

# Reflexiones y Perspectivas de la Disciplina de Computación en el Perú

Marco Antonio Alvarez, *Vice-Presidente, SPC* and José A. Baiocchi Paredes, *Miembro del Board, SPC*

**Abstract**—Esfuerzos internacionales para organizar la disciplina de computación, así como poder lidiar con su constante y marcada evolución, existen desde algunas décadas. En el Perú, todavía no existe consenso para la adopción de estándares internacionales que puedan contribuir con la mejora de la calidad de la educación superior en esta disciplina. El presente documento tiene como objetivo dar un primer paso en ese sentido y así despertar la atención, tanto del medio académico como de instancias del estado para la Educación Superior, hacia sobre una problemática cada vez más evidente y real.

**Index Terms**—computación, informática, perfiles profesionales.

## I. INTRODUCCIÓN

LA computación viene influenciando fuertemente el progreso de la humanidad. No es difícil notar como la ciencia, la ingeniería y el mundo de los negocios empiezan a dar saltos cualitativos cuando utilizan la computación como herramienta. Esta característica, junto a su presencia masiva en la sociedad, colocan a la computación como disciplina estratégica en el desarrollo de un país o región.

Por otro lado, se observan también cambios culturales y tecnológicos que han tenido un severo impacto en la disciplina de computación. Esto ha influenciado considerablemente la naturaleza de la educación en la misma. Entre los aspectos culturales más importantes se pueden destacar:

- aceptación universal de la computación como una disciplina académica independiente;
- amplitud creciente de la disciplina de computación;
- dramático crecimiento de la computación por todo el planeta;
- mayor influencia de la computación en la sociedad, con la consecuente atracción de personas con relativo bajo interés en los aspectos fundamentales de la computación como disciplina, enfocándose principalmente en su utilización como herramienta;
- cambios pedagógicos producto de las nuevas tecnologías.

En relación al caso específico de nuestro país, es importante y hasta cierto punto crucial para la sociedad en general, que la educación superior en computación consiga atraer estudiantes de calidad y también sea capaz de prepararlos como profesionales responsables y altamente capacitados, que puedan competir sin desventaja con profesionales formados en otros países. El Perú, en su condición actual, requiere enrumbar hacia la generación de una fuerza laboral masiva y competente, factor preponderante para agregar valor a las cadenas productivas, atraer inversiones extranjeras, desarrollar otras áreas del conocimiento y otros aspectos que contribuyan considerablemente a ser un país viable y competitivo.

En este sentido, la organización de la educación superior en la disciplina de computación es inevitable si es que se desea incrementar el índice de competitividad del país. Al tratarse de una disciplina relativamente nueva, apenas con algunas décadas de existencia, y que al mismo tiempo se desarrolla exponencialmente, se debe tratar el asunto bajo prácticas no vistas en otras disciplinas. No deben ser medidos esfuerzos para ello y si es necesario intervenir firmemente en el asunto, es coherente considerar esa alternativa.

Actualmente en el Perú, existe una variedad de nombres para las carreras relacionadas con la disciplina de computación. El problema no solamente está en la diversidad de la nomenclatura, sino que los perfiles profesionales definidos para dichas carreras en el país difieren drásticamente, lo cual contribuye a confundir el mercado laboral, que no consigue identificar las diferencias entre cada perfil profesional.

La motivación para escribir el presente artículo es contribuir a la organización de la disciplina de computación en el Perú, proponiendo una nomenclatura y perfiles profesionales basados en estándares internacionales ampliamente aceptados por otros países.

## II. SITUACIÓN ACTUAL

En el Perú, se puede percibir una confusión bastante difundida tanto en el medio académico como empresarial, sobre los verdaderos principios de la disciplina de computación y su equivocada relación con la ingeniería de sistemas.

