1 Parte I: Pedra, Madeira e Ideias

Esta primeira parte do livro apresenta a história das primeiras formas de contar, registrar e calcular. Sua evolução começa na pré-história e passa pela invenção dos primeiros mecanismos de contagem, especialmente nas civilizações babilônica, fenícia, grega e romana. Durante a idade média, a influência dos matemáticos árabes e indianos, com a criação do conceito de algoritmo, da criptografia e do zero como dígito, também foi importante para a evolução futura da computação. As idades antiga e média testemunharam a invenção de mecanismos de computação analógica, ou seja, mecanismos que não calculam diretamente com números, mas com grandezas físicas. O período em análise estende-se desde a pré-história até 1622 quando a régua de cálculo foi inventada.

1.1 Contagem com Dedos

Quem nunca contou com os dedos? Essa prática antiquíssima tem até nome: dactilonomia. A forma mais simples de usar os dedos para contar consiste em representar quantidades diretamente com os dedos esticados. A Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.1 mostra os números de 1 a 5 representados pelos dedos de uma das mãos.

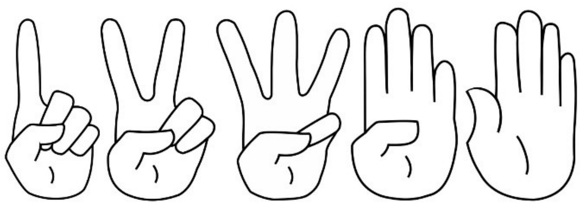

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.1: Dactilonomia decimal.[1] **1/2**

Esse sistema de contagem explica porque nossa cultura adotou a base 10 para representar números, afinal temos 10 dedos nas mãos (os dedos dos pés são difíceis de usar para contar).

Mas essa forma de contagem simples nem sempre foi a técnica mais usada. Suspeita-se que os antigos babilônios utilizassem outra forma de contar com os dedos que os levou a adotar o sistema sexagesimal ao invés do decimal. A vantagem do sistema babilônico é que você pode contar até 60 com as duas mãos (e não apenas até 10) e com isso negociar mais cabras e odres de vinho.

Mas como funcionava esse sistema de contagem? A ideia era que uma das mãos representasse os números de 1 até 12 fazendo o polegar tocar em uma das três falanges dos quatro dedos restantes (Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.2). Assim, se o polegar tocasse a ponta do dedo mindinho, isso representava “1”, se ela tocasse o meio do dedo mindinho era “2” e se tocasse a base era 3. A contagem

[1] By Sannita - Own work by uploader. This vector image was created with Inkscape. CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7108704, 7108771, 7108796, 7108816, 7108831

prosseguia pelo dedo anular, médio e indicador, cuja base representava o “12”. Então com a segunda mão podia ser representada a magnitude do número usando a contagem simples: um dedo para uma dúzia, dois dedos para duas dúzias e assim por diante. Com 5 dedos se podia representar até 5 dúzias, ou seja, 60 quantidades diferentes.

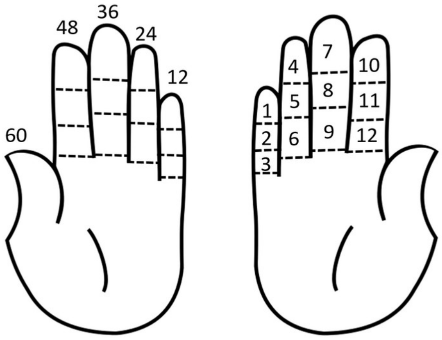

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.2: Dactilonomia sexagesimal.[2] 1/2

Poder-se-ia argumentar que esse sistema de contagem teria base 72, caso a mão usada para representar a magnitude contasse também o zero, além dos números de 1 a 5. Dessa forma, representando os números de 0 a 5 teríamos 6 dúzias em vez de 5. Porém, não há evidências de que os seres humanos tivessem capacidade de conceber o zero como número na época dos babilônicos. Isso provavelmente explica porque a base 60 foi adotada em vez de 72.

A escolha do número 60 como base para contagem era muito apropriada para uma época em que a matemática ainda era muito incipiente. O número 60 podia ser facilmente dividido por vários outros números: 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20 e 30, e, portanto, trabalhar com essa base era muito prático.

