

Análisis de Cobertura del nuevo Plan de Estudios para la Licenciatura en Ingeniería de Software de la UADY desde la óptica de la ACM-IEEE CS

Coverage Analysis of the new Curriculum for the Bachelor in Software Engineering of the UADY from the perspective of the ACM-IEEE CS

Julio C. Díaz Mendoza, Raúl A. Aguilar Vera, Juan P. Uacán Pech
Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Matemáticas,
Cuerpo Académico de Tecnologías para la Formación en Ingeniería de Software,
Anillo Periférico Norte, Tablaje Cat. 13615, Colonia Chuburná Hidalgo Inn, C.P. 97000, Mérida, México.
{julio.diaz, avera, juan.uacan}@correo.uady.mx

Fecha de recepción: 15 de junio 2017

Fecha de aceptación: 2 de febrero 2018

Resumen. En este artículo se presenta un análisis para la cobertura del nuevo Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería de Software de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), respecto de la guía curricular propuesta por la Association of Computing Machinery (ACM) y la IEEE Computer Society (IEEE-CS). Del análisis se pudo identificar que el plan de estudios cubre satisfactoriamente, con excepción del área de Análisis y Modelado de software, los contenidos considerados en las diez áreas identificadas en la guía propuesta.

Palabras Clave: ACM-IEEE, Cobertura Curricular, Diseño Curricular, Ingeniería de Software.

Summary. This article presents an analysis for the coverage of the new Curriculum Models of the Bachelor in Software Engineering of the Autonomous University of Yucatan (UADY), regarding to the Curriculum Guidelines proposed by the Association of Computing Machinery (ACM) and the IEEE Computer Society (IEEE-CS). From the analysis it was possible to identify that the curriculum satisfactorily covers, with the exception of the Software Analysis and Modeling area, the contents considered in the ten areas identified in the proposed guide.

Keywords: Curricular Coverage, ACM-IEEE-CS Curriculum Guidelines, Curricular Design, Software Engineering.

1 Antecedentes

El programa educativo de la Licenciatura en Ingeniería de Software (LIS) comenzó a operar en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) en septiembre de 2004; su primer plan de estudios [1] estuvo integrado por 40 asignaturas —34 Obligatorias y 6 Optativas— y dos talleres de apoyo, los cuales se distribuyeron en ocho períodos semestrales; con dicho plan, el estudiante debía inscribirse a un semestre determinado, cursar, y en su caso aprobar, todas las asignaturas definidas en el mapa curricular para dicho semestre; de no aprobar todas, el estudiante adquiriría el estatus de alumno irregular y comenzaba a depender de un par de reglas de permanencia para avanzar en su trayectoria escolar: (1) un alumno irregular podía inscribirse a un semestre determinado, si y solo si aprobó el 50% de las asignaturas cursadas en el semestre inmediato anterior, (2) a partir de la del segundo semestre, un alumno no podía inscribirse al semestre siguiente si adeudaba asignaturas del semestre inmediato anterior al que estaba concluyendo (p.e. al terminar el segundo semestre, el alumno no podía inscribirse al tercero debiendo alguna asignatura de primero). Con el propósito brindar mayor flexibilización del régimen académico-administrativo con el que operaban los programas educativos de la Facultad de Matemáticas, en 2009 se realizó una modificación al plan de estudios en la que se eliminaron un conjunto de restricciones administrativas vinculadas con la inscripción y avance de los alumnos [2]; bajo el nuevo esquema, los alumnos se podrían inscribir a asignaturas en lugar de semestres. Siete años más tarde, en 2016, derivado de la adopción del Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI) por parte de la UADY [3], así como de las recomendaciones de los organismos evaluadores, la Facultad de Matemáticas realizó una segunda modificación al plan de estudios [4], una modificación integral en la que se reestructuraron varios de los elementos del plan de estudios, adecuándolos a los seis ejes establecidos en el MEFI.

Uno de los ejes del MEFI, es la Educación Basada en Competencias, en el caso de UADY, el concepto de competencia es concebida como la integración dinámica de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que desarrollan los seres humanos. En el MEFI se identifican cuatro tipos de competencias: (1) de egreso, (2) genéricas, (3) disciplinares y (4) específicas. En los Planes de Estudio, las competencias de egreso son las que definen el perfil de egreso, y por ello, conviene describir su concepción desde la perspectiva del modelo; las competencias de egreso son definidas como la Integración dinámica de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que les permitan a la egresada o egresado desempeñarse como ciudadana o ciudadano autónomo y flexible en una función, actividad o tarea profesional o social, a lo largo de la vida.

