

UN CURRÍCULO PARA LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN BASADA EN LOS CURSOS DE COURSERA

UN CURRÍCULO PARA LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
BASADA EN COURSERA

AUTORES: Rolando Aguilar Álvarez¹

Alejandro Rosete-Suárez²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: rosete@ceis.cujae.edu.cu

Fecha de recepción: 13-07-2015

Fecha de aceptación: 12-12-2015

RESUMEN

Los cursos masivos abiertos en línea (conocidos como MOOC, por sus siglas en inglés) constituyen un fenómeno reciente que ha cambiado la perspectiva sobre la formación y el futuro de las instituciones educativas. Cientos de miles de personas han cursado este tipo de cursos en los últimos años. Sin embargo, para un estudiante que se encuentra con toda la oferta educativa que hoy está disponible, no le es fácil definir una estrategia curricular de formación que le permita ganar una formación sólida en una carrera. Para avanzar un paso en ese sentido, este trabajo analiza los cursos de Ciencias de la Computación que hoy ofrece Coursera, una de las plataformas más populares de difusión de este tipo de cursos. Se agrupan los cursos disponibles en Coursera y se analizan desde la perspectiva de diseño curricular propuesto para la carrera de Ciencias de la Computación por reconocidas instituciones. Finalmente, se concluye con una selección y ordenamiento de 45 cursos que permitiría a un estudiante obtener un currículo profesional para la carrera alineado a esa propuesta. Se analizan los retos y amenazas que llevaría seguir este camino tanto para los estudiantes como para las instituciones educativas.

PALABRAS CLAVE: Cursos abiertos masivos en línea; Ciencias de Computación; Diseño curricular.

A COMPUTER SCIENCE CURRICULUM BASED ON COURSERA

ABSTRACT

Massive Open On-line Courses (MOOC) are changing the perspective and the future of the higher education institutions. Thousand of persons have been

¹ Máster en Administración de Proyectos, Académico, Programa UNA Virtual - Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica. E-mail: rolando.aguilar.alvarez@una.cr

² Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, CUJAE, La Habana, Cuba.

involved in this type of courses in the recent years. However, if a student wants to get a solid formation for a specific career there is not any guide for using all the available courses. In order to advance in this direction, this paper analyze the courses in the field of Computer Science that are available in Coursera, one of the most important platform to deliver MOOC, with the intention of proposing a curriculum. The available courses are analyzed based on the recommendations for the curricula of Computer Science careers that have been established by institutions with high reputation. Finally, we present a selection and arrangement of 45 courses of Coursera that would allow the students to get a curricular formation aligned with the most recognized standards for this career. Some challenges and implications of the proposal and also discussed.

KEYWORDS: Massive Open On-line Courses (MOOC); Computer Science; Curriculum Design.

INTRODUCCIÓN

La proliferación de cursos masivos abiertos en línea o MOOC, por las siglas en inglés de Massive Open On-line Courses, es un fenómeno singular del empleo de las tecnologías en la educación en el siglo XXI. Para tener una noción aproximada de la relevancia de los MOOC y de su crecimiento, puede analizarse el crecimiento que ha habido en las publicaciones que se refieren a ellos en los últimos años (Liyanagunawardena et al., 2013). Los MOOC en las Ciencias de Computación son abundantes. En el año 2013 ya había más de 60 MOOC en Computación que eran alrededor del 50% de los MOOC disponibles en aquel momento. Incluso, se llegó a considerar que los MOOC disponibles podían clasificarse en tres grandes grupos, uno de los cuales era el de computación (Egerstedt, 2013).

Muchos autores han analizado los cursos de computación y sus resultados. Uno de los temas de la carrera de Computación que más ha sido llevado a MOOC es el de la programación, incluyendo cursos introductorios como los de (Ben-Ari, 2013) y (Vihavainen et al., 2012), de programación por pares (McKinsey et al., 2014), así como de lenguajes concretos (Severance, 2013) o de Bases de Datos (Morris, 2013). También hay cursos de Ingeniería de Software (Schmidt and McCormick, 2013), de Inteligencia Artificial (Cerf, 2013), de Aprendizaje automático (Morris, 2013), y de Redes (Willems et al., 2013).