Esse sistema de contagem ainda é usado nos dias de hoje: uma hora ainda se divide em tem 60 minutos e um minuto 60 segundos. É uma base fácil de operar se você precisa de intervalos como meia hora, quarto de hora, etc.

1.2 Vara de Contagem – c. 20.000 a.C.

Quem observa hoje um computador com terabytes de memória não imagina que a necessidade de registrar números e outros tipos de informação já vem sendo suprida desde a pré-história por instrumentos conhecidos como varas de contagem.

O objetivo principal da vara de contagem é registrar uma quantidade. Quem viveu na época em que os meninos brincavam com estilingues, deve lembrar que cada vez que um deles cometia a proeza de eliminar a vida de uma pobre ave, ele fazia uma pequena marca com um canivete ou faca no cabo do seu estilingue. O total de marcas seria então o registro do total de pequenas vidas eliminadas pelo garoto (meninas usualmente não apreciavam esta atividade).

[2] Adaptado a partir da fonte da Figura 1.1.

Mas a vara de contagem apareceu em nossa história há muito tempo atrás. Arqueólogos muitas vezes discordam das datas, mas parece ser consenso de que há pelo menos 20 mil anos já existiam estes instrumentos. Uma das mais antigas e famosas varas de contagem é o Osso de Ishango (Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.3), um osso de babuíno com três colunas de marcas assimetricamente distribuídas, o qual foi encontrado próximo ao Rio Nilo na divisa entre os atuais Congo e Uganda.

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.3: Osso de Ishango.[3] 1/5

Há uma teoria que propõe que os numerais romanos ou seus antecessores possam ter surgido a partir de marcas em varas de contagem. A cada 5 marcas se fazia uma em “V” e a cada 10 marcas uma em “X” para ajudar a visualizar a contagem, conforme mostrado na Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.4.

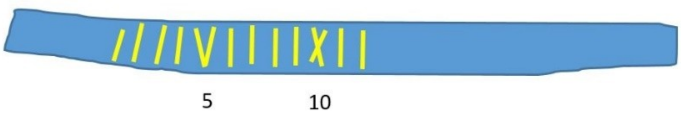

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.4: Vara de contagem com protonumerais romanos. 2/3

Com o tempo, segundo essa teoria, os numerais passaram a ser abreviados. Por exemplo, bastava escrever “XI” para indicar o onze ou escrever “IV” para indicar o

[3] Adaptado (recortado) de: By Ben2 - Own work, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3166443

quatro. Daí talvez, a ambiguidade com que normalmente se trata estes números, já que em algumas situações quatro é grafado como “IIII” e em outras é “IV”.

Uma variação importante da vara de contagem é a vara dividida (*split tally*). Este instrumento foi usado até o Século XIX em alguns lugares do mundo para registrar dívidas. Tomava-se uma vara de contar e anotava-se nela com sulcos o valor da dívida. Usualmente sulcos mais grossos indicavam magnitudes mais altas e sulcos mais finos as magnitudes mais baixas. Após a vara ser devidamente sulcada, ela era dividida longitudinalmente em duas partes, ficando uma com o credor e outra com o devedor (Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.5). Qualquer tentativa de adulterar as marcações em uma das partes poderia ser facilmente rechaçada pela simples reunião das duas partes, já que os sulcos deveriam coincidir, e não era possível apagar as marcas, já que eram feitas em baixo relevo. Assim, essas varas foram um dos primeiros instrumentos de prevenção de fraudes em sistemas de informação.

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.5: Vara de contar dividida.[4] 1/1

O império britânico usou estas varas como registro de valores por centenas de anos. Curiosamente, elas foram responsáveis pela destruição do prédio do parlamento em 1843 quando foram postas fora de uso. Uma grande quantidade de antigas varas foi queimada na fornalha da Casa dos Lordes, mas elas produziram tanto calor que o fogo fugiu do controle e destruiu o prédio.

1.3 Ábaco – c. 2700 a. C.

Possivelmente um dos mais antigos instrumentos de cálculo desenvolvido pelo ser humano tenha sido o ábaco. Sua origem conhecida remonta ao período entre 2700 e 2300 antes de Cristo na antiga Suméria (região na qual ficava a cidade de Babilônia).