Una primera consecuencia de la falta de orden es la gran cantidad de denominaciones para las carreras cuyo foco o parte muy importante de su contenido corresponde a la disciplina de computación, entre las cuales podemos citar ilustrativamente:

- Ingeniería de Sistemas (UNI, U. de Lima, UNSA, UNA)
- Ingeniería Informática (PUCP, UCSP)
- Ingeniería de Sistemas e Informática (UNMSM)
- Ingeniería de Computación y Sistemas (UNSM, UPAO)
- Ingeniería de Sistemas de Información (UPC)
- Ingeniería de Software (UPC)
- Ingeniería Estadística e Informática (UNA)

De forma general, la denominación que predomina es *Ingeniería de Sistemas*, muchas veces acompañada de otros términos. A nivel internacional, la ingeniería de sistemas está definida como “un conjunto de medios y metodologías interdisciplinarias que permitan la realización de sistemas” [1]. La ingeniería de sistemas, según INCOSE (*International Council on Systems Engineering*)<sup>1</sup>, “integra todas las disciplinas y especialmente grupos en un esfuerzo de equipo

<sup>1</sup><http://www.incose.org>

formando un proceso estructurado de desarrollo que procede desde la concepción a la producción y a la operación”. Los miembros de INCOSE han alcanzado un consenso según el cual “Ingeniería de Sistemas es una disciplina de la ingeniería cuya responsabilidad es la creación y ejecución de un proceso interdisciplinario que asegure que las necesidades de los clientes y accionistas sean satisfechas con alta calidad, de manera confiable y eficiente en costos y con cumplimiento del cronograma a través de todo el ciclo de vida de un sistema”.

De acuerdo a las definiciones anteriores, es evidente que la *Ingeniería de Sistemas* está definida con un perfil y un cuerpo de conocimientos distinto a los diversos estándares publicados internacionalmente para la disciplina de computación.

El cuerpo de conocimientos que es ofertado por las universidades peruanas en carreras denominadas *Ingeniería de Sistemas* no es coherente con las definiciones anteriores. La orientación de la mayoría de estas carreras en el Perú es hacia la disciplina de computación. Revisando los planes de estudio de diversas universidades peruanas se encuentra que los mismos contienen un conjunto de conocimientos propios de la computación: algoritmos, estructuras de datos, redes de computadores, bases de datos, sistemas operativos, computación gráfica, compiladores, inteligencia artificial, lenguajes de programación, orientación a objetos, arquitectura de computadoras, entre otros.

Es evidente por tanto que se está utilizando una terminología que no es correcta según el consenso internacional, lo que además no contribuye a que el mercado local distinga debidamente las competencias que un profesional de las carreras mencionadas debe poseer. Hay que anotar que esta nomenclatura es usada prácticamente desde el establecimiento de la carrera en las universidades peruanas. No es el propósito de este trabajo discutir las razones que motivaron dicha elección sino señalar que su continuidad no resulta conveniente y proponer las alternativas a seguir para un cambio que permita a las universidades peruanas estar alineadas con las tendencias mundiales de la educación superior en la disciplina de computación, así como contribuir para aumentar la calidad de la educación en el área.

Otro punto importante en el panorama actual es la tendencia en la gran mayoría de universidades peruanas a formar profesionales usuarios de tecnología. Preocupa ver que en muchos casos no se da atención a la formación académica de profesionales, los cuales al salir de la universidad no están en condiciones de ser agentes transformadores de la sociedad creando nuevas e innovadoras soluciones o aportando con proyectos de investigación y desarrollo. La situación requiere ser observada con atención, una vez que algunos indicadores así lo demuestran:

- en todo el país no existe ningún programa de doctorado en computación que cumpla los parámetros mínimos de calidad exigidos a programas de este tipo a nivel internacional;
- no existen maestrías donde los alumnos estén involucrados con investigación a tiempo completo, trabajando con la supervisión de doctores en el área;
- los trabajos/artículos presentados en eventos nacionales o internacionales son muy pocos;
- la mayoría de eventos del área no cuenta con un comité de programa que evalúe la calidad de los trabajos presentados, muchas veces tampoco se trabaja con publicación de artículos;

Entre estos y otros indicadores se observa que la enseñanza superior en computación no se enfoca en investigación, puesto que la mayoría de profesores en las carreras de pregrado no posee experiencia de este tipo, limitándose a la transmisión de conocimientos. Es complicado pensar entonces que una evaluación de la calidad de dicha formación bajo los criterios usados a nivel internacional [2] obtenga resultados positivos.

Finalmente, es necesario resaltar también que según un diagnóstico de la industria de software en el Perú publicado en 2004 [3], las exportaciones de software peruano alcanzaron apenas los 7.3 millones de dólares en 2003, y aunque se espera un crecimiento, se señala explícitamente la necesidad de “la formación de cuadros técnicos más especializados, acorde a las tendencias de la demanda internacional”. Existe por lo tanto interés de la industria local en contar con profesionales de clase mundial, que le permitan competir en un mercado globalizado.