A pesar de esta abundancia de cursos de Computación, no se conoce que haya habido intentos de establecer un currículo de estudio de Ciencias de la Computación basado en el uso de los MOOC disponibles. Hay universidades que han avanzado en esta dirección en algunas carreras, ofreciendo programas híbridos o completamente en línea, pero que no son gratuitos, no

se basan en MOOC, ni combinan cursos de varias instituciones (Gallagher and LaBrie, 2012).

Otra dimensión interesante es la de usar los MOOC para encauzar los intereses de los estudiantes, como manera de asegurar una correcta orientación vocacional antes de entrar oficialmente en un curso o carrera en programas tradicionales de educación superior (Zirger et al., 2014).

Los enfoques anteriores conciben la formación dentro de una universidad y guiada por esta. Sin embargo, hay estudios recientes que sugieren que está en constante crecimiento la proporción de la educación que ocurre fuera de las instituciones, por medio del uso de las tecnologías (Beaven et al., 2014). En este sentido, aspectos como la motivación, la determinación personal y el nivel cultural de los estudiantes son factores importantes de éxito (Beaven et al., 2014). Por tanto, puede deducirse que hay muchas personas que no desean o no cuentan con dinero para pagar por su educación pero que sí tienen el interés, la determinación y la capacidad para desarrollarse profesionalmente en una rama. En el caso concreto de la computación, el entorno que puede ser aún más favorable para la formación totalmente libre, abierta y sin compromisos con una institución educativa. Esto se debe a que son muchos los empleos relacionados con la computación que son línea y donde no es importante la certificación de los conocimientos sino la capacidad para resolver problemas de esta rama.

Las implicaciones que tienen estas tendencias para las universidades son grandes y escapan al alcance de este trabajo, pero sin duda es un tema que ha recibido notable atención, se han analizado los escenarios posibles dentro de 10 años (Blass and Hayward, 2014) y los modelos de negocios (Gallagher and LaBrie, 2012).

Sin embargo, este interés o vocación de autoformación de los estudiantes puede ser frenado por la falta de orientación para estructurar un programa de formación. Es conocido que, en promedio, menos del 10% de los que ingresan a los MOOC lo concluyen (Liyanagunawardena et al., 2013). En esto puede estar influyendo que los estudiantes quieran comenzar un curso para el que no están preparados por no contar con los conocimientos precedentes necesarios. En las carreras tradicionales esto se evita, ya que el diseño se enfoca en lograr una secuencia de cursos que sea coherente.

En resumen, aunque hay muchos cursos disponibles, falta una visión general de formación en la carrera de Ciencias de la Computación. Esto implica que un estudiante interesado en una visión a largo de plazo no puede hacerse un plan que lo lleve a un conjunto de conocimientos y habilidades similares a los recomendados para un graduado universitario en Ciencias de la Computación. Para poder responder a esta situación, parece posible emplear las mejores prácticas para el diseño curricular de las carreras de Ciencias de la Computación, para lo que se cuenta con recomendaciones generales para

el diseño de estas carreras (Sahami et al., 2013), elaboradas bajo el liderazgo de instituciones reconocidas como la ACM (siglas en inglés de Association for Computing Machinery) y la IEEE Computer Society.

Con todos estos precedentes, en este trabajo se pretende responder a la pregunta de si es posible diseñar un currículo de formación para la carrera de Ciencias de la Computación que se acerque a las recomendaciones de ACM-IEEE usando los MOOC disponibles. Para ello, se analiza el currículo profesional propuesto por ACM-IEEE y se compara con la oferta educativa de la plataforma Coursera (www.coursera.com), que es una de las empresas líderes en el mundo de los MOOC (Liyanagunawardena et al., 2013). Este análisis permitirá seleccionar cursos y estructurar un currículo de formación para esa carrera.

DESARROLLO

EL CURRÍCULO PROPUESTO POR ACM-IEEE

Desde hace más de 40 años, varias universidades y otras instituciones bajo la conducción de dos organizaciones muy reconocidas en el mundo de la computación como son la ACM y la IEEE Computer Society han realizado estudios y establecido guías generales para el diseño curricular de carreras de Ciencias de la Computación y en otras áreas afines (Sahami et al., 2013). En su última edición de 2013, se estructura el conjunto de conocimientos importantes para la carrera de Ciencias de la Computación en 18 áreas de conocimiento. Para simplificar el análisis, en este trabajo se agruparán las 18 áreas de conocimiento en 4 grandes zonas de conocimiento llamadas Ingeniería de Software (IS), Tecnologías de Programación (TP), Matemática Aplicada (MA) y Sistemas Computacionales (SC).

