

## ***Bases para el Diseño Curricular de Carreras de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información***

**Arturo Servetto<sup>1</sup>, Patricia Calvo<sup>2</sup>, Adriana Echeverría<sup>3</sup>, Gustavo López<sup>4</sup>, José Cabrera<sup>5</sup>, Ismael Jeder<sup>6</sup>**

Departamento de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Paseo Colón 850, C.A.B.A.

<sup>1</sup>Profesor, miembro de la Comisión Curricular Permanente de la Carrera de Ingeniería en Informática (aserve@gmail.com)

<sup>2</sup>Profesora, ex miembro de la Comisión Curricular Permanente de la Carrera de Ingeniería en Informática (pat\_calvo@yahoo.com)

<sup>3</sup>Profesora, Directora de la Carrera de Ingeniería en Informática (adelacrena@yahoo.com.ar)

<sup>4</sup>Profesor, Director del Departamento de Computación (glopez@fi.uba.ar)

<sup>5</sup>Profesor, miembro de la Comisión Curricular Permanente de la Carrera de Ingeniería en Informática (jlc0044@yahoo.com)

<sup>6</sup>Secretario del Departamento de Computación (jeder@fi.uba.ar)

**Resumen:** A partir de las áreas de conocimiento consensuadas por las redes de Ingenierías en Computación (RUNIC) y de Ingenierías en Informática / Sistemas de Información (RIISIC) del CONFEDI y de las intensidades de enseñanza y aprendizaje elaboradas por la RIISIC para establecer los contenidos curriculares básicos de las mismas, se propone cargas horarias mínimas y máximas para los planes de estudio y una caracterización de los niveles de intensidad con pautas de diseño curricular asociadas.

**Palabras Claves:** Diseño curricular, áreas de conocimiento, intensidad de enseñanza-aprendizaje.

**Abstract:** From the knowledge areas that agreed the networks on Computing Engineering (RUNIC) and Information Systems Engineering (RIISIC) of the CONFEDI, and the teaching and learning intensities well-prepared by the RIISIC to establish its basic curricular contents, we propose minimum and maximum work hours to these areas on degree curricula, and a characterization of the intensity levels coupled with curricular design issues.

**Keywords:** Curricular design, knowledge area, teaching-learning intensity.

### **INTRODUCCIÓN**

En abril de 2012, en la ciudad de Córdoba, se desarrolló un taller conjunto de las redes RUNIC y RIISIC del CONFEDI con el objeto de:

- Consensuar el núcleo común para dichas terminales tomando como punto de partida la resolución ministerial 786/09 y los documentos de IEEE y ACM.

- Establecer lineamientos que garanticen un conjunto de conocimientos mínimos que permitan orientar la implementación de los diseños curriculares de ambas ingenierías dando respuesta a los intereses expresados en las prospectivas nacionales atendiendo el desarrollo de cada Región.

En dicho taller se analizaron las áreas de conocimiento del documento "Computing Curricula 2005" a efectos de establecer un glosario común de referencia y se elaboró un listado de áreas y contenidos que pueden estar presentes en cada una de las terminales de Ingeniería y que, además, permitan la internacionalización de sus profesionales. El listado de áreas de conocimiento incluye principalmente Tecnologías Básicas y Aplicadas debiendo complementarse con las de Ciencias Básicas y Complementarias para cumplimentar una adecuada formación ingenieril.

En el mismo taller la RIISIC consensuó intensidades mínimas y máximas de participación de las

áreas en los contenidos curriculares básicos involucrados en la terminal de Ingeniería en Sistemas de Información / Informática. Las intensidades definen la importancia relativa con que cada área de conocimiento debe estar presente y pueden variar entre cero (0) y cinco (5), donde cero (0) implica no participación y cinco (5) máxima prominencia.

## DESARROLLO

### FUNDAMENTOS

El currículum puede considerarse como el marco académico, político y social que establece las pautas para la formación de los profesionales del país. Debería propiciar la formación integral y el desarrollo de capacidades de los futuros profesionales.

Desafíos en la actualización del currículum incluyen, entre otros, la atracción y retención de los programas de grado; el grado de integración que tenga la currícula con áreas de aplicación en el medio social y laboral adyacente; la manera en que se enseñe la abstracción a lo largo de toda la currícula; reducir la redundancia en el currículum y reorganizarlo eficientemente (ACM, 2009).

