

A História da Computação: Das Máquinas de Calcular aos Computadores Quânticos

Caíke Crepaldi¹, Leonardo V. Costa¹ e Anderson A. Escobal¹

¹*Instituto de Física da Universidade de São Paulo, IF-USP*

09 de julho de 2017

Resumo

Neste texto falamos um pouco sobre a História da Computação, desde seus primórdios até o desenvolvimento dos computadores quânticos.

1 Introdução

Hoje os computadores são ferramentas indispensáveis para o desenvolvimento do mundo moderno e da ciência. Embora sejam de uso recente, sua história remonta a tempos antigos que vão desde as ferramentas de cálculo, passando pela revolução industrial e suas tentativas de se criar computadores mecânicos, até chegar à forma dos computadores eletrônicos conhecida hoje.

Através das eras, o ser humano criou diversas ferramentas que facilitassem o cálculo de quantidades. Nos primórdios usavam-se os dedos das mãos para efetuar esses cálculos, mas com o tempo outras ferramentas foram criadas para servir a esse propósito. Uma dessas ferramentas, e a mais antiga, foi o ábaco (figura 1), inventado por volta de 2700-2300 AC na Mesopotâmia.

Na sua versão original, usavam-se rochas para desenhar linhas na areia. A versão mais antiga e próxima da que conhecemos foi desenvolvida na China no século V AC. O ábaco chinês era conhecido como suanpan (pinyin: suànpán), retratado na figura 1. Muito tempo depois, os romanos desenvolveram sua própria versão do ábaco, que consistia de bolinhas de mármore que deslizavam numa placa de bronze cheia de sulcos.

Outro exemplo de ferramenta de calcular seria a criada por John Napier (1550-1617), inventor dos logaritmos, chamada de “os ossos de Napier” (figura 2), que eram tabelas de multiplicação gravadas em bastão, o que evitava a memorização da tabuada.

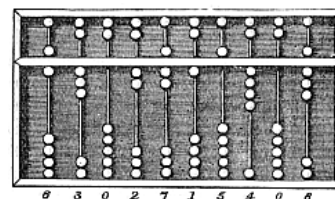


Figura 1: A primeira calculadora usada pelo homem: O Ábaco.

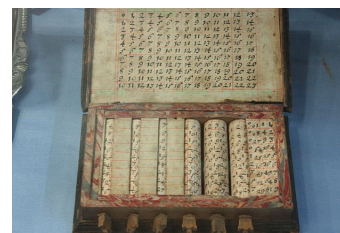


Figura 2: Os Ossos de Napier.

O método foi baseado na matemática árabe e na estrutura de multiplicação usada por Matrakci Nasuh no Hisab Umdet-ul e nos trabalhos de Fibonacci no seu Liber Abaci. Usando as tabelas de multiplicação incorporadas nas hastes, a multiplicação e a divisão podem ser reduzidas a operações de adição e subtração.

2 As primeiras calculadoras

Após um verdadeiro salto de sofisticação, a primeira máquina de verdade foi construída por Wilhelm Schickard (1592-1635), sendo capaz de somar, subtrair, multiplicar e dividir (figura 3). Essa máquina foi perdida durante a Guerra dos Trinta Anos (1618-1648), sendo que só recentemente foi encontrada alguma documentação sobre ela. Antes disso atribuía-se a Blaise Pascal (1623-1662) a construção da primeira máquina calculadora, que fazia apenas somas e subtrações, uma vez que as informações sobre a máquina de Schickard são controversas.

A calculadora criada por Pascal foi nomeada de La Pascaline (figura 4). O objetivo de seu criador era auxiliar o pai em cálculos avançados, uma vez que este era um contador. A máquina funcionava a partir de giros, quando movida no sentido horário a máquina realizava uma soma, quando movimentada no sentido anti-horário realizava subtrações. Os valores utilizados nestas operações eram armazenados em outras engrenagens.

