

Las asignaturas de programación en las universidades españolas

Julia González, Alberto Gómez

Departamento de Informática
Universidad de Extremadura
10071 Cáceres
e-mail: {juliagon, agomez}@unex.es

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio comparativo de las asignaturas de programación impartidas en los dos primeros cursos de las carreras de Informática en las Universidades españolas, junto con algunos comentarios sobre la última versión de una de las recomendaciones curriculares internacionales más citadas, la de ACM e IEEE. El objetivo es comprobar si hay demasiadas diferencias en los contenidos mínimos exigidos y en el enfoque utilizado en las Universidades de nuestro entorno.

Los datos que se han utilizado son los disponibles en las diversas páginas Web, tanto institucionales como propias de las asignaturas. Por este motivo, quizás la información no sea completa, aunque pensamos que sí es significativa.

1. Introducción

El espacio único de educación europeo propuesto en la Declaración de Sorbona en 1998, y refrendado en 1999 con la Declaración de Bolonia, provoca una revisión y adaptación de todos los planes de estudio de las titulaciones impartidas actualmente en las Universidades españolas [1].

Las titulaciones deberán acomodarse a los nuevos títulos de pregrado y grado, el primero con valor específico en el mercado de trabajo y el segundo que conducirá a la obtención de un master y/o doctorado.

Además se establece un sistema global para el cómputo de la carga lectiva, los créditos ECTS. Este sistema computa el volumen total del trabajo que el estudiante ha de realizar para superar una materia, incluyendo tanto su asistencia a clase como el tiempo empleado en su evaluación o el trabajo personal realizado. Este nuevo sistema busca la comparación y homologación de títulos entre las Universidades europeas.

De acuerdo al nuevo reto de convergencia, la Conferencia de Decanos y Directores de Centros de Informática, CODDI, ha elaborado un informe preliminar [2] en el que se ratifica la necesidad de un único título de pregrado que de acceso a la profesión y a un segundo ciclo de especialización. La titulación propuesta tendría una duración de 4 años y una carga lectiva comprendida entre 224 y 260 créditos ECTS.

Según este informe, nuestras titulaciones, divididas actualmente en primer y segundo ciclo, han de modificarse, pasando a un único título de pregrado. La convergencia hacia un único título implica una reubicación de recursos, una nueva planificación y una adaptación de los contenidos, que han de verse alterados por las nuevas necesidades y carga lectiva asignada.

Este nuevo planteamiento supondrá un gran esfuerzo de las Universidades españolas que, actualmente y de forma mayoritaria, imparten más de una titulación de Informática. Tal y como refleja la figura 1, el 78% de las Universidades españolas, datos obtenidos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, imparten actualmente más de un título en Informática [3].

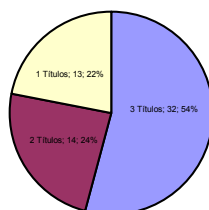


Figura 1. Universidades clasificadas por el número de titulaciones que imparten.

En el informe de la CODDI se propone un reparto porcentual de los créditos, donde el 55% corresponderá a materias troncales. El 7% del total estará destinado a la materia Programación y Estructuras de datos, lo que nos lleva a 18 créditos ECTS troncales en esta materia. Actualmente esta materia está reflejada en los Reales Decretos 1459/1999, 1460/1990 y 1461/1990, como las materias Metodología de Programación y Estructura de Datos y de la Información, con un total de 27 créditos y una carga aproximada del 10% del total de la titulación.

Esta nueva situación, nos lleva a marcar como objetivo de este trabajo el estudio de la situación actual de las materias relacionadas directamente con la enseñanza de la programación en las Universidades españolas, que nos sirva como reflexión sobre la situación actual y punto de partida para los cambios que se avecinan.

En el siguiente apartado se presentan brevemente las últimas recomendaciones relacionadas con la enseñanza de la programación de ACM e IEEE. En el apartado 3 se revisa la situación actual de las asignaturas en las Universidades españolas, según la información encontrada en las páginas web. Para terminar, realizamos algunos comentarios sobre el estudio y presentamos las conclusiones.

2. La programación en el Computing Curricula 2001 de ACM e IEEE

El objetivo principal del Computing Curricula'2001 de ACM e IEEE [4] es revisar el

anterior modelo de 1991 e incorporar los desarrollos e innovaciones producidos en la última década.