El diseño curricular puede verse como un instrumento de mediación entre el currículum ideal y el proceso de aprendizaje-enseñanza. Actúa como elemento guía en la concreción de los objetivos educativos deseados con una orientación en la formación integral y pertinente del estudiante que permite mejorar y asegurar la calidad de los procesos educativos en los resultados del sistema de seguimiento y evaluación curricular (Agüera Ibáñez et al., 2007).

Mediante el plan de estudios se sistematiza el proceso de aprendizaje vía una estructura lógica en contenidos y tiempo.

Considerando el diseño curricular, tanto de carreras como de asignaturas, problemas de ingeniería, se impone una solución sistemática, discipli-

nada y cuantificable como corresponde a la disciplina.

Si el Ministerio de Educación adoptara, para futuras etapas de acreditación de carreras de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información, las recomendaciones de contenidos curriculares básicos y los rangos de intensidad para su enseñanza y aprendizaje clasificados en las áreas asimiladas de las recomendaciones del IEEE y la ACM, por cuanto dichas áreas representan tanto una reestructuración de las subáreas establecidas en la resolución ministerial 786/09 cuanto una innovación por el establecimiento de rangos admisibles de intensidad, las universidades con carreras en esta terminal deberán adaptar y evaluar el diseño curricular de sus carreras y asignaturas para verificar su ajuste a estos nuevos estándares.

Los rangos de intensidad para la enseñanza y aprendizaje de contenidos en las nuevas áreas no sólo aún requieren la determinación de cargas horarias mínimas y máximas que pueden tener en los planes de estudio sino también el establecimiento de estándares ad-hoc para especificar y verificar los tipos de saberes y habilidades de cada nivel de intensidad.

### CARGAS HORARIAS

En la Tabla 1 se proponen los taxones para clasificar las áreas de conocimiento establecidas por las redes del CONFEDI que excluyen las subáreas de Ciencias Básicas excepto por algunos descriptores de contenidos de Matemática, e incluyen a las Complementarias establecidas en la resolución 786/09 del Ministerio de Educación.

En la Tabla 2 se propone la taxonomía de las áreas con el rango de intensidades admisibles de cada una.

En la Tabla 3 se suman las intensidades mínimas y máximas de las áreas de cada taxón para luego fundamentar la determinación de cargas horarias que se indican en la Tabla 4.

En los estándares actuales los contenidos curriculares básicos deben tener una carga horaria mínima de dos mil setenta y cinco (2075) horas, siendo la carga total para una carrera de cinco años de tres mil setecientos cincuenta (3750). Si se respeta la misma cantidad de horas mínimas correspondientes a las subáreas de Tecnologías Básicas (575), Tecnologías Aplicadas (575) y Complementarias (175), que totalizan mil trescientas veinticinco (1325), se infiere que cada unidad de intensidad equivale a  $1325/70=18,93$  horas. Se redondea la relación a diecinueve (19) horas por unidad de intensidad para trabajar con valores enteros.

### NIVELES DE INTENSIDAD

Cada una de los taxones descriptos en las secciones anteriores se asocia a un grupo de materias específicas de la carrera, correspondiéndole una determinada intensidad recomendada, tal como se ha indicado. Cada materia, acorde al trayecto al que corresponda, englobará un conjunto de temas los cuales se detallarán en el programa correspondiente.

Se plantea entonces la cuestión de cómo expresar de la forma más precisa el grado de profundidad de cada tema en función de la intensidad del taxón correspondiente. Una forma de estandarización de este aspecto del vocabulario facilitaría el armado de programas.

Taxón	Nombre
AP	Algoritmos y Programación
EM	Elementos de Matemática
EP	Ética Profesional
FT	Fundamentos Tecnológicos
HE	Hardware y Electrónica
IS	Ingeniería de Software
SI	Sistemas de Información
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación

Tabla 1 - Taxones de áreas de conocimiento.

Para especificar los saberes y habilidades asociados y su grado existen diversas taxonomías, siendo las más conspicuas las de Bloom y la modificación posterior de Kratwohl y Anderson y menos conocidas las más recientes, que incorporan orientación en función de las innovaciones tecnológicas actuales.

La de Bloom, presentada en 1956 (que en la propuesta inicial considera los dominios cognitivo, afectivo y psicomotor) propone para el aspecto cognitivo seis niveles, a saber: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación (Bloom, 1956).