Como quase todos os instrumentos criados pela engenhosidade humana, o ábaco veio a atender uma necessidade: a necessidade de representar e manipular números. Como os primeiros computadores modernos tinham como principal objetivo manipular

[4] Adaptado (recortado) de: By Own photograph by Sandstein, CC BY 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8725556

números, é natural que o ábaco sempre seja lembrado como uma das primeiras tentativas de construção de máquinas de computar.

Possivelmente os primeiros ábacos foram feitos com sulcos na terra nos quais pedrinhas representando quantidades eram colocadas. Cada sulco podia representar uma magnitude diferente do número, a qual dependeria da base adotada. Os babilônios, como já vimos adotavam uma base 60, composta por 5 dúzias.

Atribui-se aos romanos, milênios mais tarde, o aperfeiçoamento do ábaco, que passou a utilizar a base 10 e se tornou mais compacto permitindo que fosse mais facilmente manipulado. O ábaco romano seria assim a primeira calculadora de mão (*hand held*) de que se tem notícia (Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.6).

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.6: Ábaco romano[5]. 1/2

No ábaco romano cada linha representa uma ordem de magnitude. A coluna marcada com "I" representa as unidades (0-9), a marcada com "X" as dezenas (10-90) e assim por diante. Para representar um número de 1 a 4 move-se o número de bolinhas correspondente da parte inferior do ábaco para o centro. Para representar números entre 5 e 9 move-se a bolinha da parte superior do ábaco para o centro e soma-se a ela a quantidade necessária de bolinhas da parte inferior.

Para somar um número a um número que já esteja representado no ábaco, move-se uma quantidade correspondente de bolinhas em cada coluna. Se o algarismo somado ao que já estava representado passar de 9, então soma-se 1 na coluna imediatamente a esquerda, indicando o "*carry*" ou "vai um". Este é um conceito muito importante que foi automatizado nas primeiras calculadoras mecânicas inventadas pela humanidade e depois nos computadores eletrônicos.

O ábaco também foi muito usado na antiga China, onde é chamado de *suanpan*. Não há consenso entre os pesquisadores sobre se o ábaco chinês foi desenvolvido de forma independente ou se ele foi inspirado no ábaco europeu. Presume-se que tenha havido contato entre as civilizações oriental e ocidental desde a antiguidade, mas não

[5] ©Jörn Lütjens. Cortesia. Disponível em: http://www.joernluetjens.de/sammlungen/abakus/rom-abakus-en.htm

há provas concretas de que a tecnologia do ábaco tenha sido importada pelos chineses a partir desses eventuais contatos.

Uma particularidade da maioria dos ábacos chineses é que eles usam 5 contas mais 2 em vez de 4 mais 1, como os romanos. Com esta quantidade de contas é possível fazer operações também com números hexadecimais, ou seja, de base 16. Curiosamente base hexadecimal se tornou muito importante para a computação com o surgimento dos primeiros computadores binários já que era mais fácil representar códigos de máquina usando números hexadecimais do que usando binário ou decimal. Os primeiros computadores pessoais realmente populares no final dos anos 1970 permitiam que o usuário programasse instruções de máquina diretamente na memória do computador usando o comando "*poke*" cujo parâmetro era um endereço de memória e um código hexadecimal. Como os algarismos arábicos só vão até 9, os números entre 10 e 15 eram representados pelas seis primeiras letras do alfabeto: A, B, C, D, E e F. Assim, o número 10_h na verdade vale 16 em decimal, e $1B_h$ corresponde ao número 27 (=16+11).

Um aprimoramento tecnológico importante do ábaco foi quando se passou a usar contas presas em um arame em lugar das pedrinhas em sulcos. Com isso, possivelmente, os cálculos passaram a ser feitos muito mais rapidamente, pois as contas são mais fáceis de controlar e não ficam caindo fora das canaletas toda hora.

