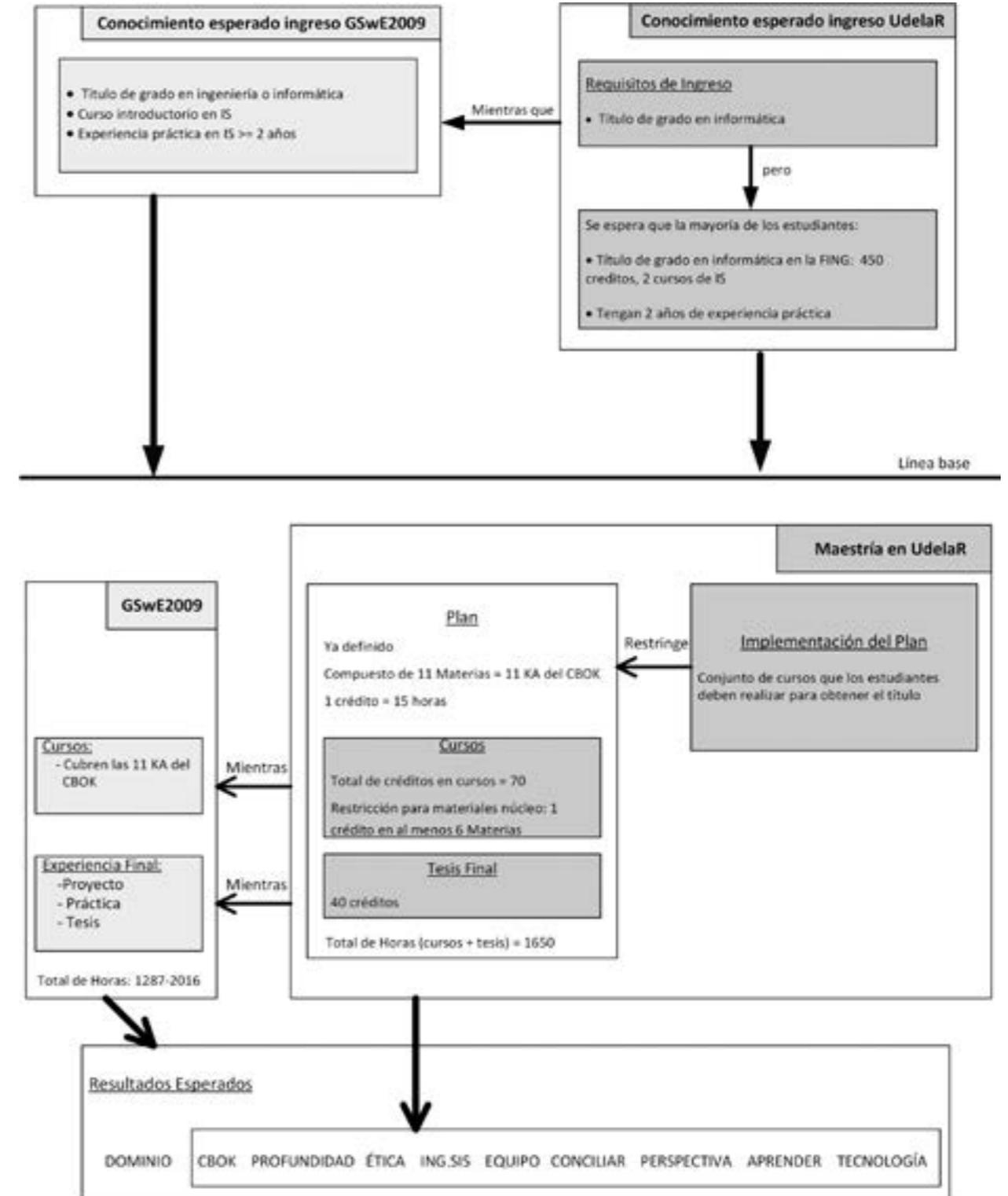


Figura 4: Las adaptaciones del GSwE2009 en la UdelaR

Referencias

- [1] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, 1990.
- [2] The Association for Computing Machinery (ACM); The Association for Information Systems (AIS); The Computer Society (IEEE-CS), Computing Curricula 2005 - The Overview Report covering undergraduate degree programs in Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, Software Engineering, 2005.
- [3] G. Ford and N. Gibbs, "A mature profession of software engineering," Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, CMU/SEI-96-TR-004, Tech. Rep., 1996.
- [4] S. McConnell and L. Tripp, "Professional software engineering fact or fiction?" IEEE Software, vol. 16, no. 6, pp. 13-18, Nov 1999.
- [5] P. Bourque and R. E. Fairley, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). IEEE Computer Society Press, 2014.
- [6] P. Bourque, R. Dupuis, A. Abran, J. W. Moore, L. Tripp, K. Shyne, B. Pflug, M. Maya, and G. Tremblay, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, A Straw Man version. IEEE Computer Society Press, 1998.
- [7] P. Bourque and R. Dupuis, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). IEEE Computer Society Press, 2004.
- [8] Joint Task Force on Computing Curricula, "Software engineering 2004: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in software engineering," IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, Tech. Rep., 2004.
- [9] M. Ardis, P. Bourque, T. Hilburn, K. Lasfer, S. Lucero, J. McDonald, A. Pyster, and M. Shaw, "Advancing software engineering professional education," IEEE Software, vol. 28, no. 4, pp. 58-63, 2011.
- [10] A. Pyster, Graduate Software Engineering 2009 (GSWE2009) Curriculum Guidelines for Graduate Degree Programs in Software Engineering. Stevens Institute, 2009.
- [11] D. Parnas, "Software engineering - missing in action: A personal perspective," Computer, vol. 44, no. 10, pp. 54-58, Oct 2011.
- [12] M. Shaw, "Continuing prospects for an engineering discipline of software," IEEE Software, vol. 26, no. 6, pp. 64-67, Nov 2009.
- [13] M. Ardis and G. Ford, "SEI report on graduate software engineering education," Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Tech. Rep. CMU/SEI 89-T-21, 1989.
- [14] B. S. Bloom, Ed., Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook 1: Cognitive Domain. David McKay Company, 1956.
- [15] ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula. 2013. Computer Science Curricula 2013. ACM Press and IEEE Computer Society Press.

[16] P. Kruchten, The Rational Unified Process: An Introduction (3ra edition). Addison Wesley Professional, 2004.

[17] J. Triñanes, "Construcción de un banco de pruebas de modelos de proceso" en IV Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento, 2004.

VENÍ POR MÁS

Continúa tu actualización en Ingeniería de Software

- + **Arquitectura de Software**
- + Construcción de Software
- + **Costos para Ingeniería de Software**
- + Estimación de proyectos de desarrollo y mantenimiento de software
- + **Gestión de la Configuración**
- + Gestión de Proyectos con el Modelo "Gestión 3.0"
- + **Gestión de Proyectos de Software**
- + Inspección de software: el proceso de inspección
- + **Introducción a la Arquitectura de Software**
- + Introducción al CMMI-DEV
- + **Liderando un equipo de desarrollo de software**
- + Mantenimiento de Software
- + **Metodologías ágiles en desarrollo de software**
- + Pensamiento de Diseño: Teoría y práctica
- + **Prácticas de Desarrollo de Ingeniería de Software: Construcción de Software**
- + Prácticas de Desarrollo de Ingeniería de Software: Diseño de Software
- + **Prácticas de Desarrollo de Ingeniería de Software: Ingeniería de Requisitos**
- + Prácticas de Desarrollo de Ingeniería de Software: Pruebas de Software
- + **Pruebas en el proceso de desarrollo de software**
- + Relaciones Personales en Ingeniería del Software

Por consultas: cpap@fing.edu.uy

Especialización y Maestría en Seguridad Informática

Gustavo Betarte, María Eugenia Corti/ gustun@fing.edu.uy, mcorti@fing.edu.uy/
Facultad de Ingeniería- UdelaR

El Grupo de Seguridad Informática (GSI) de la Facultad de Ingeniería (FING) de la Universidad de la República, Uruguay (UdelaR) fue creado a comienzos del año 2006. Desde su creación, el GSI ha realizado una intensa actividad orientada al desarrollo de trabajo de investigación y de formación de recursos humanos. En estos últimos años parte del esfuerzo se ha concentrado en desarrollar, además de los cursos de grado, una carrera de posgrado en modalidad de diploma de especialización en seguridad informática, con el objetivo de brindar a los profesionales la posibilidad de especializarse en esta temática cada vez más necesaria.

El objetivo de este artículo es presentar el desarrollo del diploma en el contexto nacional, regional e internacional y las características del mismo en cuanto a metodología de enseñanza, materias, asignaturas y el plan de estudio, así como al ambiente tecnológico que se ha construido para dar soporte a las actividades de entrenamiento que complementan la formación teórica impartida en los cursos dictados por el grupo.

Este artículo está fuertemente inspirado en la presentación de la Especialización que se hace en [1], y lo complementa con indicadores actualizados y descripciones de nuevos contenidos.

Motivación

El surgimiento de la sociedad de la información, y con ello el incremento en el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), hace que la información y los recursos informáticos que la gestionan tengan un rol principal en las actividades económicas, sociales y culturales. Asociado a este crecimiento es también cada vez mayor la cantidad de amenazas y ataques que se producen a las aplicaciones y recursos informáticos. Es en este contexto que la información se convierte en un recurso crítico al que hay que proteger. La seguridad informática se vuelve imprescindible como forma

de garantizar la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información.

Las organizaciones deben estar preparadas para proteger sus activos de información. Esto implica conocer y aplicar de forma adecuada los conceptos, metodologías, herramientas, normativas y estándares existentes en esta materia, para lograr el objetivo de seguridad. Para ello se requiere de recursos humanos profesionales debidamente capacitados y actualizados, que puedan aplicar de forma exitosa las metodologías y adaptarse rápidamente a los cambios tecnológicos y las exigencias de un área que esta en constante evolución y cambio.

Un profesional especializado en seguridad informática, debe ser capaz de aplicar las metodologías, tecnologías y herramientas que existen en las distintas áreas involucradas, como ser, entre otras, criptografía, modelos formales y análisis forense digital, así como en las áreas en las que la seguridad informática tiene su aplicación: redes, sistemas operativos, aplicaciones. Debe también ser capaz de gestionar la seguridad de la información, aplicando las normativas y estándares existentes, gestionando los incidentes, los riesgos y garantizar la continuidad del negocio, protegiendo los activos críticos.

En la actualidad, e impulsada por el surgimiento de estándares, leyes y normativas, la seguridad informática se convierte en un requisito fundamental para cualquier tipo de organización. No sólo es un requerimiento de los bancos u organizaciones financieras, sino que se extiende a todo tipo y tamaño de organización. Los riesgos de ataques informáticos alcanzan a todas las organizaciones por igual, impactando directamente en su negocio o misión. Los profesionales informáticos deben estar preparados para poder gestionar, enfrentar y mitigar estos riesgos.

Si bien, como veremos más adelante, existen a nivel internacional certificaciones en seguridad como las brindadas por ISC2, ICCP e ISACA, este tipo de profesionalización inferida (ej. pasar el examen y obtener el certificado) dis-

ta de la noción de profesionalización conferida, la cual asegura que un individuo no solamente es competente sino que está totalmente preparado para practicar una disciplina [2]. Es necesario entrenar profesionales con habilidades y conocimientos que garanticen calidad en el trabajo, que puedan a su vez comprender e implementar las políticas y procedimientos de seguridad. Es por esto que entendemos que una especialización debe contemplar ambas partes, tanto el entrenamiento práctico en laboratorios como los marcos teóricos y de contexto necesarios para actuar con la profesionalidad requerida en esta disciplina.

Este escenario lleva a la necesidad de ofrecer formación académica, de forma de preparar recursos humanos de alto nivel para enfrentar los nuevos retos asociados a la Seguridad Informática. Brindar una especialización en el área que permita a los profesionales incorporar un sólido marco teórico y a través del uso de laboratorios y trabajos prácticos, adquirir la práctica necesaria para enfrentar los desafíos que representan las vulnerabilidades y la explotación de las mismas por parte de ciber-criminales.

Contexto nacional, regional e internacional

A nivel nacional es muy reciente el desarrollo y oferta de cursos que abordan temas pertenecientes a la seguridad informática, lo que posiblemente se encuentre asociado a los bajos niveles de madurez de las organizaciones uruguayas en lo que respecta a esta disciplina siendo muy reciente la toma de conciencia de la necesidad de contar con profesionales o técnicos con capacidades y experiencia en la misma. Este crecimiento puede asociarse, además de al incremento de incidentes de seguridad a nivel nacional, al impulso que se está dando a la temática desde el gobierno, a través de la Agencia para el Desarrollo del Gobierno de Gestión Electrónica y la Sociedad de la Información y del Conocimiento (AGESIC) y a la aprobación de nuevas leyes y sus reglamentaciones que determinan, entre otras cosas, el derecho a la protección de los datos personales y la implementación a nivel de estado de políticas de seguridad de la información. En particular, el Decreto 452/009 del 28 de setiembre de 2009, establece que los organismos del estado deben adoptar una política de seguridad de la información y como parte de ésta se incluye la designación de un Responsable de la Seguridad de la Información, quien se encargará de la guía, implementación y el mantenimiento del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información de la organización. Es claro en este marco que las políticas impulsadas por el gobierno, a través de la AGESIC en particular, está determinando una exigencia de formación para cubrir roles profesionales especializados en seguridad informática. En los últimos años se ha incrementado la oferta de cursos cortos en temáticas específicas como ethical hacking, análisis forense y gestión de la seguridad de la información. Sin embargo, es escasa la oferta de carreras con nivel de posgrado que aborden

de forma completa las temáticas asociadas a la seguridad informática. En particular, en la Facultad de Ingeniería dentro de la carrera Ingeniería en Computación no se incluyen cursos obligatorios en torno a temas específicos de Seguridad Informática. Solamente se dictan dos cursos y un taller que son opcionales para los estudiantes.