En la propuesta curricular de ACM-IEEE queda claro que hay una gran relación entre las distintas áreas. Eso implica que también hay mucha relación entre las 4 zonas definidas, a pesar de que se intente (tanto en las áreas como en las zonas) de que sean cohesionadas y con el menor acoplamiento respecto a las demás. Sin embargo esto no excluye los inevitables solapamientos que hay dentro de las distintas áreas y en las precedencias cruzadas entre ellas, muchas de las cuales se declaran explícitamente (Sahami et al., 2013). Incluso hay solapamientos con otros temas como son los de matemáticas. Se sugieren que los cursos no organicen por áreas de conocimiento, sino que se integren múltiples áreas (Sahami et al., 2013).

Otro aspecto valioso que se incluye en la propuesta de ACM-IEEE es la definición de la importancia de los temas. De esta manera se define un núcleo básico del currículo dentro del cual definen dos capas que deben cubrir unas 308 horas lectivas. La capa 1 incluye temas que se consideran obligatorios y que deben estar en todos los currículos de carreras de Ciencias

de la Computación, mientras que los de la capa 2 deben estar cubiertos al menos en un 80% (Sahami et al., 2013). A continuación se muestran las cuatro zonas de conocimiento que se usarán en este trabajo. Asociado a cada una de ellas se muestra la cantidad de horas del núcleo básico (ambas capas) de ellas y las áreas de conocimiento que abarcan con sus siglas, usando los nombres originales usados en (Sahami et al., 2013).

- Zona de Ingeniería del Software (IS) con 105 horas (34% del total), incluye las áreas de conocimiento HCI (Human-Computer Interaction), IM (Information Management), SDF (Software Development Fundamentals), SE (Software Engineering) y SP (Social Issues and Professional Practice)
- Zona de Tecnologías de Programación (TP) con 71 horas (23% del total), incluye las áreas de conocimiento AL (Algorithms and Complexity), PBD (Platform-based Development), PD (Parallel and Distributed Computing) y PL (Programming Languages)
- Zona de Matemática Aplicada (MA) con 55 horas (18% del total), incluye las áreas de conocimiento CN (Computational Science), DS (Discrete Structures), GV (Graphics and Visualization) y IS (Intelligent Systems).
- Zona de Sistemas Computacionales (SC) con 77 horas (25% del total), incluye las áreas de conocimiento AR (Architecture and Organization), IAS (Information Assurance and Security), NC (Networking and Communications), OS (Operating Systems) y SF (Systems Fundamentals).

La propuesta curricular de ACM-IEEE deja claro que se usa a la hora lectiva como la unidad de medida por ser la más entendible en diferentes contextos culturales, entendiéndolas en un sentido tradicional, sin incluir los estudios independientes, los laboratorios y las evaluaciones. Esto no quiere decir que ellos fueren a ir hacia una enseñanza presencial al usar esta unidad de medida (Sahami et al., 2013), la cual siempre puede considerarse un valor mínimo que requerirá asimilar ese conocimiento. Es interesante notar que en la presentación del currículo 2013 se incluyen referencias a varios cursos disponibles en ese momento como MOOC (Sahami et al., 2013).

Lo propuesto por ACM-IEEE, se considera la base o guía que puede usarse para diseñar variados planes de estudio o diseño curriculares para una carrera de Ciencias de la Computación. Las secciones siguientes tratarán de analizar los MOOC disponibles, desde la perspectiva de lo que es necesario según el currículo propuesto por ACM-IEEE.

OFERTA EDUCATIVA DE COURSERA EN CIENCIAS DE COMPUTACIÓN

Hay muchas plataformas de MOOC disponibles. Dentro de ese contexto, Coursera (www.coursera.com) es una de las líderes en el tema (Liyanagunawardena et al., 2013). Por esa razón, en este trabajo se centrará el análisis en los cursos disponibles en Coursera en un muestreo realizado en Junio de 2015, pero el método que aquí se emplea puede extenderse para analizar otras plataformas.