Una de las principales novedades de este currículum es la división del informe en varios volúmenes. El primero de ellos y objeto de este estudio, Computing Curricula, se corresponde con una visión global de los estudios de Informática. Además, están desarrollándose cuatro volúmenes más pertenecientes a diferentes disciplinas: Computer Science, Computer Engineering, Software Engineering e Information System.

En la elaboración del informe se aseguró la representación de un amplio rango de expertos en áreas distintas, para lo que se establecieron 20 grupos de trabajo, cada uno destinado a un área, divididos en dos categorías distintas: 14 áreas de conocimiento y 6 áreas de pedagogía

Cada una de las áreas de conocimiento propuestas, dividen sus contenidos en unidades, y cada unidad en temas. Además, se selecciona un conjunto de unidades básicas o troncales, ampliamente consensuadas como indispensables en cualquier currículum. El resto de temas se definen como no troncal. De forma explícita, el informe asegura que estas materias troncales no conforman el currículum en sí mismo, aunque son imprescindibles, y no es necesario que estén concentradas en los primeros cursos.

Con respecto a los cursos introductorios, se proponen diversas implementaciones, dependiendo de si vamos a optar por una aproximación de programación o bien basada en hardware. Elijiendo la primera opción, que es la

más extendida y la que nos interesa en este trabajo, las implementaciones posibles son:

- Primero imperativo.

- Primero objetos.
- Primero funcional.

| Temas | Horas mínimas |
|---|---------------|
| Fundamentos de programación | |
| PF1: Constructores de programación fundamentales | 9 |
| PF2: Algoritmos y resolución de problemas | 6 |
| PF3: Estructuras de datos fundamentales | 14 |
| PF4: Recursividad | 5 |
| PF5: Programación orientada a eventos | 4 |
| Algoritmos y complejidad | |
| AL1: Análisis de algoritmos | 4 |
| AL2: Estrategias de algoritmos | 6 |
| AL3: Algoritmos fundamentales de computación | 12 |
| Lenguajes de programación | |
| PL1: Introducción a los lenguajes de programación | 3 |
| PL4: Declaraciones y tipos | 3 |
| PL5: Mecanismos de abstracción | 3 |
| PL6: Programación orientada a objetos | 10 |
| Total | 79 |

Tabla 1. Temas cubiertos en las tres aproximaciones de programación propuestos por el Computing Curricula '01

En las tres aproximaciones las unidades tratadas, ver tabla 1, coinciden. Se diferencian en la temporalización en cursos y en el orden de presentación de estos conceptos.

Este documento es uno de los más citados y consultados a nivel internacional; resulta adecuado que sea tenido en cuenta en los futuros planes de estudio.

Según el documento de la CODDI citado anteriormente, son 18 los créditos ECTS troncales destinados a programación y estructuras de datos, con una conversión de 25 horas de trabajo por crédito, da un total de 450 horas, que pueden dividirse entre los dos primeros años de carrera. El CC'01 propone un mínimo de 79 horas de clases magistrales, para implementar el currículo básico en esta materia, por lo que su planificación está en

consonancia con nuestras necesidades temporales, dando un margen de libertad a las Universidades y al profesorado para incluir materias no recogidas en este informe.

3. Programación y estructuras de datos en las Universidades españolas

En 1990 se publican los Reales Decretos que actualmente regulan las titulaciones en Informática [5] [6] [7]. Estos decretos establecen los descriptores básicos de las materias troncales "Metodología y tecnología de la programación" y "Estructuras de datos y de la información", donde se incluyen todos los conceptos de programación básicos para las titulaciones de Informática. Para

las titulaciones técnicas se establece una carga lectiva de 12 créditos para cada una, y para la titulación de Ingeniería Informática de 15 créditos.