En la región es más amplia la oferta tanto de cursos cortos en temas específicos como de especializaciones y maestrías. Un ejemplo de ello es la especialización y maestría ofrecida por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires con nivel de posgrado.

A nivel internacional hace ya varios años que se ha reconocido la importancia de contar con programas de educación en seguridad de la información. Además de diversas ofertas de cursos y carreras con nivel de grado y posgrado, existen iniciativas de estandarización de los planes de estudio en seguridad de la información. Iniciativas similares han surgido también en Europa como por ejemplo el proyecto (ERASMUS) surgido en 1987 con el objetivo de facilitar el intercambio entre universidades europeas y establecer relaciones con universidades de los Estados Unidos. Bajo este marco se formó el Programa para la Cooperación Interuniversitaria en Seguridad de Sistemas de Información y Comunicaciones (*Inter-University Co-operation Programme (ICP) on Information and Communication Systems Security*).

Cabe señalar que a pesar de los esfuerzos de estandarización todas las ofertas nacionales, regionales e internacionales difieren en su estructura, extensión, duración y nivel. Son muy variados también los pre-requisitos, la orientación y la profundidad de los conceptos impartidos.

Descripción del programa

Esta sección describe brevemente el plan de estudio, metodologías y herramientas utilizadas para el desarrollo del diploma.

Objetivo

El objetivo de este plan de estudios es la formación de Especialistas en Seguridad Informática capacitándolos en las temáticas relacionadas en esta área. Esta Especialización se dirige a profesionales en informática, que deseen especializarse en el área Seguridad Informática y apunta a formar profesionales éticos capaces de implementar las mejores prácticas y tendencias, conocer y cumplir las normativas y regulaciones nacionales e internacionales, generar y transmitir conocimiento en el área de forma de alcanzar mayores y mejores niveles de seguridad de la información.

Pueden ingresar al Diploma de Especialización en Seguridad Informática quienes cumplan con alguna de las si-

guientes condiciones:

- Contar con un título de grado, en informática, de al menos 360 créditos (carrera de al menos 4 años de duración). Ejemplo: título de Licenciado en Computación de la Universidad de la República.
- Haber realizado otros estudios que, a juicio de la Comisión de Postgrado, acrediten una formación que permita la realización y aprovechamiento del Plan de Estudios de la Especialización en Seguridad Informática.

Perfil del egresado

El egresado adquirirá la capacidad de aplicar con profundidad y solvencia en su actividad profesional los temas incluidos en la Especialización; asimismo, adquirirá los elementos metodológicos que junto con la capacidad de abordar bibliografía especializada le permitan comprender y emplear las nuevas tecnologías para la resolución de problemas relativos a la Seguridad Informática en su actividad profesional.

Se espera que el egresado de esta Especialización tenga la capacidad para:

- Dominar las áreas fundamentales de la Seguridad Informática
- Ser capaz de tomar decisiones éticas y practicar un comportamiento ético profesional
- Implementar un plan estratégico para gestionar la seguridad de la información en cualquier organización
- Gestionar los riesgos y el impacto que los mismos puedan tener en el negocio de la organización
- Conocer y aplicar las mejores prácticas, tendencias y herramientas para mitigar los riesgos asociados a las diferentes tecnologías de la información
- Implementar metodologías adecuadas para garantizar la continuidad del negocio de la organización
- Aprender nuevos modelos, técnicas y tecnologías cuando estas emergen, y apreciar la necesidad de ese desarrollo profesional continuo
- Diagnosticar la situación de una organización y brindar asesoramiento en materia de seguridad informática
- Gestionar los incidentes de forma efectiva y profesional

Estructura del plan de estudios

El plan de estudios de la Especialización en Seguridad Informática está estructurado en Materias. Se requiere un mínimo de 50 créditos en las materias centrales, y un total de 70 créditos para la obtención del título de especialista (el crédito es la unidad de medida de la carga de trabajo en los planes de estudio de la Facultad de Ingeniería, y un crédito equivale a quince horas de dedicación por parte del estudiante).

Este número mínimo de créditos totales y específicos en

las materias correspondientes a la especialización, es imprescindible para poder transmitir el conocimiento necesario, tanto en amplitud como en profundidad, de forma de desarrollar las habilidades deseadas en el estudiante. La duración prevista para la realización de la Especialización es de 2 (dos) años lectivos, con una dedicación estimada de entre 15 y 20 horas semanales.

A continuación se describen brevemente cada una de las materias y se listan las correspondientes asignaturas que actualmente se están dictando.

Materia Seguridad computacional

Esta materia tiene como objetivo general introducir los conceptos básicos de la seguridad informática así como el diseño y/o implantación de mecanismos de seguridad, con el objetivo de desarrollar, ampliar o mejorar las plataformas de computación. Algunos objetivos específicos son los siguientes:

- Adquirir los conceptos básicos necesarios para identificar las posibles amenazas que puede sufrir un sistema informático y establecer los mecanismos de protección adecuados que garanticen la seguridad del mismo. Incluye pero no está limitado a la seguridad informática en los sistemas operativos y redes de datos TCP/IP
- Introducir conceptos asociados a la seguridad en el proceso de desarrollo de aplicaciones
- Comprender qué hitos tener en cuenta a la hora de construir aplicaciones seguras en el proceso de desarrollo, y entender los errores más comunes que se presentan en la codificación de las aplicaciones
- Introducir las problemáticas particulares que presentan las plataformas computacionales móviles y embebidas

Las asignaturas que actualmente se están dictando asociadas a esta materia son: *Seguridad de Sistemas Informáticos, Seguridad de Aplicaciones, Seguridad de Redes TCP/IP, Dispositivos móviles de Alta Seguridad y Seguridad por Diseño y CMMI*.

Materia Criptografía aplicada

Esta materia tiene como objetivo general introducir los fundamentos principales de criptografía y su aplicación en los mecanismos de protección contra amenazas de seguridad, integrando aspectos teóricos con laboratorios experimentales.

Un objetivo específico importante de esta materia es estudiar las infraestructuras de clave pública, su implementación en el Uruguay y su aplicación para el aseguramiento de transacciones electrónicas.

Actualmente se dicta el curso *Fundamentos de Criptografía aplicada*.

Materia Gestión de Riesgos, Auditoría y Marco normativo

Esta materia tiene como objetivo general el de introducir

a los estudiantes en los principales conceptos y metodologías asociadas a la gestión de seguridad de la información, las técnicas de auditoría de sistemas de información así como en el marco normativo internacional y nacional existente.

Como objetivos específicos esta materia se plantea:

- Llevar a la práctica metodologías de rápida aplicación para la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información
- Presentar metodologías concretas para la gestión de riesgos y gestión de incidentes, abarcando los principales conceptos en torno a la familia de normas ISO/IEC 27000
- Desarrollar el entendimiento de los conceptos generales de la auditoría de sistemas de información
- Conocer los estándares, normas y guías para la realización de auditorías internas y externas
- Entender la relación entre la auditoría, el control interno, la mejora continua y la acción correctiva
- Brindar los conocimientos necesarios sobre el marco jurídico vigente aplicable a la seguridad de la información, con especial énfasis en aspectos vinculados al derecho administrativo e informático.

Las asignaturas que corrientemente se están dictando asociadas a esta materia son: *Gestión de Seguridad de la Información, Introducción a la Auditoría de Sistemas de Información y Marco Jurídico de la Seguridad de la Información*.

Materia Métodos y Técnicas de Análisis de Seguridad

Esta materia tiene como objetivo general introducir métodos, técnicas y herramientas que asistan al profesional a desarrollar actividades orientadas al análisis de vulnerabilidades e intrusiones de sistemas.

Como objetivo específicos se plantea:

- Presentar técnicas para la realización de análisis de vulnerabilidad asistido por herramientas
- Introducir a la metodología y manejo de técnicas de la disciplina de análisis forense informático

Actualmente se dicta el curso *Metodologías de Análisis Forense Informático*.

Metodología de enseñanza

Los cursos de la Especialización en Seguridad Informática utilizan una estrategia de exposición de los principales conceptos teóricos combinado con aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes realizan actividades formando pequeños grupos para el intercambio de información o trabajo práctico en una determinada tarea. La técnica utilizada en la mayoría de los cursos es de aprendizaje basado en problemas, donde se presenta un problema que

los participantes, en forma individual o grupal, deberán resolver. Se utilizan problemas de la vida real, los cuales deberán resolver utilizando diferentes herramientas, por ejemplo, maquinas y escenarios virtuales. En los cursos que así lo permiten se utilizan además técnicas de juegos de roles, con el objetivo de ampliar la experiencia de los estudiantes y la habilidad para resolver problemas de la vida real.

Las principales actividades prácticas de los cursos se desarrollan en el laboratorio armado para tal fin y el cual se detalla en la sección siguiente.

La evaluación de los cursos incluye pruebas escritas, trabajos en grupo y resolución de tareas prácticas de laboratorio.

Las exposiciones teóricas están apoyadas por transparencias como un facilitador de la comprensión y las mismas son combinadas con laboratorios prácticos, como forma de facilitar y apoyar el desarrollo de una experiencia de aprendizaje, permitiendo a los participantes aplicar los conceptos teóricos. Estos trabajos prácticos se desarrollan en el Laboratorio de Seguridad Informática descrito a continuación.

Laboratorio de Seguridad Informática

El Laboratorio de Seguridad Informática (LaSI) ha sido concebido como un centro de actividades de difusión, formación, experimentación e investigación en torno a los múltiples aspectos de la seguridad informática. El conocimiento y manejo de las distintas herramientas que permiten implementar medidas de protección, detección y prevención de incidentes es una necesidad en el ámbito de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, y se considera que un enfoque práctico es particularmente enriquecedor.

El laboratorio permite disponer de una infraestructura de experimentación aislada de los sistemas en producción. Esta plataforma permite la instalación, configuración, funcionamiento y evaluación de herramientas de seguridad informática así como el análisis en condiciones controladas de vulnerabilidades y ataques a los sistemas informáticos.

Uno de los objetivos principales del Laboratorio es poder consolidarse como un ámbito donde se concentren actividades vinculadas a la seguridad informática, propiciando la creación de grupos de trabajo, integrados por docentes y profesionales, proveyendo asimismo un ambiente que propicie la formación e investigación en el área. Otro objetivo importante es el de contribuir a la formación de recursos humanos capacitados en seguridad informática mediante la realización de talleres, cursos y seminarios con importante contenido práctico, así como generar un espacio de experimentación e investigación para el desarrollo de maestrías y doctorados en el área.

El LaSI ha sido implantado en el Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería de la UdelaR. Los estudiantes acceden al ambiente de entrenamiento y sus funcionalidades desde aulas taller que cuentan con varios PC y que se encuentra en una red independiente de la red de producción, separada de la misma a través de un firewall. Estas aulas son compartidas por variadas actividades docentes y estudiantiles, lo que limita la adecuación de esta infraestructura a las necesidades particulares del laboratorio. Cualquier modificación que se realice a las máquinas de este salón podría afectar las otras actividades. Este fue el principal motivo por el cual se decidió implementar el LaSI mediante una arquitectura mixta. En la misma se utiliza la infraestructura física (PC, switches, cables) provista por las mencionadas aulas de Facultad de Ingeniería, para acceder a una red virtual donde realmente se realizan las prácticas.

Esta arquitectura esta soportada por tres servidores que disponen de capacidad suficiente para soportar el entorno virtual donde se ejecutan las máquinas y escenarios virtuales, sobre las que se efectúan los experimentos y entrenamientos.

Por una presentación más detallada del laboratorio y las actividades desarrolladas en torno al mismo ver [3] y [4].

Avances en la implementación de la Especialización

A nivel nacional y regional es muy reciente la incorporación de ofertas de capacitación en el área de seguridad informática. Si bien se manifiesta un incremento y diversificación de cursos cortos en temáticas específicas u orientadas a productos específicos, no sucede lo mismo con la oferta de carreras que cubran de forma completa las diferentes áreas asociadas a la seguridad informática. Por otro lado a nivel internacional no existe un consenso en cuanto a la carga horaria y temáticas a tratar en los planes de estudio de las diferentes carreras.

El Diploma de Especialización en Seguridad Informática del CPAP está cubriendo un vacío existente a nivel de formación específica en el área, brindando a los estudiantes la opción de contar con los conocimientos necesarios para desarrollarse exitosamente en su actividad profesional en esta área específica y de notorio crecimiento.

Se planifica incorporar más opciones de cursos, en temáticas de actualidad y de interés tanto a nivel de industria, gobierno y academia. El horario de dictado de los cursos contempla la disponibilidad de los asistentes, considerando que los mismos son profesionales que deben cumplir una jornada laboral.

En el correr del año 2013 se terminaron de elaborar los cursos necesarios para completar los créditos definidos

por este plan de estudios. Al momento de la escritura de este artículo, septiembre de 2014, ya se han dictado todos los cursos que forman parte del núcleo básico de la Especialización, completando un poco más de los 50 créditos de materias centrales específicas requeridas. Esto permite a los estudiantes poder optar entre las materias específicas del área que son más afines a su actividad o área de trabajo. Algunos de estos cursos ya han sido dictados por tercera vez.

