

A Survey on the Mathematical Emphasis in Brazilian Computer Science Curricula

Pedro Paulo Vezz  Campos
Institute of Mathematics and Statistics
University of São Paulo
São Paulo, Brazil
Email: pedrovc@ime.usp.br

Jackson José Souza
Institute of Mathematics and Statistics
University of São Paulo
São Paulo, Brazil
Email: jackson@ime.usp.br

Giuliano Salcas Olguin
Faculty of Education
University of Campinas
Campinas, Brazil
Email: giuliano.olguin@gmail.com

Abstract—A recurring question raised by professors and undergraduate students involves the distribution of basic and practical - or professional - courses. Some authors defend a curriculum with more basic courses, such as Mathematics, Physics and Chemistry, in order to create a solid background. Moreover, there is a growth of academic exchange programs all around the world, which requires a common learning base.

Since 1960, the importance of Mathematics in Computer Science (CS) undergraduate curricula has been decreasing, particularly, because new fields in CS have risen and they were assimilated in the curricula. Despite of reduction, Mathematics still have its role in CS's curricula.

The goal of this paper is to analyze the amount of the courses related to Mathematics in different CS undergraduate curricula. In this work are analyzed the lecture hour load dedicated to Mathematics courses on ten Brazilian CS undergraduate programs: The Federal Universities of Ceará, Minas Gerais, Campina Grande, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul and Santa Catarina, State Universities of São Paulo and Campinas and the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul. These programs were selected among others due their 5-stars rating in the Guia do Estudante 2012 Ranking, published by Editora Abril.

To allow this comparison, it was established a definition of what was considered a lecture hour of Mathematics. For a reference point, such programs were compared with two reference curricula in the area: The Brazilian Computer Society (SBC) and the Computer Science Curriculum 2008 made by the IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery (ACM) joint task force.

The curricula presented in the official sites of the selected universities in 2012 were analyzed and it was possible to conclude that more than half of the programs don't achieve the minimum amount of Mathematics study hours necessary during undergraduate studies according to IEEE/ACM's reference curriculum.

I. INTRODUÇÃO

O recente crescimento de diferentes cursos de Ensino Superior resultaram em um agravamento da crise de identidade da Universidade. Desde sua criação nos idos do século XIII [1], sua função variava com o contexto político da sociedade local, apresentando basicamente valores relacionados a questões nacionais. Ainda assim, persistia a existência de duas tendências ortogonais, a de que a missão da universidade deveria ser a de resolver as questões atuais da sociedade, e outra onde a tarefa principal é a de ser um farol, vislumbrando o futuro. A dificuldade atual   que temos tanto cursos que

visam empregabilidade imediata quanto formações focadas em profissionais que saibam lidar com problemas que ainda não existem. Mesclar essas duas competências parece ser uma tarefa impossível.

Para Renato Janine [2], existem certos conhecimentos que são voláteis, normalmente os técnicos, que devem ser ensinados pelas empresas. No caso, "  melhor que em seus de formação o jovem lide com o que terá permanência e, com isso, lhe dará uma base sólida, do que com detalhes em constante mudança."

A universidade deve fornecer as bases necessárias para que depois de formada a pessoa consiga se adequar aos diversos padrões utilizados pelas empresas no exercício da profissão cuja qualificação foi obtida na universidade. Por isso, a universidade não deve se preocupar em ensinar diferentes tipos de procedimentos estabelecidos no mercado de trabalho ou ensinar técnicas para lidar apenas com alguns problemas particulares da profissão. Ela deve sim preparar os alunos para lidar com quaisquer problemas ou tipos de procedimentos em qualquer tempo, seja presente ou futuro.

Afinal, os procedimentos podem variar não apenas de empresa para empresa como também mudar ao longo do tempo. Assim, o profissional formado não estaria preparado para o futuro e s  conseguiria se adaptar a empresas que soubessem lidar com alguns determinados problemas e dominariam apenas algumas técnicas específicas. Pode-se notar facilmente esse fato através da rápida evolução dos softwares, que imprimem um constante aprendizado de sua manipulação, o que gera em alguns casos um descarte dos conhecimentos previamente vistos.