En las tres titulaciones los descriptores son los mismos. Para “Metodología y tecnología de la programación”:

- Diseño de algoritmos
- Análisis de algoritmos
- Lenguajes de programación
- Diseño de programas: descomposición modular y documentación
- Técnicas de verificación y prueba de programas

Para la materia troncal “Estructuras de datos y de la Información”, que incluye además conceptos de bases de datos:

- Tipos abstractos de datos
- Estructura de datos y algoritmos de manipulación
- Estructuras de la información: Ficheros y bases de datos

Los descriptores de las materias, pese a su brevedad, coinciden con los temas propuestos en el CC'01, excepto en lo referente a las bases de datos, que al igual que en el informe de la CODDI, se trata como área independiente, y la documentación de programas. Si prevé en cambio la inclusión de la programación orientada a objetos y la programación orientada a eventos, no recogida en las directrices del Ministerio, probablemente por los años pasados desde el momento de su especificación, aunque estos paradigmas se imparten de forma habitual en las Universidades españolas.

El estudio se ha realizado a través de la información disponible en las páginas web institucionales y de profesores de las Universidades españolas, tanto privadas como

públicas. Se han considerado las tres titulaciones, teniendo en cuenta que las materias objeto de estudio en este trabajo poseen los mismos descriptores.

A continuación se presentan los datos obtenidos, clasificados en cuatro bloques: paradigma de programación y lenguaje utilizado, temario, prácticas y evaluación, y bibliografía.

3.1. Paradigma y lenguaje

La elección del paradigma de programación y el lenguaje utilizado para realizar las prácticas es uno de los temas de debate continuos en nuestra comunidad. Tras realizar un análisis de todas las Universidades públicas españolas, y algunas Universidades privadas, se puede concluir que no existe consenso en este tema, tal y como muestra la tabla 2.

Según los datos obtenidos, el lenguaje C/C++ es el más utilizado, seguido de Pascal y Java. Debemos tener en cuenta que el lenguaje Java es uno de los más recientes, y que debido a su popularidad en el mundo profesional y a sus innegables características, en unos años probablemente será uno de los más utilizados. Apoyados en el lenguaje se van a desarrollar los contenidos teórico-prácticos de la materia, por lo que resulta interesante conocer cuál es el paradigma de programación más utilizado actualmente.

Los datos muestran que el 7% de las Universidades utiliza desde el primer momento la programación orientada a objetos y un 79% el paradigma de programación imperativa. Existe un 14% para el que no poseemos datos.

| | Nº Asignaturas | Nº Universidades |
|----------|----------------|------------------|
| C/C++ | 26 | 16 |
| Pascal | 21 | 11 |
| Java | 11 | 8 |
| Ada | 9 | 5 |
| Modula 2 | 2 | 1 |
| Haskell | 1 | 1 |

Tabla 2. Primer lenguaje de programación en las titulaciones de Informática españolas

De este 79% que empieza con programación imperativa, el 56% presenta también en el primer curso, aunque con posterioridad, la programación orientada a objetos y el 44% restante mantiene el paradigma de programación imperativa.

Según estos mismos datos, al término de los dos primeros cursos, el 98% de las Universidades presentan los dos paradigmas de programación, tratando la programación orientada a eventos y la programación funcional y lógica en asignaturas no obligatorias, en caso de ser consideradas.

3.2. Temario

A continuación realizaremos algunos comentarios sobre aspectos relevantes de los temarios de las asignaturas que constituyen las materias de programación en las titulaciones de Informática; como son el tratamiento de la recursividad, los tipos abstractos de datos, la documentación, etc. Hemos elegido estos temas porque suenan en los que más difiere la implementación de los planes de estudio. Además hemos recogido la documentación de programas por no estar reflejado en el currículo CC'01 y la programación orientada a eventos porque no está definida dentro de los descriptores de las asignaturas.

- **Recursividad**

25 de las Universidades estudiadas tratan la recursividad como un tema específico dentro de los contenidos de las asignaturas de primer año, en 12 de estas 25 Universidades se retoma este tópico en asignaturas de segundo año y en 5 Universidades se introduce por primera vez en segundo curso.

- **Programación orientada a eventos**

Las Universidades de Almería, Málaga, Oviedo y Vigo son las únicas que incluyen este paradigma en las asignaturas de programación, troncales u obligatorias, de los primeros años. Las dos primeras utilizan como lenguaje de programación Java, la universidad de Oviedo implementa sobre Pascal y la universidad de Vigo utiliza C++.