Finalmente, el Consejo Directivo central de la UdelaR ha aprobado la Maestría en Seguridad Informática, la que se podrá obtener a partir del cumplimiento de los requerimientos de la Especialización y la realización de una tesis en la temática.

Análisis preliminar

Si bien está planificado realizar una evaluación de la evolución de la carrera y su impacto en la industria en general, en las empresas en particular y en el sector de gobierno, se puede realizar un análisis preliminar basado en las encuestas realizadas en cada curso y la retroalimentación obtenida de los alumnos.

Este análisis refuerza la idea del interés por el área y la necesidad de contar con una especialización. La asistencia de alumnos se da en dos niveles:

- enviados por las empresas/organizaciones en las que trabajan, las cuales encuentran la necesidad de capacitar a su personal, tanto porque están creando una nueva área dentro de la organización como por reforzar los conocimientos del personal incluido en un área ya existente
- por iniciativa propia, viendo la capacitación en el área como una oportunidad de crecimiento profesional

Un porcentaje elevado de estudiantes encontró que los conocimientos adquiridos en los cursos tienen aplicación en su trabajo, así como que los temas abordados eran los esperados y los conocimientos previos eran suficientes para el aprovechamiento del curso.

Por otro lado las encuestas permitieron visualizar que el material entregado era bueno para la mayoría de los estudiantes, existiendo muchos comentarios en cuanto a la distribución de los tiempos dedicados a cada tema, el cual fue corregido en muchos casos y está siendo revisado en otros.

Sobre el grupo de Seguridad Informática

En los ocho años que han transcurrido desde su creación, el GSI ha realizado una intensa actividad orientada al desarrollo de trabajo de investigación y de formación de recursos humanos. Es importante destacar, sin embargo,

que la formación de investigadores y profesionales en el área de la Seguridad Informática ha sido una cuestión estratégica que, en muchos de los trabajos realizados, ha sido el factor motivador principal para el desarrollo de los mismos. Es por esta razón que en este artículo nos interesa destinar un breve espacio a describir la actividad curricular de enseñanza que realiza el GSI a nivel de grado así como a describir brevemente las actividades de investigación que desarrollan los miembros de este equipo.

Enseñanza

Desde el año 2007, el GSI dicta en el primer semestre de cada año lectivo el curso *Fundamentos de la Seguridad Informática* [5]. Este curso es ofrecido como electiva técnica de la carrera Ingeniero en Computación y como curso de posgrado del programa de Posgrado del Área Informática del Pedeciba (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas) del Uruguay.

Desde el año 2010, el GSI dicta en el segundo semestre lectivo el *Taller de Seguridad Informática* [6]. Este taller tiene como objetivo principal introducir al estudiante a la implementación de servicios y funcionalidades orientadas al ámbito de la seguridad informática. Allí se experimenta desarrollando, por ejemplo, funciones de autenticación, *plugins* para herramientas de seguridad, y configurando funcionalidades complejas de los sistemas operativos. También se busca promover los conocimientos para el desarrollo de código en forma segura, mediante el estudio de las estructuras y funcionalidades provistas por diferentes *frameworks* de seguridad, disponibles para distintos sistemas operativos.

Investigación

En lo que respecta a su actividad de investigación, en estos años el grupo ha trabajado en las siguientes líneas académicas:

- Especificación y verificación formal de arquitecturas de seguridad de sistemas críticos, Análisis de seguridad basado en procesos automatizados, Análisis estático y dinámico de seguridad de aplicaciones web,
- Ambientes para el entrenamiento en Seguridad
- Informática, Gestión de Seguridad de la Información.

En cada una de estas líneas de investigación el grupo ha generado resultados que han sido publicados en revistas y conferencias internacionales de prestigio.

Para una detallada presentación de las actividades del grupo ver [7].

Referencias

[1] G. Betarte, M.E. Corti, “Design and Implementation of a Computer Security Diploma”, CIESC 2013, 2013.

[2] W.V. Maconachy, L. Figallo, C. D.Schou, “INFOSEC Professionalization: A Road to be Traveled”, Forum for Advancing Software engineering Education (FASE), vol. 9 (01), 1999.

[3] G. Betarte, M. E. Corti, M. Rodríguez, “Concepción, Diseño e Implantación de un Laboratorio de Seguridad Informática”, IV Congreso Iberoamericano de Seguridad Informática, CIBSI’07}, Noviembre 2007.

[4] A. Blanco, J. Campo, L. Escanellas, C. Pintado, M. Rodríguez, “Generación de Ambientes para Entrenamiento en Seguridad Informática”, V Congreso Iberoamericano de Seguridad Informática, CIBSI’09, Noviembre 2009.

[5] GSI, “Fundamentos de la Seguridad Informática”, www.fing.edu.uy/inco/cursos/fsi.

[6] GSI, “Taller de Seguridad Informática”, www.fing.edu.uy/inco/cursos/tallersi.

[7] GSI, “Página del Grupo de Seguridad Informática”, www.fing.edu.uy/inco/grupos/gsi.

Las carreras de computación: ¿qué y cómo enseñamos, para qué?

Eduardo Grampín/ grampin@fing.edu.uy/ Facultad de Ingeniería - UdelaR

Comienzo con algunas aclaraciones; en primer lugar, uso el plural carreras, porque hoy en día la oferta de enseñanza terciaria en computación es variada, en segundo lugar, me voy a restringir a la enseñanza pública, en particular a la Universidad de la República (UdelaR), y en tercer lugar, si bien este artículo no compromete la opinión de la institución en la que trabajo (Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería, UdelaR), muchos de los conceptos vertidos han surgido de intercambios con compañeros docentes de dicha institución.

Las carreras de computación se iniciaron en la UdelaR a fines de los años 60, con la creación del Centro de Computación de la Universidad de la República (CCUR), sufrieron un retroceso durante la dictadura, y a partir de los años 80 se comenzaron a restablecer y actualizar basadas en la reconstrucción institucional del Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería (FIng), UdelaR, la creación del PEDECIBA Informática, y la primera generación de posgraduados en Ciencias de la Computación. El lector interesado puede repasar la historia reciente en el libro de Cabezas et al. [1].

Las carreras de grado existentes en la actualidad son todas “hijas” del Plan 97 de Ingeniería en Computación, y comprenden el Analista en Computación, el Tecnólogo en Informática, y una carrera reciente: la Licenciatura en Computación. Mientras tanto, los programas de posgrado académico han sido desarrollados por el PEDECIBA Informática, y los posgrados profesionales son implementados por el Centro de Posgrados y Actualización Profesional en Informática (CPAP) de FIng, UdelaR. Asimismo, existe una carrera de formación docente en informática dependiente del INET (Instituto Normal de Enseñanza Técnica – Centro de Formación en Educación).

Titulaciones

Las titulaciones de grado mencionadas han surgido en distintas épocas, en base a necesidades del mercado de trabajo, y lamentablemente adolecen de definiciones precisas en cuanto al perfil del egresado. Repasemos lo expresado por los distintos planes de estudio:

“El Ingeniero en Computación posee una formación amplia en el área de Computación, con una eventual profundización en alguna subárea, y es capaz de desarrollar sistemas de pequeño y mediano porte, con la formación necesaria para participar en proyectos de mayor porte. La formación adquirida, unida a la experiencia, se proyectará en un profesional competente en la planificación, desarrollo, mantenimiento y aplicación de sistemas computarizados, que contará con la habilidad de definir claramente un problema, de determinar su tratabilidad, y de construir una solución informática abarcando las tareas de especificación, diseño, implementación, pruebas, documentación. El Ingeniero en Computación es capaz de evaluar soluciones alternativas, realizando análisis de factibilidad y riesgos e integrando distintas tecnologías en la implementación. Tiene habilidades de comunicación, tanto para presentar sus soluciones dentro del área, como para interactuar con profesionales de otras áreas y público en general. Esto incluye la capacidad de trabajar en equipo en todos los aspectos de su actividad” [2].

“El Analista en Computación es un estudiante de Ingeniería en Computación que ha completado requisitos mínimos de formación básica y tiene conocimientos específicos en Computación suficientes como para desempeñar tareas técnicas en un equipo de trabajo en el área” (incluido en [2]).

“El Licenciado en Computación posee la formación básica y tiene conocimientos específicos en sub-áreas de Computación que lo habilitan a participar en tareas técnicas en proyectos del área o de carácter multidisciplinario.

El título habilita el ingreso a carreras de posgrado en la Universidad de la República. La Licenciatura en Computación abarca toda la formación que comprende la carrera de Analista en Computación, la cual tiene una duración estimada de tres años. El cuarto año adicional en la licenciatura está orientado hacia una especialización, definida en Perfiles de la Licenciatura. En resumen, el Licenciado tiene la formación básica imprescindible en Computación, y está formado en profundidad en una sub-área de acuerdo al perfil elegido, como por ejemplo Sistemas de Información, Ingeniería de Software, Computación Científica, entre otros” [3].

“El Tecnólogo en Informática posee formación en las áreas fundamentales de la Computación con una profundización en alguna subárea. Dicha formación incluye aspectos teóricos fundamentales y una fuerte componente práctica, incluyendo el manejo de tecnologías actualizadas. El Tecnólogo en Informática es capaz de desarrollar sistemas de pequeño y mediano porte y puede integrarse a grupos de desarrollo de proyectos de porte superior. Cuenta con la habilidad de construir y evaluar soluciones informáticas abarcando las tareas de construcción, pruebas y documentación, incluyendo la eventual integración de distintas tecnologías. Maneja habilidades de comunicación, tanto para presentar sus soluciones dentro del área, como para interactuar con profesionales de otras áreas y público en general. Esto incluye la capacidad de trabajar en equipo en todos los aspectos de su actividad” [4].

Analizando las definiciones de los perfiles de grado se puede observar cierta falta de coherencia, y de una clara diferenciación entre las diferentes titulaciones; en particular las definiciones del Tecnólogo y el Ingeniero son similares, para carreras cuyo nivel de dificultad y profundidad son abismalmente diferentes. Asimismo, el Licenciado no tiene una definición clara como profesional, sino que se define por extensión del Analista, que a su vez carece de sentido, porque es un título otorgado a un estudiante, y que por lo tanto no puede ejercer formalmente.

Resulta fundamental repensar la relación entre las titulaciones (grado y posgrado), y en particular los tres títulos de grado (sin contar el Analista, que como se mencionó no es un título de grado), y definir claramente el perfil de cada uno. Para hacer este análisis puede ser útil, entre otras dimensiones del problema, considerar qué ocupación profesional desempeñan los titulados de cada carrera.

Un ingeniero puede ser empleado, es decir, trabajar para una empresa pública o privada, o ser dueño-emprendedor, responsable de su propia empresa. El segundo caso no es excepcional, pero la formación de la carrera en este aspecto es muy escasa. En el otro caso (un ingeniero empleado por una empresa), existen perfiles gerenciales y técnicos, que pueden implicar manejar recursos humanos

y materiales (en particular liderar equipos de desarrollo), hacer planificación estratégica, conocer y conseguir nuevos clientes y mercados, y/o explorar necesidades sociales y aportar soluciones alineadas con la planificación general en el caso de las empresas públicas. En general se requieren capacidades de gestión de proyectos, y en algunos casos pueden implicar también redactar proyectos para fondos concursables (por ejemplo, para postular a llamados ANII orientados a empresas). Otro aspecto fundamental del trabajo del ingeniero es asumir el liderazgo de la gestión de las tecnologías de la información en las empresas: relevar necesidades, planificar compras, dirigir técnicos, reportar a la gerencia estratégica. Estas tareas están generalmente asociadas a la elaboración de pliegos de licitación, estudio de propuestas, negociación con los oferentes, seguimiento del proceso de compra, lo cual implica conocimiento de la legislación aplicable, capacidades de negociación y relacionamiento con otros profesionales, en particular con la alta gerencia y la dirección contable. Por lo tanto, las tareas que desempeña un ingeniero tienen asociada una carga fuerte de responsabilidad, y por lo tanto de gestión de riesgos. Naturalmente que los ingenieros también están afectados a las tareas técnicas de desarrollo informático, y en este sentido deben ser capaces de analizar problemáticas y construir soluciones adecuadas, trabajar en equipo, tanto en la dirección como en las tareas concretas de desarrollo. El ingeniero depende entonces de la alta gerencia de la empresa, o constituye él mismo dicho gerenciamiento en el caso de ser dueño-emprendedor, y debe participar en la planificación táctica y estratégica de los productos informáticos que resuelven problemas concretos. Debe saber gerenciar, pero también debe ser un técnico sólido para formar equipos de desarrollo y dirigir departamentos de TI; debe ser capaz de delegar trabajo a otros ingenieros y técnicos que forman parte de su equipo de trabajo, y debe ser capaz de interactuar con otros profesionales para encontrar soluciones adecuadas.

En cuanto a los licenciados, no existe una definición homogénea a nivel internacional, aunque tradicionalmente ha sido un título fundamentalmente académico, que forma graduados idóneos para la investigación científica y la docencia universitaria. En este sentido, la licenciatura constituye el primer paso de la formación académica de posgrado: maestría y doctorado. Desde el punto de vista profesional, el licenciado es un especialista en un área de la Computación, con un perfil eminentemente técnico, y su área laboral se centra en aportar su especialización en los equipos de desarrollo. El grado de especialización, y el carácter (técnico y/o académico) estará dado por cada perfil. El licenciado debe reportar a los jefes de equipo de desarrollo, típicamente ingenieros, y debe ser capaz de coordinar trabajo con otros licenciados y técnicos.