1.4 Silogismos – c. 400 a.C.

Os silogismos se configuram como uma das primeiras tentativas reconhecidas da Humanidade em organizar e entender o raciocínio como uma ciência formal, ou seja, as conclusões a serem tomadas em um raciocínio dependeriam apenas da sua forma e não do seu conteúdo. Um exemplo de raciocínio deste tipo é "se todos os X são Y e todos os Y são Z, então todos os X são Z"; não importa o que sejam X, Y e Z, o raciocínio é sempre verdadeiro.

Aristóteles (Grécia, 384 a.C. – 322 a.C.) foi um dos filósofos que mais contribuiu para a formalização do silogismo. Ele combateu os sofistas de seu tempo os quais, segundo consta, se interessavam mais em convencer as pessoas a qualquer custo do que efetivamente buscar a verdade.

As afirmações, ou proposições categóricas, nos silogismos podem ser de quatro tipos:

- A: Todos os X são Y.
- E: Nenhum X é Y.
- I: Alguns X são Y.
- O: Alguns X não são Y.

Os dois primeiros tipos são universais e os dois últimos são particulares.

Os silogismos são sempre formados por três afirmações, cada uma delas classificada em um dos quatro tipos acima:

- Premissa maior.
- Premissa menor.

- Conclusão.

A conclusão necessariamente deve conter um dos elementos da premissa maior e um elemento da premissa menor. Considere novamente o exemplo: “se todos os X são Y (premissa maior) e todos os Y são Z (premissa menor), então todos os X são Z (conclusão)”. Neste caso, as duas premissas e a conclusão são do tipo A.

Considerando apenas a forma das afirmações, e ignorando a ordem das premissas (que, como diz o ditado, não afeta a conclusão), existem 256 combinações possíveis de premissas e conclusões, mas apenas 24 delas são raciocínios verdadeiros.

Para facilitar a memorização dos silogismos verdadeiros, passou-se a utilizar palavras-chave, ou mnemônicos, formados com as quatro vogais que identificam os tipos de proposições combinadas três a três. Seguem alguns exemplos de silogismos verdadeiros:

- AAA - *Barbara*: todos homens são mortais, todos gregos são homens, portanto, todos gregos são mortais.
- EAE – *Celarent*: nenhum réptil tem pelos, todas cobras são repteis, portanto, nenhuma cobra tem pelos.
- AII – *Darii*: todos coelhos têm pelos, alguns animais são coelhos, portanto alguns animais têm pelos.
- EIO – *Ferio*: nenhum dever é divertido, algumas leituras são dever, portanto algumas leituras não são divertidas.
- AOO – *Baroco*: toda informação é útil, alguns websites não são úteis, portanto alguns websites não são informação.
- OAO – *Bocardo*: alguns gatos não têm cauda, todos gatos são mamíferos, portanto alguns mamíferos não têm cauda.
- AAI – *Barbari*: todos homens são mortais, todos gregos são homens, portanto alguns mortais são gregos.
- EAO – *Celaront*: nenhum réptil tem pelos, todas cobras são répteis, portanto todas cobras não têm pelos.
- AEO – *Camestros*: todos cavalos têm cascos, nenhum humano tem cascos, portanto todos humanos não são cavalos.
- EAO – *Felapton*: nenhuma flor é animal, todas flores são plantas, portanto algumas plantas não são animais.
- AAI – *Darapti*: todos quadrados são retângulos, todos retângulos são polígonos, portanto alguns polígonos são retângulos.

Por outro lado, a maioria das combinações é falaciosa, ou seja, as premissas chegam a conclusões falsas, ou ainda podem até chegar a conclusões verdadeiras, mas que não seguem das premissas. Por exemplo, “alguns cães são vira-latas, alguns cães são grandes, portanto, alguns vira-latas são grandes” – a conclusão é verdadeira porque sabemos que alguns vira-latas são grandes, mas isso não segue das premissas, pois a conclusão poderia ser falsa mesmo que as premissas fossem verdadeiras. Há vários padrões de premissas falaciosas, dentro os quais pode-se citar, por exemplo:

- *O meio não distribuído*: todos gregos são homens, todos romanos são homens, portanto todos gregos são romanos.
- *Tratamento ilícito da premissa maior*: todos os cães são animais, nenhum gato é cão, portanto nenhum gato é animal.
- *Tratamento ilícito da premissa menor*: todos gatos são felinos, todos gatos são mamíferos, portanto, todos mamíferos são felinos.
- *Premissas exclusivas*: nenhum gato é cão, alguns cães não são animais, portanto alguns animais não são gatos.
- *Conclusão afirmativa de premissas negativas*: nenhum peixe é cão, nenhum cão pode voar, portanto todos peixes podem voar.
- *Conclusão negativa de premissas positivas*: todos coronéis são oficiais, todos oficiais são soldados, portanto nenhum coronel é soldado.

Os silogismos foram extremamente importantes na história do raciocínio humano. Apenas no final do Século XIX, com o trabalho de Gottlob Frege (Alemanha, 1948-1925) eles foram sucedidos por uma forma mais completa de raciocínio, conhecida como lógica de primeira ordem. Algumas áreas da computação e mesmo linguagens de programação atuais baseiam-se fortemente nos conceitos desta lógica.

1.5 Astrolábio Planisférico – c. 150 a.C.

O astrolábio grego ou planisférico era um instrumento de medição que podia ser usado para calcular a hora do dia ou da noite a partir da observação da posição do Sol ou de uma dada estrela. Ele não deve ser confundido com o astrolábio náutico, bem mais simples, pois o astrolábio grego foi feito para ser usado em terra firme e não no balanço do convés de um barco. Sua concepção ou aperfeiçoamento são atribuídos a Hiparco de Niceia (Grécia, c. 190 a.C. - 120 a.C.), astrônomo e matemático considerado o criador da trigonometria e descobridor da precessão dos equinócios[6].

O astrolábio grego foi construído como a combinação de dois outros instrumentos: o planisfério e a dióptra. Basicamente a dióptra é usada para medir um ângulo, usualmente aquele formado pela linha imaginária que liga o instrumento a uma estrela ou planeta e a linha imaginária que liga o instrumento ao ponto no horizonte que fica logo abaixo desse astro. Já o planisfério é uma representação esquemática do céu em um disco.

A Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.7 apresenta os principais componentes de um astrolábio planisférico. O anel de sustentação (1) era usado para que o peso do próprio astrolábio o mantivesse na posição correta. A madre (2) é a parte principal e contém uma escala dada em horas e graus. Os tímpanos (3) são gravados com um sistema de coordenadas adequado para uma determinada latitude, mostrando os círculos correspondentes aos trópicos e equador. A aranha (4) era colocada sobre o tímpano, podendo rodar sobre o eixo central do instrumento e apontar para as

[6] Precessão dos equinócios: movimento do eixo da Terra que faz a orientação do eixo polar do planeta apontar para uma constelação zodiacal diferente aproximadamente a cada dois mil anos.

principais estrelas. Finalmente, a régua (5) permitia determinar a posição de uma determinada estrela no céu com base na data corrente e outros cálculos.

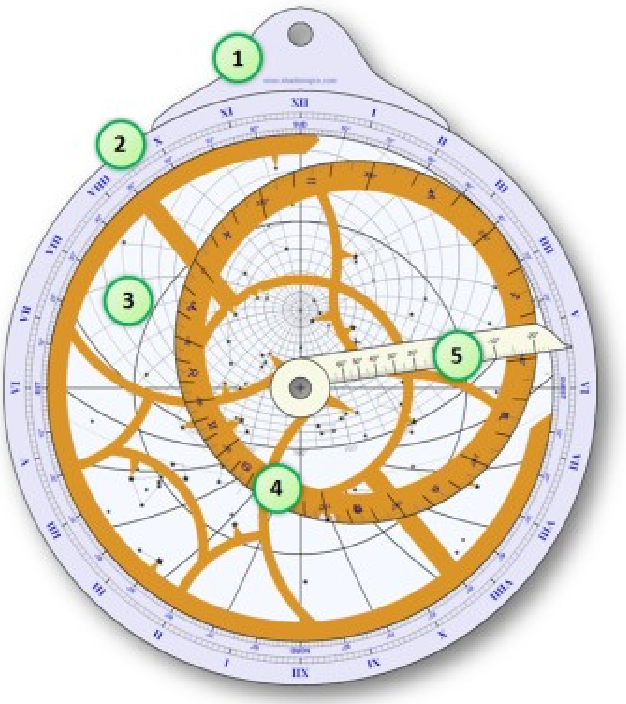

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.7: Um astrolábio planisférico.[7] 1/2

O usuário deve segurar o astrolábio pela sua argola de sustentação e alinhar a régua entre sua posição e o astro em questão. Dessa forma, o ângulo poderá ser visualizado na placa principal. A representação do planisfério no astrolábio permite então associar tais ângulos com a posição de estrelas, planetas, latitude e época do ano.

O site http://www.shadowspro.com/help/en/astrolabeusages.html apresenta na prática como resolver uma série de problemas utilizando um astrolábio planisférico. Entre outros problemas pode-se citar:

- Determinar a hora e direção do nascer e pôr do Sol em uma determinada data.
- Determinar o instante em que o Sol estará em um determinado azimute[8] em uma determinada data.
- Determinar o instante em que o Sol estará em um dado azimute e altitude, sem conhecer a data.
- Determinar a hora do nascer ou por de uma estrela na aranha em uma determinada data.
- Determinar o instante de culminação[9] de uma estrela na aranha em uma determinada data.

---

[7] © François Blateyron. Cortesia. Disponível em: http://www.shadowspro.com/en/planispheric.html

[8] Azimute: o ângulo formado entre a projeção de uma posição no céu até o horizonte e a direção do norte geográfico.

[9] Culminação: o momento em que um astro passa pelo meridiano local.

- Determinar a altitude máxima do Sol em um determinado ano e uma determinada localização.
- Determinar a altitude máxima de uma estrela em uma determinada data para uma determinada localização.
- Determinar a hora corrente a partir da altitude de uma estrela para uma determinada localização em uma determinada data.

Desta forma, o astrolábio pode perfeitamente ser considerado como um computador analógico, já que permite realização de cálculos com seu mecanismo móvel. Esse tipo de mecanismo de cálculo analógico possivelmente atingiu seu auge com a criação das réguas de cálculo, muito usadas por engenheiros e outros profissionais das ciências exatas até meados do Século XX.

1.6 Mecanismo de Antikythera – c. 125 a.C.

Um dos mais surpreendentes exemplos da tecnologia do mundo antigo foi encontrado por volta de 1900 em um naufrágio próximo à ilha grega de Antikythera (Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.8). Sua construção foi atribuída aos gregos e data do primeiro século antes de Cristo. O mecanismo formado por pelo menos 30 engrenagens é considerado um complexo computador analógico.

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.8: Um dos fragmentos do mecanismo de Antikythera.[10] **1/2**

O mecanismo podia ser usado, entre outras coisas, para prever a posição de planetas e eclipses. Nada parecido com ele foi encontrado no mundo até o final da Idade Média, cerca de 1400 anos depois, quando relógios astronômicos começaram a ser construídos na Europa.

O mecanismo ficava alojado em uma caixa de madeira de 34 x 18 x 9 cm. A maior das engrenagens, claramente vista na Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.8 tinha 14 cm de diâmetro e 233 dentes. A qualidade e complexidade deste mecanismo sugere

[10] "NAMA Machine d'Anticythère 1". Licensed under CC BY 2.5 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NAMA_Machine_d%27Anticyth%C3%A8re_1.jpg#/media/File:NAMA_Machine_d%27Anticyth%C3%A8re_1.jpg

que outros devam ter sido construídos antes dele, mas até hoje, nenhum deles foi encontrado.

Ele é considerado um computador analógico por conta de sua capacidade de computar (calcular), entre outras coisas, a posição dos planetas conhecidos na época e das constelações do zodíaco a partir do giro de suas engrenagens.

A Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.9 apresenta esquematicamente a posição das engrenagens do mecanismo.