Si bien, se han propuesto —en particular la IEEE R9— un conjunto de competencias para los Ingenieros de Software en el ámbito latinoamericano [5], para el Plan de Estudios de la UADY se consensuaron cuatro áreas sobre las cuales se definieron las competencias de egreso para el Ingeniero de Software:

- *Desarrollo de Software*: Desarrolla productos de software de calidad de pequeña a gran escala aplicando técnicas, herramientas, métodos y procedimientos, a través de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable.
- *Mantenimiento de Software*: Mantiene productos de software heredados en diferentes dominios de aplicación, optimizando los recursos humanos, materiales, económicos y de tiempo, y atendiendo las necesidades de la organización.
- *Administración de Procesos de Software*: Administra los procesos de desarrollo, mantenimiento, calidad y configuración del software, mediante un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable, optimizando los recursos humanos, materiales, económicos y de tiempo, con apego a la ética profesional.
- *Innovación en Ingeniería de Software*: Elabora propuestas de mejora en el desarrollo, mantenimiento y administración de los procesos de software, mediante fundamentos matemáticos, ingenieriles, de las ciencias computacionales y los propios de la Ingeniería de Software.

2 Actividades curriculares en el plan de estudios

La propuesta curricular de 2016 se encuentra organizada en cinco tipos de actividades curriculares: asignaturas Obligatorias, asignaturas Optativas, asignaturas Libres, Servicio Social y Prácticas Profesionales; para dichas actividades, la unidad de medida es el crédito —de acuerdo con lo descrito en la sección previa. La Tabla 1 presenta los créditos de que consta el plan de estudios en su conjunto, así como la manera en la que se encuentran distribuidos entre los cinco tipos de actividades:

Tabla 1. Actividades medidas en Créditos y Horas del Plan de Estudios de IS.

Actividades	Créditos	Porcentaje (%)	Horas
Asignaturas Obligatorias	268		4288
Servicio Social	12	80.00	480
Prácticas Profesionales	8		320
Asignaturas Optativas	54	15.00	864
Asignaturas Libres	18	5.00	288
Total	360	100.00	6240

Para cursar el plan de estudios con una dedicación de tiempo completo, se estima que requiere un total de nueve semestres, disponiendo adicionalmente de cuatro períodos intensivos de verano; sin embargo, si el alumno por diferentes situaciones requiere de mayor tiempo, dispone de hasta catorce semestres para concluirlo. El enfoque centrado en el estudiante descrito en el MEFI, también se ve reflejado en la modificación en la manera de calcular los créditos —medir el esfuerzo del estudiante— de las asignaturas, en los planes diseñados de acuerdo con el MEyA, se aplicaban las consideraciones de los acuerdos de Tepic [6] con un esquema de horas teóricas y prácticas (1 hora teórica = 1 crédito; 2 horas prácticas = 1 crédito), sin embargo, en el MEFI, la dosificación de las asignaturas ya no es medible en horas teóricas y prácticas, sino más bien se considera la actividad efectiva del estudiante dentro y fuera del salón de clases, por ello en las planeaciones didácticas de las asignaturas se especifican las horas presenciales y no presenciales, y para ello asume el Acuerdo 279 de la Secretaría de Educación Pública, en la que se establece que 16 horas efectivas de actividades de aprendizaje equivalen a un crédito [7].

3 El cuerpo del conocimiento central para la IEEE CS & ACM

La Guía Curricular de la ACM-IEEE CS para programas educativos de licenciatura en Ingeniería de Software [8] describe el conjunto de conocimientos apropiado para considerar en la elaboración de un programa educativo en esta disciplina; dicho documento —integrado en 2004— presenta las áreas que conforman el cuerpo de Conocimiento de la Educación en Ingeniería de Software (*Software Engineering Education Knowledge*, SEEK); en el SEEK, el término Conocimiento se utiliza para describir el contenido completo de una disciplina: información, terminología, artefactos, datos, roles, métodos, modelos, procedimientos, técnicas, procesos y literatura.