El título de tecnólogo habilita a desempeñar tareas técnicas en equipos de desarrollo informático, y/o equipos de gestión de tecnologías de la información. Además de

tener formación amplia en las distintas áreas de Computación, que le permiten trabajar en forma competente técnicamente, posee capacidades de relevamiento y documentación que son básicas tanto para asistir en la investigación de soluciones como en el registro de tareas desarrolladas. Los tecnólogos son los recursos humanos básicos de equipos de desarrollo, y deben reportar a los jefes de equipo (típicamente ingenieros).

Ecosistema

Entendemos que todos los perfiles descritos tienen cabida en el mercado laboral, que incluye empresas públicas y privadas, la investigación y la docencia. Si bien las titulaciones de tecnólogo y licenciado están en sus primeros pasos, imaginamos un ecosistema compuesto por las tres titulaciones, donde claramente la mayor responsabilidad, debido a la formación superior, es de los ingenieros. Los licenciados aportan capacidades técnicas específicas (y algunos de ellos siguen la carrera de investigador y/o docente), mientras que los tecnólogos forman la base técnica de los equipos de trabajo. Por lo tanto, es esperable que los tecnólogos sean los titulados más numerosos, mientras que la cantidad de egresados ingenieros y licenciados será más moderada. Es importante notar que existen mecanismos de pasaje entre carreras, de modo que ningún egresado queda “confinado” a su titulación y puede aspirar a continuar con su formación.

En este punto es importante considerar el rol de los posgraduados en este ecosistema. Las maestrías y especializaciones profesionales han aportado la formación profesional a nivel de posgrado a los ingenieros, y es la función fundamental que seguirán cumpliendo. Las maestrías académicas tienen un par de casos diferenciados: por un lado, es un requisito para iniciar la carrera docente, es decir, para poder aspirar a Profesor Adjunto (Grado 3) de la UdelaR, y desde el punto de vista laboral, no parece haber distinciones entre un ingeniero y un magister, ya que se lo considera como “posgrado en formación”. En efecto, en casi todos los casos la maestría académica es un paso en la formación de doctorado.

Consideremos ahora el rol de los doctores en el ecosistema. Hasta ahora han desempeñado fundamentalmente un rol académico-docente, como investigadores reconocidos (en particular, miembros del PEDECIBA Informática y el SNI) y formadores de investigadores y docentes, desempeñándose fundamentalmente en el ámbito académico, en particular, la UdelaR. El crecimiento del país, y de la industria de la informática en particular, determina que sea necesario generar conocimiento sistemático e innovador a nivel empresarial, y los doctores son idóneos para liderar este proceso. También es necesario generar procesos innovadores en las empresas del estado, y en este ámbito los doctores también están llamados a ser parte fundamental del proceso. Hasta el momento las empresas

han sido reacias a emplear doctores en su condición de tal, aunque en los últimos años diversos instrumentos de la ANII están contribuyendo a fomentar estas contrataciones de personal calificado, a niveles de maestría, doctorado y posdoc. Estas políticas de incentivos, sumado al crecimiento real de egresados del programa de doctorado del PEDECIBA Informática, permiten prefigurar un panorama donde el PhD no tiene como destino único la academia, sino que también pasa a formar parte del ecosistema desde las empresas. En este ámbito, su función es la de liderar equipos de I+D+i que trabajan en conjunto con los equipos de ingeniería, buscando soluciones innovadoras y prototipos que eventualmente van a pasar a producción. Es función de los PhD liderar la formulación de proyectos de investigación en el ámbito empresarial, y formular propuestas a llamados de fondos concursables. Asimismo, el PhD es vital en la formación de una cultura de la innovación, donde se debe admitir el fracaso de muchas ideas para que alguna(s) lleguen a buen puerto, sin estar atados directamente a la clásica dinámica empresarial del costo-beneficio.

Problemas

Considerando el sistema completo, un problema que debe ser atacado sin demora es la existencia de cupo en el Tecnólogo en Informática. La carrera de ingeniería en computación tiene un par de problemas crónicos: la baja tasa de egreso, y la excesiva duración efectiva de la carrera. Esta realidad es similar a otras titulaciones de ingeniería (y de la UdelaR en su conjunto); se han formulado muchas posibles explicaciones a este fenómeno, entre las que se encuentran:

1. Masividad.
2. Carencias en la formación pre-universitaria, que generan múltiples problemas para asimilar conocimientos; en particular, se destaca la pobre formación científica, escasas habilidades de escritura y comprensión lectora, falta de cultura del esfuerzo, entre otras.
3. Acceso temprano al mercado de trabajo, y por consiguiente, imposibilidad de dedicación total (“full-time”) a la carrera. En este punto distinguimos algunos casos en que trabajar es necesario económicamente, mientras que en otros casos se da por una cultura instalada que dice que un egresado que no trabajó durante la carrera es “inútil”.
4. La generación “nativa digital” tiene una gran capacidad para manejar herramientas informáticas, se ha acostumbrado a la inmediatez, y a que todo se puede encontrar en la red sin demasiado esfuerzo; esto evidentemente conspira contra la capacidad de focalizar la atención en los libros: textos demasiado extensos e impresos. Además, manejar naturalmente sistemas informáticos (PCs, teléfonos inteligentes, etc) crea la ilusión de que se domina la disciplina, y que

no hay demasiado que aprender en la carrera. En la red existe una solución (código) para casi cualquier problema que se plantee, o al menos para problemas parecidos; entonces la resolución parece limitarse a ser un buen recolector y ensamblador de piezas, lo cual lleva a la legítima pregunta de ¿por qué tengo que conocer los detalles, si todo está resuelto? Como contraparte, la calidad de las soluciones es discutible, la documentación pobre, las evaluaciones y conclusiones que se sacan del propio trabajo deficientes, y el esfuerzo para llegar a esto, demasiado.

Por otro lado, tenemos prácticas docentes que chocan directamente con estos sentidos comunes, porque imaginan un estudiante que lee libros, se concentra, atiende clases de teórico, resuelve los ejercicios prácticos, y estudia en profundidad un problema antes de ponerse a programar. Este desfase entre el estudiante imaginado y el estudiante real genera desadaptación y frustración, sumados a prácticas docentes inefectivas:

1. generación de contenidos en base a presentaciones que tientan al estudiante a considerar que ese es el único material necesario,
2. asociado a lo anterior, frecuente ausencia de un “libro de cabecera” del curso,
3. poca participación de los referentes de las asignaturas en el día a día, relegado a los ayudantes, que además tienen en general una carga horaria bajísima y una escasa participación en la vida académica.

No es la intención de estas reflexiones demonizar a estudiantes y docentes, sino intentar entender por qué tenemos resultados deficitarios en la formación de profesionales¹. El cuerpo docente históricamente ha hecho un esfuerzo importante por sostener las carreras de computación (véase [1]), pero nunca ha tenido una directiva clara de qué profesionales se forman, y para qué se forman, además de no contar, salvo excepciones, con formación docente.

El docente de carrera (G3 o superior) con alta dedicación es típicamente un investigador interesado en un área específica, con un doctorado (o en formación), y sin interés particular en la docencia de grado, a la cual se la considera repetitiva y poco atractiva. Este grupo constituye el “faculty” de la institución.

Por otro lado existe un cuerpo de docentes de carrera de baja dedicación con buena inserción en el mercado laboral, pero con escasa integración con la vida diaria de la institución, entre otras razones porque sus actividades se reducen a dictar clases en horarios nocturnos. Este grupo constituye habitualmente el cuerpo de “Lecturers” en las universidades que se pueden tomar como referencia internacional.

Existe un tercer grupo de docentes (G1 o G2) de alta dedicación, con becas de formación de maestría o docto-

rado, cuya preocupación fundamental son naturalmente sus actividades de posgrado. Este grupo constituye habitualmente el cuerpo de “Teaching Assistants” en las universidades que se pueden tomar como referencia internacional.

Finalmente, existe un grupo de ayudantes (G1) con baja dedicación (15 hs.), que por ese mismo motivo despliegan actividades laborales en la industria, que combinan con la culminación de sus estudios de grado y la tarea docente. En cierta medida sufren del mismo desarraigo que los “lecturers”, con el agravante de desconocer casi completamente la institución, y, salvo excepciones, con escasa relación con los grupos de “faculty”. En este grupo de ayudantes se suele descargar buena parte de la relación directa con los estudiantes, por ejemplos en las clases prácticas, y otras tareas no deseadas como la corrección de pruebas y exámenes, que, combinada con un ingreso bajísimo por las tareas docentes, hacen muy poco atractivo este trabajo.

Soluciones

Formularemos algunas posibles líneas de solución en las siguientes áreas: definición y contenido de las carreras, formación y estructura docente, becas y orientación estudiantil, y una dimensión transversal: la información.

Definición y contenido de las carreras

Se requiere una discusión a fondo del rol que juegan las distintas carreras en el ecosistema académico-profesional, a nivel de grado, posgrado y de formación docente. En esta discusión y en su posible resolución, considerando solo el ámbito público, interviene la UdelaR, el PEDECIBA Informática, el INET-CFE, la UTU y/o la UTEC (tecnólogos). Estas instituciones deberían tomar como insumo los planes del gobierno², la opinión empresarial, y las demandas sociales expresadas por los sindicatos de los gremios universitarios. Una discusión con tantos actores puede resultar desalentadora a primera vista; parafraseando a “think globally, act locally”, es necesario diseñar una estrategia de consultas que se concrete en cambios en los planes de estudio y/o ajustes en la implementación de las carreras. Además, la discusión debe estar atravesada por la acreditación de la(s) carrera(s). Un aspecto a remarcar en esta discusión es que la computación, si bien es una disciplina en sí, está cada vez más entrelazada en otras disciplinas como una herramienta de resolución de problemas, y asimismo, los campos de aplicación específicos dan lugar a nuevas áreas en computación. Esto necesariamente debe afectar la currícula y las prácticas docentes.

Formación y estructura docente

No existe una estructura de formación docente universitaria, y esto es habitual: normalmente los cuerpos docentes se componen del “faculty” (doctores investigadores), los “lecturers” (expertos en áreas específicas, de baja dedicación), y los “teaching assistants” (TA - estudiantes de doctorado). En nuestra(s) carrera(s) esta última función fue desempeñada tradicionalmente por los ayudantes (G1), que hoy en día, como se comentó anteriormente, tiene un escaso arraigo con la institución por diversos factores; sin embargo, se están popularizando las becas para programas de posgrado académico (maestría y doctorado), y por lo tanto la posibilidad de tender a un cuerpo de TA con mayor arraigo y dedicación. En el otro extremo, los miembros del “faculty” buscan realimentar su trabajo de investigación con la práctica docente por la vía de las asignaturas optativas. Esto, que en ausencia de posgrados estables era una idea razonable, que además responde al principio irrenunciable de libertad académica, con la masificación de la enseñanza de grado y la popularización de los posgrados debería ser re-pensado. En efecto, citando comentarios de docentes que han realizado estudios en el exterior, deberíamos diferenciar las electivas de grado y las de posgrado; las primeras forman parte de los planes de estudios de grado, e imparten conocimiento establecido y maduro, pertinente para la formación profesional, mientras que las segundas responden a las inquietudes de exploración académica de los investigadores. Por lo tanto, es importante remarcar que las electivas de grado tienen ese carácter para los estudiantes, en función de su perfil, pero no para los docentes de la carrera, ya que deben ser dictadas siempre. Mientras tanto, las electivas de posgrado sí que pueden tener un carácter más experimental, transitorio, dictarse o reemplazarse por otras asignaturas, en función del avance de las diferentes disciplinas de investigación y de la libertad académica. Esto exige buscar un equilibrio entre “cumplir con el deber” de dictar determinadas asignaturas poco desafiantes académicamente, y “sacarse las ganas” de dictar asignaturas desafiantes y con “retorno académico”, lo cual exige una discusión franca y transparente de las asignaciones docentes donde los esfuerzos sean equilibrados. Si además diseñamos planes de estudio que estén basados fuertemente en libros establecidos, la tarea se simplifica; en efecto, el país hace un esfuerzo importante para brindar acceso a publicaciones académicas de primer nivel a través del Portal Timbó [6], donde se puede encontrar, además de artículos científicos de diversa índole, colecciones de libros de grado que deberían ser contrastados con nuestra currícula [7].

1 Me refiero tanto al resultado numérico, del orden de 800 ingresos vs. 150 egresos anuales, con una duración de la carrera promedio de casi el doble de los 5 años teóricos, como a las capacidades del egresado.

2 Anteriores como el PENCTI y el Gabinete Ministerial de la Innovación, y recientemente creados como el Sistema Nacional de Competitividad, que integran el Gabinete Ministerial de Competitividad, la Secretaría de Competitividad, la Agencia

Una dimensión ineludible al hablar de la carrera docente es la remuneración. En este sentido, en los últimos 10 años se ha duplicado el ingreso, y eso es una buena noticia, pero los cargos de acceso a la carrera docente ofrecen remuneraciones claramente deficitarias (un G1 15hs recibe bastante menos que un salario mínimo), y lleva del orden de 10 años llegar a una remuneración aceptable, digamos un G2 40 hs con Dedicación Total (aunque no comparable con los salarios de la industria). Además de la reivindicación obvia de mejorar la escala de remuneraciones, este tema puede ser atacado por varios frentes, por ejemplo: i) combinar cargos de ayudante (G1) o asistente (G2) con becas de formación de posgrado durante los primeros años, ii) acortar la duración de los posgrados: la combinación maestría+doctorado debería llevar 5 años. En efecto, deberíamos aspirar a tener doctores menores de 30 años, que puedan aspirar al cargo de Profesor Adjunto (G3) con DT.