- **Tipos abstractos de datos**

El concepto de Tipo Abstracto de Datos, TAD, se presenta en el 90% de las Universidades. Además del concepto, se recoge la

implementación de las estructuras Pila, Cola, Lista y Conjunto como tipos abstractos de datos y se utilizan en diversos algoritmos.

- **Documentación**

Sorprendentemente, la documentación no se trata como tema exclusivo en nuestras universidades, y de estar incluido en los temarios como tema independiente, es uno de los últimos. Aunque suponemos que aparecerá como contenido transversal a lo largo de los cursos, intuimos que primero se les enseña a crear programas y después a documentarlos, y no a hacerlo de forma paralela. Creemos que esta no es una buena práctica y que los temas de documentación, principalmente la interna deben realizarse de forma anterior al diseño y paralela a la implementación.

- **Especificación algebraica y Verificación formal.**

Los métodos formales están incluidos como contenidos teóricos, preferentemente en asignaturas de segundo curso relacionadas con las estructuras de datos. El 50% de las universidades estudiadas incluyen temas específicos destinados a la verificación formal, pero solamente 8 universidades destinan al menos un tema a la especificación algebraica.

3.3. Prácticas y evaluación

Mayoritariamente, en todas las titulaciones observadas, se combinan las clases magistrales (horas de contenido teórico) con clases en los laboratorios, de contenido práctico. Ambas están directamente relacionadas, dependiendo el contenido práctico de la explicación teórica y raramente separado, aunque existen Universidades que poseen asignaturas independientes para cada una de estas modalidades, como las Universidades de Alcalá, Complutense de Madrid, Deusto, Europea de Madrid, Extremadura y Vigo. Suponemos que al igual que ocurre en nuestra Universidad, esta división es formal y la dependencia es estrecha entre las asignaturas teóricas y prácticas.

Debido a la fuente de información, es difícil determinar el sistema de evaluación seguido mayoritariamente, aunque sí observamos que el alumno trabaja en proyectos de programación, y suponemos que éstos son evaluados de forma

independiente a los contenidos teóricos, aunque no podemos determinar la forma ni el peso que tienen.

3.4. Bibliografía

Existe una amplia bibliografía en temas relacionados con la programación. No obstante y sorprendentemente, la bibliografía utilizada en las diferentes Universidades es bastante homogénea y puede ser clasificada en dos bloques:

- Bibliografía genérica
- Bibliografía dependiente del lenguaje de implementación utilizado.

Existe un grupo de libros básicos o clásicos recomendada mayoritariamente. En este grupo los autores que más destacan son:

1. Aho [8]
2. Horowitz [9]
3. Wirth [10][11]
4. Brassard [12][13]
5. Weiss [14]
6. Joyanes [15]
7. Castro [16]
8. Peña [17]
9. Balcázar [18]

Los libros y autores citados anteriormente se utilizan en los dos primeros cursos de las titulaciones. Los libros [15] y [16] se destinan a cursos de iniciación a la programación, mientras que [9], [12], [13], [14], [17] y [18] son destinados a contenidos avanzados, normalmente en segundo curso.

Se ha observado que a través del servicio de publicaciones de las distintas Universidades se elaboran libros que rara vez consiguen salir del ámbito de la universidad en la que son creados, ejemplos de ello existen en la Universidad de Extremadura, Las Palmas de Gran Canaria, Málaga, Murcia. Cabe destacar el libro [19], publicado por la Universidad Politécnica de Cataluña, muy referenciado por el resto de Universidades.

El resto de bibliografía utilizada está muy influida por el lenguaje de programación elegido como soporte a los conocimientos teóricos. Como se señaló en la sección anterior, los lenguajes más utilizados son C++, Java y Pascal, seguidos de Ada y Modula-2 y Cobol. En estos casos, la bibliografía utilizada no es tan homogénea, debido

principalmente al elevado número de volúmenes dedicados a estos lenguajes.

De la bibliografía revisada destacar que no hemos encontrado libros destinados a la documentación de programas, y que a menudo este aspecto no está tratado en la bibliografía fundamental, aunque el tema sí posea gran relevancia.

4. Comentarios al estudio

Aunque la información con la que se ha realizado este estudio no es completa ni homogénea, ya que no se pueden encontrar los mismos datos de esta materia en las páginas Web de todas las Universidades, se pueden extraer algunas conclusiones útiles sobre la materia de programación impartida en los estudios de Informática.