Como el foco de este trabajo está en la carrera de Ciencias de la Computación, el énfasis se ha puesto en los cursos relacionados con esta carrera. Coursera clasifica los cursos en 25 temáticas, dentro de las que se incluyen cuatro temáticas que explícitamente incluyen en su nombre a las Ciencias de la Computación (en inglés, "Computer Science"). También hay otras tres temáticas que tienen una estrecha relación que son la estadística, la gestión de la información y la matemática. La cantidad de cursos que incluye a alguna de estas siete categorías es de 347. La mayoría de los cursos pertenecen a más de una categoría.

Desde la perspectiva de las cuatro zonas de conocimiento en que se agruparon las 18 áreas de conocimiento definidas en el currículo definido por ACM-IEEE (Sahami et al., 2013), los 347 cursos identificados se agrupan de la manera que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Cantidad de cursos relacionados con las 4 zonas de conocimiento referidas a la definición de ACM-IEEE

Zona de conocimiento	Cantidad de cursos
Ingeniería del Software (IS)	124
Tecnologías de Programación (TP)	88
Matemática Aplicada (MA)	181
Sistemas Computacionales (SC)	103

Debe notarse que muchos cursos tienen relación con más de una zona, por lo que la suma de los valores en la tabla excede el total de cursos disponibles. También cabe destacar que existen 38 de los 347 cursos cuyo título no parece tener relación directa con ninguna de las cuatro zonas de conocimiento mencionadas. Ejemplos de estos cursos son los dedicados a Alfabetización, Creatividad y Educación Virtual; a la Ingeniería Financiera; a la Introducción Filosófica a las Emociones; a la Creatividad, Innovación y Cambio; etc. Esto puede deberse a que los contenidos tratados en esos cursos usen o se basen en aspectos computacionales, sin embargo, por su enfoque tan particular no pareció adecuado clasificarlos en ninguna de las 4 zonas anteriores. Como se dijo antes, algunos cursos pertenecen a más de una zona, lo cual se muestra en la tabla 2.

La columna Puros de la Tabla 2 muestra la cantidad de cursos que solo pertenecen a una zona (por ejemplo, hay 25 cursos que solo se relacionan con Ingeniería de Software). La columna Mezclados muestra la cantidad de cursos que no son puros. Debe notarse que esta columna no se corresponde con la suma de las mezclas de cada fila, porque hay cursos que se mezclan con más de una de las otras zonas.

Tabla 2: Cantidad de cursos en que se combinan las zonas de conocimiento

	IS	TP	MA	SC	Puros	Mezclados	Total
IS		28	63	45	25	99	124
TP	28		32	27	32	56	88
MA	63	32		42	80	101	181
SC	45	27	42		24	79	103

La Tabla 3 muestra la información de la Tabla 2 de forma porcentual.

Tabla 3: Proporción de cursos en que se combinan las zonas de conocimiento

	IS	TP	MA	SC	Puros	Mezclados
IS		23%	51%	36%	20%	80%
TP	32%		36%	31%	36%	64%
MA	35%	18%		23%	44%	56%
SC	44%	26%	41%		23%	77%
Promedio					31%	69%
Desviación					11%	11%

Se puede observar en las tablas 2 y 3 que hay una tendencia a mezclar zonas de conocimiento en los cursos. También se observa que las zonas de MA e IS son lo que se mezclan con mayor frecuencia con otros temas (lo cual puede verse en las columnas respectivas), aunque en esto puede influir también que son las zonas con más cursos.

En otra dirección de análisis puede destacarse que el 80% de los cursos de IS son mezclados, lo cual es similar a lo que ocurre con SC, mientras que MA es quien cuenta con una mayor cantidad y proporción de cursos puros.

Del análisis de la cantidad de cursos disponible en Coursera, así como de su distribución por zonas de conocimiento, es posible concluir que existe una gran cantidad de cursos en cada zona de conocimientos, lo cual permite contar con variantes para diseñar un currículo de estudio para la carrera de Ciencias de la Computación que los emplee.

Igualmente, por la gran combinación de temas en los cursos, es posible pensar que se pueden cubrir los contenidos de la carrera, con un adecuado grado de relación entre los temas como sugiere el diseño propuesto por ACM-IEEE.