Becas y orientación estudiantil

Debemos discutir el objetivo de retrasar el ingreso al mercado de trabajo, atacando las causas económicas y culturales (como se menciona más arriba, existe una cultura instalada que dice que un egresado que no trabajó durante la carrera es “inútil”). La UdelaR ha formulado planes de impacto para las becas estudiantiles, aunque lamentablemente no han sido aprobados en el Presupuesto Nacional y las sucesivas Rendiciones de Cuentas. Esto nos aleja del objetivo de universalizar el acceso a la educación terciaria, y también de promover que los buenos estudiantes puedan terminar las carreras en los plazos establecidos por los planes de estudios, lo que únicamente puede ser logrado por estudiantes “full-time”. Ante esta realidad, se podrían considerar otros instrumentos que contribuyan a este objetivo, como por ejemplo becas de otros organismos y empresas.

El segundo aspecto a atacar es la orientación estudiantil. Los planes de estudio, las reglas de aprobación, la modalidad de los cursos, la currícula posible, entre otras dimensiones de la carrera, son muy difíciles de aprehender, y en general se cuenta con información pobre, distribuida y frecuentemente desactualizada. Esto genera una natural actitud a la defensiva de los estudiantes, que no se sienten cómodos en la carrera, no sienten que están en control de su futuro porque las reglas son difusas y cambian permanentemente. Se han realizado algunas acciones para combatir este problema, aún insuficientes, como los Talleres de Orientación al Inicio, y el Espacio de Orientación y

Nacional de Investigación e Innovación, el Instituto de Promoción de Exportaciones de Bienes y Servicios e Imagen del País, el Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional, el Instituto Nacional de Cooperativismo, la Corporación Nacional para el Desarrollo, el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [5].

Consulta (ambos en Facultad de Ingeniería, UdelaR), pero sigue faltando un sistema de información adecuado y un seguimiento académico de los estudiantes. Se debería discutir la inclusión dentro de las tareas docentes de tareas de orientación y seguimiento sistemáticas.

La información

Decimos en la sección anterior que falta un sistema de información adecuado para que los estudiantes se sientan cómodos en la carrera. En este sentido se han venido realizando esfuerzos desde la Comisión de Carrera de Ingeniería en Computación, y desde hace un par de años se cuenta con el “Sistema de Información de las Carreras” (SIC), que actualmente está siendo extendido al resto de las carreras de FING, y con posibilidades de hacerlo hacia el conjunto de la UdelaR. El SIC apoya la tarea de las comisiones de carrera, y próximamente se convertirá en una herramienta accesible directamente a los estudiantes para planificar sus estudios. Resta pensar en herramientas que apoyen la tarea docente, que sirvan para evaluar y planificar estrategias para mejorar los resultados. En este sentido, la Unidad de Enseñanza de FIng estudia puntualmente aspectos críticos de las carreras, pero estamos lejos de tener una revisión sistemática del desempeño.

Conclusiones

El panorama de las carreras de computación es complicado: los actores son diversos, la información está muy dispersa, los objetivos no han sido discutidos en profundidad; sin embargo, la industria de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) ha ganado un peso relevante en la economía del país, lo que pone en evidencia que hay buenos profesionales en computación, y lo que es más importante, impone una demanda importante de nuevos profesionales de diversos niveles. Para atacar los problemas visualizados es necesaria la discusión abierta con todos los actores, y un accionar efectivo en los ámbitos de resolución universitaria, junto con la implantación de nuevas prácticas docentes y la mejora de las condiciones estudiantiles.

Referencias

- [1] Juan José Cabezas et al., “Aportes para la historia del Instituto de Computación [1967-2012]”, Edición de la Facultad de Ingeniería - Universidad de la República, ISBN 978-9974-0-1122-9, Setiembre de 2014.
- [2] Plan de estudios de la Carrera de Ingeniería en Computación, Aprobado por el Consejo Directivo Central de la UdelaR en sesión de fecha 11/11/97. En línea: http://www.fing.edu.uy/archivos/plan_computacion.pdf
- [3] Plan de Estudios Licenciatura en Computación, Aprobado por el Consejo Directivo Central de la UdelaR en

sesión de fecha 25/09/2012. En línea: http://www.fing.edu.uy/carreras/grado/computacion/implementacion/archivos/pe_Licenciado.pdf

[4] Plan de Estudios del Tecnólogo en Informática, Administración Nacional Educación Pública - Consejo Directivo Central - Res. 17.04.07, Universidad de la República - Consejo Directivo Central - Res. 22.05.07. En línea: http://www.fing.edu.uy/archivos/plan_tecnologo_informatico.pdf

[5] Ley N° 19472, Creación del Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad. En línea: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19472-2016>

[6] Portal Timbó. En línea: <http://www.timbo.org.uy/>

[7] Portal Timbó, Springer: “Undergraduate Topics in Computer Science”. En línea: <http://link.springer.com.proxy.timbo.org.uy:443/bookseries/7592>

relacionamiento con el medio ¿QUÉ NOS DIFERENCIA?



El Instituto de Computación cuenta con docentes e investigadores especializados en distintas áreas, con capacidad y experiencia para brindar el asesoramiento en TICs que usted está necesitando para su empresa.

- Mejora de procesos en el desarrollo de software.
- Técnicas y procesos de pruebas de software.
- Gestión por procesos en una organización.
- Construcción de software a partir de modelos.
- Modelado y optimización aplicados a problemas de planificación y transporte.
- Diseño y confiabilidad en redes.
- Gestión Integral de Riesgos.
- Seguridad de la información.
- Integración e Interoperabilidad de Sistemas.
- Sistemas de Información Geográfica.
- Gestión y Control de Redes de Computadoras.
- Inteligencia Artificial y Robótica.
- Computación de Alto Desempeño.
- Accesibilidad, usabilidad y diseño centrado en el usuario.
- Análisis de aceptación o rechazo de productos, según opiniones vertidas en redes sociales o en prensa.
- Extracción de información de grandes repositorios de datos.
- Almacenamiento y transmisión eficiente de datos y corrección de errores.
- Procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos.
- Calidad de Datos y Servicios.
- Ontologías en Sistemas de Información y Web Semántica.
- Computación Gráfica.

Por mayor información o para solicitar asesoramiento,
contáctese a través de: rel_ext_inco@fing.edu.uy

Educación en informática: un paso adelante, ¿dos pasos atrás?

Sylvia da Rosa/ darosa@fing.edu.uy/ Facultad de Ingeniería - UdelaR

El objetivo de este artículo es dar a conocer a la comunidad de profesionales en informática aspectos relativos a la situación de la educación en informática, especialmente acciones que el Instituto de Computación (InCo) ha desarrollado a lo largo de los años, buscando contribuir a mejorar la educación no universitaria. Cabe aclarar que los términos ciencia de la computación e informática, son sinónimos y los usaremos indistintamente. El tema es relevante dado que la educación en informática desde niveles pre universitarios, redundan en beneficios para las carreras universitarias y contribuye a la cultura general de los ciudadanos. Consideramos que difundir esta situación entre los profesionales significa un aporte a la comprensión de factores que inciden en la formación y el desempeño en el ámbito laboral.

Desde mitad de los noventa, el Instituto de Computación ha colaborado con la enseñanza de la informática en otros sistemas educativos de nuestro país. Estas colaboraciones se han ido institucionalizando en los últimos años mediante la realización de proyectos y la organización de actividades académicas. En este artículo presentamos una visión general de las acciones impulsadas en los últimos años. Además, señalamos algunas de las dificultades que hemos percibido, y delineamos una serie de preguntas relevantes para el desarrollo de la enseñanza en informática en los próximos años. Esperamos que esta nota sirva de insumo a una discusión que aún nos debemos, y que hasta el día de hoy ha sido pospuesta por concepciones tecnofílicas que se han impuesto acriticamente en el colectivo social, político y educativo.

Titulaciones

En el año 2007 se comienza a diseñar la carrera de Profesorado de Informática de 4 años de duración, con el objetivo específico de formar profesores para el dictado de la Informática como asignatura curricular en la Enseñanza Media (EM) en Uruguay. Se crea en el marco del Sistema

Único Nacional de Formación Docente que se implementa bajo la órbita de Formación Docente. Comienza a dictarse en 2008 y en el año 2011 egresa la primera generación de estudiantes. El dictado se realiza en el Instituto Normal de Enseñanza Técnica (INET), buscando con ello revalorizar dicha institución. A pesar de ello, es un Profesorado equivalente a los que se dictan en el Instituto de Profesores Artigas y no una carrera de Maestro Técnico que es lo que tradicionalmente se dictaba en INET.

Desde su creación la carrera de profesorado de Informática contó con el apoyo de los referentes académicos en el área de Informática en el país, a saber, el Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería (InCo) de la Universidad de la República (UDELAR) y el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA), área Informática. En 2007 se crea una comisión para elaborar el Plan y la malla curricular que hiciera confluir la formación docente con la formación específica en Informática, integrada por el Colegio de Egresados del Instituto Normal de Enseñanza Técnica, delegados del Consejo de Educación Técnico Profesional, de la Universidad de la República, en concreto del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería, y profesores de Formación Docente con formación en computación. El objetivo de la carrera que se definió en ese momento era formar docentes con un perfil de egreso que permitiera introducir en la EM la Informática como disciplina científica, distinguiéndola del aprendizaje del uso de sus productos tecnológicos. Este enfoque comparte la preocupación de comunidades de docentes de otros países acerca de la confusión (muy arraigada en la sociedad en general y en el sistema educativo en particular) entre tecnología de la información e informática. Contribuye a fomentar esta confusión el desarrollo acelerado y la distribución masiva de los productos tecnológicos producidos por aplicaciones de esta ciencia, a veces considerados como la panacea de los problemas educativos.

La existencia de esta asignatura en la EM, tal como exis-

ten la matemática, la física, la química, etc., es un debe educativo desde hace años. En 2007 la ANEP se propuso satisfacerlo, como muestran los siguientes párrafos:

- En el documento “Postura con respecto a la carrera del Profesorado de Informática” elaborado por docentes de dicha carrera en 2011 [10], se cita la “Propuesta del Profesorado de Informática” de setiembre del año 2007, donde se dice: “Por tanto el sistema de enseñanza actual necesita docentes preparados para asistir al alumno en su camino hacia el pensamiento algorítmico, el razonamiento lógico y una clara y reproducible exposición de soluciones.” [...] “El objetivo del Profesorado de Informática es cubrir una necesidad impostergable de la sociedad uruguaya y del sistema educativo en particular, de contar con un cuerpo de docentes en informática con la formación adecuada. Se pretende formar un profesor con conocimientos en ciencia de la computación. Para ello es fundamental brindar una formación básica general, completa e integral.”

Dicho enfoque fue difundido y defendido por la Dirección de Formación y Perfeccionamiento Docente que impulsó el Profesorado de Informática en el año 2008. Al respecto, son elocuentes las palabras de Margarita Arlas, perteneciente a la Dirección mencionada, que extraemos de la entrevista del 14/09/2008, que puede consultarse en: <http://www.uruguayeduca.edu.uy/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=138157>:

- **¿Por qué se considera de importancia la enseñanza de la ciencia de la computación en la educación básica?** En primer lugar, es un hecho de sentido común (o intuitivo): ¿por qué si enseñamos física, matemática, química, etcétera, no deberíamos enseñar computación, con todo lo que ello implica en las sociedades de las últimas décadas? Además, hay características de la ciencia de la computación que la hacen particularmente interesante y útil en la enseñanza media y también primaria. La actividad de programar se puede ver como un juego, mediante el cual el individuo genera resolución de problemas, desarrollando el pensamiento algorítmico y lógico. Permite, además, la reflexión sobre el propio pensamiento. Facilita al alumno considerar múltiples perspectivas al abordar ciertos temas y resolver problemas, y le brinda oportunidades para reflexionar sobre su propio aprendizaje. Además, propicia un diálogo interior dentro del cual la retroalimentación constante y el éxito gradual empujan a los alumnos a ir más allá de sus expectativas. Conocer la ciencia de la computación le otorga poder al usuario, a nuestros jóvenes, en lugar de al computador.

En dicha entrevista, Arlas menciona asimismo lo particular del profesorado en relación a la enseñanza que se venía impartiendo hasta ese momento:



- **La idea general de esta formación, ¿marca una diferencia o hay consonancia con lo que actualmente se trabaja en las clases de Informática?**

Hay que diferenciar el Consejo de Educación Técnico Profesional, que tiene bachilleratos específicos en Informática, con otro perfil, y lo que se trabaja en Enseñanza Media, donde se enseña la arquitectura del computador y se aprende a utilizar programas utilitarios. Ya que el Profesorado de Informática no está orientado a la formación de docentes que luego enseñarían utilitarios sino que está volcado hacia la formación de profesores en la ciencia de la computación; entonces, se puede pensar que esto influya en lo que se dicta en la Enseñanza Media. Queremos formar profesores que tengan los conocimientos requeridos para aportar a la formación lógico-matemática del alumno.

Desde el InCo y el PEDECIBA se apoyó y fomentó esta visión, donde la carrera de PI aparecía como una oportunidad para problematizar la enseñanza universal de la informática como disciplina. Desde nuestra participación en la comisión conseguimos impulsar un plan de estudios que entendemos razonable, con una formación del profesor en la disciplina con asignaturas obligatorias y electivas.