### III. CONTEXTO MUNDIAL

#### III-A. Nomenclatura

En este punto, es necesario destacar la existencia de algunos términos diferentes que en ciertos medios provocan confusión. En el fondo se refieren a lo mismo, mas debido a sus orígenes en regiones diferentes y con tradiciones distintas, fueron concebidos de la siguiente manera:

- **Informática** (del francés *informatique*), tiene sus raíces en la Academia Europea y es un término muy utilizado por IFIP (*International Federation for Information Processing*)<sup>2</sup>. La palabra francesa *informatique*, acuñada en 1962 a partir de los términos *information* y *automatique*, se define como “la ciencia del tratamiento racional, particularmente por máquinas automáticas, de la información considerada como el soporte del conocimiento humano y de las comunicaciones en los dominios técnico, económico y social” [4]. Esta palabra inspiró posteriormente palabras similares en otros idiomas, como la alemana *informatik* y la española *informática*. En EEUU, *Informatics Inc.* fue el nombre de una compañía que operó entre 1962 y 1985, y que al poseer derechos legales sobre el término previno su uso masivo en ese país [5]. Actualmente la palabra *informatics* se utiliza en EEUU para referirse a la ciencia de la información (*information science*), mientras que en el Reino Unido su significado es similar al de la palabra francesa *informatique*.<sup>3</sup>
- **Computación** (en inglés *computing*), es el término actualmente utilizado en EEUU. En el reporte de la ACM *Computing as a Discipline* [6] se define la disciplina

<sup>2</sup><http://www.ifip.org>

<sup>3</sup>Al respecto pueden ser visitados los sitios web de las Universidades de Indiana ([http://informatics.indiana.edu/overview/what\\_is\\_informatics.asp](http://informatics.indiana.edu/overview/what_is_informatics.asp)) y Buffalo (<http://informatics.buffalo.edu/school/informatics.asp>) en EEUU, y de Edimburgo (<http://www.dai.ed.ac.uk/homes/cam/informatics.shtml>) en el Reino Unido.

de computación como “el estudio sistemático de los procesos algorítmicos que describen y transforman información: su teoría, análisis, diseño, eficiencia, implementación, y aplicación. La cuestión fundamental subyacente en toda la computación es Qué puede ser (eficientemente) automatizado?”. Es necesario hacer la salvedad que por mucho tiempo en EEUU, *computer science* se ha utilizado para hacer referencia a toda la computación. Actualmente se considera *computing* un término más adecuado, del cual *computer science* es un subconjunto [7]. Debido a esta tradición y contexto histórico es común sin embargo que la palabra francesa *informatique* sea traducida al inglés como *computer science*.

- **Tecnología de la Información** (*Information Technology* (IT) o *Information and Communications Technology* (ICT)) posee una connotación más orientada a las aplicaciones y es la frase preferida por la industria. En un sentido amplio es considerado otro sinónimo de los términos anteriores [8]. Puede ser definida como “la tecnología requerida para el procesamiento de información”.

También es necesario observar que en nuestra sociedad, desde el punto semántico se asocia la palabra *informática* con aplicaciones que involucran la utilización de computadores. Por otro lado, al referirse a la formación de recursos humanos, resulta más adecuado utilizar *computación*, dado que la disciplina se basa en la ciencia de la computación y la palabra expresa mejor la función de los computadores que es la de computar. La palabra *informática* retrata procesamiento de información, lo que nos lleva a los niveles más altos de abstracción. La palabra *computación* en cambio nos lleva a niveles más bajos de abstracción al ser derivada de *cómputo* (cálculo).

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, y el mismo Diccionario de la Real Academia Española, es posible afirmar que los términos *informática* y *computación* son sinónimos. Sin embargo, debido a su particular carga semántica, se propone utilizar ambos según el contexto:

- **Computación**, para referirse a los aspectos teóricos de esta disciplina y como denominación principal de la misma para propósitos académicos;
- **Informática**, para referirse a la aplicación de los conocimientos de la disciplina de computación en contextos que no están directamente relacionados con ésta.

