



TRILHA PRINCIPAL

# Ciência da Computação e Sociedade: Imensidão, Precisão e Humanização

Marcelo Finger

**Resumo** — Mostramos que avanços conhecidos e recentes na Ciência da Computação têm permitido adentrar em regiões da "imensidão" de dados que antes pensávamos inatingíveis. Aliado a isso, os modelos formais e precisos que iremos construir de partes específicas do mundo são cada vez mais detalhados, e permitem simular com maior aderência os fenômenos naturais e humanos que encontramos. Paradoxalmente, argumentamos que este escalado no tamanho e na precisão nos levará a uma Ciência da Computação mais próxima da humanização.

**Palavras chave** — Humanização pela computação; NP-Completo.

As contribuições da Ciência da Computação à sociedade moderna são em geral associadas com os equipamentos que estão ao nosso redor. Um outro ponto de vista aponta os benefícios econômicos trazidos pela Ciência da Computação, como a criação de uma série de empregos e ganhos de produtividade na empresa. Também nota-se a grande penetração das redes sociais e a facilidade de acesso à informação proporcionada por buscadores e navegadores, e o fato de que hoje em dia somos capazes de mobilizar grandes massas por esses meios. Outros, ainda, notam que com o estouro da bolha de informática, a computação perdeu o encanto e tornou-se um nicho industrial como muitos outros. Mas não é sobre isso que eu pretendo falar.

Com o estouro da chamada "bolha da tecnologia da informação" no início do milênio, podemos deixar de lado o oba-oba da informática e falar sobre Ciência da Computação, e é o lado "ciência" que eu gostaria de ressaltar. Para começar, com o amadurecimento da área, o prefixo "Ciência" tende a desaparecer e restar somente o termo que expressa o conteúdo, a Computação, da mesma forma como raramente se fala da Ciência da Física, ou da Ciência da Biologia, e sim da Física e da Biologia.

Gostaria de falar de três propriedades da Computação e de

sua repercussão na sociedade: a imensidão, a precisão e a humanização.

*Invasão a Imensidão:* Talvez a propriedade de maior repercussão que a computação trouxe às atividades humanas é a capacidade de lidar com vastas massas de dados, processá-las, filtrá-las, destilá-las e apresentá-las em algum formato passível de compreensão humana. Isso se manifesta na capacidade de armazenar quantidades inéditas de dados e de buscar, e encontrar, a informação requerida.

Estamos invadindo a imensidão de dados por caminhos que antes se imaginavam impossíveis até mesmo para computadores. Desde a primeira metade do século 20 já se sabe que existem problemas que não são computáveis, o que muitos consideram um dos resultados matemáticos mais instigantes do século passado. Um exemplo de problema intratável é o programa "detector de erros em programas", ou seja, um problema que analisa outros programas e decide se eles nunca irão fazer erros irrecuperáveis, como ficar perdido sem nunca dar uma resposta. Um detector de erros que funciona em todos os casos é impossível de ser construído.

Dentre os problemas que são computáveis, uma grande parte é chamada de intratável, por ser problemas que podem ser resolvido quando se lida com pequenas quantidades de dados, mas que se tornam inviáveis com o aumento do tamanho dos problemas. Este aumento pode tornar o tempo estimado de solução maior do que a idade do universo mesmo em computadores muito mais rápidos do que os que estão a nossa disposição. Infelizmente, muitos dos problemas considerados os mais interessantes ficam na fronteira desta classe intratáveis, inclusive a maioria dos problemas associados à inteligência humana, como tomada de decisões, inferência lógica e otimização de recursos.

Exemplos de problemas intratáveis são problemas de análise de consistência, como se é possível determinar que uma configuração de programas em uma máquina nunca vai entrar em conflito, o chamado Problema da Satisfação de Restrições. Outro tipo de problema intratável são problemas de otimização, que busca a melhor solução que minimiza o gasto de combustível para visitar um número fixo de cidades, chamado Problema do Caixeiro Viajante. Estes problemas eram considerados inalcançáveis mesmo para as máquinas, apesar de os seres vivos, aparentemente, serem capazes de resolver estes problemas.