La gran dificultad fue acordar con otros actores del sistema la necesidad de abandonar una propuesta centrada en ofimática y en el uso de la informática como herramienta (TIC). El PI surgió entre otras cosas, por la existencia de una relación fluida entre el CFE y el InCo. De esta manera se consiguió establecer un plan de estudios que permitiría presentar a la informática como disciplina a enseñar, y no como una tecnología específica. Esto ponía al Uruguay en consonancia con acciones de países desarrollados en el tema [1,4-8]. Cambios operados en el CFE llevaron a dar preferencia a intentos de administrar adquisiciones tecnológicas nunca discutidas por los sistemas educativos, como kits robóticos, impresoras 3d, y drones. Paralelamente, la Universidad no ha considerado las posiciones acerca de la enseñanza de la informática abogadas por estos autores, llevando adelante acciones en las que no se encuentran usualmente implicados docentes con formación específica en informática. Vale la pena citar palabras de Simon Peyton Jones [2,3] que ilustran el tratamiento del tema en comunidades en CC de otros países:

- Sobre la necesidad de disminuir la enseñanza de TIC: *One noticeable effect on the numbers taking computer science in UK schools was an overshadowing by the subject of ICT (Information and Communication Technology). ..., too often ICT featured basic IT skills, which were considered dull and pedestrian, and which are also of little relevance to computer science. To give an idea of the impact of ICT on computing: in 2003, computing A-Level split into ICT and computing. Before the split, 28,000 students took computing. Immediately afterwards, 16,000 took ICT and 8,000 took*

computing, dropping to 11,000 and 4,000 respectively by 2012.

- Sobre la formación de profesores para la introducción de CC: *But who will teach the teachers? We have two main routes. First, the Computer Science departments of our universities. For the last two decades university CS departments have been utterly disengaged from school ICT, because the subject was of no interest or relevance to them. Now there is a real prospect that CS will be taught to school children, every university academics suddenly have a real stake in what is happening at school.*
- Sobre apoyos a nivel institucional: *Then in January 2012 the submarine finally surfaced. Michael Gove, the Secretary of State for education, gave a major policy speech in which to our astonishment and delight he said this: "We're encouraging rigorous Computer Science courses. The new Computer Science courses will reflect what you all know: that Computer Science is a rigorous, fascinating and intellectually challenging subject. Computer Science requires a thorough grounding in logic and set theory, and is merging with other scientific fields into new hybrid research subjects like computational biology.*
- Sobre mensajes a la sociedad: *But that was the easy part! Now the ground war begins: school by school, head teacher by head teacher, we must make the case, convey the vision, offer support and teaching materials, and train teachers. Explain what computer science is. We need to find ways to explain what our discipline is, in ways that make sense to parents, civil servants, and politicians, not just to the technical community. Clearly distinguishing disciplines from skills and technologies is helpful.*

Distintos aprendizajes en informática

Queremos señalar asimismo, que frente a consultas provenientes de ANEP sobre la formación de profesores en el uso de TIC en la educación, docentes del InCo elaboraron un plan para la creación de un diploma en "pedagogía y tecnología", que puede consultarse en [11]. Mencionamos acá algunos aspectos de la propuesta tendientes a esclarecer conceptos que en las consultas revelaban confusión. Por ejemplo, se buscaba del InCo "formar en informática a los profesores de cualquier asignatura", con la idea equivocada de que el informático o el profesor de informática puede y debe asistir o apoyar a profesores de otras asignaturas en el uso de tecnología. Sin embargo, los informáticos no son informáticos por usar computadoras, así como la didáctica de la informática no debe ocuparse de la enseñanza-aprendizaje del uso de productos o servicios informáticos. Las nociones relacionadas pueden clasificarse así:

- informática: una disciplina o ciencia, con las mismas características y problemas generales de definición que otras disciplinas o ciencias, como matemáticas, lingüística, o física. Los objetos que estudia la informática son los datos y los mecanismos que permiten su gestión,
- didáctica de la informática: al igual que otras disciplinas, (como por ejemplo matemática), la informática tiene un campo que es el de su didáctica, a la que competen los saberes relacionados con la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de informática,
- educación en tecnología: es lo que suele llamarse "alfabetización tecnológica",
- tecnología en educación: se entiende como el saber integrar y articular herramientas y servicios tecnológicos a las prácticas docentes, como apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje de cualquier disciplina. Esta propuesta refiere a esta noción.

Nuestra propuesta sugiere que la formación pedagógica de maestros y profesores debería transformarse de modo de incluir el estudio y la investigación sobre las implicaciones del factor tecnológico en la disciplina pedagógica. El proyecto que presentamos aspira a formar recursos humanos y experiencia local para proponer, impulsar, y evaluar esa incorporación. La propuesta no fue considerada por los consultantes, revelando una vez más la difícil relación que, con excepciones, suele establecerse entre la UDELAR y otros sistemas educativos.

PAPIS

El InCo y el PEDECIBA Informática, realizaron una serie de acciones conjuntas con el Profesorado de Informática a través del Programa de Apoyo al Profesorado de Informática (PAPI), con el objetivo de apoyar y fomentar el desarrollo académico de los docentes del profesorado, a través de actividades que les permitieran especialmente trabajar más desde la interna en grupos de investigación y especialización de la propia disciplina Informática. Las actividades se organizaron en torno a tres seminarios (2009, 2010 y 2011) en los cuales hubo sesiones de presentación de trabajos y mesas de debate, con participación de invitados extranjeros, autoridades de InCo/FING/PEDECIBA e INET. Los trabajos fueron presentados tanto por docentes del InCo como del PI. Consideramos que el PAPI construyó un ámbito de reflexión sobre temas académicos relacionados con nuestra disciplina y brindó la oportunidad de intercambio entre los docentes, preparación de ponencias y artículos y participación de estudiantes en instancias de discusión llevadas adelante por investigadores en informática y profesores del profesorado. Los materiales se encuentran accesibles en el sitio web del programa: <http://www.fing.edu.uy/inco/seminarios/papi/> A pesar de que en tiempos de la edición 2010 del PAPI comenzó la transformación de los objetivos del profesorado y de la educación en informática en educación en TIC (a través de la robótica educativa), la organización de los seminarios del Programa PAPI y la continuación del trabajo conjunto, ha permitido mantener el interés de un grupo de profesores y estudiantes en temas relevantes para el área. En las secciones siguientes se describen parte de las actividades conjuntas.

En las secciones siguientes se describen parte de las actividades conjuntas.



Mesa de debate PAPI 2010



Ponencia PAPI 2010

Interdisciplinaridad NIFCC - EECC - CIESC

En el año 2011 el espacio interdisciplinario de la UDELAR lanza un llamado a presentación de propuestas de proyectos interdisciplinarios y un grupo de docentes de humanidades y de ingeniería elabora y presenta una que resulta seleccionada. Esto dio origen la Núcleo Interdisciplinario Filosofía de la Ciencia de la Computación (NI FCC) (<http://www.fing.edu.uy/grupos/nifcc/>), que tiene una vertiente destinada a continuar el trabajo comenzado en el programa PAPI. Esta vertiente se expresa en el documento del NI FCC al definir como parte de la problemática abordada "... la ausencia de una cultura en informática como ciencia básica en la sociedad", y la

aspiración a contribuir en la creación de dicha cultura, dado que “El desarrollo del área FCC permitirá generar insumos para una reflexión crítica sobre la ciencia de la computación y trabajar en distintos ámbitos sociales desde los cuales se buscaría sensibilizar con la problemática, dando lugar, en un mediano plazo, a una cultura, por lo menos en los ámbitos educativos, más atenta a los problemas propios de la computación como ciencia básica”

Como parte de esta vertiente se dio participación a docentes de la carrera de Profesorado del INET buscando el desarrollo y consolidación del área didáctica de la informática, como una disciplina académica en la que se construyen las respuesta a las preguntas **qué, cómo, por qué y para quién** enseñar informática, por parte de informáticos especializados en didáctica.

Asimismo se realizaron acciones de divulgación dirigidas a docentes, estudiantes y autoridades de la enseñanza media, cuya expresión más acabada estuvo representada por las ediciones del Encuentro de Educación en Ciencia de la Computación (EECC), realizadas en 2012 y 2013 y la mesa de debate organizada en el marco del Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación (CIESC) en 2014 (www.fing.edu.uy/grupos/nifcc/extension.html). La mesa de debate del EECC 2013 contó con la participación de Javier Blanco, Dr. en Informática, Profesor de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad de Córdoba, investigador en Filosofía de la Ciencia de la Computación, Cristina Contera, Dra. en Educación, Consejera alterna del Consejo Consultivo de Enseñanza Terciaria Privada del Ministerio de Educación y Cultura y Gabriel Eirea, Dr. en Ingeniería Eléctrica, Profesor Adjunto del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR quien ha trabajado en el proyecto Flor de Ceibo de la UDELAR, de apoyo al Plan Ceibal. En el debate participó activamente el público, especialmente profesores de la EM, manifestando preocupaciones sobre la deformación del objetivo original del Plan Ceibal - reducir la brecha digital - en objetivos de un plan educativo que incluye educación en informática, contribuyendo a aumentar la confusión entre nuestra disciplina y el uso de la tecnología.



Mesa de debate EECC 2012

Coordinación con la Inspección de Matemática

Desde finales de la década de los 90 el PEDECIBA mostró especial preocupación por la formación de profesores de la enseñanza media en computación y destinó fondos para proyectos conjuntos UDELAR-ANEP. Nuestra área (Informática) a través del InCo propuso un proyecto de formación de profesores para integrar conceptos básicos de programación a los cursos de matemática. Cabe destacar que no se pretendía enseñar a programar, tarea que opinamos debe ser realizada por profesores de informática, sino aprovechar los cursos de matemática para orientar la solución de problemas hacia el pensamiento algorítmico e implementar las soluciones en un lenguaje de programación, especialmente en una época donde la creación del PI estaba lejos pero el problema de la informática a nivel de EM ya existía. Esta actividad se viene realizando anualmente desde entonces (con alguna breve interrupción) con muy buenos resultados: decenas de profesores de matemática pasaron por las distintas ediciones de nuestro curso y varios continuaron aplicando lo que allí aprendieron en sus clases con estudiantes de secundaria. En 2013 se realizó en forma de pasantía del programa Acortando Distancias de la ANII, organizado por ProCiencia y con apoyo de PEDECIBA, en la que participaron 12 profesores. Entre ellos contamos con la actual inspectora de matemática de Enseñanza Secundaria, quien en 2014 propuso realizar un curso para ser dictado para profesores de matemática de todo el país, basado en la pasantía. Al contar con el apoyo de la inspección, pudimos utilizar una metodología que permitió una etapa de trabajo en clase de los profesores y nuestro seguimiento, lo que dio como resultado un retorno sumamente interesante, ya que obtuvimos registros del trabajo en las clases. Cabe destacar que en ello influyó el hecho de que por primera vez autoridades de ANEP se sumaron calurosamente a la propuesta. Se pueden consultar materiales del curso en <http://www.fing.edu.uy/grupos/nifcc/material.html> En el NI FCC se desarrollaron actividades conjuntas exitosas entre docentes de la UDELAR y profesores de la EM. El curso Matemática y Programación es un ejemplo de colaboración entre UDELAR y ANEP que contribuye a mejorar tanto la relación entre actores (estudiantes y docentes UDELAR/ANEP) como la calidad del aprendizaje.

En este sentido, coincidimos con investigadores de Francia, Reino Unido y EEUU [1,4,5,6,7,8] en que la informática, más allá del aprendizaje concreto de la asignatura, beneficia la formación del estudiante en tanto que requiere habilidades que favorecen la motivación del estudiante, como por ejemplo, la autoevaluación y la independencia en los estudios.



Clase presencial curso 2014

Conclusiones

En primer lugar, pese a las dificultades, las acciones para desarrollar la educación en informática en niveles pre universitarios llevadas a cabo en los últimos años, constituyen un paso adelante. Desde el punto de vista de su desarrollo la carrera de Profesorado de Informática no sólo puede mejorar su funcionamiento y calidad, sino que dio origen a relaciones beneficiosas entre UDELAR y ANEP, que de alguna u otra manera han continuado en el tiempo, como muestra la realización de distintos eventos, cursos y actividades.

La mayor preocupación proviene de factores externos y se relaciona con la creación en la EM del espacio necesario para que los egresados puedan ejercer su profesión. Se pueden consultar las páginas oficiales de la EM y no se encontrará nada relacionado con el aprendizaje de la ciencia de la computación (informática), y si muchas referencias a aplicaciones de tecnología a la educación en otras áreas. Por ejemplo, en la página del plan ceibal sobre el proyecto Robótica Educativa (www.ceibal.org.uy/docs/robotica11.pdf) se dice:

“El Proyecto de Robótica Educativa comenzará por las

Escuelas de Tiempo Completo y Tiempo extendido que se postulen y por todos los Laboratorios de Informática de Educación Media como parte de la transformación de Laboratorios de Informática en Laboratorios de Tecnologías Digital.”

Nos preguntamos: ¿Cómo debemos interpretar esta cita? Hay algo positivo: los laboratorios de tecnología pasan a llamarse Laboratorios de Tecnologías Digital y es un paso adelante empezar a llamar a las cosas por su nombre, así como ubicar la educación en el uso de herramientas tecnológicas dentro de un área distinta de la educación en informática. Pero, ¿qué significa la transformación mencionada? La asignatura informática necesitará de salas de computadoras, ¿existirán? ¿existen y desaparecerán? Es más, ¿tendrá la informática su lugar como asignatura independiente en la EM para que los egresados del profesorado puedan realizar la tarea para la cual se han formado?