En general, las características académicas de las asignaturas son similares. Suele ser una asignatura anual, o dividida en dos cuatrimestres, entre 12 y 18 créditos por año, impartida en los dos primeros cursos de carrera, que normalmente están complementadas con asignaturas obligatorias y optativas con el objetivo de profundizar en algunos de los aspectos tratados en las troncales.

Los temarios de las asignaturas consideradas son bastante parecidos en cuanto a las materias que se tratan. En la mayoría de los casos, los primeros temas se dedican a los fundamentos de programación, construyendo poco a poco estructuras de datos cada vez más complejas, viendo por último los esquemas algorítmicos más utilizados y algoritmos clásicos.

La mayor diferencia se detecta en el nivel de formalismo utilizado y el nivel de abstracción tratado.

En general una deficiencia encontrada es la poca atención prestada a la documentación, prueba y mantenimiento de programas. A menudo estos temas quedan pendientes de materias relacionadas con Ingeniería del Software, tratadas en cursos posteriores, aunque tenemos el convencimiento de que son temas fundamentales que deben presentarse desde el principio.

La bibliografía recomendada es bastante similar en todos los casos. Los libros que más se repiten son los considerados claves en la literatura.

Como trabajo futuro, es recomendable completar el estudio con datos homogéneos no encontrados en las páginas web de las Universidades, para recopilar información de los pasos que cada Universidad está llevando a cabo en su adaptación al nuevo espacio europeo.

5. Conclusiones

A la vista del estudio comparativo de las materias de programación en las Universidades españolas, resulta ser bastante similar en cuanto a características académicas, temario, lenguajes de programación utilizados y bibliografía.

Por este motivo, la adaptación de los temarios al nuevo espacio de educación europeo no debe ser complicada. El principal problema puede ser la adaptación al nuevo sistema de cómputo de carga lectiva. Según la propuesta elaborada por la CODDI, se rebaja en un 3% la carga dedicada a programación y estructura de datos. Esta modificación, junto con la cuantificación del trabajo realizado por el alumno individualmente, quizás suponga un recorte en horas lectivas, lo que implicará un recorte en los temarios o en la profundización de los contenidos o en las horas dedicadas a las prácticas tuteladas.

La situación de cambio en la que estamos embarcados, debe ayudarnos a sentar las bases de la definición del perfil profesional buscado, y según esto, adaptar los contenidos, modernizándolos y ajustándolos a las necesidades de nuestra sociedad.

Agradecimientos

Queremos agradecer el esfuerzo de las distintas Universidades y de los profesores de las asignaturas que han puesto esta valiosa información al alcance de todos en las páginas web, y que se encargan de mantenerla actualizada.

También pedimos disculpas por no haber sabido encontrar todos los datos que las Universidades pueden tener accesibles a través de Internet.

Referencias

- [1] www.crue.org/espaeuro
 [2] <http://webepcc.unex.es/jenui2002>

- [3] Ministerio de educación, cultura y deporte. <http://www.mec.es>
- [4] ACM/IEEE. Computing Curricula 2001. Computer Science. Final Report. Decempher 15th. The Joint Task Force on Computing Curricula, 2001.
- [5] RD 1459/1999. Real decreto de regulación de la titulación Ingeniero Informático.
- [6] RD 1460/1990. Real decreto de regulación de la titulación Ingeniero Técnico en Informática de Gestión.
- [7] RD 1461/1990. Real decreto de regulación de la titulación Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas.
- [8] Aho, Alfred; E. Hopcroft, John y D. Ullman, Jeffrey. "Estructuras de datos y algoritmos". Wilmington,"Addison-Wesley Iberoamericana 1988.
- [9] Horowitz Ellis & Sahni, Sartaj. "Fundamentals of Computer Algorithms". Pitman, 1978.
- [10] Wirth, N. "Algoritmos + estructuras de datos = programas". Ediciones del Castillo,1980.
- [11] Wirth, N. "Algoritmos y Estructuras de datos". Prentice-Hall, 1986.
- [12] Brassard y P. Bratley. "Algoritmica. Concepción y análisis". G. Ed. Masson, 1990.
- [13] Brassard, Gilles & Bratley, Paul. "Fundamentos de Algoritmia". Prentice-Hall, 1997.
- [14] Weiss, Mark. "Estructuras de datos y algoritmos". Wilmington, Addison-Wesley, 1995.
- [15] Joyanes, L. "Fundamentos de programación. Algoritmos y estructuras de datos". Segunda edición. McGraw-Hill, 1996.
- [16] Jorge Castro, Felipe Cucker, Xavier Messeguer, Albert Rubio, Lluís Solano y Borja Valles. "Curso de Programación". McGraw-Hill, 1994.
- [17] Peña, R. "Diseño de Programas. Formalismo y Abstracción. 2ª edición." Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., 1997.
- [18] Balcázar J.L. "Programación Metódica". Ed. McGraw-Hill, 1993.
- [19] Franch, X., "Estructuras de datos. Especificación, diseño e implementación". Ediciones UPC. 1994.