### III-B. Esfuerzos internacionales de estandarización curricular

De una forma general, se puede afirmar que la realidad en diversos países, en lo que se refiere a educación superior en computación, es similar, algunos con mayor orden que otros, pero básicamente comparten las siguientes características:

1. Existe un gran espectro de planes de estudios en las universidades, los que varían desde los más generalistas hasta los más especializados;
2. Hay diferencias significativas sobre la orientación, con la que los planes de estudios son concebidos, que pueden ser aplicados (llevados por la industria/mercado) o estar basados en contenidos teóricos;

3. Algunos tienden a ser monodisciplinarios y otros multidisciplinares.

Esfuerzos mancomunados se realizan internacionalmente para publicar estándares de referencia y así poder insertar cierta coherencia y contenidos en común ante toda esta diversidad de planes de estudios. Particularmente, tres son los grupos que publican periódicamente el resultado de sus esfuerzos, y cuyas últimas versiones están listadas a seguir:

1. ICF2000 - *Informatics Curriculum Framework 2000*, publicado por IFIP [9];
2. CC2005 - *Computing Curricula 2005*, publicado por ACM (*Association for Computing Machinery*)<sup>4</sup> e IEEE-CS (*Institute of Electrical and Electronics Engineers - Computer Society*)<sup>5</sup> [8];
3. Career Space - *Curriculum Development Guidelines & New ICT Curricula for the 21st Century*, publicado por un consorcio de 11 grandes compañías de ICT en la Unión Europea.

### III-C. ICF2000 - Informatics Curriculum Framework 2000

En 1998, a pedido de la UNESCO, IFIP fue invitada a escribir un proyecto sobre currículos en el área de computación. El Comité Técnico 3 (Educación) adoptó el proyecto, específicamente por el Grupo de Trabajo 3 (Educación Superior), complementado con la ayuda de otros comités. El resultado de este esfuerzo es el reporte ICF2000. Este documento también puede ser considerado como una continuación de otro documento de IFIP publicado en 1994, el cual tenía como foco únicamente la Ciencia de la Computación. ICF2000 tiene una visión bastante generalista, por lo cual no es propiamente un modelo curricular, sino un esquema global para la demanda de diferentes categorías de profesionales que interactúan con la informática [10].

### III-D. CC2005 - Computing Curricula 2005

EEUU posee una larga tradición en el desarrollo de modelos para los planes de estudio en computación. Los primeros documentos datan de 1968 y periódicamente nuevas versiones son publicadas, siendo la última versión la publicada en el 2005 [8], producto de la cooperación entre ACM e IEEE-CS, donde se define un conjunto básico de contenidos para los siguientes perfiles:

- Ciencia de la Computación (*Computer Science*);
- Ingeniería de Computación (*Computer Engineering*);
- Ingeniería de Software (*Software Engineering*);
- Sistemas de Información (*Information Systems*);
- Tecnología de la Información (*Information Technology*).

Esos perfiles son construídos a partir de cuerpos de conocimiento específicos dentro de la disciplina de computación. Lo interesante es la diferenciación entre los diferentes tipos de profesionales.

<sup>4</sup><http://www.acm.org>

<sup>5</sup><http://www.ieee.org>

### III-E. Career Space - Curriculum Development Guidelines & New ICT Curricula for the 21st Century

*Career Space* es una iniciativa de un consorcio de once compañías: BT, Cisco Systems, IBM Europe, Intel, Microsoft Europe, Nokia, Nortel Networks, Philips Semiconductors, Siemens AG, Telefonica S.A y Thales. El principal objetivo era elaborar un documento donde se puedan colocar las habilidades, competencias y perfiles requeridas por la industria de ITC en Europa. Consecuentemente la idea era sugerir planes de estudio que atiendan las necesidades de la industria europea [10].

### III-F. Ejemplos en Latinoamérica

La situación, por lo menos de algunos vecinos latinoamericanos, no es tan diferente de la nuestra, a pesar de que llevamos algunos años de atraso.

En Brasil, recientemente están terminando de estandarizar los planes de estudio con cierta base en la propuesta de ACM/IEEE-CS. Ocurre que el gobierno posee un papel preponderante, debido a que fiscaliza las universidades periódicamente verificando las condiciones de enseñanza, y uno de los parámetros considerados es la adecuación del plan de estudios de las facultades con aquellos publicados por el propio Ministerio de Educación.