CURRÍCULO PARA CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN BASADA EN COURSERA

A partir de las bases generales del diseño curricular definido por ACM-IEEE para las carreras de Ciencias de la Computación y de la oferta educativa de Coursera, esta sección presenta una propuesta de currículum para Ciencias de la Computación basada en los cursos disponibles en Coursera.

Se organizó el currículum en 4 años, con una organización en trimestres. Se escogió la duración de 4 años debido a que hay una tendencia hacia esta duración de las carreras a nivel mundial. Se optó por la organización en trimestres debido a la duración común de los cursos en Coursera que oscila entre 4 y 10 semanas.

En el primer año, se proponen 3 asignaturas por trimestre, y en los últimos tres años se incluyen 4 asignaturas por trimestre. Se optó por esta distribución de carga porque se consideró que el primer año debe ser más complejo para adaptarse a esta forma de estudio y a desarrollar la disciplina y autocontrol necesarios para enfrentar un programa como este. Posteriormente, ya el estudiante puede ser más maduro para avanzar a un ritmo más intenso. Debe quedar claro que esto no quiere decir que sea necesario cursarlo en ese tiempo, sino que puede servir para establecer sugerencias de precedencia que pueden ser útiles a quien pretenda hacerse una carrera por esta vía. Adicionalmente, en Coursera hay muchos otros temas que pueden tomarse electivamente.

El total de asignaturas incluidas en la propuesta es de 45. Las tablas 4 y 5 muestran el diseño curricular de la carrera que se propone. En la tabla 4 se muestran los cursos para los dos primeros años, mientras que en la tabla 5 se muestran los últimos dos años.

En las tablas 4 y 5 se han usado los nombres originales (sin traducir) que aparecen en la página de Coursera para hacer más fácil su búsqueda y empleo por posibles estudiantes.

También se indica al lado del nombre del curso el de la universidad que lo imparte. La columna Año indica cuándo se sugiere llevar el curso. Por ejemplo, el curso "Algorithms, Part I (Princeton University)" se sugiere en el tercer trimestre del primer año por eso aparece como "1.3" en la Tabla 4.

Puede notarse que en la propuesta se han incluido también algunos cursos importantes para poder enfrentar este tipo de formación en línea y para ubicarse luego en el mercado laboral.

Tabla 4: Currículo basado en Coursera para estudiar Ciencias de la Computación (años 1 y 2)

Curso (Universidad)	Año
Computer Science (Stanford University)	1.1
Learn to Program: The Fundamentals (University of Toronto)	1.1
Learning How to Learn: Powerful mental tools to help you master tough subjects (University of California, San Diego)	1.1
Learn to Program: Crafting Quality Code (University of Toronto)	1.2
Technology and Ethics (The Ohio State University)	1.2
Logic: Language and Information 1 (The University of Melbourne)	1.2
Creative Problem Solving (University of Minnesota)	1.3
Algorithms, Part I (Princeton University)	1.3
Logic: Language and Information 2 (The University of Melbourne)	1.3
Programming Languages (University of Washington)	2.1
Digital Systems - Sistemas Digitales: De las puertas lógicas al procesador (Universitat Autònoma de Barcelona)	2.1
Algorithms, Part II (Princeton University)	2.1
Internet History, Technology, and Security (University of Michigan)	2.1
Algorithms: Design and Analysis, Part 1 (Stanford University)	2.2
Computer Architecture (Princeton University)	2.2
Human-Computer Interaction (University of California, San Diego)	2.2
Enhance Your Career and Employability Skills (University of London)	2.2
Data Structures and Algorithms (Peking University)	2.3
Algorithms: Design and Analysis, Part 2 (Stanford University)	2.3
The Advanced Object-Oriented Technology (Peking University)	2.3
The Hardware/Software Interface (University of Washington)	2.3

Tabla 13: Currículo basado en Coursera para estudiar Ciencias de la Computación (años 3 y 4)