Portanto, fica evidente que a teoria e os fundamentos são essenciais para este tipo de formação e não podem ser *substit idos* por conhecimentos apenas técnicos e ou práticos. Afinal, são os fundamentos que d o a capacidade de se pegar um dado problema e utilizar uma abordagem ou raciocínio para resolvê-lo. Essa questão tem maior impacto nos cursos com caráter tecnológico, como as engenharias, estes ainda sendo regidos por órgãos que controlam o exercício da profissão.

Um dos pontos em comum, localizado em praticamente todos os currículos dos cursos que tratam de tecnologia são os conteúdos de matemática. Esses, que na maioria dos casos apresentam apenas de teor básico, encaixam-se justamente na definição que Renato Janine apresentou para as tarefas dentro da Universidade. Segundo Anthony Ralphson, a matemática

desenvolve a mente e “melhora as habilidades de aprendizado dos alunos”.

Por outro lado, tanto Ralphson quanto Kelemen et al, são enfáticos ao notar que a forma como Matemática é oferecida nos cursos de graduação nas universidades americanas, mais especificamente o Bacharelado em Ciência da Computação (BCC), influi no aprendizado dos alunos.

Um importante fato detectado por diversos dos trabalhos analisados ([Ralphson], [Tucker]) é que uma análise do currículo de referência fornecido pela *Association for Computing Machinery* (ACM) indica que o papel da Matemática vem decaindo gradativamente desde pelo menos a década de 1960, apesar de com menor velocidade nos atuais.

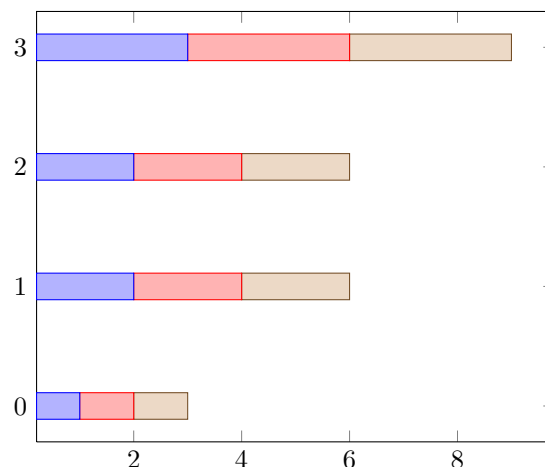
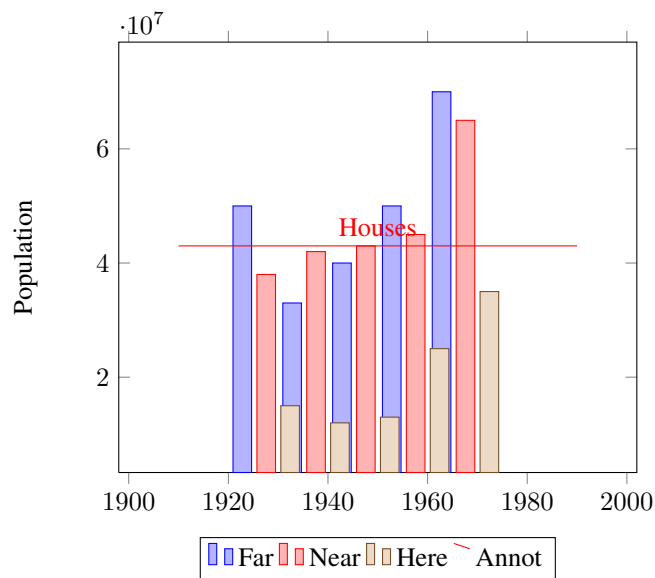
Esse cenário é tido como ruim, pois para estudantes de Ciência da Computação/Engenharia de Software, em particular, matemática é importante porque o raciocínio lógico inerente a todo pensamento matemático é muito similar ao pensamento lógico necessário no desenvolvimento de software [3]. Na elaboração de projetos e implementação de softwares o formado precisa desenvolver maneiras efetivas de solucionar problemas computacionais e a quantidade de matemática utilizada no cotidiano de um programador geralmente aumenta quando as estruturas construídas utilizam uma linguagem mais formal. [3]