Ya en el caso chileno, no existe esa intervención sistemática del gobierno, pero las universidades poseen la madurez suficiente para construir sus propios perfiles, siempre de acuerdo a estándares internacionales.

## IV. PROPUESTA PARA EL PERÚ

Actualmente, se vive un momento apropiado para construir bases sólidas para el futuro de la nación, donde la Ciencia y Tecnología se presentan como pilares que deben dar soporte al salto cualitativo que tanto se anhela. En este contexto las universidades peruanas juegan un papel preponderante pues tienen la misión de formar los profesionales capaces de llevar este reto adelante. La estandarización de los perfiles profesionales a nivel internacional insta a organizar la disciplina de computación en el Perú, a través de la creación de referencias curriculares que permitan a las universidades definir perfiles más concentrados y coherentes en las carreras donde forman a los profesionales de esta disciplina. Últimamente, diversos debates, mesas redondas, conferencias y otros eventos vienen discutiendo este tema, muchos de ellos con la participación de la SPC.

Luego de repasar la bibliografía existente en el tema y presenciar la experiencia de otros países, suena coherente adoptar parte del modelo de ACM/IEEE-CS. Este modelo es ampliamente utilizado a nivel mundial, tanto por países emergentes como países desarrollados. Obviamente, es necesario adaptar los lineamientos a la realidad local como el mismo modelo recomienda, y en ese contexto se enmarca la presente propuesta.

Hay que tener en cuenta que la *Computing Curricula* ha sido desarrollada en el contexto del sistema universitario angloamericano, en el cual las carreras de pregrado tienen una duración de cuatro años. Adicionalmente, las universidades

en EEUU tienen el sistema de *major/minor*, en el cual se permite al estudiante seguir una carrera principal y otra complementaria, debiendo cumplir los requisitos de cada una. En el Perú los estudios universitarios tienen una duración de 5 años y el estudiante sigue una sola carrera en la cual suelen incluirse contenidos de otras carreras como complemento a través de un cierto número de cursos obligatorios y/o electivos.

Esta propuesta parte del principio de que el país requiere tres grupos de profesionales con conocimientos de la disciplina de computación:

1. Aquellos que estén comprometidos con el desarrollo científico y tecnológico de la computación. Estos recursos humanos deben poseer una formación científica y tecnológica sólida para que puedan contribuir, a través de sus actividades posteriores de investigación (en niveles de maestría y doctorado) con el desarrollo científico de la propia computación. Por otro lado, también deben estar preparados para aplicar su conocimiento en el desarrollo tecnológico a través de la innovación en el sector industrial/comercial. Es recomendable incentivar a este tipo de profesionales a seguir maestrías y doctorados, así como su pleno vínculo con la docencia e investigación;
2. Aquellos que utilicen la computación en beneficio de las organizaciones (administración pública, hospitales, grandes empresas, bancos, aeropuertos, etc.). Son profesionales con formación en computación y también con conocimientos de administración, economía, desarrollo de proyectos, entre otros aspectos del ámbito organizacional;
3. Finalmente, para las necesidades inmediatas del mercado de trabajo, se pueden formar profesionales de nivel técnico con aptitudes específicas en la utilización de las herramientas de la computación. Naturalmente este tipo de profesionales escapa al ámbito universitario, y la propuesta es que los institutos tecnológicos atiendan esta demanda del mercado de trabajo.

Considerando lo anterior, se propone implementar en el Perú los siguientes cuatro perfiles profesionales, los tres primeros a nivel de pregrado universitario y el cuarto a nivel de institutos tecnológicos:

1. **Ciencia de la Computación:** Con base en el perfil de *Computer Science* de la *Computing Curricula*. Estos profesionales corresponden al primer tipo descrito en el párrafo anterior y su preparación, que abarca desde la teoría hasta la programación, les debe permitir:
  - Concebir nuevas formas de usar las computadoras;
  - Desarrollar maneras efectivas de resolver problemas computacionales;
  - Desarrollar software de propósito específico, y realizar tareas complejas de programación.
2. **Ingeniería de Computación:** Con base en el perfil de *Computer Engineering* de la *Computing Curricula*. Estos profesionales también corresponden al primer tipo descrito en el párrafo anterior y su formación se concentra en el diseño y construcción de sistemas computacionales que involucren software y hardware,

con un especial énfasis en las nuevas tendencias de sistemas empotrados (*embedded systems*) y automatización industrial orientándose principalmente al estudio del hardware y su interacción con el software y los dispositivos de comunicación.

