MATEMÁTICA UNIVERSITÁRIA
nº26/27 – junho/dezembro 1999 – pp. 147-151

# Resenhas de Livros[1]

Matemática Concreta - Fundamentos para a Ciência da Computação, Ronald L. Graham, Donald. E. Knuth, Oren Patashnik, traduzido da segunda edição americana por Valéria de Magalhães Iório, LTC Editora, Rio de Janeiro, 1995.

Paulo Henrique Viana

Este livro é afiliado ao primeiro volume da coleção [1], que foi publicado pela primeira vez no ano revolucionário de 1968. A coleção [1] tem tido uma inluência considerável no aspecto acadêmico da chamada revolução da informática, antes de mais nada por fixar um padrão de escrita de alto nível na área de Ciência de Computação. Argumentos que negavam o *status* de ciência básica ao material recolhido para os cursos de informática perdiam o efeito diante de uma obra como [1], como também se revelavam destituídas de fundamento discussões que opunham Ciência de Computação a Matemática Pura: sem qualquer sombra de dúvida, o conteúdo de [1] é Matemática.

As idéias dominantes destes livros devem ser entendidas no contexto daqueles anos inflamados. Ao longo da década de sessenta já se sentia no mundo matemático uma reação à prática superabstrata, bourbakista, que tanto sucesso havia tido na fundamentação de disciplinas como a Topologia e a Geometria Algébrica e que, em virtude mesmo deste sucesso, ameaçava então monopolizar a atividade matemática. Esta reação no sentido de uma prática concreta,

[1]Seção coordenada por Sérgio Volchan

construtiva, da Matemática operava na calma intra muros das torres de marfim acadêmicas quando foi inundada pelo tsunami da revolução trazida pelos computadores em todas as áreas. A modernidade foi imposta, as tradições decretadas extintas, e nos cursos universitários a Matemática que interessava não era mais o Cálculo Infinitesimal, que importava à Física, mas a Matemática Discreta, que fundamentava a Computação.

O bom senso desativou guilhotinas por causa de iniciativas como a coleção [1]: com um nível de rigor e erudição que em nada ficava a dever a nenhuma tradição de escrita matemática, e também com um humor adicional desconhecido nestas tradições, os fundamentos matemáticos da Computação tomavam corpo e substância. Incidentalmente, o Cálculo Infinitesimal reaparecia vingado: talvez as vozes discordantes da modernidade da ocasião não fizessem mais do que repetir as disputas já seculares em torno da invenção do Cálculo, Newton o inventando para estudar sua nova Mecânica, Leibniz o desenvolvendo para formular uma Linguagem Mecânica Universal. O Cálculo que aparece em [1] é algo diferente do encontrado no currículos habituais: há mais integração do que derivação, técnicas como a fórmula assintótica de Euler, inexistentes nos cursos comuns, são mencionadas (outro exemplo: é mostrado que a probabilidade de dois inteiros tomados aleatoriamente serem primos entre si é $\frac{6}{\pi^2}$). Por outro lado, o capítulo introdutório de Matemática em [1] é também muito diferente do conteúdo que se propunha para os cursos de Matemática Discreta.

O livro em questão nasceu deste capítulo introdutório, sendo anunciado como uma expansão destas 106 páginas do primeiro volume de [1, terceira edição, 1997]. A edição americana tem mais de 600 páginas, sugerindo um fator de expansão substancial, mas na verdade o projeto foi modificado ao longo do caminho: há muito material presente em [1] que não foi aproveitado. A exposição é mais elementar, o cuidado e o rigor foram mantidos, a graça da escrita aumentou: ao texto acrescentou-se inscrições, "grafites", em quase todas as páginas. Algumas delas são comentários deliciosos, outras são citações do original da primeira menção de um resultado memorável. Para a tradução, em geral competente, isto trouxe um problema maior: como a poesia, o humor não se exporta, e uma grande quantidade de inscrições perdeu o sentido em português (exemplo: a inscrição, comum na Inglaterra e nos Estados Unidos, "Kilroy was here", originou o trocadilho "Kilroy wasn't Haar", que traduzido "Kilroy não era Haar" nada significa; não seria melhor tê-la abandonado? Para fazer justiça deve ser mencionado que existem grandes "achados" na tradução; exemplo: "Farey'nough" é traduzido por "Farey isso", perfeito dentro do contexto).