Posteriormente Gottfried Wilhelm Leibniz, motivado pelos complicados cálculos astronômicos da época, aperfeiçoou o mecanismo criado por Pascal. Seu objetivo era tornar mais intuitivo o uso desta máquina (figura 5), assim como facilitar operações repetitivas, melhorando por sua vez o cálculo de multiplicações e divisões.

Entre os diversos modelos de calculadoras desenvolvidos, o mais bem sucedido comercialmente foi o Aritmômetro (figura 6), desenvolvida por Charles Xavier Thomas de Colmar. A máquina foi patenteada em 1820, mas seu sucesso comercial se deu somente em 1851. A máquina passou por diversas modificações ao longo de sua história, seu designer robusto e prática a tornou bem popular durante o século XIX.



Figura 3: A máquina de Schickard.



Figura 4: La Pascaline.

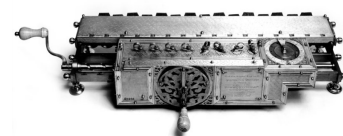
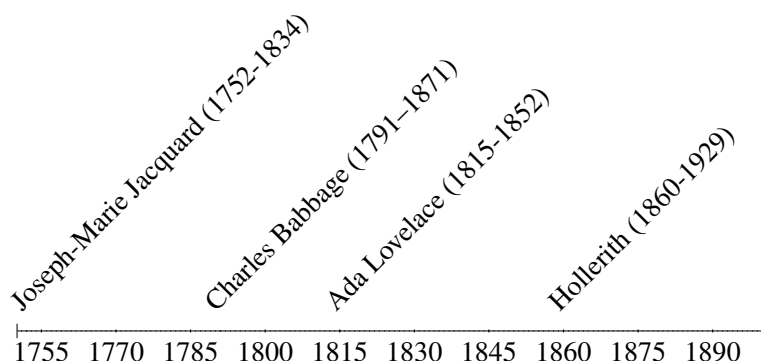


Figura 5: Máquina de Leibniz.



Figura 6: O Aritmômetro de Charles Xavier.

3 O surgimento da programação



É no século XIX que um dos principais conceitos da computação moderna começou a ser desenvolvido: a programação. Antes disso, por mais que tivéssemos máquinas com engrenagens que permitissem somar, subtrair, multiplicar e dividir, não tínhamos algo que poderia ser programado.

3.1 A máquina de tecer de Jacquard

Por volta de 1804 Joseph-Marie Jacquard havia construído a primeira máquina capaz de ler cartões furados. Seu trabalho não estava relacionado com o desenvolvimento de uma máquina de calcular, mas sim com a produção de um tear programável por cartões. Posteriormente sua invenção seria usada como fonte de inspiração por diversos nomes da computação.

3.2 Babbage & Lovelace

“ What shall we do to get rid of Mr. Babbage and his calculating Machine? Surely if completed it would be worthless as far as science is concerned? ”

Primeiro-ministro Britânico Sir Robert Peel, *manuscrito na Biblioteca Britânica*, 1842.

Charles Babbage foi um homem muito a frente de seu tempo. Seu pai foi um banqueiro abastado da Inglaterra. Graças a sua condição financeira Babbage teve ótimos tutores durante sua infância, o que possibilitou que ingressasse em Cambridge. Durante seus estudos Babbage participou de diversas fraternidades em Cambridge, foi neste momento que desenvolveu o interesse pela hipótese de um computador programável. Idealizou a

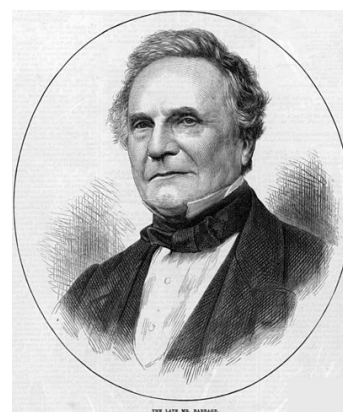


Figura 7: Charles Babbage (1791-1871).

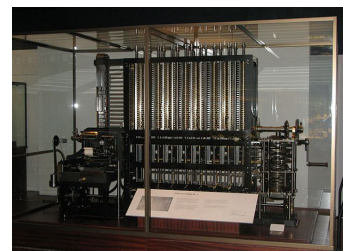


Figura 8: Reprodução da máquina diferencial de Charles Babbage, Museu de Ciências de Londres.

máquina diferencial e posteriormente trabalhou no desenvolvimento da máquina analítica.

A máquina diferencial de Babbage consistia em uma máquina capaz de calcular polinômios, mas seu design completo não foi concluído na época, embora exista hoje uma reprodução funcional desta mesma máquina no Museu de Ciências de Londres (figura 8).

Filha de Lorde Byron e da Baronesa de Wentworth, Ada Augusta Byron King, conhecida como Ada Lovelace, foi uma matemática e escritora inglesa do século XIX. Ada foi a única filha legítima de Lorde Byron que abandonou em seus primeiros meses de vida. Ada foi pressionada a estudar matemática e lógica por sua mãe, pois ela temia que a filha apresentasse o comportamento excêntrico de Lorde Byron. Ada mostrou desempenho excepcional nestas áreas. Foi quando ainda jovem, aos seus dezessete anos de idade, que conheceu Charles Babbage e com ele suas ideias inusitadas para a época que a encantaram desde o começo.

Ada Lovelace e Charles Babbage trocaram diversas correspondências ao longo do tempo a respeito da máquina analítica. Embora as adversidades da vida os tenha afastado do projeto da máquina em diversos momentos. Charles Babbage teve muitos problemas em arrecadar fundos para a construção de seu engenho, o governo britânico recusava financiar um projeto extremamente custoso e de utilidade duvidosa, é especulado que caso a máquina tivesse sido realmente construída em sua totalidade ela teria o tamanho equivalente a um trem. Ada estudou muito ao longo de sua vida, com alguns de seus tutores indicados pelo próprio Babbage, mas problemas de saúde e deveres domésticos a fizeram pausar seus trabalhos e estudos em diversos momentos.

Por volta de 1842 Ada Lovelace traduziu uma publicação de Luigi Menabrea: *Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage*. Além da tradução, Ada Lovelace acrescentou diversas notas a respeito do trabalho, entre elas havia um algoritmo para computador os números de Bernoulli na máquina analítica. Este feito deu a Ada o título de primeira programadora da história.

“ Babbage & I are I think more friends than ever. I have never seen him so agreeable, so reasonable, or in such good spirits! ”

Ada Lovelace, *carta para sua mãe*, 1843.

Após a publicação de suas notas, Ada Lovelace trocou cartas com Charles Babbage para que ambos pudessem impulsionar o desenvolvimento da máquina analítica, os preparativos estavam caminhando bem, mas Ada Lovelace adoeceu e acabou falecendo ainda jovem aos 36 anos de idade.



Figura 9: Ada Augusta Byron King, Condessa de Lovelace (1815-1852).

Infelizmente a máquina jamais foi construída. Os esforços realizados em seu desenvolvimento foram essenciais para o desenvolvimento dos primeiros computadores.

3.3 Os cartões perfurados de Hollerith

Herman Hollerith foi um empresário norte americano desenvolvedor de um sistema capaz de computar dados a partir da leitura de cartões perfurados. Em seu tempo, o cálculo do censo levava anos, por exemplo, o censo de 1880 levou oito anos para ser calculado. Encurtar o tempo de cálculo do censo era essencial, uma vez que os investimentos públicos de um país dependiam destes dados. Em vista deste problema, Herman Hollerith cria uma máquina capaz de computar as informações coletadas durante o censo de 1890 a partir de cartões perfurados, diminuindo assim o tempo de cálculo para apenas dois anos e meio. Suas máquinas se tornariam um grande sucesso nos anos seguintes, elas seriam vendidas tanto para governos quanto para a iniciativa privada. Posteriormente, Herman fundaria junto a outros dois homens a IBM, uma das maiores empresas de computação do mundo.