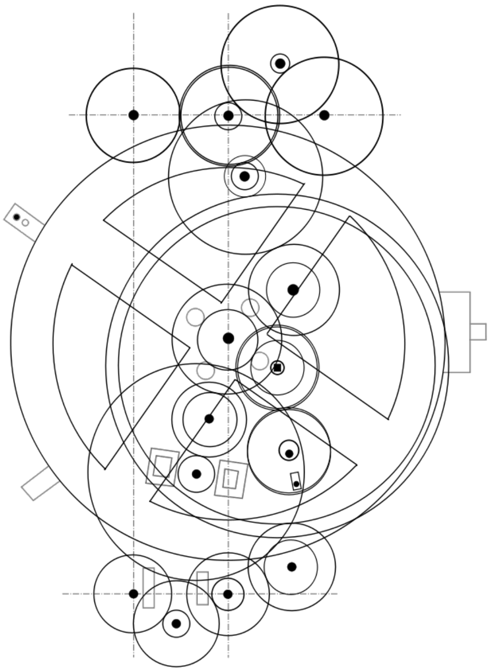

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.9: Esquema do mecanismo de Antikythera.[11] 1/3

A Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.10 apresenta uma reprodução da parte frontal do mecanismo, onde se vê um anel fixo representando a eclíptica (linha imaginária por onde passa o Sol, Lua e planetas no céu). A eclíptica é dividia em 12 setores de 30 graus, cada um representando uma das 12 constelações do zodíaco. Por fora deste anel há um outro, móvel, marcado com os 12 meses de 30 dias mais os 5 dias intercalados do calendário sótico, usado no antigo Egito.

[11] "Antikythera mechanism" by Lead Holder - File: Meccanismo_di_Antikytera.jpg. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antikythera_mechanism.svg#/media/File:Antikythera_mechanism.svg

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.10: Parte frontal do mecanismo de Antikythera.[12] 3/4

O funcionamento do mecanismo possivelmente era realizado a partir do giro de uma manivela (mostrada na parte direita da Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.10. Ajustando-se os mostradores à data desejada, os ponteiros no painel estariam apresentando a posição dos vários planetas e constelações no céu.

[12] ©2012 Tony Freeth, Images First. Cortesia. Disponível em: http://www.images-first.com/

Especula-se quais as razões pelas quais os gregos, com tal nível de conhecimento e engenharia, não foram capazes de desenvolver uma revolução industrial, e por que esse conhecimento se perdeu por tanto tempo para só ser redescoberto mais de mil anos depois.

1.7 O Carro Programável de Heron de Alexandria – 60 AD

Atribui-se a Heron de Alexandria (Egito, 10-70 AD) a construção do primeiro carro robô programável. O carro de Heron tinha três rodas e podia ser programado para andar para a frente ou para trás e ainda para girar para a direita ou esquerda.

O modelo era genial, mas bem simples, as duas rodas traseiras tinham eixos independentes. Uma corda era enrolada em cada um dos eixos e as duas cordas eram presas a um peso que ficava suspenso por uma haste presa ao carro. A medida que o peso descia, as duas cordas iam puxando o eixo e fazendo o carrinho se mover.

Até aí nada demais. A grande sacada de Heron foi a utilização de pinos nos eixos que permitiam que se enrolasse a corda não apenas em um sentido, mas também no sentido inverso (Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.11). Dessa forma quando a corda que estava sendo esticada atingisse um dos pinos, ela automaticamente fazia com que o sentido do giro do eixo se invertesse. Como os eixos eram independentes e podiam ter seus pinos configurados também de forma independente, isso permitia que o carrinho fosse literalmente programado para executar movimentos bastante complexos por um tempo razoável.

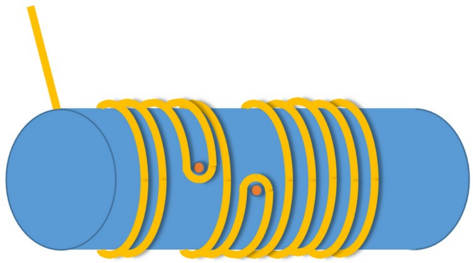

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.11: Detalhe do primeiro robô programável de que se tem notícia. ½

Pode-se dizer que esse robô programável antecedeu em quase 2000 anos o conceito de Turtlegraphics usado em ambientes de programação como Logo e Forth.

1.8 O Zero – 628

Após a queda do Império Romano, e com ele grande de parte da civilização ocidental, a cultura na Europa entrou em declínio. Coube aos cientistas árabes, indianos e chineses a maior parte das descobertas científicas ocorridas durante o período da Idade Média.