Curso (Universidad)	Año
Introduction to combinatorics (Moscow Institute of Physics and Technology)	3.1
Operating Systems (Peking University)	3.1
Human-Computer Interaction Design (University of California, San Diego)	3.1
Introduction to Databases (Stanford University)	3.1
Automata (Stanford University)	3.2
Computer Networks (University of Washington)	3.2
Probability (University of Pennsylvania)	3.2
Web Application Architectures (University of New Mexico)	3.2
Descriptive Statistics (University of Amsterdam)	3.3
Software Security (University of Maryland, College Park)	3.3
Compilers (Stanford University)	3.3
High Performance Scientific Computing (University of Washington)	3.3
Software Testing (Nanjing University)	4.1
Hardware Security (University of Maryland, College Park)	4.1
Inferential Statistics (University of Amsterdam)	4.1
Heterogeneous Parallel Programming (University of Illinois at Urbana-Champaign)	4.1
Artificial Intelligence (National Taiwan University)	4.2
Fundamentals of Project Planning and Management (University of Virginia)	4.2
Information Theory (The Chinese University of Hong Kong)	4.2
Digital Signal Processing (École Polytechnique Fédérale de Lausanne)	4.2
Cryptography (University of Maryland, College Park)	4.3
Data Analysis (Johns Hopkins University)	4.3
Information Security and Risk Management in Context (University of Washington)	4.3
Machine Learning (Stanford University)	4.3

Un aspecto interesante de este currículo es que incluye cursos de 24 instituciones diferentes de diversos países como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Rusia, Australia, China, España y Holanda. El grado de participación de las universidades, según la cantidad de cursos que aportan se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Universidades agrupadas según la cantidad de cursos incluidos en el currículo propuesto

Cantidad de cursos	Universidades
1 curso (15 universidades)	École Polytechnique Fédérale de Lausanne; Johns Hopkins University; Moscow Institute of Physics and Technology; Nanjing University; National Taiwan University; The Chinese University of Hong Kong; The Ohio State University; Universitat Autònoma de Barcelona; University of Illinois at Urbana-Champaign; University of London; University of Michigan; University of Minnesota; University of New Mexico; University of Pennsylvania; University of Virginia
2 cursos (3 universidades)	The University of Melbourne; University of Amsterdam; University of Toronto
3 cursos (4 universidades)	Peking University; Princeton University; University of California, San Diego; University of Maryland, College Park
5 cursos (1 universidad)	University of Washington
7 cursos (1 universidad)	Stanford University

El currículo de estudio de formación para la carrera de Ciencias de la Computación presentado en las tablas 4 y 5 es bastante cercano a lo pedido por la ACM-IEEE. Por razones de espacio, en este trabajo solo se han incluido los nombres de los cursos y su distribución en el currículo por año y trimestre, pues no es posible entrar en otros detalles de los contenidos. En el resto de los aspectos del diseño curricular, se asume lo establecido por ACM-IEEE (Sahami et al., 2013).

Es importante aclarar que la oferta de Coursera es bastante abundante en algunos temas como la estadística o la criptografía, en relación con lo pedido en estos temas por ACM-IEEE. Esto quiere decir, que existen varios cursos muy cercanos a los sugeridos en estos temas que también podrían ser usados por los estudiantes.

Sin embargo, hay otros temas que son indispensables en un currículo de Ciencias de la Computación que tienen una presencia baja. Por ejemplo, hay un solo curso en cuyo título aparece alusión al concepto de Estructura de Datos y otro el de Bases de Datos. Algo similar ocurre con el tema de computación paralela que solo aparece en el nombre de un curso, aunque hay otros temas vinculados que son más específicos que sí aparecen más, como es el caso de Computación en la Nube (Cloud Computing).

Es significativo que no haya ningún curso que explícitamente en su título mencione a la Ingeniería de Software, ni a sub-disciplinas de ellas como el análisis y el diseño de software, ni al modelado con UML (Unified Modelling Language). Esto no es tan crítico en la carrera de Ciencias de la Computación como podría ser para otras carreras cercanas como podría ser la Ingeniería en Tecnologías de la Información o la Ingeniería de Software. Es notable que sí aparezca un curso dedicado a pruebas (Software Testing).

A partir de este diseño curricular, es posible afirmar que un estudiante con vocación de aprender puede hoy seguir un plan personal de formación que lo lleve a alcanzar un nivel de conocimiento cercano al que sugiere la ACM-IEEE para la carrera de Ciencias de la Computación.