3. **Ingeniería Informática:** Con base en los perfiles de *Information Systems e Information Technology* de la *Computing Curricula*, los cuales agrupa. A estos profesionales, que corresponden al tercer tipo descrito en el párrafo anterior, su formación les debe permitir:
  - Integrar las soluciones de TI y los procesos de negocio para satisfacer las necesidades de información de las organizaciones.
  - Planear y administrar la infraestructura tecnológica de las organizaciones.

El nombre *ingeniería informática* se justifica debido al perfil ingenieril de este profesional, dedicado a concebir y construir soluciones para las organizaciones. La palabra informática expresa que este profesional, mucho más que desarrollar la propia computación la utiliza como medio para conseguir sus fines.

4. **Carrera Técnica en Informática:** Para la formación de *Técnicos en Informática* como nombre genérico y con titulaciones específicas en los respectivos casos (redes de computadores, desarrollo web, multimedia, etc.). Este perfil corresponde al cuarto tipo descrito en el párrafo anterior.

Adicionalmente es necesario señalar que el perfil de **Ingeniería de Software** propuesto por ACM/IEEE-CS no se considera como una carrera en la presente propuesta. Se entiende que los 3 perfiles propuestos para el medio académico universitario, requieren en diferentes niveles de conocimientos de Ingeniería de Software, así, la idea es trazar recomendaciones curriculares donde los contenidos que pertenecen a la ingeniería de software, puedan ser distribuidos en los tres perfiles propuestos, de acuerdo con las necesidades específicas de cada uno, con un especial énfasis en la *ingeniería informática*.

## V. COMPUTACIÓN: CIENCIA E INGENIERÍA

Recientemente se han dado polémicas sobre la relación entre la computación y la ingeniería. Esta discusión no es exclusividad del Perú, una vez que en diversos otros países también se discute el mismo tema.

### V-A. Ciencia vs. Ingeniería

Para poder esclarecer el tema, es necesario en primer lugar entender la diferencia y relación que existe entre ciencia e ingeniería [11]:

- **Ciencia** es el cuerpo de, y la búsqueda de, conocimiento fundamental y entendimiento de todas las cosas naturales y hechas por el hombre; su estructura, propiedades, y cómo se comportan. La **ciencia pura** se ocupa de la extensión de este conocimiento por sí mismo. La **ciencia aplicada** extiende este conocimiento para un propósito específico;
- **Ingeniería** es el conocimiento requerido, y el proceso aplicado, para concebir, diseñar, hacer, construir, operar,

sostener, reciclar o retirar, algo de contenido técnico significativo para un propósito específico; - un concepto, un modelo, un producto, un dispositivo, un proceso, un sistema, una tecnología.

Es importante señalar que en ocasiones los científicos deben realizar tareas de ingeniería (por ejemplo, construir infraestructura para investigación) o los ingenieros tareas científicas (por ejemplo, investigar el comportamiento de un material bajo condiciones anteriormente no probadas). Sin embargo, se diferencian en la meta que cada uno persigue. Fred Brooks, citado por Steven McConnell [12], afirma que “un científico construye para aprender, un ingeniero aprende para construir”. David Parnas [13] señala que “los científicos aprenden *ciencia* más los métodos científicos necesarios para *extender* la ciencia”. Por otro lado, “los ingenieros aprenden *ciencia* más los métodos necesarios para *aplicar* la ciencia”.

### V-B. Naturaleza de la disciplina de computación

Teniendo claros los conceptos anteriores, lo siguiente es determinar si la disciplina de computación es ciencia o es ingeniería. Peter J. Denning, past-presidente de la ACM, hace notar que “la ciencia, la ingeniería, y las matemáticas se combinan en una mixtura única y potente en nuestro campo. Algunas de nuestras actividades son primariamente ciencia - por ejemplo, algoritmos experimentales, computación experimental, y ciencia computacional. Algunas son primariamente ingeniería - por ejemplo, diseño, desarrollo, ingeniería de software, e ingeniería de computación. Algunas son primariamente matemática - por ejemplo, complejidad computacional, software matemático, y análisis numérico. Pero la mayoría son combinaciones” [14].