Segundo [4], “estudantes de Ciência da Computação devem ser capazes de modelar problemas do ‘mundo real’ precisa-mente utilizando matemática e representar situações utilizando estruturas como vetores, listas ligadas, árvores, grafos finitos e matrizes. Eles devem ser capazes de desenhar e analisar algoritmos que transformam tais estruturas [...], compreender a natureza de um modelo matemático e relacionar modelos matemáticos a domínios de problemas reais [...]. Estratégias de solução de problemas tais como divisão-e-conquista e backtracking são também essenciais”.

II. METODOLOGIA

O presente trabalho faz um estudo comparativo dos diferentes cursos de Ciência da Computação através de uma comparação quantitativa no número de créditos-aula que são ministrados na área de Matemática tanto em valores absolutos quanto em valores relativos ao total de créditos aula da graduação. O objetivo principal é identificar se os cursos selecionados tem mais ou menos ênfase em Matemática em comparação com a ACM.

É importante ressaltar que uma avaliação quantitativa da carga horária permite uma classificação objetiva dos cursos analisados, por outro lado, pode ser pouco efetiva na análise das diferentes facetas que a Matemática se apresenta em cursos de graduação em Computação, como por exemplo a ênfase de um determinado curso na área de Matemática Contínua (Cálculo) ou Discreta (Álgebra).



São considerados cursos de Matemática disciplinas que abordam as áreas do Cálculo, Álgebra Linear, Geometria, Vetores e Álgebra. Tais disciplinas são ministradas habitualmente pelos departamentos de Matemática das faculdades. A dificuldade é que em alguns casos os nomes das disciplinas, ou as próprias ementas, não representam o que de fato é ensinado. Todo o material curricular foi lido e classificações foram criadas para selecionar o que fato pode ser identificado como Matemática.

Os onze cursos de graduação em Ciência da Computação estudados foram escolhidos tendo como critério o fato de serem cursos de relevância nacional no Brasil na área de Computação, com resultados expressivos em rankings de avaliação de curso como o NOME COMPLETO ENADE em 2008 (por referência)

Um efeito colateral dessa escolha é que a maior parte dos programas estudados é de universidades públicas, o que deve ser levado em conta na análise dos dados uma vez que estes podem possuir ênfases diferenciadas na quantidade e abordagem de disciplinas de fundamentos (Matemática principalmente) em comparação a universidades particulares.

TABLE I. SOME TYPICAL COMMANDS

Universidade	Total créditos	Total horas	Período	Graduação (anos)	Alunos por ano
IME/USP[...]	199	2985	Diurno	4	50
PUC-RJ [...]	214	3212	Diurno	4	50
UFBA [...]	197	3347	Diurno e Noturno	4	90
UFCG [...]	208	3120	Diurno	4	90
UFMG [...]	175	2625	Diurno	4	80
UFPE [...]	233	3495	Diurno	4,5	100
UFRGS [...]	196	3240	Diurno	4,5	100
UFRJ [...]	195	3075	Diurno	4,5	50
UFSC [...]	196	3528	Diurno	4	100
UNICAMP [...]	200	3000	Noturno	5	50
ICMC/USP [...]	293	4395	Diurno	5	100
SBC [...]	160	2400	N/A	4	N/A
SBC [...]	200	3000	N/A	5	N/A
ACM [...]	280	4200	N/A	4	N/A

III. DADOS

A tabela 1 apresenta o panorama geral das 11 universidades indicando seu tamanho e características do curso.

Nota-se que a maioria dos cursos são diurnos (Integrais), com duração entre 4 e 4,5 anos. É importante notar que a relação entre um crédito e as respectivas horas de aula varia entre universidades. Há cursos como os da USP e o currículo de referência da ACM que consideram que um crédito equivale a 15 horas de aula, já o da UFSC, por exemplo, adota a relação 1 crédito = 18 horas. O currículo referência da SBC não indica qual é a relação adotada e assim os autores optaram por considerar o valor de 15 horas para fins de comparação.