Web de Universidades

- [20] A Coruña <http://www.udc.es>

- [21] Alcalá <http://www.uah.es>
 [22] Alfonso X El Sabio <http://www.uax.es>
 [23] Alicante <http://www.ua.es>
 [24] Almería <http://www.ual.es/>
 [25] Antonio de Nebrija <http://www.unnet.es>
 [26] Autónoma de Barcelona <http://www.uab.es>
 [27] Autónoma de Madrid <http://www.uam.es>
 [28] Barcelona <http://www.ub.es>
 [29] Burgos <http://www.ubu.es>
 [30] Cádiz <http://www.uca.es>
 [31] Camilo José Cela <http://www.ucjc.edu>
 [32] Cardenal Herrera-Ceu <http://www.ceu.es>
 [33] Carlos III de Madrid <http://www.uc3m.es>
 [34] Castilla-La Mancha <http://www.uclm.es>
 [35] Católica de Ávila <http://www.ucavila.es>
 [36] Católica San Antonio <http://www.ucam.es>
 [37] Complutense de Madrid <http://www.ucm.es>
 [38] Córdoba <http://www.uco.es>
 [39] Deusto <http://www.deusto.es>
 [40] Europea de Madrid <http://www.uem.es>
 [41] Extremadura <http://www.unex.es>
 [42] Girona <http://www.udg.es>
 [43] Granada <http://www.ugr.es>
 [44] Huelva <http://www.uhu.es>
 [45] Illes Balears <http://www.uib.es>
 [46] Jaén <http://www.ujaen.es>
 [47] Jaime I de Castellón <http://www.uji.es>
 [48] La Laguna <http://www.ull.es>
 [49] Las Palmas de Gran Canaria
<http://www.ulpgc.es/index0.html>
- [50] León <http://www.unileon.es>
 [51] Lleida <http://www.udl.es>
 [52] Málaga <http://www.uma.es>
 [53] Miguel Hernández <http://www.umh.es>
 [54] Mondragón Unibertsitatea
<http://www.muni.es>
 [55] Murcia <http://www.um.es>
 [56] Nacional de Educación A Distancia
<http://www.uned.es>
 [57] Oberta de Catalunya <http://www.uoc.es>
 [58] Oviedo <http://www.uniovi.es>
 [59] Politécnica de Catalunya <http://www.upc.es>
 [60] Politécnica de Madrid <http://www.upm.es>
 [61] Politécnica de Valencia <http://www.upv.es>
 [62] Pompeu Fabra <http://www.upf.es>
 [63] Pontificia Comillas <http://www.upco.es>
 [64] Pontificia de Salamanca <http://www.upsa.es>
 [65] Pública de Navarra <http://www.unavarra.es>
 [66] Ramon Llull <http://www.url.es>
 [67] Rey Juan Carlos <http://www.urjc.es>
 [68] Rovira I Virgili <http://www.urv.es>
 [69] Salamanca <http://www.usal.es>
 [70] San Pablo C.E.U. <http://www.ceu.es>
 [71] Sevilla <http://www.us.es>
 [72] Valencia Estudi General <http://www.uv.es>
 [73] Valladolid <http://www.uva.es>
 [74] Vic <http://www.uvic.es>
 [75] Vigo <http://www.uvigo.es>
 [76] Zaragoza <http://www.unizar.es>