Es posible afirmar entonces que, vista como un todo, la disciplina de computación tiene un carácter único al poseer tanto aspectos de ciencia como de ingeniería. Aunque en ocasiones la frontera entre ingeniería y ciencia en computación es difusa, la tendencia de la formación en computación es orientarse a una de estas dos perspectivas. Esto es necesario debido a que la educación requerida por un científico es diferente a la requerida por un ingeniero, y el perfil del estudiante de cada carrera también.

### V-C. Clasificación de los perfiles propuestos

De los perfiles propuestos, *ciencia de la computación* apunta de cierta manera a la formación de científicos, mientras que *ingeniería de computación* e *ingeniería informática* apuntan a la formación de ingenieros.

Tradicionalmente la frontera entre *ingeniería de computación* y *ciencia de la computación* estaba al nivel de la arquitectura de computadoras [15]. Debajo de este nivel de abstracción se encontraba el dominio de la ingeniería de computación, con énfasis en el hardware, y por encima la ciencia de la computación, con énfasis en el software. Hoy en día, *ingeniería de computación* se ocupa del hardware y además del software que trabaja en íntima relación con los dispositivos de hardware.

La *ingeniería informática*, que en nuestra propuesta agrupa los perfiles de *sistemas de información y tecnología de información*, incluye conocimientos en software y hardware, pero no los enfatiza “por sí mismos”; sino, que los utiliza como instrumentos críticos para lograr la meta mayor de satisfacer las necesidades organizacionales. Hay que hacer la salvedad que dichos perfiles no llevan en la *Computing Curricula* la palabra *engineering* porque en EEUU surgieron y suelen estar ubicados en Escuelas de Negocios y no en Escuelas de Ingeniería. En el Reino Unido, en cambio, sí se utiliza el nombre *information systems engineering* [8].

Cabe mencionar también que hoy en día la *ciencia de la computación*, no sólo se ocupa de sí misma, sino que origina nuevas especializaciones al relacionarse con las ciencias físicas, biológicas y sociales, según explica Paul Rosebloom en [15].

## VI. CONCLUSIONES

Ciertamente, mucha discusión y debate todavía debe ocurrir para llegar a un consenso y así establecer los lineamientos de organización que la disciplina de computación requiere. El objetivo principal del presente artículo es dejar una propuesta inicial a partir de la cual pueda ser elaborado un documento más sólido y coherente con las necesidades del país.

Organizar el área de Computación es un nuevo desafío para el país, que actualmente desea aumentar su participación en la economía global. Específicamente, si es deseable elevar el nivel de competitividad de la industria local de software, permitiéndole participar efectivamente en el mercado global, se debe dar atención a la realidad actual y diseñar las metas a alcanzar en los próximos años.

Para aprovechar la fuerza laboral existente, se pueden implementar maestrías de perfil académico en el área de ingeniería de software, con participación de profesores y alumnos con dedicación exclusiva, objetivando dotar a los profesionales existentes con conocimientos de calidad que a corto plazo contribuyan a aumentar la calidad del software producido localmente.

Por otro lado, es necesario apuntar que existen alternativas generalistas y documentos que instan a la elaboración de curricula fuertemente direccionados a la utilización de la tecnología. No es irracional pensar que el primer mundo de cierta forma trabaja para que seamos eternos consumidores de tecnología, lo que invita a la reflexión, ya que en la sociedad del conocimiento el Perú debe buscar posicionarse como un productor de nuevas soluciones tecnológicas y ciertamente de conocimiento en sí.

Como conclusión general, se puede afirmar que el país necesita urgentemente la organización de la disciplina de computación lo cual involucra a todos los que tienen relación con el medio académico. Este documento es apenas un paso inicial en este nuevo desafío.