Creemos relevante para la consolidación de la informática como industria, el desarrollo de informática en la enseñanza media, que depende, entre otras cosas, de preguntas aún sin respuestas: ¿En qué medida el uso de términos vinculados con tecnología e informática dificultan la formación de RRHH? ¿Qué elementos de informática deberían desarrollarse en los distintos niveles educativos? ¿Cómo se afectaría la enseñanza de la informática a nivel universitario y por ende la formación de profesionales?

De las respuestas a estas preguntas depende que el paso adelante esté o no seguido de dos pasos atrás.

Referencias

- [1] How Computers Work: Computational Thinking for Everyone, Rex Page, Ruben Gamboa, USA
- [2] Computing at school in the UK: from guerrilla to gorilla, Simon Peyton Jones, Bill Mitchel, Simon Humphreys.
- [3] Computing at school: An Emergent Community of Practice for a Re-emergent Subject, Pete Bradshaw, John Woollard.
- [4] Computing in Schools, Shut down or restart? <http://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/>
- [5] Quelle informatique enseigner au lycee ? Gilles Dowek: <http://www.epi.asso.fr/revue/lu/11103a.htm>
- [6] Rapport de l'Academie des Sciences, L'enseignement de l'informatique en France, Il est urgent de ne plus attendre, Mai 2013
- [7] A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee (second edition), csta (Computer Science teachers Association)
- [8] Computational Thinking, Jeannette Wing, Communications of the ACM 2006: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

[9] Entrevista a Margarita Arlas:

<http://www.uruguayeduca.edu.uy/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=138157>

[10] Documento elaborado por la sala docente del PI:
<http://www.fing.edu.uy/inco/seminarios/papi/documentos/postura2011.pdf>

[11] Pedagogía y Tecnología: <http://www.fing.edu.uy/~darosa/#informes>

Glosario

ACM	Association for Computing Machinery
ANEP	Administración Nacional de Enseñanza Pública
CC	Ciencia de la Computación
CFE	Consejo de Formación en Educación
CIESC	Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación
EECC	Encuentro de Educación en Ciencia de la Computación
EM	Enseñanza Media
EPI	Enseignement Publique & Informatique
FING	Facultad de Ingeniería de UDELAR
InCo	Instituto de Computación de la FING de UDELAR
INET	Instituto Normal de Enseñanza Técnica
NI FCC	Núcleo Interdisciplinario Filosofía de la Ciencia de la Computación
PAPI	Programa de Apoyo al Profesorado de Informática
PEDECIBA	Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas
UBA	Universidad de Buenos Aires
UdelaR	Universidad de la República
PI	Profesorado de Informática
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación

VENÍ POR MÁS

Continuá tu actualización en
Seguridad Informática

- + Dispositivos móviles de alta seguridad
- + Fundamentos de Criptografía
- + **Gestión de la Seguridad de la Información**
- + Introducción a la Auditoría de Sistemas de Información
- + **Marco Jurídico de la seguridad de la información**
- + Metodologías para el Análisis Forense Informático
- + **Seguridad de Redes TCP/IP**
- + Seguridad de Sistemas Informáticos
- + **Seguridad en Aplicaciones**
- + Seguridad por Diseño y CMMI

Por consultas: cpap@fing.edu.uy

El proceso de anonimización de documentos en las organizaciones

Horacio Vico, Daniel Calegari/ horacio.vico@gmail.com, dcalegar@fing.edu.uy/
Poder Judicial, Facultad de Ingeniería - UdelaR

Actualmente existen fundamentos normativos y legislativos que hacen que la protección de los datos personales sea una responsabilidad que las organizaciones deben asumir, ya que de lo contrario se exponen a sanciones civiles o penales. Desde el año 2008 Uruguay cuenta con la Ley 18.331 [1] cuyo objetivo es garantizar la protección de los datos personales en poder de las personas físicas y jurídicas. Esta regulación impone a una organización, que tenga en su poder bases de datos que contengan datos personales, el deber de tomar todos los recaudos técnicos y administrativos para preservar su integridad, la confidencialidad de los mismos y la disponibilidad de los datos hacia sus titulares cuando éstos los requieran.

La protección de datos no es una necesidad de alcance local ni inherente a nuestra reciente normativa. Estados Unidos cuenta, desde el año 1996, con la ley H.I.P.A.A. [2] (Health Insurance Portability and Accountability Act), que regula específicamente aspectos vinculados a la privacidad y la seguridad de la información clínica de los individuos en poder de los prestadores de salud.

Más allá de cuestiones jurídicas, hay aspectos informáticos a considerar, ya que las organizaciones suelen almacenar esta información en bases de datos documentales, esto es, bases de datos donde el registro que se almacena es un documento, muchas veces no estructurado que puede contener información sensible. Por tal motivo, una organización con éstas características debe preguntarse cómo puede instrumentar la protección de sus bases de datos que le impone la legislación.

Un estrategia trivial consiste en simplemente imposibilitar el acceso a la base de datos en cuestión por parte de un tercero. No obstante, siendo que la transparencia es también un requerimiento de muchas organizaciones, éstas suelen necesitar que sus documentos sean accesibles por el ciudadano con la correspondiente protección de los datos en ellos contenidos. En muchos casos los documentos almacenados en estas bases de datos tienen gran va-

lor desde el punto de vista científico, biomédico, jurídico, etc., y este valor no guarda relación alguna con los datos personales contenidos en el documento. Por tal motivo, restringir el acceso a dicha información no es una alternativa deseable.

Las organizaciones entonces enfrentan una disyuntiva. En primer lugar deben cumplir con la legislación vigente y por tanto garantizar la total protección de los datos personales. Pero, ¿cómo hacerlo sin imposibilitar el total acceso a información útil por parte de un tercero? Una posible respuesta a esta problemática subyace en la anonimización de documentos, es decir, en la sustitución total o parcial de los datos personales eliminando toda referencia a su identidad, sin que ello implique alterar el valor o la utilidad del documento original [3].

La anonimización puede ser realizada de forma manual por parte de un usuario, siendo una tarea tediosa, repetitiva, propensa a errores y que no aporta un valor agregado a la organización. Por su parte, existen propuestas de arquitecturas para lograr la anonimización (semi)automática de los documentos [4,5], tarea no trivial que requiere la combinación de diferentes disciplinas informáticas. Sin embargo, las mismas presentan algunas limitaciones: (a) se tratan de soluciones para dominios específicos, lo cual dificulta adaptarlas a otros contextos; (b) atacan el problema de forma parcial, sin definir claramente el proceso general de anonimización; (c) no son flexibles a los efectos de permitir incorporar nuevas herramientas al proceso; (d) las implementaciones de estas soluciones no son públicas y por tanto no es posible experimentar con ellas.

El objetivo de este artículo es plantear cómo es posible realizar la anonimización (semi)automática de documentos sorteando las limitaciones de las propuestas existentes. Para ello se describe el proceso de anonimización en términos generales y se detallan los aspectos a considerar a la hora de llevar a la práctica el proceso desde una óptica tecnológica.

¿Qué es la anonimización?

La anonimización busca preservar la confidencialidad de los datos personales, sin que ello implique alterar el valor o la utilidad del documento. Una definición aceptada de anonimización se encuentra en la Ley 14/2007 de España [3] que regula la investigación biomédica. Dicha ley define anonimización como el “proceso por el cual deja de ser posible establecer por medios razonables el nexo entre un dato y el sujeto al que se refiere”. Como una simplificación del problema, podría verse como un procesamiento del documento orientado a identificar y proteger los datos sensibles contenidos en el mismo.

Existen dos niveles de anonimización a considerar. La anonimización irreversible implica la quita irreversible de toda información que permita identificar a un individuo u organización. En tanto, la anonimización reversible (también llamada despersonalización) añade la posibilidad de que se guarde alguna referencia que permita a una entidad autorizada acceder a los datos personales eliminados.

El proceso de anonimización debe preservar el contenido útil del documento, y mantener la coherencia semántica del mismo. En este sentido, es deseable que cuando se identifica un dato sensible, por ejemplo el nombre de una persona, el proceso de anonimización sustituya cada referencia que surja a dicha persona con un mismo concepto genérico, más allá de que dicho nombre pudiera aparecer escrito de distintas formas. Es habitual, por ejemplo, que se refiera a una persona inicialmente con su nombre completo y luego se mencione solamente su apellido o su nombre de pila. El proceso de anonimización debe agrupar ambos conceptos en una misma entidad, de forma de guardar la coherencia del documento original. Incluso es deseable identificar si un dato antes de ser anonimizado se trataba de un nombre propio, una ubicación geográfica, o una fecha, por ejemplo, de manera de preservar aún más el sentido de la información.

La anonimización puede ser realizada de forma manual por parte de un usuario, pero resulta una tarea tediosa, repetitiva y que no aporta un valor agregado desde el punto de vista de la información. Esta situación ocurre por ejemplo en el Poder Judicial uruguayo que cuenta con una base de jurisprudencia que es accesible al público general a través de la web. No obstante, el proceso de anonimización de sentencias requiere que un usuario lea la sentencia contenida en un documento no estructurado, ubique los datos sensibles y los vaya sustituyendo manualmente por identificadores genéricos para guardar cierta consistencia para la lectura del documento.

Por lo tanto, se presenta la necesidad de automatizar o asistir dicho proceso mediante la utilización de herramientas informáticas especializadas.

La piedra angular de la anonimización automática o asistida es la identificación de las Entidades con Nombre (NE del inglés Named Entities). Las NE se corresponden con los datos sensibles del documento que se intentan anonimizar, tales como nombres de personas, organizaciones, localizaciones, expresiones de horas, cantidades, valores monetarios, porcentajes, etc. Un sistema encargado del reconocimiento de entidades con nombre (NER del inglés Named Entity Recognition) persigue delimitar en un texto arbitrario aquellas frases simples que responden de forma directa a preguntas del tipo ¿quién?, ¿dónde?, ¿cuándo? o ¿cuánto? Este componente debe recibir como insumo un texto no estructurado, procesarlo y brindar como salida el mismo texto pero con sus NE identificadas mediante algún tipo de marca o etiqueta.

Sin embargo, esta automatización plantea algunos desafíos para llevarla a la práctica, los cuales deben ser tenidos en cuenta por una organización a la hora de desarrollar un sistema de éstas características y así hacer frente a potenciales dificultades.

En primer lugar, es frecuente que los documentos a anonimizar se encuentren en un formato “no estructurado”, es decir que los datos personales o sensibles no se encuentran identificados de forma alguna en el documento, sino que sencillamente aparecen intercalados con el contenido útil del documento. El usuario que realiza el documento podría delimitar de alguna manera los datos personales en el mismo, para luego poder identificarlos por un medio automático o semiautomático con facilidad. Sin embargo, esto implica una tarea adicional para el profesional, la cual poco tiene que ver con su especialidad. Una alternativa para atender este problema es procesar el documento no estructurado utilizando herramientas especializadas en la identificación de estos datos sensibles, tales como aquellas que están basadas en métodos y algoritmos surgidos del procesamiento del lenguaje natural, lo que puede presentar cierto grado de dificultad para la organización de no contar con profesionales con conocimientos de la disciplina.

Por otra parte, a la hora de desarrollar un sistema que contemple un proceso de anonimización, la organización debería constituir un grupo multidisciplinario donde expertos del dominio puedan orientar a los profesionales informáticos, para determinar con exactitud qué elementos constituyen datos sensibles en este contexto y cuáles no lo son. Se debe tener en cuenta que esto puede tener una fuerte dependencia con el dominio del sistema en cuestión. Sin dejar de lado las consideraciones precedentes, existen otros aspectos de relevancia que surgen del estudio de arquitecturas existentes que describen sistemas de anonimización en dominios específicos.



Arquitecturas de anonimización

Existen algunas propuestas arquitecturales para la definición de un sistema de anonimización que por lo general son específicas para los dominios médicos o biomédicos.

Un ejemplo de ello es ANONIMYTEXT [4], enfocada en anonimización de documentos clínicos en idioma castellano. Esta propuesta utiliza una combinación de técnicas para lograr la identificación de la información sensible en el texto y propone un proceso para lograr tal cometido. Un experto del negocio (un médico en este caso) define una lista de conceptos sensibles que aparecen en los documentos. Esta información es utilizada para generar un diccionario de términos que se utiliza en una segunda fase para realizar un análisis semántico del texto y etiquetar los conceptos de interés. Una vez etiquetado, se detecta la información sensible del documento basándose en la configuración que se le provea de acuerdo a la normativa legal a aplicar. Seguidamente se propone que el documento sea revisado por un experto del negocio que aprueba, corrige o rechaza el texto, proviendo en este último caso información que permita retroalimentar al sistema. Finalmente el documento se anonimiza siendo cifrada la información sensible con un algoritmo de clave pública o una función de hash.

Otra iniciativa existente es la arquitectura MOSTAS [5], vinculada a un sistema de identificación de términos biomédicos en documentos no estructurados en idioma español. El sistema recibe las notas clínicas en formato no estructurado y se realiza un análisis morfo-semántico utilizando palabras en un diccionario general del lenguaje español. De esta manera se identifican los términos generales que no tienen valor desde el punto de vista biomédico. Las palabras no reconocidas por el analizador morfo-semántico se buscan en otros diccionarios más específicos, de siglas, abreviaturas y acrónimos biomédicos. Alimentado por los términos que aún no han sido reconocidos por el motor de búsqueda anterior, se procesa el texto anterior en la búsqueda de conceptos de interés para la anonimización. En la propuesta el corrector ortográfico forma parte de un componente más grande junto con el anonimizador.