La organización del SEEK integra un esquema jerárquico de tres niveles; el nivel más alto de la jerarquía se encuentra el área de conocimiento, el cual se corresponden con la sub-disciplina particular de la Ingeniería de Software que generalmente es reconocida como la parte significativa del conocimiento que un estudiante de licenciatura debe saber. Las áreas de conocimiento son elementos de alto nivel que se usan para organizar, clasificar, y describir el conocimiento de la IS; cada una de las diez áreas —identificadas con una abreviatura— se divide en elementos más pequeños denominados unidades, las cuales representan a los módulos temáticos individuales dentro del área; a su vez, cada unidad es dividida *en* temas, los cuales representan el nivel más bajo de la jerarquía.

La ACM y la IEEE CS definen —en el SEEK— un conjunto de contenidos recomendados para la IS, al que podemos denominar el *CORE* de la ACM-IEEE CS, el cual orienta el desarrollo de programas educativos en esta área, sin embargo, considera deseable que dicho conjunto de conocimientos sea lo más pequeño posible para dar a las instituciones la libertad de elegir los componentes reticulares que satisfagan las necesidades de sus programas educativos. En el SEEK se utilizan, para mantener consistencia con otras guías curriculares, horas frente a grupo para cuantificar el tiempo de instrucción; entendiendo una hora, como el tiempo requerido para presentar el material en una clase frente a grupo en un formato tradicional, en la que no se incluye trabajo adicional asociado con las sesiones de clase, como pudiesen ser el estudio individual, o en su caso el tiempo utilizado para el desarrollo de proyectos.

Las 10 áreas de conocimiento (AC) consideradas en el SEEK, así como las horas y porcentajes que estas representan se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Dosificación del tiempo en horas de instrucción a las áreas del SEEK

Abrev.	Área de Conocimiento	Horas	%
CMP	Fundamentos de Computación	152	32.55
FND	Fundamentos de Matemáticas e Ingeniería	80	17.13
PRF	Práctica profesional	29	6.21
MAA	Análisis y Modelado de Software	28	6.00
REQ	Análisis de requisitos y especificación	30	6.42
DES	Diseño de software	48	10.28
VAV	Verificación y validación de software	37	7.92
PRO	Proceso de Software	33	7.07
QUA	Calidad del software	10	2.14
SEC	Seguridad	20	4.28
Total		657	100

4 Resultados

Con base en las áreas de conocimiento del SEEK, los autores analizaron, clasificaron las asignaturas y finalmente contabilizaron las horas presenciales de clase establecidas para cada asignatura en el Plan de Estudios del programa de Ingeniería de Software; la cobertura del plan se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Cobertura del Plan de LIS-2016 a las áreas del SEEK

Clave	Área de Conocimiento	Horas	%
CMP	Fundamentos de Computación	712	28.34
FND	Fundamentos de Matemáticas e Ingeniería	704	28.03
PRF	Práctica profesional	176	7.01
MAA	Análisis y Modelado de Software	0	0.00
REQ	Análisis de requisitos y especificación	72	2.87
DES	Diseño de software	288	11.46
VAV	Verificación y validación de software	136	5.41
PRO	Proceso de Software	208	8.28
QUA	Calidad del software	72	2.87
SEC	Seguridad	144	5.73
Total		2512	100

El análisis detallado —indicando las asignaturas y horas— del Plan de Estudios para cada una de las diez áreas de conocimiento propuestas por la ACM-IEEE CS, se describe a continuación.

Fundamentos de Computación (Computing essentials: CMP)

En esta AC se incluyen los fundamentos de las ciencias de la computación que apoyan el diseño y construcción del producto de software. También, se incluyen los conocimientos requeridos en la transformación de un diseño a una implementación, así como las técnicas y herramientas utilizadas durante este proceso. La tabla 4 lista las asignaturas clasificadas dentro de esta área de conocimientos. Las asignaturas contribuyen con un total de 712 horas semestrales, que representan el 28.34% del total (ver tabla 4).

Tabla 4. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-CMP

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Algoritmia	72
02	Arquitectura y Org. de computadoras	72
03	Construcción de software	72
04	Desarrollo de Aplicaciones Web	72
05	Estructura de Datos	72
06	Programación Estructurada	72
07	Programación Orientada a Objetos	72
08	Sistemas Operativos	72
09	Teoría de la Computación	72
10	Teoría de Lenguajes de Programación	64
Total		712

Fundamentos de Matemáticas e Ingeniería (Mathematics and engineering fundamentals: FND)

Los fundamentos de Matemáticas e Ingeniería proveen las bases teóricas y científicas para la construcción de productos de software con los atributos deseados; proveen los aspectos básicos para modelar y facilitar el razonamiento sobre estos productos y sus interrelaciones, así como las bases para un proceso de diseño predecible.