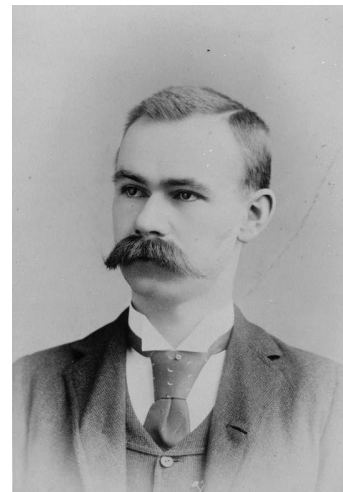


Figura 10: Herman Hollerith (1860-1929).

3.4 Z1 - O primeiro computador

“ There is a replica of this Model in the Museum of Traffic and Technology in Berlin. Back then it didn't function well, and in that regard the replica is very reliable – it also doesn't work well. ”

Konrad Zuse, *Hans Dieter Hellige: Geschichten der Informatik - Visionen, Paradigmen, Leitmotive.*

Concluído em 1938, O Z1, criado por Konrad Zuse, é um computador eletromecânico importante pois representa um marco histórico já que é considerado a primeira máquina binária programável do mundo. Infelizmente este computador não era muito confiável, fato reconhecido até mesmo por seu criador.

4 A ascensão da computação

4.1 Turing e sua máquina

Depois de concluir seu mestrado em King's College (1935) e receber o Smith's prize (1936), o matemático britânico Alan Mathison Turing se

enveredou pela área da computação. Na busca saber o que efetivamente a computação poderia fazer, Turing idealizou uma máquina conhecida como Turing Universal Machine (ou a Máquina de Turing), que possibilitava calcular qualquer número e função, de acordo com as instruções e *input* fornecidos.

“ I propose to consider the question, ‘Can machines think?’ ”

Alan Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, 1950.

Foi das ideias de Turing que também surgiu o chamado Teste de Turing, que consiste em submeter um operador a uma conversa simultânea com um homem e uma máquina sem saber da identidade dos dois. Com base nas respostas, o operador deveria então identificar quem era o homem e quem era a máquina. Se o operador for incapaz de distinguir o homem da máquina, dizemos que a máquina passou no teste de Turing.

No início da II Guerra Mundial, Turing foi trabalhar no Departamento de Comunicações da Grã-Bretanha com o intuito de decodificar as comunicações alemãs, protegidas pela máquina Enigma. O Enigma era uma máquina de codificação usada pelos alemães que mudava seus códigos diariamente, obrigando que a modo de decodificação seja suficientemente rápido. Com base numa máquina decodificadora polonesa, Turing conseguiu projetar a Bomba Eletromecânica (1940), uma máquina eletromecânica que permitiria decodificar as mensagens do Enigma.

4.2 *Amazing Grace*

Grace Murray Hopper, analista de sistemas da Marinha dos EUA entre 1940 e 1950 e tempos depois Almirante, foi também uma figura muito importante durante a ascensão da computação. Dentre suas conquistas, que acabaram lhe dando o apelido de “*Amazing Grace*”, está o desenvolvimento do primeiro compilador e a popularização da ideia de linguagens de programação independentes da máquina, o que acabou conduzindo a criação do COBOL, uma linguagem de programação de alto nível ainda em uso nos dias de hoje. Alguns atribuem a ela a criação do termo *bug* (termo usado em computação para designar um erro ou falha no código-fonte de um programa), por conta de um episódio onde Grace, procurando um problema no computador Harvard Mark II na Marinha dos EUA, encontrou um inseto (*bug*), no caso uma mariposa, preso dentro máquina, impedindo o seu funcionamento, e descreveu o ocorrido em seus relatórios.

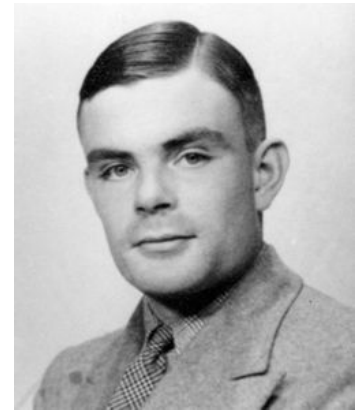


Figura 11: Alan Mathison Turing (1912-1954).