Existen otras propuestas que proveen una solución total o parcial al problema de la anonimización de documentos no estructurados, siguiendo básicamente el mismo enfoque que las anteriores, aunque con algunas diferencias a destacar. Por ejemplo, otras propuestas utilizan un proceso de etiquetado que permite vincular toda la información sensible a una entidad (por ejemplo la edad, dirección y nombre de una persona), así como permite seleccionar una estrategia de anonimización total o parcial (anonimizando un subconjunto de las categorías de entidades con nombre). Además, suelen existir mecanismos de integración con fuentes de conocimiento externas, gacetillas, o proveen la posibilidad de definir reglas,

patrones o heurísticas para identificar distintas entidades.

Las propuestas existentes son por lo general específicas para los dominios médicos o biomédicos, por lo que interesa analizar el proceso de anonimización como algo más general, que permita servir como guía para una posible implementación del mismo. Por tal motivo, en la siguiente sección presentamos una descripción del proceso independiente del dominio que ataca completamente el problema de anonimización, es decir, abarcando sus diversos tipos y posibles actividades relacionadas.

El proceso de anonimización

A partir de lo que hemos visto sobre anonimización y del análisis de propuestas existentes, nos proponemos describir el proceso de anonimización en términos generales y detallar los aspectos a considerar a la hora de construir sistemas de anonimización de forma más sencilla y adaptable a la realidad de cada organización. Una definición más exhaustiva de la arquitectura de la referencia definida por nosotros para la construcción de un sistema de estas características se presenta en el artículo Software architecture for document anonymization [6].

El proceso de anonimización puede ser descrito como un proceso de negocio, es decir, un conjunto de actividades realizadas en coordinación en un entorno organizacional y técnico, para alcanzar un objetivo del negocio [7], uti-

lizando el lenguaje BPMN tal como muestra la Figura 1. Esta notación simplifica la intervención de los expertos de negocio o los grupos multidisciplinarios, quienes pueden visualizar cómo funciona el sistema de anonimización con una notación amigable.

¿Cómo llevarlo a la práctica con costos razonables?

Como vimos este proceso puede ser ejecutado utilizando un BPMS, lo cual deriva en una reducción en los tiempos de desarrollo y por tanto en los costos. Contamos entonces con una descripción a alto nivel de un sistema de anonimización, adaptable a distintos escenarios y que contempla las características identificadas en varias propuestas de anonimización. Pero aún resta responder una interrogante y es cómo podemos llevar todo esto a la práctica todo esto en una organización no especializada en el desarrollo de estos sistemas con costos razonables, tanto en lo que refiere a términos de licenciamiento, como costos de personal en lo que refiere a la curva de aprendizaje de las tecnologías involucradas.

Una primera respuesta es que definido un sistema adaptable como el que se describe, existen diversas herramientas de uso libre tendientes a realizar el “trabajo pesado” con el texto que se requiere. Para referencia, algunas de las herramientas y frameworks de uso gratuito que se pueden utilizar para instanciar los distintos componentes descri-

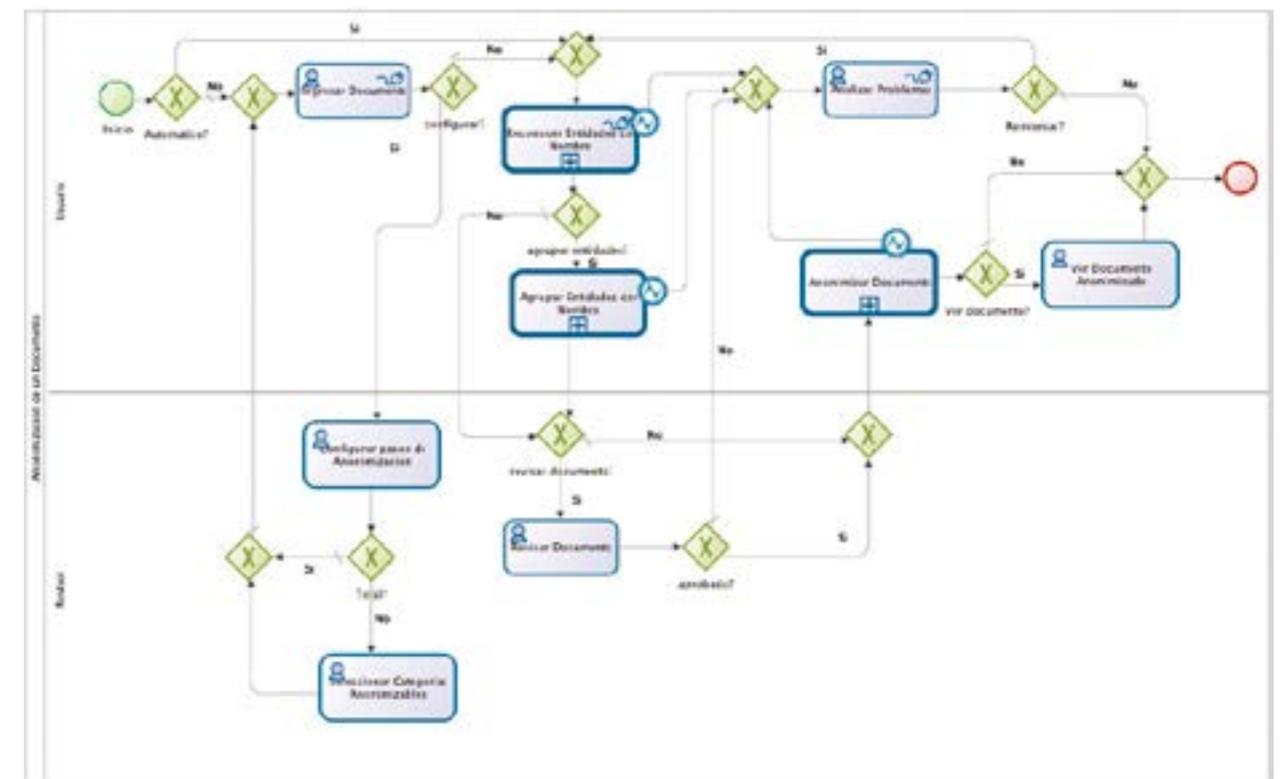


Figura 1: El proceso de anonimización de documentos

tos en nuestro sistema son FreeLing [8], Apache OpenNLP [9] y LingPipe [10], entre otros. Todas estas herramientas permiten en mayor o menor medida identificar las entidades con nombre, y en algunos casos es posible clasificarlas (en categorías tales como nombres propios, ubicaciones geográficas, etc.). En particular, LingPipe provee además de implementaciones útiles de algoritmos de clustering, que pueden ser utilizados eventualmente para agrupar los términos equivalentes.

En segundo lugar, cabe señalar que para integrar dichas herramientas no existe la necesidad de convertirse en un experto del procesamiento del lenguaje natural. Es posible integrar estas herramientas a nuestro sistema de anonimización con éxito y obtener resultados concretos en plazos razonables. Lógicamente, un conocimiento de ésta área posibilitará sacar un mayor provecho a las herramientas. Pero un conocimiento en profundidad no será necesario para prototipar un sistema de estas características y tener una buena prueba de concepto y factibilidad que la organización pueda evaluar.

Podemos afirmar que esto ha sido puesto a prueba y nos ha sido posible realizar una implementación completa de un sistema de anonimización utilizando herramientas de uso libre. Tal es así que se implementó un prototipo funcional de un sistema de anonimización de documentos jurídicos, el cual fue desarrollado siguiendo la definición de la arquitectura descrita anteriormente. Este prototipo permite interoperar con todas las herramientas libres enumeradas anteriormente. Dentro del prototipo implementado, se desarrolló además un mecanismo para poder utilizar varias de estas herramientas en conjunto, lo que fue denominado como adaptador MultiNER. Este adaptador permite utilizar varias herramientas NER en paralelo. Una vez procesado el documento con diversas herramientas, se contabiliza cuántas herramientas identificaron una determinada NE. En función de este valor, MultiNER permite definir un umbral por sobre el cual una NE es considerada válida. De esta forma se reducen los “falsos positivos”, y los eventuales errores de identificación de alguna herramienta en particular.

Conclusiones

Hemos visto que la protección de datos personales plantea un desafío importante en las organizaciones. Este reto se ve potenciado por la aparición de legislación específica que sanciona la divulgación no autorizada de información de personas físicas y/o jurídicas en poder de las organizaciones. Siendo que la legislación uruguaya en la materia es incipiente, genera la reciente necesidad de abordar nuevos problemas informáticos.

La anonimización de documentos no estructurados, vista como un proceso cien por ciento automático, o aún con

cierto grado de asistencia humana o de interactividad, presenta un desafío importante desde el punto de vista de la ingeniería de software.

No obstante, es factible la construcción de un sistema que permita la anonimización de documentos, más aún si se describe este proceso como un proceso de negocio. Este último aspecto es clave, ya que aporta una visión de alto nivel del proceso y la suficiente flexibilidad para que sea adaptado con facilidad frente a distintos escenarios. Asimismo, permite el uso de un BPMS para la ejecución del proceso, aportando una infraestructura básica para dar soporte a los aspectos de seguridad, auditoría e independencia tecnológica requeridos.

Hemos mostrado además como este tipo de sistemas puede ser llevado a la práctica con costos razonables, dado que existen herramientas disponibles que permiten realizar las distintas tareas del proceso de anonimización, tales como la identificación de entidades con nombre y el agrupamiento de las mismas. La siguiente tabla resume algunos de los desafíos que se presentan a las organizaciones, y posibles respuestas tendientes a reducir los costos y la complejidad en el desarrollo de este tipo de software.

Los avances en este sentido son prometedores ya que nos permiten pensar en la implantación de este tipo de sistemas en las organizaciones, en particular para el Poder Judicial en donde hemos ensayado un prototipo para la anonimización de sentencias judiciales asociado al sistema de gestión de jurisprudencia de Uruguay.

Referencias

- [1] República Oriental del Uruguay. Ley 18.331 - Protección de Datos Personales y Acción de “Habeas Data”, 2008. URL <http://www.parlamento.gub.uy/leyes/ley18331.html>
- [2] United States of America. Health Insurance Portability and Accountability Act, 1996. URL <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-104publ191/pdf/PLAW-104publ191.pdf>
- [3] Ministerio de Sanidad y Consumo, España. Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica. Colección Textos legales, 2007. ISBN 978-8-476-70688-6
- [4] Rebeca Perez-Lainez, Ana Iglesias, Cesar De Pablo-Sanchez. ANONIMYTEXT: Anonymization of Unstructured Documents. International Conference on Knowledge Discovery and Information Retrieval, Proceedings, pp. 284–287, 2008.
- [5] Ana Iglesias et al. Mostas: Un Etiquetador Morfo-Semántico, Anonimizador y Corrector de Historiales Clínicos. Procesamiento de Lenguaje Natural, 41(0), 2008.
- [6] Daniel Calegari, Horacio Vico. Software Architecture for Document Anonymization. Electr. Notes Theor. Comput. Sci, vol. 314, pp. 83-100, 2015.

[7] Mathias Weske. Business Process Management - Concepts, Languages, Architectures, 2nd Edition. Springer 2012, ISBN 978-3-642-28615-5

[8] Universidad Politécnica de Catalunya. Freeling, 2003. URL <http://nlp.lsi.upc.edu/freeling/>

[9] Apache Software Foundation. Apache OpenNLP, 2000. URL <http://opennlp.apache.org>

[10] Alias-I. LingPipe, 2003. URL <http://alias-i.com/lingpipe/>

Desafíos para la organización	Respuesta
Necesidad de trabajar en grupos multidisciplinares para describir el sistema.	Utilizar notación BPMN para definir el proceso simplifica el diálogo entre los desarrolladores y el resto del equipo.
Documentos en formatos no estructurados	Existen herramientas de procesamiento de lenguaje natural de uso libre que permiten identificar los datos sensibles en documentos no estructurados.
Necesidad de contar con conocimientos de procesamiento de lenguaje natural	Si bien vimos que es deseable contar con este conocimiento, el nivel mínimo es el suficiente para poder utilizar las herramientas disponibles, las cuales en su mayoría encapsulan la complejidad del procesamiento del texto.



NUEVA *Maestría en Investigación de Operaciones*

La Investigación de Operaciones consiste en el empleo de modelos y algoritmos para la búsqueda de soluciones de alta calidad en problemas reales como apoyo a la toma de decisiones a nivel operativo y gerencial.

La Maestría en Investigación de Operaciones se dirige a egresados de diversas disciplinas que deseen especializarse en el área, capacitándolos para poder analizar y resolver problemas mediante su modelado simbólico, con el objetivo de formar de profesionales capaces de afrontar y resolver necesidades de la sociedad.

La formación ofrecida brinda las herramientas para que puedan desarrollar y validar formulaciones simbólico/matemático-computacionales, desarrollar y aplicar métodos de solución, obtener y validar sus datos, e interpretar sus resultados, para apoyar la toma de decisiones en problemas reales complejos.

La maestría incluye diversos cursos de alto nivel que cubren en profundidad las técnicas más actuales y relevantes en la Investigación de operaciones, así como un trabajo de tesis, orientado al manejo activo y creativo del conocimiento en el marco de un tema o aplicación específica, incluyendo el empleo de bibliografía internacional actualizada y especializado.

Por más información, contactar vía correo electrónico:
maestria-io@fing.edu.uy

Sponsors Oro



Sponsors Plata



Apoyan





UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY