

À Comissão Especial de Estudos - Nova Tabela de Áreas do Conhecimento

Prezados Senhores

Encaminho anexo, em nome da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), uma proposta para aprimorar a Nova Tabela de Áreas do Conhecimento. Ela foi elaborada a partir de discussões dentro do Conselho e Diretoria da Sociedade, envolvendo além disso bolsistas de pesquisa do CNPq e o Fórum de Coordenadores de Pós-Graduação em Computação. O Fórum existe há mais de 10 anos. É um ramo da Diretoria de Educação da SBC e congrega todos os coordenadores de pós-graduação na área, estando permanentemente reunido de forma virtual.

A proposta envolve a criação de uma nova Grande Área (denominada Computação) que contemple as várias dimensões da ciência e tecnologia da computação e informação. Esta iniciativa segue as tendências mundiais - notadamente nos EUA, França e Inglaterra, como detalhado no texto. Além disso, retrata a crescente multidisciplinariedade característica das inúmeras parcerias entre pesquisadores em Computação e em outras áreas do conhecimento. Estas parcerias vêm abrindo novos campos de pesquisa, permeando praticamente todas as áreas da pesquisa científica e tecnológica. A SBC entende que é necessário aproximar todas essas vertentes de pesquisa interdisciplinar, facilitando não apenas a sua avaliação, mas também a interação entre elas.

Chamo a atenção para o fato de que, propositalmente, a proposta contém poucas áreas e sub-áreas. Como somos chamados a cooperar em pesquisas dentro de cada vez mais áreas do conhecimento, compreendemos a importância de aglutinar esforços. Lembro ainda que, em Computação, vários termos podem se tornar rapidamente obsoletos – foram escolhidas, assim, apenas denominações mais amplas. Esperamos desta forma evitar a dispersão em linhas e sub-linhas de pesquisa, que foram deixadas para inclusão em Especialidades.

Agradeço a atenção da Comissão para esta proposta, e coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais. Cordialmente

Campinas, 28 de outubro de 2005

Claudia Bauzer Medeiros
Presidente da Sociedade Brasileira de Computação
IC – UNICAMP – CP 6176
13081-970 Campinas, SP
email – cmbm@ic.unicamp.br

Considerações sobre a Nova Tabela de Áreas do Conhecimento proposto pelo CNPq, CAPES e Finep

1. Introdução

No interior da ciência da computação, existem setores voltados tanto para o conhecimento teórico quanto para o saber prático, às vezes voltados para a própria área, às vezes direcionados a outras áreas do conhecimento. A nova tabela de áreas do conhecimento, embora tenha conseguido atualizar várias disciplinas científicas, trata a ciência da computação como parte da engenharia, limitando assim o seu caráter científico próprio, essencial para o desenvolvimento da área e quase todas as demais áreas da ciência. Na proposta feita pela Comissão, a Grande Área 02, “Engenharias e Computação”, consiste de 17 áreas, sendo uma delas Computação (área 6), com 4 sub-áreas: a) Teoria da Computação, b) Matemática da Computação, c) Metodologia e Técnicas da Computação e d) Sistemas de Computação. No entanto, o lado tecnológico da computação está intensamente presente em várias outras ciências, não se restringindo somente às engenharias.

Dentro deste quadro, sugerimos que a classificação da ciência da computação seja revista de modo a refletir seus aspectos inovadores de uma área com identidade própria, tanto no que se refere ao saber teórico, quanto ao saber prático, que mantém fortes interações com as demais áreas do conhecimento. Essas interações não se esgotam no provimento da tecnologia da informação. Envolvem, ainda, por exemplo, a criação de novas abstrações científicas, como tem sido explorado na interação da ciência da computação com a biologia ou a lingüística, dentre outras. Em resumo, é preciso preservar a identidade própria da área de computação, ampliar as possibilidades da aplicação de seus conhecimentos às outras áreas do conhecimento, e estender o uso da ciência e tecnologia da computação ao processo de evolução do método científico, como as simulações computacionais, indispensáveis ao processo experimental de quase todas áreas da ciência.

2. Histórico e Cenário Internacional da Área

Historicamente, a pesquisa em Computação nasceu ora associada às Exatas - notadamente Matemática, ora ligada às Engenharias - notadamente Elétrica. Aos poucos, foi sendo reconhecida como uma área à parte. Isto é refletido na grande maioria das instituições de ensino e pesquisa em todo o mundo e também no Brasil pela criação de unidades separadas (por exemplo, na UFRGS, na UNICAMP ou na UFPE).

Em países que lideram o desenvolvimento científico, a área de ciência da computação tem sido organizada de maneira separada por agências de fomento à pesquisa científica e por agências de avaliação de programas de pós-graduação. Tais agências levam em conta tanto o caráter de ciência fundamental da área, quanto suas aplicações que permeiam praticamente todas as áreas da pesquisa científica e tecnológica. A seguir, estão os exemplos de agências e órgãos dos governos dos Estados Unidos, França e Inglaterra.

No caso dos EUA, a “*National Science Foundation (NSF)*” está organizada em sete diretorias científicas, que são: a) Ciências Biológicas, b) Ciências da Computação e Informação e Engenharia da Computação, c) Educação e Recursos Humanos, d) Engenharias, e) Geociências, f) Ciências Físicas e Matemática e g) Ciências Econômicas, Comportamentais e Sociais. A diretoria específica para ciência e engenharia de computação e ciência da informação (“*CISE - Computer and Information Sciences & Engineering*”) engloba as sub-áreas de i) “*Computing and Communications Foundations*”, ii) “*Computer and Network Systems*”, e iii) “*Information and Intelligent Systems*”. Essa diretoria tem a responsabilidade planejar a pesquisa de longo prazo e alto risco da área de computação e informação.

No caso da França, “*Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*” organiza as áreas científicas em oito grandes áreas, uma das quais é “*Sciences et Technologies de l'information et de la Communication*”. Esta área inclui computação, informação e comunicação, cobrindo o conhecimento da ciência da computação e suas várias vertentes multidisciplinares, que surgem da interação com as demais áreas do conhecimento científico.

No caso da Inglaterra, um exemplo relevante é o “*Research Assessment Exercise*” (RAE) que faz a avaliação da qualidade da pesquisa realizada pelas universidades inglesas. Para a realização da sexta edição do RAE, que ocorrerá em 2008, as áreas estão organizadas em 15 painéis de avaliação, sendo a unidade (F) composta das seguintes áreas: i) Matemática Pura, ii) Matemática Aplicada, iii) Estatística e Pesquisa Operacional e iv) Ciência da Computação e Informática. Ou seja, claramente há uma área que engloba ciência da computação e computação e suas múltiplas aplicações (informática).

3. Proposta: argumentos e sugestões

Dentro da proposta feita pelo CNPq-CAPES-Finep, há a definição clara de GRANDE ÁREA (i.e., aglomeração de diversas áreas do conhecimento em virtude da afinidade de seus objetos, métodos cognitivos e recursos instrumentais refletindo contextos sóciopolíticos específicos), ÁREA do conhecimento (i.e., conjunto de conhecimentos interrelacionados e coletivamente construído, reunido segundo a natureza do objeto de investigação, com finalidades de ensino, pesquisa e aplicações práticas) e SUB-ÁREA (i.e., uma segmentação da área estabelecida em função do objeto de estudo e de procedimentos metodológicos reconhecidos e utilizados) . Assim, dentro da perspectiva

da taxonomia proposta, sugerimos que a classificação da ciência e tecnologia da computação e informação seja revista pelas razões abaixo.

a) Formulação de Políticas Públicas para uma Área Estratégica

A pesquisa em computação é fundamental para a evolução do setor da tecnologia da informação (TI), que é estratégico para a formulação de políticas de desenvolvimento social e industrial do país. As inovações derivadas da pesquisa em TI são vitais para o desenvolvimento e segurança nacional, além de oferecem potencial para aumentos relevantes na eficiência de componentes-chaves para elevar a qualidade de vida no Brasil, como educação, saúde e segurança. Assim, a existência de uma Grande Área que englobe a pesquisa e a geração de conhecimentos em TI é necessária para que o país possa ter estratégias e políticas públicas voltadas para esse setor. Por exemplo, nos EUA, existe um Comitê, denominado PITAC (*“President’s Information Technology Advisory Committee”*). Em 1997 o PITAC avaliou o amplo conjunto de ações do governo americano em pesquisa e desenvolvimento no setor de TI e elaborou um plano estratégico de investimentos a longo prazo para o setor, com uma série de recomendações e prioridades de pesquisa na área. No orçamento proposto pelo presidente americano para o ano de 2003, a importância da pesquisa e inovação gerada pelas tecnologias da informação foi expressa da seguinte forma: *“...about two-thirds of the 80 percent gain in economic productivity since 1995 can be attributed to information technology”*. O *“Chairman do Federal Reserve Board”* dos EUA, Allan Greenspan, também afirmou: *“...the growing use of information technology has been the distinguished feature of this pivotal period in American economic history”*.

b) Formação de Recursos Humanos

Um dos critérios usados para a inclusão de uma área do conhecimento como uma área própria nos processos de classificação de áreas de pesquisa e ensino é o critério quantitativo, como por exemplo, o número de doutores produzido pelos programas da área nos últimos 5 anos. No Brasil, a área de Ciência da Computação produziu, no período 1999-2003, um total de 368 doutores e 3299 mestres, números que inequivocamente mostram o peso da área na formação de recursos humanos para pesquisa e desenvolvimento. Além disso são 684 docentes ligados aos 34 programas de mestrado, 14 de doutorado e 1 de mestrado profissionalizante.

c) Verticalidade da Área

O corpo de conhecimento teórico e experimental dentro da ciência da computação reflete a solidez e profundidade da área. A Ciência da Computação foi recentemente redefinida por um estudo da Academia de Ciências dos EUA, da seguinte forma: *“Ciência da Computação é o estudo dos computadores e do que eles podem fazer - a capacidade e as limitações inerentes dos computadores abstratos, o projeto e as características dos computadores reais e das inumeráveis aplicações dos*

computadores na solução de problemas.” A pesquisa em ciência da computação busca entender como representar e raciocinar a respeito de processos e informações. Os pesquisadores da área criam linguagens para representar esses fenômenos e métodos para os avaliá-los. São geradas e estudadas abstrações e algoritmos para manipular e representar outras abstrações. Estuda-se também a representação simbólica, implementação, manipulação e comunicação da informação. A pesquisa envolve ainda a criação, o estudo, a experimentação e a otimização de sistemas de informação e computação para o mundo real, que inclui artefatos de *hardware* e *software*. A pesquisa em computação visa ainda desenvolver modelos, métodos e tecnologias para ajudar a projetar, produzir e operar os sistemas computacionais e de informação. Em resumo, a ciência da computação cria construções artificiais não limitadas pelas leis da natureza, busca os limites fundamentais do que pode ser computado, trata do crescimento exponencial de certos fenômenos e busca compreender as ações racionais, analíticas e complexas que estão associadas à inteligência humana. Esse conjunto de características de pesquisa forma a identidade científica própria e exclusiva da área.

d) Horizontalidade da Área e Parcerias Multidisciplinares

A ciência da computação e suas tecnologias têm uma horizontalidade que permeia praticamente todas as áreas da ciência. Adicionalmente, um número crescente de pesquisas multidisciplinares se relaciona fortemente à informática e à computação. Muitos programas de pós-graduação atualmente reconhecidos pela CAPES envolvem informática como componente central e como parte inclusive do nome desses programas. Estão espalhados pelas várias áreas da Capes, com uma concentração na classificação MULTIDISCIPLINAR. Alguns exemplos são: ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO, GESTÃO DO CONHECIMENTO E DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, INTERDISCIPLINAR EM MODELAGEM COMPUTACIONAL, MICROELETRÔNICA, MODELAGEM COMPUTACIONAL, MODELAGEM COMPUTACIONAL DE CONHECIMENTO, MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL, SEMIÓTICA, TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA FORMAÇÃO EM EAD, TECNOLOGIAS DA INTELIGÊNCIA E DESIGN DIGITAL. Há outros programas em áreas como Ciência da Saúde, como o programa INFORMÁTICA EM SAÚDE (MEDICINA I), ou nas Engenharias, onde estão os seguintes programas: ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO, ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA, ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO, ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL, ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO. Há ainda os programas de BIOINFORMÁTICA, que hoje se encontram nas CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, na área de Genética. Além disso, existe a área de CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS I) dentro da Grande Área de Ciências Sociais. A Ciência da

Informação tem hoje um componente central tecnológico, que é a informática, essencial para a classificação, armazenamento e recuperação de grandes massas de informação e conhecimento.

Assim, estamos propondo uma nova organização para os conhecimentos relativos a Ciência da Computação, Tecnologias da Computação e Informação e suas Aplicações. Esta proposta considera que deve ser criada uma Grande Área denominada Computação, englobando esses conhecimentos, ao mesmo tempo que considera as diferentes vertentes de pesquisa multidisciplinar com parcerias da Computação.

Em função da definição de Grande Área, que preconiza a aglomeração de áreas em virtude da afinidade de seus objetos, métodos cognitivos e recursos instrumentais, sugerimos incluir, na nova Grande Área proposta, a Ciência da Informação, que na proposta do CNPq-Capes-Finep está colocada dentro da Grande Área de Ciências Socialmente Aplicáveis. A nova organização proposta pela Sociedade Brasileira de Computação é:

GRANDE ÁREA: COMPUTAÇÃO

ÁREAS:

1. CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

4 SUB-ÁREAS (Sendo indicadas algumas das principais especialidades):

- Aspectos Teóricos da Ciência da Computação
(Teoria da Computação, Computabilidade, Teoria das Funções Recursivas, Linguagens formais, Complexidade, Lógica Matemática, Computação Matemática, Combinatória, Grafos e Otimização, Modelagem e Avaliação de Sistemas de Computação)
- Sistemas de Computação
(Arquitetura e Organização de Computadores, Redes de Computadores, Sistemas Distribuídos, Robótica, Sensoriamento remoto, Concepção de Sistemas e Circuitos Integrados, Automação do Projeto de Sistemas Eletrônicos, Sistemas Eletrônicos Computacionais, Processamento Paralelo e de Alto Desempenho)
- Tecnologias da Computação:
(Linguagens de Programação, Análise e Processamento de Imagens, Computação gráfica, Bases de Conhecimento, Bancos de Dados, Interação Humano-Computador, Sistemas Inteligentes, Jogos, Inteligência Artificial, Engenharia de Software, Sistemas Operacionais, Tolerância a Falhas, Processamento de Linguagens Naturais)

- Sistemas de Informação
(Sistemas Corporativos, Recuperação da Informação, Segurança da Informação, Representação do Conhecimento, Engenharia de Conteúdo, Sistemas Multimídia e Hipermidia, Bibliotecas Digitais)

2. APLICAÇÕES DA COMPUTAÇÃO

Esta área se caracteriza pelas parcerias multidisciplinares estabelecidas com diferentes áreas do conhecimento. As 8 sub-áreas propostas são exemplificadas por vertentes de pesquisa já reconhecidas pela comunidade científica de computação no Brasil. Entendemos, também, que as avaliações de projetos e programas nessas sub-áreas devem envolver comissões que reflitam esta característica multidisciplinar.

8 SUB-ÁREAS:

- Computação e Ciências Naturais (incluindo, por exemplo, Física Computacional)
- Computação e Aplicações Industriais (incluindo, por exemplo, Sistemas de Informação Industrial)
- Computação e Ciências Biológicas (incluindo, por exemplo, Biologia Computacional)
- Computação e Ciências Médicas e da Saúde (incluindo, por exemplo, Processamento de Imagens Médicas e Bioinformática),
- Computação e Ciências Agrônômicas e Veterinárias (incluindo, por exemplo, Informática na Agricultura),
- Computação e Ciências Socialmente Aplicáveis (incluindo, por exemplo, Geomarketing),
- Computação e Ciências Humanas (incluindo, por exemplo, Informática na Educação),
- Computação e Linguagens e Artes (incluindo, por exemplo, Linguística Computacional e Computação Musical)

3. CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

As 4 sub-áreas da Ciência da Informação manteriam suas características, dado que a área já existe e teria sua identidade preservada. São as seguintes as sub-áreas:

- Fundamentos da Ciência da Informação
- Gestão da Informação
- Tecnologias da Informação
- Informação Especializada

4) Referências

- www.capes.gov.br (Relação de Cursos Recomendados ou Reconhecidos)
- www.nsf.gov (Relação das Unidades Organizacionais da National Science Foundation)
- Computer Science: Reflections on the Field, Reflection from the Field, The National Academies Press, 2004, US
- www.cnrs.fr (Les Domaines Scientifiques)
- www.rae.ac.uk (Research Assessment Exercise 2008)
- “Is Computer Science Science?”, Peter Denning, Communications of ACM, Abril 2005.
- “A New Framework for Computer Science and Engineering”, Paul Rosembloom, IEEE Computer, Nov. 2004
- “Chasing Moore’s Law: Information Technology Policy in the United States”, Ed. Willian Aspray, SciTech Publishing Inc., Raleigh, US, 2004
- “Assessing Research-Doctorate Programs: a Methodologic Study”, Ed. Ostriker and Kuh, National Academies Press, 2003
- Várias mensagens e sugestões apresentadas na lista do Conselho da SBC e do Fórum de Coordenadores de Pós-Graduação em Computação..

5) Anexos

Como especialidades relativas à Computação sugerimos que sejam considerados os seguintes temas já previamente organizados pela SBC, alguns dos quais já constam da classificação proposta.

1) Matemática Computacional
Matemática Simbólica
Métodos Numéricos
Otimização
Computação Científica
Matemática Discreta
Probabilidade e Estatística

2) Teoria da Computação
Algoritmos
Combinatória e Grafos
Complexidade, Computabilidade e Modelos de Computação
Lógica e Semântica de Computação
Métodos Formais
Criptografia

3) Modelagem e Avaliação de Sistemas de Computação
Modelagem Analítica e Avaliação de Desempenho
Simulação Discreta
Avaliação de Confiabilidade

Simulação de Processos
Qualidade de Serviço

4) Inteligência Artificial
Agentes Autônomos e Sistemas Multiagentes
Raciocínio e Representação de Conhecimento
Aprendizado de Máquina
Redes Neurais
Engenharia de Conhecimento e Sistemas Especialistas
Tutores Inteligentes
Processamento de Linguagem Natural
Percepção Computacional e Reconhecimento de Padrão
Robótica
Computação Evolutiva e Vida Artificial

5) Linguagens de Programação
Compiladores e Interpretadores
Programação Funcional
Programação Lógica
Programação Distribuída
Orientação a Objetos
Semântica de Linguagens

6) Interação Humano-Computador
Apoio ao Design
Avaliação e Usabilidade de Interfaces
Customização/Extensão
Usuários com Necessidades Especiais
Aplicações que envolvem risco

7) Computação e o Meio
Informática e Sociedade
Aspectos Legais da Computação
Repercussões da Computação

8) Informática em Saúde e Ciências Biológicas
CSCW
Sistemas Hiperídia
Tutores Inteligentes
Imagens Médicas
Biologia Computacional
Sistemas de Informação Médica e Hospitalar

9) Informática na Educação
CSCW
Sistemas Hiperídia
Tutores Inteligentes
Educação à Distância
Engenharia de Conteúdo

10) Automação e Robótica
Visão Computacional
Sistemas de Tempo Real
Sistemas Tolerantes a Falhas
Controle de Processos
Controle Inteligente de Sistemas Dinâmicos

11) Sensoriamento Remoto

Processamento de imagens
Reconhecimento de padrões
Sistemas de Informação Geográfica
Instrumentação

12) Computação Gráfica e Processamento de Imagens
Modelagem Geométrica
Geometria Computacional
Ambientes Virtuais (Realidade Virtual)
CAD
Sistemas de Informações Geográficas
Síntese e Processamento de imagens
Animação por Computador
Interface Gráfica
Visualização Científica

13) Sistemas Multimídia e Hiperídia
Modelos Conceituais
Linguagens para especificação de Documentos
Autoria e Formatação de Documentos
Servidores e Objetos Multimídia Distribuídos
Engenharia de Documentos
Análise e Reconhecimento de Documentos
Processamento de Sinais
Computação musical
QoS em Sistemas Multimídia
Aplicações

14) Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
Dimensionamento de Redes
Protocolos e Serviços
Gerência de Redes
Segurança
Interconexão de Redes
Métodos Formais
Avaliação de Desempenho e Confiabilidade
Tolerância a Falhas
Configuração de Sistemas
Algoritmos Distribuídos
Sistemas de Tempo Real
Comunicação Móvel
Aplicações Distribuídas

15) Software Básico
Sistemas Operacionais
Sistemas Operacionais de Rede
Sistemas Operacionais Distribuídos
QoS em Sistemas Operacionais
Segurança em Sistemas Operacionais
Tolerância a Falhas
Balanceamento de Carga

16) Sistemas Eletrônicos Computacionais
Processamento Digital de Sinais
Síntese de Alto Nível e Co-Projeto de Hardware e Software
Circuitos Integrados (projeto lógico, emulação, projeto físico e prototipação)
Teste de Sistemas Eletrônicos

Verificação e Simulação de Sistemas Eletrônicos
Sistemas de Baixa Potência
Sistemas Embutidos

17) Arquitetura e Organização de Computadores
Arquitetura de Processadores
Arquiteturas Paralelas
Tolerância a Falhas
Sistemas de Memória
Computação Reconfigurável

18) Processamento Paralelo
Teoria e Algoritmos
Programação Paralela
Arquitetura de Computadores
Computação de Alto Desempenho

19) Engenharia de Software
Arquitetura de Software
Projeto de Sistemas
Engenharia de Requisitos
Especificação Formal e Verificação de Sistemas
Processos de Software
Qualidade e Avaliação de Software
Ferramentas CASE
Sistemas de Tempo Real
Testes

20) Sistemas de Bancos de Dados
Teoria de Bancos de Dados
Modelagem de dados
Projeto de bancos de dados
Construção de SGBD
Processamento de transações
Processamento e otimização de consultas