Na composição dos totais apresentados na tabela acima foram descritas as quantidades mínimas necessárias para a integralização curricular completa, abarcando créditos de disciplinas optativas e/ou estágios obrigatórios quando existem.

Analisando a coluna de total de horas podemos perceber que há uma grande variabilidade na quantidade exigida pelos currículos das diferentes universidades. Em média são exigidas 3177 h ($\sigma = 554h$) para cursos de 4 anos, 3270 horas ($\sigma = 211h$) para cursos de 4,5 anos e 3465 h ($\sigma = ***h$) para cursos de 5 anos.

A tabela 2 trata especificamente dos conteúdos de Matemática. Aqui percebe-se uma grande diversidade na carga horária reservada a Matemática nos currículos dos cursos de Computação pelo Brasil. Aqui, as universidades possuem em média 15,6% ($\sigma = 4,77\%$) de disciplinas exclusivamente de desta área.

Ainda, notamos que ao compararmos cada universidade com o currículo de referência da ACM (Que afirma ser o mínimo necessário para a cobertura do tópico) podemos verificar que 5 cursos possuem carga de Matemática maior ou igual que o recomendado e 6 cursos possuem menos. Isso corrobora a visão dos autores citados anteriormente que afirmam que Matemática é uma disciplina em decadência nos cursos de Computação.

IV. CONCLUSÕES

Neste artigo foi possível ver primeiramente como as disciplinas de Matemática são de grande importância para um futuro bacharel em Ciência da Computação. Foi visto que tal disciplina é uma base, que precisa ser sólida, para o desenvolvimento de tópicos mais avançados que se baseiam

TABLE II. SOME TYPICAL COMMANDS

Universidade	Créditos/horas Totais em Matemática	Créditos/horas Percentuais em Matemática
IME/USP	50	25,10%
UNICAMP	35	17,40%
UFMG	19	10,80%
UFRGS	24	12,00%
UFRJ	31	21,20%
PUC-RJ	22	10,20%
ICMC/USP	36	16,50%
UFPE	25	10,70%
UFBA	32	16,20%
UFSC	21	12,20%
UFCG	28	13,40%
SBC (4 anos)	30	5,30%
ACM	43	15,30%

nela. Ainda, diversos educadores na área de Computação com artigos publicados em eventos de repercussão internacional compartilham desta tese.

Por outro lado, foi constatado que esta área está sofrendo uma decadência em sua relevância, em parte pelo surgimento de diversas novas tendências no mercado de Computação que são absorvidas nos currículos dos cursos de graduação.

Por fim, foi feita uma análise da situação atual da ênfase dada a Matemática nos currículos de 11 universidades brasileiras através de análises da carga horária absoluta e relativa. Foi constatado que mais de 50% das universidades pesquisadas possuem uma carga menor que o recomendado pela ACM em seu currículo de referência.

V. CONCLUSION

The conclusion goes here.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank...

REFERENCES

- [1] T. Oliveira, "Origem e memória das universidades medievais a preservação de uma instituição educacional," *Varia Historia*, vol. 23, pp. 113 – 129, 06 2007. [Online]. Available: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-87752007000100007&nrm=iso
- [2] R. Ribeiro and M. Priore, *A universidade e a vida atual: Fellini não via filmes*. Editora Campus, 2003. [Online]. Available: <http://books.google.com.br/books?id=ptyTtwAACAAJ>
- [3] A. Ralston, "Do we need any mathematics in computer science curricula?" *SIGCSE Bull.*, vol. 37, no. 2, pp. 6–9, Jun. 2005. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1083431.1083433>

- [4] C. Kelemen, A. Tucker, P. Henderson, O. Astrachan, and K. Bruce, "Has our curriculum become math-phobic? (an american perspective)," in *Proceedings of the 5th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSEconference on Innovation and technology in computer science education*, ser. ITiCSE '00. New York, NY, USA: ACM, 2000, pp. 132–135. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/343048.343143>