#	Área de Conocimiento	Mín	Máx	Taxón
1	Elementos de Programación	3	4	AP
2	Programación Integrativa	2	4	AP
3	Algoritmos y Complejidad	1	3	AP
4	Arquitectura y Organización de Computadoras	1	2	HE
5	Principios y diseño de Sistemas Operativos	1	2	FT
6	Uso y Configuración de Sistemas Operativos	2	3	FT
7	Principios y Diseño enfocado a redes	1	3	FT
8	Uso y Configuración enfocado a redes	2	4	FT
9	Tecnologías de plataforma	1	2	FT
10	Teoría de la Computación y Lenguajes de Programación	1	3	AP
11	Interacción Humano-Computadora	2	4	TIC
12	Gráficos y Visualización	1	2	TIC
13	Sistemas Inteligentes (IA)	1	1	AP
14	Teoría de Gestión de Información (BD)	1	3	TIC
15	Práctica de Gestión de Información (BD)	2	4	TIC
16	Computación científica (métodos numéricos)	0	0	EM
17	Legal / Profesional / Ética / Sociedad	0	3	EP
18	Desarrollo de Sistemas de Información	3	5	IS
19	Análisis de Requerimientos de Negocios	3	4	IS
20	Negocios Electrónicos (E-Business)	2	4	TIC
21	Análisis de Requerimientos Técnicos	2	4	IS

#	Área de Conocimiento	Mín	Máx	Taxón
22	Fundamentos Ingenieriles para software	1	3	IS
23	Economía Ingenieril para software	1	2	IS
24	Modelado y Análisis de Software	2	4	IS
25	Diseño de Software	2	4	IS
26	Verificación y Validación de Software	1	3	IS
27	Evolución del Software (mantenimiento)	1	3	IS
28	Proceso de Software	2	4	FT
29	Calidad de Software	2	3	IS
30	Ingeniería de Sistemas Computacionales	0	1	IS
31	Lógica digital	1	1	HE
32	Sistemas Embebidos	0	1	FT
33	Sistemas Distribuidos	1	3	FT
34	Seguridad: problemas y principios	1	3	TIC
35	Seguridad: implementación y gestión	1	3	TIC
36	Administración de sistemas	1	3	FT
37	Gestión de Organizaciones de Sistemas de Información	1	3	SI
38	Integración de Sistemas	2	4	IS
39	Desarrollo de medios digitales	0	1	HE
40	Soprote técnico	1	1	IS
41	Teoría Organizacional	1	3	SI
42	Teoría de Decisión	1	2	SI
43	Comportamiento Organizacional	1	3	SI
44	Gestión de Cambio Organizacional	1	2	SI
45	Teoría General de Sistemas	1	2	SI
46	Gestión del Riesgo (Proyecto, riesgo de seguridad)	1	3	SI
47	Gestión de Proyecto	3	5	SI
48	Modelos de Negocios	1	4	SI
49	Áreas Funcionales de Negocios	1	4	SI
50	Evaluación del Desempeño de un Negocio	1	4	SI
51	Circuitos y Sistemas	0	1	HE
52	Electrónica	0	1	HE
53	Procesamiento de Señal Digital	0	1	HE
54	Diseño VLSI	0	1	HE
55	Tolerancia de Errores y Testeo de Hardware	0	0	HE
56	Bases Matemáticas	2	4	EM
57	Comunicación Interpersonal	3	4	TIC
<b>Intensidades Totales</b>		<b>70</b>	<b>158</b>	

Tabla 2 - Taxonomía de áreas de conocimiento.

Taxón	Nombre	Mín	Máx
AP	Algoritmos y Programación	8	15
EM	Elementos de Matemática	2	4
EP	Ejercicio Profesional	0	3
FT	Fundamentos Tecnológicos	11	25
HE	Hardware y Electrónica	2	8
IS	Ingeniería de Software	21	41
SI	Sistemas de Información	13	35
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación	13	27
	<b>Intensidades Totales</b>	<b>70</b>	<b>158</b>

Tabla 3 - Intensidades de taxones.

Taxón	Nombre	Mín	Máx
AP	Algoritmos y Programación	152	285
EM	Elementos de Matemática	38	76
EP	Ejercicio Profesional	0	57
FT	Fundamentos Tecnológicos	209	475
HE	Hardware y Electrónica	38	152
IS	Ingeniería de Software	399	779
SI	Sistemas de Información	247	665
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación	247	513
	<b>Horas Totales</b>	<b>1330</b>	<b>3002</b>

Tabla 4 - Cargas horarias.