Estudos modernos na área de Inteligência Artificial mostram que nem todas as instâncias dos problemas classificados como intratáveis são igualmente difíceis. Por exemplo, dependendo da configuração das estradas, algumas instâncias do problema do caixeiro viajante são bem fáceis de serem resolvidas, e um pequeno número, bem difíceis. Há problemas “intratáveis” fáceis e problemas difíceis, e os problemas fáceis são, de fato, a maioria. Isso permite adentrar na imensidão de dados com técnicas cada vez mais sofisticadas.

Esta evolução acabou transformando para sempre a forma como se resolvem problemas, a começar pela área resolvidora de problemas por excelência: a Ciência. O levantamento do genoma humano, um problema matematicamente intratável, teria sido impensável sem os computadores para juntar as sequências picotadas geradas pelos métodos de análise do DNA humano. Igualmente, a construção de grandes aceleradores de partículas seria inútil se não houvesse máquinas capaz de registrar e processar a enormidade de dados gerada na colisão de partículas aceleradas à velocidades próximas à da luz. As equações usadas na previsão do tempo existem há mais de um século, mas as previsões só passaram a ter um grau aceitável de precisão depois que se estendeu a rede coletora de dados climáticos por todo o globo e pelos satélites, conectados a computadores com capacidade para processá-los. E mesmo assim, ainda não temos capacidade de fazer boas previsões por períodos maiores que alguns dias.

Esta capacidade de analisar largas quantidades de dados tem migrado das ciências exatas para as ciências humanas. Por exemplo, estas capacidades permitem agora:

- A análise de dinâmicas urbanas.
- A análise de estatísticas sobre criminalidade e violência.
- A análise da evolução de padrões gramaticais em textos produzidos nos últimos séculos e digitalizados recentemente.

Tudo isso tem gerado maior compreensão dos fenômenos humanos. Espera-se que esta compreensão se transforme em ferramenta administrativa e geradora de políticas públicas para melhoria da saúde e da qualidade de vida.

Ou seja, é na capacidade de fornecer ferramenta de gerência de aspectos que influenciam o dia-a-dia de milhões de pessoas que está um dos grandes potenciais de contribuição social da Computação.

*Precisão, Aceleração e Frenagem:* Com estas histórias de sucesso, parece simples e até fácil inserir dados num sistema de computadores e obter respostas. No entanto, a natureza das máquinas e dos processos de computação nos obrigam a um grande esforço de “lapidação” do conhecimento antes que seja possível tratar de um fenômeno.

Esta lapidação é basicamente devida ao requisito de enquadramento formal e preciso das informações e dos processos computacionais que irão processar estas informações. Um grande esforço é necessário para se conceber os fenômenos a serem tratados computacionalmente por esta janela formal, um processo chamado genericamente de **modelagem**.

A grande vantagem é que o processo de modelagem, ao fim e ao cabo, nos fornece um modelo. Os modelos nunca são perfeitos, mas permitem análises quanto a sua aderência aos dados e refinamentos sucessivos que, por meio de diversas iterações de modelagem, confronto com dados e refinamento, acabam aumentando o **conhecimento** que se tem sobre um determinado fenômeno.

A representação do conhecimento em formas lógicas e matemáticas tem sido uma das ocupações da área de Inteligência Artificial. Ademais, a compreensão de que nem todas as instâncias de problemas ditos intratáveis são realmente difíceis aumentou a capacidade de verificar propriedades destes modelos e realizar inferências a partir das hipóteses de construção dos modelos. Por exemplo, temos hoje em dia modelos cada vez melhores das iterações de genes na produção de certas enzimas e no bloqueio da produção de outras.