Figura 12: Grace Murray Hopper (1906-1992).

4.3 John Von Neumann

O brilhante matemático húngaro, John Von Neumann fez importantes contribuições em diversos campos da ciências. Neumann sendo de família judia, foi forçado a emigrar para os Estados Unidos na época do regime nazista alemão, sendo convidado para fazer parte do Institute for Advanced Study de Princeton junto com outros grandes nomes como Albert Einstein, Enrico Fermi e outros. Fez parte do Projeto Manhattan, onde fazia simulações de modelo hidrodinâmicos no INIAC, seus estudos colaboraram com o aperfeiçoamento do método de Monte Carlo.

Neumann também foi consultor da Moore School of Electrical Engineering no projeto EDVAC, o computador binário substituto do ENIAC, onde escreveu um artigo incompleto intitulado “First Draft of a Report on the EDVAC” no qual propôs uma estrutura fixa e simples para o computador onde os dados e o programa seriam armazenados no mesmo local da memória, essa arquitetura tornava o EDVAC muito mais rápido que seus antecessores. Esse conceito é empregado até hoje na fabricação de computadores sendo conhecido como arquitetura de Von Neumann. Em 1930 Turing visita Princeton, onde junto com Neumann trabalharam na filosofia da inteligência artificial.

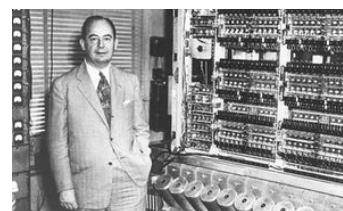


Figura 13: John Von Neumann (1903-1957).

5 A era atual

5.1 Bill Gates e a janela

Projetado em 1975, o Altair 8800 seria um dos primeiros computadores pessoais disponíveis no mercado. Inicialmente se tratava apenas de um kit básico da revista norte americana Popular Electronics, mas acabou se popularizando bem rápido vendendo muito mais que o esperado. Muitos entusiastas que se aventuravam nas novidades da computação daquele período tiveram contato com esta máquina, entre eles estavam Bill Gates e Paul Allen que desenvolveram para esta linha de computadores um interpretador, conhecido como Altair Basic.

O Altair Basic foi o primeiro produto da recém-fundada Microsoft. Não demorou muito para que lançassem novos produtos, como por exemplo, o MS-DOS, além de parcerias com grandes empresas, como a IBM. A popularização dos computadores iria revolucionar a maneira em que eles eram vistos, uma vez que estas máquinas só eram usadas em áreas bem específicas, como universidades e grandes empresas. Essa nova onda da computação tornaria a Microsoft uma das empresas mais lucrativas dos últimos anos, assim como transformaria os computadores em ferramentas comuns do dia a dia.



Figura 14: Altair 8800.



Figura 15: Bill Gates e Paul Allen, os fundadores da Microsoft.

5.2 Steve Jobs e a maçã

A popularização dos computadores não foi alavancada exclusivamente pela Microsoft. Diversas empresas tentaram ao longo do tempo adquirir seu lugar neste mercado de nicho. Uma delas foi a Apple, fundada por Steven Jobs e Steven Wozniak. O grande papel da Apple no cenário da popularização da computação foi tornar esta ferramenta mais simpática ao usuário com um design diferente e com grandes melhorias gráficas para a época. Atualmente a Apple é uma das empresas mais notórias e rentáveis do mundo, lançando diversos produtos ao longo do tempo, desde computadores pessoais e smartphones.



Figura 16: Steven Jobs e Steven Wozniak, os fundadores da Apple.

5.3 Linus Torvalds e o pinguim

Uma das grandes figuras que defendem o Software Livre, Linus Benedict Torvalds, nascido na Finlândia, Helsínquia, em 28 de dezembro de 1969, foi o criador do Linux, kernel do sistema operacional GNU/Linux, do Android e do Chrome OS. Ele também é o responsável pela criação da ferramenta Git, um sistema de controle de versão (VCS) muito popular e ainda usado atualmente.



Figura 17: Linus Benedict Torvalds, o criador do Linux.

6 O que o futuro nos reserva

Hoje, graças aos avanços proporcionados pela Teoria Quântica, temos em desenvolvimento os computadores quânticos, que utilizam estados quânticos ao invés de clássicos. Dessa maneira, nos computadores quânticos o bit é substituído pelo bit quântico (conhecido como *q-bit* ou *qubit*) que o usa para executar cálculos fazendo uso direto de propriedades da mecânica quântica como sobreposição e interferência.

Uma das principais vantagens do computador quântico seria poder realizar cálculos e resolver algoritmos num tempo muito mais eficiente que o levado para resolver esses mesmos algoritmos em um computador clássico. Um exemplo seria a fatoração em primos de números naturais.

Atualmente, o computador quântico mais desenvolvido é o D-Wave 2000Q, que trabalha com 2048 qubits. Apesar de seu desenvolvimento promissor, os computadores quânticos possuem sua própria problemática. Além de operarem a temperaturas baixíssimas (0.02K) e a necessidade de possuir um computador auxiliar, o desenvolvimento dessas máquinas esta atrelada ao tratamento de erros ocorridos pela leitura das sobreposições dos qubits.



Figura 18: O computador quântico mais desenvolvido atualmente, o D-Wave 2000Q.

Conseguiremos superar as limitações da computação quântica e desenvolver computadores pessoais e de uso geral com as vantagens que os qubits apresentam? Isso só o futuro poderá responder, por enquanto os compu-

tadores quânticos, restringidos por nossa tecnologia limitada, continuarão exclusivos para o uso de grandes empresas e organizações.

7 Conclusão

A história da computação é mais antiga que a história do hardware ou da programação e se estende desde os primórdios da civilização até os tempos atuais. Nos tempos modernos ela se tornou algo imprescindível para o avanço da ciência e tecnologia, além de ter se integrado no cotidiano das pessoas. Por mais difícil que seja prever o futuro, sabemos que a computação continuará como um dos principais pilares de sustentação da ponte que nos conecta com o amanhã.

Bibliografia

- [1] Stephen Wolfram Blog. *Untangling the Tale of Ada Lovelace*. Dez. de 2015. URL: <http://blog.stephenwolfram.com/2015/12/untangling-the-tale-of-ada-lovelace/>.
- [2] Allan G. Bromley. «Charles Babbage’s Analytical Engine, 1838». Em: *Annals of the History of Computing* 4.3 (jul. de 1982), pp. 196–217.
- [3] John Fuegi e Jo Francis. «Lovelace & Babbage and the Creation of the 1843 ‘Notes’». Em: *IEEE Annals of the History of Computing* (2003).
- [4] Osvaldo Pessoa Jr. «Computação Quântica e as Interpretações da Teoria Quântica». 2007.
- [5] Gildo Magalhães. «Das Máquinas de Calcular à Informática». Em: *Revista da SBHC* 17 (1997), pp. 21–28.
- [6] L. F. Menabrea. *Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage*. With notes upon the Memoir by the Translator Ada Augusta, Countess of Lovelace. Out. de 1842. URL: <https://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html>.
- [7] Abhilash Ponnath. «Difficulties in the Implementation of Quantum Computers». Em: *arXiv* (fev. de 2006). Disponível online. URL: <https://arxiv.org/ftp/cs/papers/0602/0602096.pdf>.
- [8] Juliana Schwartz et al. «Mulheres na informática: quais foram as pioneiras?». Em: *cadernos pagu* 27 (jul. de 2006), pp. 255–278.

- [9] Wikipedia, the free encyclopedia. *History of computing*. Acessado em 30 de jun. de 2017. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computing.