IMPLICACIONES DEL CURRÍCULO PROPUESTO

En la sección anterior se ha presentado una propuesta curricular para la carrera de Ciencias de la Computación cercana a lo establecido por la ACM-IEEE. Esto tiene implicaciones importantes que a continuación se resumen:

- Parece ser posible que siguiendo el currículo propuesto, un estudiante pueda llegar a disponer de un conjunto de conocimiento (correspondientes a cursos) muy cercano a los que ofertan muchas universidades hoy en día.
- A pesar de lo anterior y de que mejora cada día la percepción sobre la calidad que puede lograrse con la educación virtual (Allen and Seaman, 2013), si una persona siguiera el currículo anterior de formación y en 4 o 5 años logra cursar exitosamente todos estos cursos, es posible que no exista una manera de asegurarle el reconocimiento de sus saberes. Esto no quita que esa persona tenga oportunidades de empleo en aquellas instituciones que se enfoquen más en los conocimientos demostrables y no en los conocimientos certificados.
- Por otra parte, las instituciones que reconozcan directamente las competencias de una persona obtenidas por las vías de los MOOC, puede estar corriendo el peligro asociado a la falta de seguridad (por ejemplo, de autenticación) que se asocia a los MOOC (Miguel et al., 2013), por lo cual hay muchos educadores que no están de acuerdo con su reconocimiento.

- Al ser este currículo una sugerencia que puede seguirse o no, un estudiante puede violar las precedencias y seguir un camino que lo conduzcan a deformaciones en su formación que luego pueden ser insalvables o a demorar mucho su avance (y desmotivarse) por dificultad añadida por la mala selección del camino.
- Lo anterior puede agravarse si los cursos no están disponibles en el momento que serían más adecuados. Debe notarse que los cursos no siempre se abren o que puedan solaparse varios en un mismo momento lo cual puede deformar o atrasar el recorrido del estudiante. Sin embargo, en la educación a distancia, la flexibilidad es inherente al proceso formativo, por lo cual esto no tiene la relevancia que podrían tener este tipo de retos en una educación tradicional.
- Aunque en los MOOC se pretende incentivar el trabajo grupal esto no es igual en todos los casos, por lo que no hay garantía del desarrollo de competencias para el trabajo en grupo. Sin embargo, el estudiante que logre usar al máximo estas potencialidades a través de este proceso de formación sugerido de 4 años, puede haber trabajado con muchas personas de diversas culturas y de distintos hábitos, lo cual puede haberle servido para desarrollar mucho sus habilidades para el trabajo en grupo en un contexto multicultural.
- Un reto grande de un currículo organizado de esta manera es la posible existencia de solapamientos entre los cursos. En el diseño propuesto, se han evitado la inclusión de cursos que se solapen completamente con otro. Sin embargo, un solapamiento parcial es inevitable, más aún por estar ofrecidos los cursos por universidades diferentes. No obstante, este aspecto puede tener aspectos positivos y negativos. Por una parte, puede ser conveniente el solapamiento si esto sirve para que el estudiante vea los temas desde distintas perspectivas o relaciones áreas diferentes del saber. Por otra, si los cursos tocan los temas de maneras casi idénticas esto puede tender a aburrir.
- Para las instituciones, la existencia de la posibilidad de que un estudiante pueda alcanzar los conocimientos asociados a una carrera universitaria por la vía de los MOOC es un reto adicional, porque puede haber más personas que decidan no pagar por una formación que pueden obtener de manera independiente y gratis. Llevando esto al extremo, un estudiante podría estar pensando que la universidad lo pone ante la decisión de pagar o no por el reconocimiento que puede darle un título, más que por los conocimientos que puede aportarle. Sin dudas esta es una visión simplista, que subestima lo que un buen profesor y un buen ambiente universitario pueden aportar, pero no es ilógico pensar en que haya muchas personas que piensen así. Sobre las

perspectivas de las universidades en este contexto, se han analizado posibles escenarios en (Blass and Hayward, 2014, Hyman, 2012).

- Todos los aspectos anteriores se magnifican si un estudiante asume la perspectiva de contar con los cursos disponibles en otras plataformas, no solo en Coursera. Si en el análisis entra la posibilidad de que los cursos sean brindados por plataformas con menos seriedad, o por instituciones menos reconocidas, la magnificación de los retos que abren estas posibilidades son también de una dimensión aún mayor.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado la oferta de cursos relacionados con las Ciencias de la Computación que hoy ofrece la plataforma Coursera con intención de organizar un currículo de formación en esa carrera usando los cursos disponibles.