Un tema central es el diseño ingenieril: el proceso de toma de decisiones de naturaleza iterativa, en la que se aplica la computación, matemáticas, y ciencias de la ingeniería, con el propósito de utilizar los recursos disponibles de manera eficiente para satisfacer los objetivos establecidos. Las asignaturas del área de conocimiento de Fundamentos de Matemáticas e Ingeniería se imparten en 704 horas al semestre, que representan el 28.03% del total (ver tabla 5).

Tabla 5. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-FND

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Algebra Intermedia	64
02	Algebra Lineal	72
03	Algebra Superior	72
04	Cálculo Diferencial	72
05	Cálculo Integral	72
06	Experimentación en Ingeniería de Software	72
07	Geometría Analítica	72
08	Inferencia Estadística	72
09	Matemáticas Discretas	72
10	Probabilidad	72
Total		704

Práctica profesional (Professional practice: PRF)

El AC de Práctica profesional se interesa en el conocimiento, habilidades y actitudes que deben poseer los ingenieros de software para realizar su práctica profesional de manera responsable y ética; se incluyen el estudio de comunicación técnica, dinámicas grupales y psicológicas, y responsabilidad social y profesional. En esta área de conocimiento se tienen tres asignaturas con un total de 176 horas frente a grupo (7.01%); la tabla 6 ilustra las asignaturas y horas correspondientes.

Tabla 6. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-PRF

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Fundamentos de Ingeniería de Software	64
02	Innovación Tecnológica	64
03	Taller de Emprendedores	48
Total		176

Análisis y Modelado de Software (Software modeling and analysis: MAA)

El AC MAA es considerado muy importante en cualquier disciplina de ingeniería porque son esenciales en la documentación y evaluación de las decisiones de diseño y las alternativas. En esta área de conocimiento no se identificó alguna asignatura particular, sin embargo, algunos temas son cubiertos por asignaturas que en el presente estudio fueron clasificadas en otras áreas.

Análisis y Especificación de Requisitos (Requirements analysis and specification: REQ)

Los requisitos representan las necesidades de los usuarios, clientes, y otros participantes afectados por un sistema. La construcción de los requisitos incluye la obtención y análisis de las necesidades de los participantes, así como la creación de las descripciones apropiadas del desempeño y de la calidad deseados del sistema. En esta área de conocimientos se imparte la asignatura Requisitos de Software con 72 horas presenciales (2.87%), la tabla 7 ilustra la integración de esta área.

Tabla 7. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-REQ

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Requisitos de Software	72
Total		72

Diseño de software (Software design: DES)

El diseño de software se interesa en los aspectos, técnicas, estrategias, representaciones y patrones utilizados para determinar cómo implementar un componente o un sistema. Las asignaturas de Diseño de software suman 288 horas presenciales durante el período, y representan el 11.46% del total (ver tabla 8).

Tabla 8. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-DES

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Arquitecturas de Software	72
02	Diseño de bases de datos	72
03	Diseño de Software	72
04	Interacción Humano Computadora	72
Total		288

Verificación y validación de software (Software verification and validation: VAV)

La Verificación y Validación del software utiliza una variedad de técnicas para asegurar que un artefacto o un sistema de software logre satisfacer las expectativas del usuario. En el área de conocimientos VAV se clasificaron dos asignaturas con 136 horas presenciales las cuales representan el 5.41% del total de horas del programa educativo (ver tabla 9).

Tabla 9. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-VAV

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Métricas de Software	72
02	Verificación y Validación	64
Total		136

Proceso de Software (Software process: PRO)

El proceso de software proporciona las estructuras apropiadas y efectivas para la práctica de la ingeniería de software que se utilizan para desarrollar y mantener los componentes de software y de sistemas, en los niveles

individual, grupal, y organizacional. En esta AC se cubren los modelos de proceso y apoya las experiencias individuales y grupales con uno o más procesos de desarrollo de software, incluyendo planeación, ejecución, seguimiento y administración de la configuración. En el Plan de LIS, se identificaron tres asignaturas (ver tabla 10) del AC PRO, las cuales son impartidas durante 208 horas presenciales, con el 8.28%.

Tabla 10. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-PRO

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Administración de Proyectos I	72
02	Administración de Proyectos II	64
03	Mantenimiento de Software	72
Total		208

Calidad del software (Software quality: QUA)

La calidad del software es un aspecto transversal, identificado como una entidad separada para reconocer su importancia y proveer un contexto para lograr y asegurar la calidad en todos los aspectos de la práctica y el proceso de la ingeniería de software. Estos aspectos deben integrarse con el material de otras AC. La asignatura Aseguramiento de la Calidad del Software se clasifica en el área de conocimiento QUA, la cual se imparte en 72 horas frente a grupo y representa el 2.87% del total (ver tabla 11).

Tabla 11. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-QUA

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Aseguramiento de la calidad del software	72
Total		72

Seguridad (Security: SEC)

La seguridad en el software tiene dos componentes relacionados: como la de un área de conocimiento por sí misma y la protección de la información, sistemas y redes. Como un aspecto transversal, provee un enfoque hacia como debe incorporarse la seguridad en todas las partes del ciclo de desarrollo de software. Estos aspectos deben integrarse con el material de otras AC. En la Tabla 12 se muestran las asignaturas del área de conocimientos SEC con un total de 144 horas presenciales al período, y representan el 8.28% del total de horas del programa educativo.

Tabla 12. Cobertura del Plan de LIS-2016 en el AC-SEC

#	Nombre de Asignatura	HP
01	Redes y Seguridad en computadoras	72
02	Sistemas Distribuidos	72
Total		144

5 Conclusiones

EL MEFI representa un cambio de referente en torno a los procesos de diseño curricular en la Universidad Autónoma de Yucatán, es un modelo que reorienta la filosofía de la actividad académica centrada en el docente, hacia el reconocimiento de la actividad del estudiante, sin embargo, dicho cambio conlleva un conjunto de

implicaciones al momento de realizar el análisis de la cobertura del plan, en el caso de modelos que consideran únicamente la actividad instruccional —horas presenciales— como el utilizado en el presente estudio, permiten analizar la cobertura del Plan de Estudios sin problema alguno, no obstante, existen otros modelos, como el utilizado por los autores en un estudio previo [9] en el que se requieren consideraciones particulares.

Del análisis del nuevo Plan de Estudios de LIS-UADY, respecto del CORE de la ACM-IEEE CS se puede concluir que el Plan de Estudios de LIS, con excepción del área de conocimiento de Análisis y Modelado de Software, tiene una excelente cobertura curricular respecto de los contenidos analizados, no obstante, resultaría interesante analizar el tipo de actividad considerada por la ACM-IEEE CS para las horas e instrucción, pues no deja de ser cuestionable el considerar suficiente un total de 657 horas para la promoción de las competencias de un Ingeniero de Software.

Referencias

1. Curi, L.; Madera, F.; Mojica, C.: *Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería de Software*. Universidad Autónoma de Yucatán (2004)
2. Aguilar, R.; Chi, M.; Basto, L.; Cambranes, E.; Curi, L.: *Modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería de Software*. Universidad Autónoma de Yucatán (2009)
3. Universidad Autónoma de Yucatán: *Modelo Educativo para la Formación Integral*. UADY (2012)
4. Aguilar, R.; Cambranes, E.; Castellanos, E.; Díaz, J. y Ucán, J.: *Modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería de Software*. Universidad Autónoma de Yucatán (2016)
5. Ramos, T., Micheloud, O., Painter, R. & Kam, M.: *IEEE Common Nomenclature for Computing related in Latin America*. IEEE R9. (2013)
6. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior. *Acuerdos de Tepic. Revista de la Educación Superior*. No. 4, p. 50 (1972)
7. Secretaría de Educación Pública.: *Acuerdo número 279*. Diario Oficial de la Federación: Publicación del 20 de julio (2000).
8. IEEE Computer Society & ACM: *Software Engineering 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering* (2015)
9. Aguilar, R., Díaz, J., Ucán, J. y Aguilera, A.: *Cobertura del nuevo Plan de Estudios para el Ingeniero de Software de la UADY: Un Análisis desde la óptica de la ANIEI*. *Tecnología Educativa*. Vol 4, Num. 3. (2017)