Mais importante, o modelo com alto grau de aderência aos fatos nos permite a **simulação** do fenômeno em questão, e isto é uma forma verdadeiramente nova de acessar a realidade. As simulações nos permitem acelerar ou retardar processos que não seriam observáveis de outra forma. Por exemplo, simulações recentemente realizadas permitem visualizar o choque de duas galáxias e o aparecimento de uma galáxia com um buraco negro fora de seu centro. Em poucos segundos, esta simulação permite visualizar um fenômeno que tem duração da ordem de um bilhão de anos. No outro extremo, podemos simular, retardando na forma de uma “câmara lenta” a propagação de impulsos eletro-químicos mediada por neurotransmissores em redes de neurônios. São fenômenos completamente diferentes, mas a existência de um modelo e de técnicas de simulação adaptadas a cada um dos casos nos permitem tratar cada vez melhor cada caso com suas peculiaridades.

Imaginamos que adaptações destas técnicas possam ser usadas para simular fenômenos sociais, como o impacto de uma política pública sobre o número de empregos, ou da construção de uma nova artéria de tráfego no fluxo de carros. Ou até na simulação da deposição de compostos químicos nas paredes de veias e artérias do corpo, dada a ingestão e alimentos. Ou na previsão do realinhamento de estímulos

neuronal em dependentes químicos submetidos a um novo tipo de tratamento. Estas adaptações deverão, obviamente, lidar com as peculiaridades de cada um dos casos, mas um conjunto de técnicas já existe e permite querer adentrar em áreas antes inexploradas pela computação.

*Humanização pela Via Computacional:* É justamente neste ponto em que ressaltamos o aparente paradoxo sobre como lidar com uma imensidão de dados, passando por um processo de modelagem precisa e rigorosa nos permite chegar a uma nova forma de humanização mediada por computador.

A razão para esta idéia vem da possibilidade da simulação evitar “experimentos em vivos” desnecessários e que levariam a claro sofrimento dos seres vivos envolvidos. Esta não é uma nova forma de humanismo, mas um apoio a causas humanistas e ao movimento pela luta dos direitos em diversas categorias: direitos de doentes mentais, direito de pacientes em geral, direitos animais. Podemos também incluir os direitos do cidadão, em que uma intervenção numa vizinhança somente será feita após a simulação dos impactos na qualidade de vida da população, gerados tanto durante a construção quanto durante a vida útil do empreendimento.

Na raiz deste fato está o fato de que a capacidade de previsão e a capacidade de supervisão são pré-condições para colocar em prática valores humanistas. As simulações computacionais, cujos resultados se tornam cada vez mais verossímeis devido à capacidade de lidar com modelos precisos complexos e que processam quantidades cada vez maiores de dados, estarão fornecendo os mecanismos de previsão e segurança necessários para a implementação de políticas públicas que respeitam os valores humanistas.

Pode parecer paradoxal, mas a capacidade de lidar com grandes massas de dados e o requisito de formalização e precisão, que muitos diriam ser sobre-humanos, são as características que podem levar a Ciência da Computação na preservação e na expansão dos direitos e dos valores humanistas.

Desta forma, temos uma orquestração de efeitos: quanto mais somos capazes de lidar com problemas difíceis numa imensidão de dados, maiores são os modelos com os quais podemos trabalhar e simular. É exatamente isso que nos leva a expandir os domínios da computação e levar a humanização onde o seu acesso estava bloqueado justamente, quem diria, pela falta de precisão e previsão.

**Marcelo Finger** é professor titular em Ciência da Computação (IME-USP) e realiza pesquisas na área de Lógica e Inteligência Artificial. Fez a graduação em Engenharia Elétrica (Poli-USP, 1988), e a pós-graduação (MSc, 1990; PhD 1994) pelo Department of Computing, Imperial College, London. Trabalha como pesquisador nas áreas de Lógica e Inteligência Artificial, Linguística Computacional e Bancos de Dados.