Por uma felicidade, o melhor trocadilho do livro pode ser perfeitamente traduzido: o título "Matemática Concreta", que o prefácio alega ter sido cunhado como conjunção de *con*tínua com dis*creta*. Apesar da alegação, o sentido de *praxis* matemática sólida é usado, sem radicalismos partidários: o prefácio proclama: "Matemática abstrata é um assunto maravilhoso e não há nada de errado com ela: é bonita, geral e útil".

Para um texto projetado como base matemática para a Computação o livro está surpreendentemente afastado do computador: não há material diretamente descrito em termos de uma implementação computacional específica, e só há uma única aplicação à informática, mas esta é interessante e diferente: técnicas de armazenamento e recuperação na memória baseadas em tabelas de dispersão (Seção 8.5). Esta situação é inusitada numa época em que mesmo os novos livros de Cálculo sentem necessidade de se justificar descendo ao nível mais abjeto de detalhes da linguagem do momento. Por outro lado, certas idéias cruciais em computação são vistas com um nível incomum de profundidade: recorrência, por exemplo, permeia o texto todo e é tratada de diversas formas. Outro assunto presente no livro todo é análise assintótica, preparando o caminho para cálculos de complexidade computacional. A idéia de recorrência é objeto específico do primeiro capítulo, que a introduz com três magistrais exemplos. Daí o livro segue com a notação de somatório, alguma Teoria de Números, alguma Combinatória que inclui um excelente capítulo sobre funções geradoras

preparando caminho para [2] — , Probabilidade e Assintótica. Em nenhum destes assuntos há falta de motivação, de exemplos cativantes: mesmo o leitor cansado de exposições sempre iguais vai encontrar no livro novidades sobre velhos assuntos; como exemplos, no tratamento de primalidade relativa (Seção 4.5), é mencionada a *árvore de Stern-Brocot* como um sistema de representação numérico que depois ainda irá se manifestar de diversas maneiras, e no tratamento de números de Fibonacci (Seção 6.6) é mencionado um paradoxo curiosíssimo de Lewis Carrol. Aliás a seção sobre números de Fibonacci pode surpreender alguém que já tenha visto um bom número de outros tratamentos deste nível: onde pode ser encontrada a conexão da sequência de Fibonacci com o resultado de Matijasevich resolvendo negativamente o décimo problema de Hilbert? Além disso, aparecem tópicos difíceis de ser encontrados em livros elementares (como este livro orgulhosamente se apresenta): funções hipergeométricas e suas transformações, convoluções, séries de Dirichlet (inclusive mencionando a função zeta de Riemann) e o Teorema de Números primos. Outra jóia é seção sobre a função $\varphi$ de Euler e sobre a função $\mu$ de Möbius, que não deixa de mencionar resultados mais avançados. A segunda edição americana (que foi traduzida) é atualizada, trazendo a notícia da solução de Wiles para o problema de Fermat, e com uma seção nova (5.8) contendo resultados recém descobertos (1991) de Zilberger.

Fundamental no texto são os exercícios, cuidadosamente apresentados em uma escala de dificuldade crescente, todos completos com respostas e atribuições. Há mais de 500 deles.

Para cada assunto tratado é difícil encontrar uma exposição comparável. Houve, no entanto, algum sacrifício de escolha. Como uma base matemática para Computação, há omissões importantes, ainda que inevitáveis: matrizes nunca aparecem (embora sejam utilizadas amplamente em [1] e embora coubessem em um tratamento geral de relações de recorrência), e não há sequer o tratamento básico de grafos. Isto pode ser explicado: não caberia ao autor de [1] um tratamento cursório, breve, destes assuntos, como o que se encontra em geral nos livros de Matemática Discreta. A idéia parece ser que o que não pode ser tornado interessante dentro dos limites de espaço foi omitido; o que ficou é fascinante. A influência mais marcante dos autores é a de Euler, a quem a obra é dedicada, e pode ser dito que o livro está a altura do tributo que pretende.

## Referências

[1] Donald. E. Knuth, *The Art of Computer Programming, vol. I Fundamental Algorithms*, Addison Wesley, 1968, *vol. II Seminumerical Algorithms*, Addison Wesley, 1969, *vol. III Sorting and Searching*, Addison Wesley, 1973.

[2] H. S. Wilf, **Generatingfunctionology**, Academic Press, 1990.

Departamento de Matemática
PUC - Pontifícia Universidade Católica
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea
22543-900 - Rio de Janeiro