## REFERENCES

[1] D. Cowper, S. Bennison, R. Allen-Shalless, K. Barnwell, S. Brown, A. E. Fatatry, J. Hooper, S. Hudson, L. Oliver, A. Smith, and J. Stoves, “Systems engineering core competencies framework,” INCOSE, Tech. Rep., 2005. [Online]. Available: <http://www.incose.org.uk/Downloads/Core%20Competencies%2021-July-05.pdf>

[2] Computing Accreditation Commission, “Criteria for accrediting computing programs,” ABET, Tech. Rep., 2005. [Online]. Available: <http://www.abet.org/Linked%20Documents-UPDATE/Criteria%20and%20PP/05-06-CAC%20Criteria.pdf>

[3] Instituto CUANTO, “Industria nacional de software - informe final,” APESOFT, Tech. Rep., February 2004. [Online]. Available: <http://www.apesoft.org/pdf/documento3.zip>

[4] P. Deschamp, “Glossaire informatique des termes de la commission ministérielle de terminologie informatique.” [Online]. Available: <http://www-rocq.inria.fr/qui/Philippe.Deschamp/CMTI/glossaire.html>

[5] W. F. Bauer, “Informatics: An early software company,” *IEEE Ann. Hist. Comput.*, vol. 18, no. 2, pp. 70–76, 1996.

[6] D. E. Comer, D. Gries, M. C. Mulder, A. Tucker, A. J. Turner, and P. R. Young, “Computing as a discipline,” *Commun. ACM*, vol. 32, no. 1, pp. 9–23, 1989.

[7] J. Foley, “Computing > computer science,” *Computing Research News*, vol. 14, no. 4, p. 6, September 2002. [Online]. Available: <http://www.cra.org/reports/computing/>

[8] The Joint Task Force on Computing Curricula, “Computing curricula 2005,” ACM, Tech. Rep., 2005.

[9] F. Mulder and T. van Weert, “Ifip/unesco’s informatics curriculum framework 2000 for higher education,” *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 33, no. 4, pp. 75–83, 2001.

[10] F. Mulder, K. Lemmen, and M. van Veen, “Variety in views of university curriculum schemes for informatics/computing/ict,” in [16], 2002, pp. 220–239.

[11] S. Malpas, “The universe of engineering - a uk perspective,” The Royal Academy of Engineering, Tech. Rep., June 2000. [Online]. Available: [http://www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/Universe\\_of\\_Engineering.pdf](http://www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/Universe_of_Engineering.pdf)

[12] S. McConnell, *Professional Software Development: Shorter Schedules, Higher Quality Products, More Successful Projects, Enhanced Careers*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2003, ch. 4. Software Engineering, Not Computer Science, pp. 38–44.

[13] D. L. Parnas, “Software engineering programmes are not computer science programmes,” *Ann. Softw. Eng.*, vol. 6, no. 1-4, pp. 19–37, 1999.

[14] P. Denning, “Is computer science science?” *Communications of the ACM*, vol. 48, no. 4, pp. 27–31, April 2005.

[15] P. S. Rosenbloom, “A new framework for computer science and engineering,” *Computer*, vol. 37, no. 11, pp. 23–28, 2004.

[16] L. Cassel and R. A. L. Reis, Eds., *Informatics Curricula and Teaching Methods, IFIP TC3 / WG3.2 Conference on Informatics Curricula, Teaching Methods and Best Practices (ICTEM 2002), July 10-12, 2002, Florianópolis, SC, Brazil*, ser. IFIP Conference Proceedings, vol. 245. Kluwer, 2002.



**Marco A. Alvarez** Bachiller en Ciencia de la Computación por la Universidad Federal de Mato Grosso do Sul (Brasil) y M.Sc. en Ciencia de la Computación y Matemática Computacional por el Instituto de Computación y Ciencias Matemáticas de la Universidad de São Paulo (Brasil). Docente de la Universidad Católica Dom Bosco, Brasil entre 1999-2004 y director de la Carrera de Ingeniería de Computación en la misma institución entre 2002-2004. Sus líneas de interés son proyectos en Inteligencia Artificial y Procesamiento de Imágenes.

Actualmente en Tacna, Perú es Gerente General de GlobalTech Solutions, empresa de Consultoría en CyT y al mismo tiempo Vice-Presidente de la Sociedad Peruana de Computación.



**José A. Baiocchi Paredes** Bachiller en Ciencias con Mención en Ingeniería Informática e Ingeniero Informático por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Actualmente es estudiante de tercer año de Doctorado (Ph.D.) en el Departamento de Ciencia de la Computación de la Universidad de Pittsburgh, Pennsylvania, EEUU. Es miembro del Board de la Sociedad Peruana de Computación.