Se ha mostrado que existe un buen cubrimiento hoy de los temas sugeridos por ACM-IEEE para el currículo de Ciencias de la Computación. Finalmente, se ha sugerido un currículo de formación en 4 años con 45 asignaturas que se acerca bastante a lo sugerido para el diseño curricular de esa carrera. Los retos que trae la posibilidad que se desprende del currículo propuesto son analizados y puestos en contexto.

No se conocen de trabajos anteriores que hayan definido currículos para carreras a partir de analizar los MOOC disponibles, por lo cual la propuesta es novedosa.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, I. E. y Seaman, J. (2013). *Changing Course: Ten Years of Tracking Online Education in the United States*, LLC, Pearson.
- Beaven, T., Hauck, M., Comas-Quinn, A., Lewis, T. y Arcos, B. d. I. (2014). *MOOCs: Striking the Right Balance between Facilitation and Self-Determination*. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching 10(1), 31-43.
- Ben-Ari, M. M. (2013). *MOOCs on Introductory Programming: A Travelogue*. ACM Inroads, 4(2), 58-61.
- Blass, E. y Hayward, P. (2014). *Innovation in higher education; will there be a role for "the academe/university" in 2025?* Eur J Futures Res, 2(41), 41-49.
- Cerf, V. G. (2013). *Running AMOOC*. IEEE Computer Society, IEEE, May/June(-), 87-88.
- Egerstedt, M. (2013). *Controls for the Masses*. IEEE Control Systems Magazine, August(-), 40-44.
- Gallagher, S. y LaBrie, J. (2012). *Online Learning 2.0: Strategies for a Mature Market*. Continuing Higher Education Review, 76(-), 65-73.
- Hyman, P. (2012). *In the Year of Disruptive Education*. Communications of the ACM, 55(12), 20-22.
- Liyanagunawardena, T. R., Adams, A. A. y Williams, S. A. (2013). *MOOCs: A Systematic Study of the Published Literature 2008-2012*. The International Review of Research in Open and Distance Learning, 14(3), 202-227.
- McKinsey, J., Joseph, S., Fox, A. y Garcia, D. D. (2014). *Remote Pair Programming (RPP) in Massively Open Online Courses (MOOCs)*. En Procedimientos de ITICSE '14, (pp. 340-341). Uppsala, Sweden: ACM.

Miguel, J., Caballé, S. y Prieto, J. (2013). *Providing Information Security to MOOC: Towards effective student authentication*. En Procedimientos de 5th International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems, (pp. 289-292). IEEE.

Morris, L. V. (2013). *MOOCs, Emerging Technologies, and Quality*. *Innov High Educ*, 38(251-252).

Sahami, M., Danyluk, A., Fincher, S., Fisher, K., Grossman, D., Hawthorne, E., Katz, R., LeBlanc, R., Reed, D., Roach, S., Cuadros-Vargas, E., Dodge, R., France, R., Kumar, A., Robinson, B., Seker, R. y Thompson, A. (2013). *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*, Association for Computing Machinery (ACM)-IEEE Computer Society.

Schmidt, D. C. y McCormick, Z. (2013). *Producing and Delivering a MOOC on Pattern-Oriented Software Architecture for Concurrent and Networked Software*. En Procedimientos de SPLASH '13, (pp. 167-176). Indianapolis, Indiana, USA: ACM.

Severance, C. (2013). *MOOCs: An Insider's View*. *Computer: Computing Education*, October 2013(1), 93-96.

Vihavainen, A., Luukkainen, M. y Kurhila, J. (2012). *Multi-faceted Support for MOOC in Programming*. En Procedimientos de SIGITE'12, (pp. 171-176). Calgary, Alberta, Canada: ACM.

Willems, C., Jasper, J. y Meinel, C. (2013). *Introducing Hands-On Experience to a Massive Open Online Course on openHPI*. En Procedimientos de 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), (pp. 307-313). Bali Dynasty Resort, Kuta, Indonesia: IEEE.

Zirger, B., Rutz, E., Boyd, D., Tappel, J. y Subbian, V. (2014). *Creating Pathways to Higher Education: A Cross-Disciplinary MOOC with Graduate Credit*. En Procedimientos de 4th IEEE Integrated STEM Education Conference, (pp. 1-5). Princeton, NJ: IEEE.

