

Uso del Currículo GSwE2009 en la Universidad de la República

Diego Vallespir, Lucía Camilloni
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República
Montevideo, Uruguay
dvallesp@fing.edu.uy, lucamilloni@gmail.com

Resumen

En este artículo se presenta una adaptación del Currículo de Maestría en ingeniería de software (GSwE2009) de la IEEE-CS y la ACM para la creación de los Planes de estudios de una Especialización en ingeniería de software y de una Maestría en ingeniería de software de la Universidad de la República, Uruguay. Esta adaptación respeta, entre otros, la realidad de las tecnologías de la información en Uruguay y los reglamentos propios de la Universidad. La misma busca satisfacer 9 de los 10 resultados al egreso y cubrir las distintas áreas de conocimiento propuestas en el GSwE2009. En este artículo se presentan las partes centrales de los Planes de estudios y los motivos de cada una de las adaptaciones realizadas al Currículo GSwE2009.

1. Introducción

El software es una pieza crítica y fundamental en casi cualquier producto nuevo. Este permite avances tecnológicos que llevan a nuevos sistemas en todo sector comercial. La complejidad y funcionalidad de estos sistemas crece año a año, por ende, es necesario que el software sea desarrollado correctamente y eficientemente. Debido a que hoy en día gran parte de la funcionalidad de un sistema es implementada con software, gran parte de la responsabilidad de dicha implementación cae sobre los ingenieros de software [12]. Entonces, cabe preguntarse quiénes son ingenieros de software, qué credenciales tienen, qué carreras de grado y posgrado forman a un ingeniero de software, etc.

La ingeniería de software como profesión se encuentra transitando una etapa de maduración sumamente veloz. Un ejemplo de esto es que las licencias profesionales para ingenieros de software es algo que rápidamente se está convirtiendo en realidad. Grupos que representan a ingenieros de software mantienen que la profesión debe contar con licencias porque la misma se practica en áreas que afectan la vida de las personas [11]. Así como los médicos, conductores y enfermeros cuentan con licencias, también deben

contar con ellas los ingenieros de software. La IEEE trabaja en una iniciativa para licenciar a los ingenieros de software. Para esto se tomará un examen de competencias profesionales. Se prevé que este examen sea tomado por primera vez en abril de 2013 en Estados Unidos [8]. No obstante, el licenciamiento ingenieros de software es un tema que al día de hoy aún resulta polémico. En particular la Association for Computing Machinery (ACM) está en contra por no considerar a la ingeniería de software lo suficientemente madura [13].

Otra forma que tienen los profesionales de software de establecer sus credenciales es mediante las distintas certificaciones existentes. Existen diferentes certificaciones en ingeniería de software otorgadas por distintas organizaciones. Por ejemplo, varias certificaciones en pruebas de software otorgadas por el International Software Testing Qualifications Board, varias certificaciones otorgadas por el Software Engineering Institute de Carnegie Mellon University, así como también las certificaciones CSDA y CSDP propuestas por la IEEE Computer Society (IEEE-CS) [10]. Estas dos últimas utilizan el Cuerpo de Conocimiento de la Ingeniería de Software (SWEBOK) [4] como base para armar los exámenes de certificación.

Las licencias y certificaciones necesitan de Planes de estudio y cursos que brinden los conocimientos necesarios para obtenerlas. En lo que refiere a la ingeniería de software la IEEE-CS y la ACM proponen un Currículo para una carrera de ingeniería de software a nivel de grado (SE2004) [7] y otro a nivel de posgrado (GSwE2009) [1, 12].

El currículo GSwE2009 (en adelante usaremos “*el GSwE2009*” para referirnos de forma abreviada al currículo 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 [12]. Se debe entender por Maestría Profesional a las Maestrías que educan 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.

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 tan globalizado y en una disciplina tan global 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.

En este sentido en la UdelaR desarrollamos los Planes de estudio de una Especialización y de una Maestría Profesional en ingeniería de software basándonos en el GSwE2009. En este artículo presentamos las características más relevantes de estos Planes de estudio y las adaptaciones que fue necesario hacer al GSwE2009 para que se adecúe a nuestra realidad.