Varias revisiones de esta clasificación fueron realizadas posteriormente (Wilson, 2006). La modificación hecha por Anderson y Kratwohl (Anderson y Kratwohl 2001) amplía el espectro de Bloom y expresa los niveles por verbos los cuales son, en orden creciente: recordar, aprender, aplicar, analizar, evaluar y crear. En este planteo una de las modificaciones fue asociar la capacidad de sintetizar con la posibilidad de crear, ubicando en consecuencia dicha competencia en un nivel superior. Si bien esta revisión incorpora elementos eficaces para el análisis y diseño de programas, cabe señalar que no cubre aspectos contemporáneos asociados a los procesos propios de la aplicación de las nuevas

tecnologías de información y comunicación. Es por eso que se han ido desarrollando otras taxonomías, como la de Churches la cual, considerando las características propias de la era digital, incorpora no sólo elementos del ámbito cognitivo (como verbos apropiados para el contexto tecnológico) sino también diversas herramientas (como actividades digitales) (Churches, 2007; Churches, 2008).

Una consideración aparte merecen las formas colaborativas de aprendizaje. Se ha señalado que actualmente las habilidades para el trabajo colaborativo son esenciales constituyendo cualidades clave el manejo de las formas apropiadas para la comunicación y el trabajo en equipo. En este sentido Churches señala que la colaboración puede asociarse en algunas ocasiones a la taxonomía de Bloom y en otras ser un mecanismo para facilitar alcanzar formas de pensamiento de orden superior.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a las cargas horarias para áreas de conocimiento, según lo propuesto se deduce entonces que la carga horaria que cada Universidad puede asignarle a las Ciencias Básicas más áreas Complementarias, tiene un mínimo de  $3750 - 3002 = 748$  y un máximo de  $3750 - 1330 = 2420$  horas. Cabe destacar que el mínimo coincide con el de los estándares actuales.

Dentro de áreas Complementarias se pueden encuadrar actividades que impliquen la integración de áreas de conocimiento, el desarrollo de habilidades o aptitudes profesionales o asignaturas de áreas de conocimiento no incluidas, p. ej., tesis o trabajos de graduación, prácticas profesionales supervisadas, asignaturas de práctica tipo taller (integradoras de áreas de conocimiento), participación en proyectos de investigación o de extensión, asignaturas humanísticas (filosofía, letras, liderazgo,

relaciones públicas), prácticas deportivas obligatorias, videojuegos, informática forense, etc.

Respecto a los niveles de intensidad de formación en contenidos curriculares básicos, sobre la base de los aportes de las clasificaciones actualizadas se propone abrir la discusión sobre los modos de expresar adecuadamente los objetivos en función de la graduación estandarizada de intensidades para ofrecer a los docentes responsables del diseño de programas herramientas para expresar adecuadamente el nivel a alcanzar en cada tema y facilitar el análisis comparado de programas.

## CONCLUSIONES

La complejidad y precisión asociados al tratamiento de la estandarización de los niveles de intensidad de las temáticas comprendidas en las distintas terminales ameritan el desarrollo de construcciones artefactuales para facilitar el diseño y análisis de los currículos.

La presente es una propuesta de tipo ingenieril orientada a la caracterización de los saberes y habilidades a adquirir en función de los tiempos. En un sentido similar se puede proponer el análisis y caracterización de las metodologías de enseñanza y aprendizaje más convenientes a aplicar según el nivel de intensidad de cada área específica.

## REFERENCIAS

- ACM, "Future of Computing Education summit", (2009). <https://www.acm.org/education/future-of-computing-education-summit>
- Agüera Ibáñez, Equibar Cuenca, Vázquez López, Hernández Tejeda, Cedillo Ramirez, Gámez, "Manual para el Diseño Curricular de Programas Educativos de Licenciatura, Profesional Asociado (Técnico Superior Universitario) y Técnico de la BUAP en el Marco del Modelo Universitario Minerva", Universidad Autónoma de Puebla, México, 39-40, (2007).

<http://www.didactica.umich.mx/recursos/dc/manbuap.pdf>

Bloom, "Taxonomy of Educational Objectives Book 1: Cognitive Domain", First Edition, Longman, U.S.A., 25-118, (1956).

Owen Wilson, "Beyond Bloom - A new Version of the Cognitive Taxonomy", (2006). <http://thesecondprinciple.com/teaching-essentials/beyond-bloom-cognitive-taxonomy-revised/>

Anderson, Krathwohl, "A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives", First Edition, Longman,, U.S.A., 65-68, (2001).

Churches, "Educational Origami, Bloom's and ICT Tools", (2007). <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom's+and+ICT+tools>.

Churches, "Welcome to the 21st Century", 2008. <http://edorigami.wikispaces.com/21st+Century+Learners>.