El resto del artículo se divide en las siguientes secciones. La sección 2 presenta el GSwE2009. La sección 3 presenta el uso del GSwE2009 en la UdelaR. La sección 4 presenta las conclusiones y el trabajo a futuro.

2. GSwE2009

El GSwE2009 es un Plan de estudios de referencia para programas de Maestría Profesional en ingeniería de software. Se basa en un conjunto de recomendaciones para la creación de Planes de estudio para programas de maestrías en ingeniería de software [2], en el SWEBOK y en la propuesta de Plan de estudios de enseñanza de grado SE2004. La evolución y el mantenimiento del Currículo GSwE2009 son gestionados por la ACM y por la IEEE-CS.

A continuación presentamos brevemente los aspectos centrales del GSwE2009: la arquitectura, el cuerpo de conocimiento central, 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).

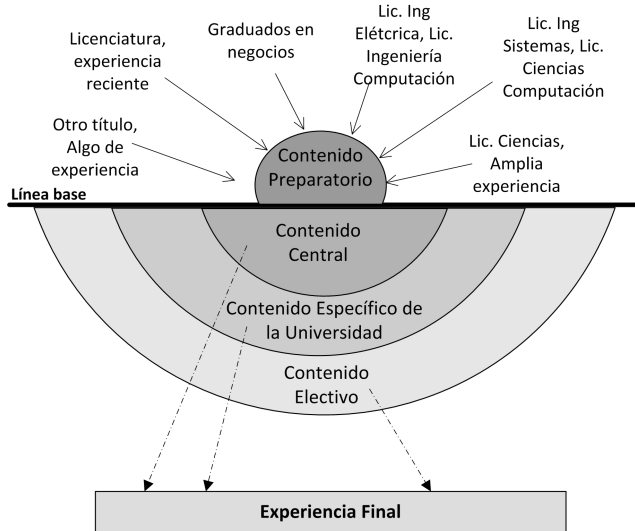


Figura 1. Arquitectura del GSwE2009

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.

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. El CBOK fue desarrollado principalmente a partir del SWEBOK.

El CBOK contiene 11 áreas de conocimiento (KA). Para cada una de estas se indica la profundidad del conocimiento que se espera que los estudiantes logren, expresando la misma en la Taxonomía de Bloom¹ [3]. Por motivos de espacio no podemos brindar una descripción de cada una de las KA. De todas formas los nombres de las mismas son

¹La Taxonomía de Bloom 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.

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 software (GIS), Proceso de la ingeniería de software (PIS) y Calidad de software (CaIS).

Resultados esperados al egreso

El Currículo 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.

Conocimiento Esperado al Ingreso

El GSwE2009 recomienda que los programas tengan entre 33 y 36 créditos americanos. 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. 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 KA se establece el nivel de Bloom que el estudiante debería tener al ingreso.

3. Usando GSwE2009 en la UdelaR

La carrera de grado en Informática de la UdelaR pertenece a la Facultad de Ingeniería. Esta carrera tiene similitudes con los *Curriculums Guidelines for Undergraduate Degree Programs of Computer Science* [6] y *Software Engineering* [7] 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 en la Facultad que propone la Implementación sin requerir una aprobación de la Universidad.

El Plan de estudios tiene como componentes principales la definición de áreas de conocimiento (llamadas Materias) y los créditos mínimos que son necesarios en cada Materia para obtener la graduación. El crédito es una medida del esfuerzo 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. Pueden existir distintas Implementaciones para un mismo Plan; en este caso cada una es llamada Perfil. La Figura 2 presenta las componentes más importantes de un Plan de estudios y una Implementación de ese Plan.

3.1. 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 son idénticos a menos que la MIS requiere

Cuadro 1. Descripción de los resultados esperados al egreso

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 área 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 <i>stakeholders</i> .
Aprender	Ser capaz de aprender nuevos modelos, técnicas y tecnologías cuando estas emergen. Apreciar 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.

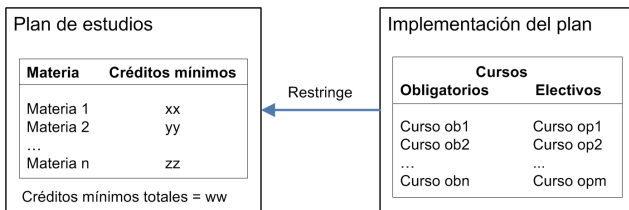


Figura 2. Plan de estudios e Implementación del plan de estudios

de la realización de una tesis de maestría luego de culminados los cursos. Debido a esto, el “camino” del estudiante en esta formación 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 la adaptación realizada 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 presentaremos la adaptación utilizando tanto el Plan de estudios como la Implementación de la MIS. Para cada una de las adaptaciones presentamos los motivos existentes que nos obligan a realizar las mismas.

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. La cantidad total de créditos exigidos en cursos es 70. El

Plan de estudios contiene además una tesis de maestría de 40 créditos.

El grupo de investigación en ingeniería de software (GrIS) de nuestra Universidad cuenta con un plantel de docentes escaso. Este está formado por 10 docentes, de los cuales solamente tres 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 un crédito en 6 Materias para no incluir en el Plan restricciones que después resulten complejas de cumplir al momento de dictar los cursos. Esta decisión afecta directamente el resultado esperado al egreso 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).

Hoy en día en el Uruguay es 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 apli-

cación. 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. Esto se debe a la decisión de exigir créditos en solamente 6 Materias. Cabe aclarar que los Planes de estudio se mantienen sin cambiar por años, mientras que las Implementaciones son más dinámicas. En este sentido corre por cuenta de la Implementación alcanzar el resultado esperado de dominio del CBOK.

Requisitos de 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). Esto hace que los requisitos de ingreso resulten menores a los esperados en 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. A su vez, 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 unas 8 personas. En particular se realizan prácticos de: especificación de requisitos, modelado de arquitectura de software y realización de un plan de pruebas.

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 gru-

pos de 10 a 15 estudiantes para un cliente real (empresas del medio). Para esto se sigue un proceso similar al Rational Unified Process [9] donde cada uno de los estudiantes tiene uno o varios roles específicos [5].

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. Dentro de esto se admite la realización de proyectos de forma individual siempre y cuando se culmine con una tesis.

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 de 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 (entre 33 y 36 créditos americanos)². 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 3 presenta de forma gráfica la adaptación realizada de las principales características del GSwE2009. Esta muestra la situación al momento en que se culminó la redacción del Plan de estudios de la MIS.

3.2. Implementación del Plan para la MIS

La Implementación del Plan de estudios de la MIS comenzó a elaborarse a finales de 2011 y aún no está culmina-

²Un 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. La carga total en créditos del GSwE2009 va desde 33 créditos (mínimo) a 36 créditos (máximo). Para calcular el mínimo de horas se utiliza la menor carga de GSwE2009 (33 créditos) y la menor cantidad de horas por crédito: 13 horas de aula más dos veces esas horas dedicadas a trabajo individual. Esto es igual a 1287 horas (13 + 13x2)x33. Utilizando 36 créditos y el máximo de carga por créditos se llega a las 2016 horas.

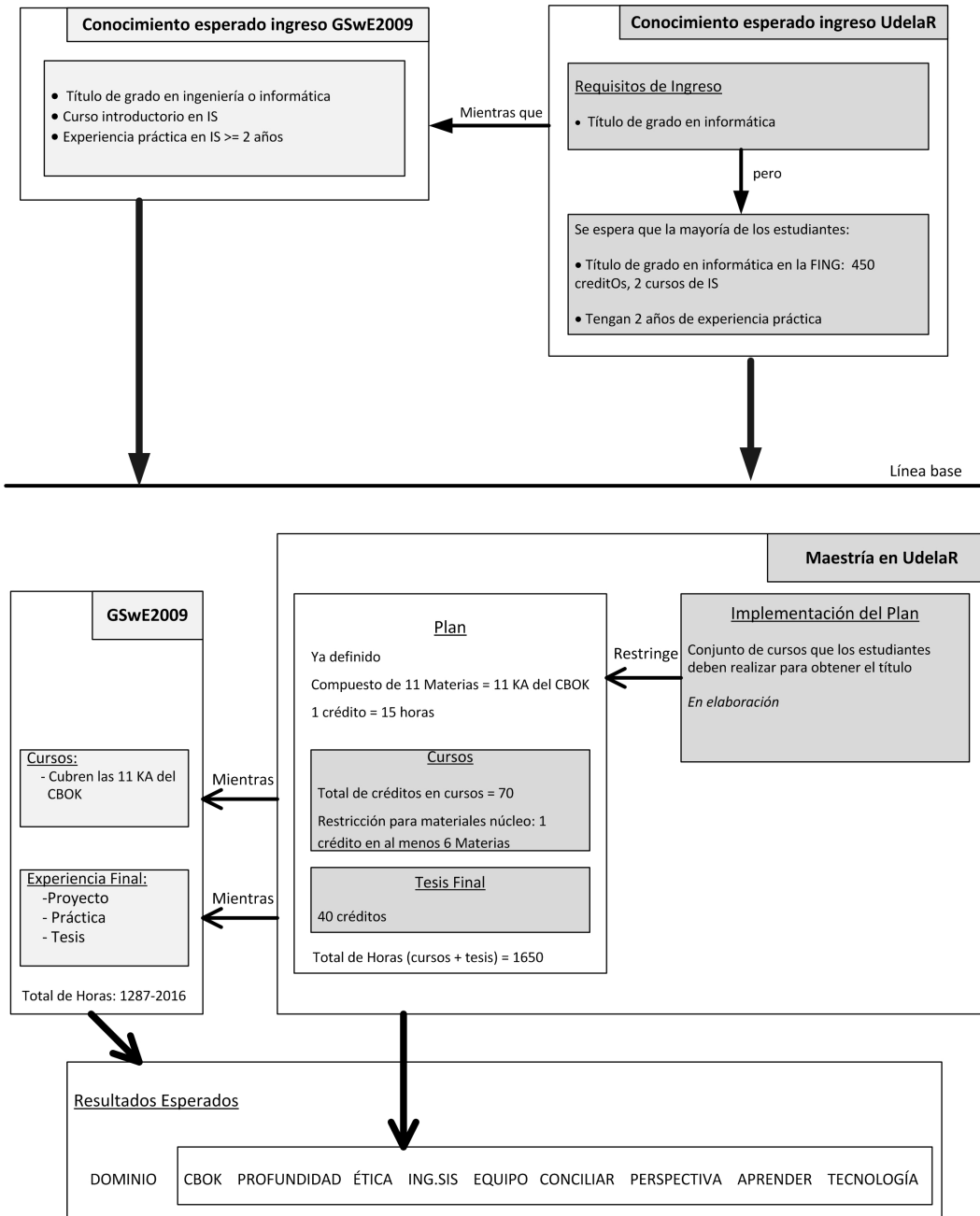


Figura 3. La adaptación del GSwE2009 en la UdelaR.

da. A pesar de esto la MIS comenzó sus cursos en abril de 2012.

En la Implementación buscamos tener al menos un curso por cada KA del GSwE2009 a pesar de las limitaciones actuales del GrIS (si bien estamos “cubiertos” por el Plan que exige solamente contar con créditos en al menos 6 Materias). Cada uno de estos cursos busca poner foco en los temas de cierta KA. Sin embargo, también contamos con algunos cursos que son transversales a varias KA.

El Cuadro 2 presenta los cursos que hasta el momento se han planificado para la MIS. De estos algunos ya están preparados y otros están en preparación. Marcamos con una cruz aquellos cursos para los cuales estamos actualmente escribiendo el programa del mismo. Con un visto (*tick*) marcamos los cursos que ya tienen programa definido y profesor asignado para su dictado. Los números junto a un visto indican la cantidad de créditos que otorga un curso en una Materia. Los números junto a una cruz indican la cantidad

Cuadro 2. Cursos obligatorios de la MIS y su cubrimiento de las KA del Currículo GswE2009

Curso	Áreas de Conocimiento										
	ECP	ISis	IR	DS	CS	P	MS	GC	GIS	PIS	CaIS
ECP	X4										
IR			X6								
MPN			✓4								
AS				✓10							
SPD			✓2	✓2	✓2	✓2					
CC					X4						
PS						✓8					
MS							X6				
GC								✓3			
GPS									✓10		
PDS										X3	
Insp											✓5
Lid									✓1	✓1	✓1
PSP									✓2	✓2	✓2
CIS									✓4		

estimada que otorgaría el curso que se está definiendo.

Los nombres de los cursos del Cuadro permiten entender el contenido aproximado de cada uno: Ética y conducta profesional (ECP), Ingeniería de requisitos (IR), Modelado de procesos de negocio (MPN), Arquitectura de software (AS), SWEBOK Program módulo desarrollo de software (SPD), Código completo (CC), Pruebas de software (PS), Mantenimiento de software (MS), Gestión de la configuración (GC), Gestión de proyectos de software (GPS), Procesos de desarrollo de software (PDS), Inspecciones de software (Insp), Liderando un equipo de desarrollo de software (Lid), Proceso Personal de Software (PSP), Costos para ingeniería de software (CIS).

El total de créditos planificado en cursos es de 84. Esto indica una cantidad mayor de créditos que la que especifica el Plan de estudios de la MIS. Entonces, queda por definir cuáles cursos son obligatorios y cuáles no lo son.

El GSwE2009 presenta el porcentaje relativo de créditos recomendado para cada KA definida en el CBOK. Estos porcentajes (establece explícitamente el GSwE2009) deben utilizarse como una guía y no como una precisa especificación de un currículo. Esta guía brinda una idea del balance en créditos (carga) que tiene nuestra MIS. El CBOK ocupa el 50 % de los créditos totales dejando el resto como créditos libres. Los porcentajes por KA son un rango, por ejemplo, para Pruebas va desde 8 % a 12 %. A estos valores los consideramos para este trabajo como el mínimo y el

máximo porcentaje propuesto por el GSwE2009.

El Cuadro 3 compara estos porcentajes mínimo y máximo con nuestra Implementación para la MIS. Con un visto se marca cuando el porcentaje de la MIS está entre el mínimo y el máximo porcentaje del GSwE2009. En caso que el porcentaje de la MIS esté por debajo del mínimo se utiliza una flecha apuntando hacia abajo. En caso que el porcentaje de la MIS esté por encima del máximo se utiliza una flecha apuntando hacia arriba. Al costado de las flechas se pone la diferencia entre el porcentaje de la MIS y el mínimo o el máximo del GSwE2009 según corresponda.

Más allá de que hay varias diferencias en los porcentajes por área normalmente son porcentajes muy similares a los propuestos en el GSwE2009. El punto más flojo es que no hay créditos asociados a la KA ISis. Esto incluso afecta el resultado esperado al egreso Ingeniería de Sistemas (ver Cuadro 1). En la KA DS encontramos un porcentaje considerablemente menor al propuesto. Sin embargo, esto no nos causa preocupación ya que esta KA es trabajada ampliamente en la carrera de grado. Esas son las dos KA con mayor diferencia en el peso relativo de la carrera.

Existen otras formas de comparación entre una carrera de Maestría en ingeniería de software y el GSwE2009. Por ejemplo, comparar el cubrimiento de unidades y temas dentro de cada KA, evaluaciones al ingreso y al egreso de los estudiantes para conocer si se alcanzan los resultados esperados al egreso, estudiar el nivel de Bloom que se pretende

Cuadro 3. Comparación de porcentajes por KA

KA	Min	EIS	Max	Comp
ECP	2	4,8	4	↑ 0,8
ISis	4	0	6	↓ 4,0
IR	12	14,3	16	✓
DS	18	14,3	22	↓ 3,7
CS	2	7,1	6	↑ 1,1
P	8	11,9	12	✓
MS	6	7,1	8	✓
GC	4	3,6	6	↓ 0,4
GIS	14	20,2	18	↑ 2,2
PIS	6	7,1	8	✓
CalS	6	9,5	8	↑ 1,5

alcanzar en cada KA, etc. Algunas de estas otras formas de comparación son parte de nuestro trabajo a futuro.

4. Conclusiones y Trabajo a Futuro

En este artículo se presenta una adopción y adaptación del GSwE2009 para la creación de los Planes de estudios de una EIS y de una MIS. Esta adaptación respeta la realidad de las tecnologías de la información en Uruguay, los reglamentos de la UdelaR y la situación actual del GrIS.

La adaptación busca cubrir 9 de los 10 resultados esperados al egreso que se definen en el GSwE2009. El resultado esperado que no se considera explícitamente en el Plan es el de Dominio (dominar un dominio o tipo de aplicación).

En la construcción del Plan de estudios fuimos cautelosos y restringimos la cantidad mínima de Materias a cubrir. En este sentido el Plan propuesto no asegura cumplir con el resultado esperado de dominio del CBOK. Sin embargo, en la Implementación del plan estamos cercanos a cubrir las distintas KA y con un interesante nivel de profundidad. Entonces, entendemos que este resultado esperado es cubierto casi en su totalidad.

La Implementación del plan también presenta problemas en la KA ISis (0 créditos en cursos). Esto afecta directamente al resultado esperado Ingeniería de sistemas.

En definitiva, la Implementación actual cubre 7 de los 10 resultados esperados de forma completa y el dominio del CBOK casi por completo.

Esta adaptación, a diferencia del GSwE2009, dedica todo su tiempo de cursos (todo el programa excepto la tesis) al CBOK, dejando de lado el Contenido específico (defini-

do en la arquitectura del GSwE2009). El Contenido electivo depende de si la Implementación consistirá solamente en cursos obligatorios o no. Entendemos que centrarse y profundizar en el CBOK formará profesionales versátiles y con profundos conocimientos de ingeniería de software independientemente del dominio de aplicación y de las líneas de investigación específicas del GrIS.

Como trabajo a futuro realizaremos evaluaciones y comparaciones más profundas de la MIS con el GSwE2009. Por ejemplo, evaluar si las unidades y temas en la que se descompone cada KA son cubiertas por los cursos de la MIS.

Referencias

- [1] M. Ardis, P. Bourque, T. Hilburn, K. Lasfer, S. Lucero, J. McDonald, A. Pyster, and M. Shaw. Advancing software engineering professional education. *IEEE Software*, 28(4):58–63, 2011.
- [2] M. Ardis and G. Ford. SEI report on graduate software engineering education. Technical Report CMU/SEI 89-T-21, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1989.
- [3] B. S. Bloom, editor. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook 1: Cognitive Domain*. David McKay Company, 1956.
- [4] P. Bourque and R. Dupuis. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOOK)*. IEEE Computer Society Press, 2004.
- [5] J. Triñanes. Construcción de un banco de pruebas de modelos de proceso. In *IV Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento*, 2004.
- [6] Joint Task Force on Computing Curricula. Computer science 2008: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science. Technical report, IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, 2004.
- [7] Joint Task Force on Computing Curricula. Software engineering 2004: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in software engineering. Technical report, IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, 2004.
- [8] K. Kowalenko. Licensing software engineers is in the works. The IEEE news source, febrero 2012.
- [9] P. Kruchten. *The Rational Unified Process: An Introduction (3ra edición)*. Addison Wesley Professional, 2004.
- [10] F. Naveda and S. B. Seidman. Professional certification of software engineers: The CSDP program. *IEEE Software*, 22(5):73–77, 2009.
- [11] News center press release IEEE-CS. New software engineering exam approved for licensure, febrero 2012.
- [12] A. Pyster. *Graduate Software Engineering 2009 (GSwE2009) Curriculum Guidelines for Graduate Degree Programs in Software Engineering*. Stevens Institute, 2009.
- [13] J. White and B. Simons. Acm's position on the licensing of software engineers. *Commun. ACM*, 45(11):91–, Nov. 2002.