Uma destas contribuições, que foi importantíssima para a história dos computadores, foi a invenção (ou descoberta) do número zero. De fato, em 628, um matemático indiano chamado Brahmagupta (Índia, 598-670) publicou um livro, o Brāhmasphuṭasiddhānta (Tratado Completo sobre a Escola de Brahma). Neste livro houve o primeiro registro conhecido de zero como um número. A Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.12 mostra uma concepção artística de Brahmagupta traçando o símbolo que hoje representa o zero.

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.12: Brahmagupta e o zero.[13] 1/3

Anteriormente, a noção de zero já era conhecida, mesmo durante o tempo dos romanos ou babilônios. Mas o zero era considerado como o “nada”, como a “ausência de números”. Até hoje, a maioria dos matemáticos considera que os números naturais são 1, 2, 3, ..., excluindo o zero deste conjunto. Um romano não teria meios para representar o zero. Ele apenas deixaria um espaço em branco. Isso, claro dificultaria as operações aritméticas com números negativos.

Brahmagupta, por outro lado, além de considerar o zero como um algarismo, definiu todo um conjunto de regras aritméticas envolvendo o zero e os números positivos (que ele chamava de “fortunas”) e negativos (chamados por ele de “débitos”).

Uma de suas regras dizia: “A soma de dois positivos é positiva e de dois negativos é negativa. A soma de um positivo e um negativo é sua diferença, e se eles são iguais ela é igual a zero. A soma de um negativo e zero é negativa, de um positivo e zero é positiva e de dois zeros é zero.”.

Sobre a multiplicação, ele escreveu: “O produto de um negativo e um positivo é negativo, de dois negativos é positivo e de dois positivos é positivo. O produto de zero e um negativo é zero, de zero e um positivo é zero e de dois zeros é zero.”.

[13] "Brahmagupta" by anonymus - http://pioneros.puj.edu.co/biografias/edad_media/560_860/brahmagupta.html. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brahmagupta.jpg#/media/File:Brahmagupta.jpg

Apenas a sua interpretação sobre a divisão por zero difere da que temos hoje. Hoje, qualquer número dividido por zero tem resultado indefinido. Para Brahmagupta zero dividido por zero é zero. Em relação a outros números divididos por zero, ele não chega a estabelecer nenhuma regra dizendo apenas que a divisão de um número *n* por zero é uma fração na qual zero é o divisor, ou seja *n*/0.

A existência do zero também foi importante para o surgimento da computação mecânica porque a partir daí os números poderiam ser representados pelo sistema de posicionamento decimal, ou seja, depois do 9 vem 10 (um seguido de zero); depois de 99 vem 100, e assim por diante. Esse tipo de notação permitiu simplificar os cálculos mecânicos realizados pelas primeiras calculadoras do Século XVII, como a de Pascal, Schickard e Leibniz.

1.9 Relógio Mecânico – 724

Relógios são importantes para a computação não apenas por ajudarem no processo de sincronização de complexos mecanismos eletrônicos, mas também pelo fato de que os primeiros computadores mecânicos, ou calculadoras, construídas a partir do Século XVII terem sido efetivamente construídos por relojoeiros. Ou seja, embora as primeiras calculadoras e computadores mecânicos tivessem sido inventados por cientistas como Pascal, Schickard, Leibniz e Babbage, sua efetiva construção só foi possível graças à tecnologia de construção de relógios, já que essas máquinas ancestrais eram baseadas na movimentação de engrenagens.

A invenção do primeiro relógio mecânico efetivo é atribuída a Liang Lingzan e Yi Xing (China, 683-727). Ele era movido a água e era capaz de medir com exatidão, para os padrões da época, a duração de um dia e as fases da Lua. Além disso, a cada hora cheia ele tocava uma campainha e a cada quarto de hora executava uma batida de tambor.

Infelizmente, mesmo considerando que tal equipamento deveria ter sido construído a partir de desenhos bem elaborados, muito poucos registros de sua existência restaram nos dias de hoje. Sendo assim, seu mecanismo efetivo é alvo de especulação.

Essa tecnologia só começou a ser explorada na Europa a partir do Século XIV quando algumas catedrais começaram a construir seus próprios relógios astronômicos.

1.10 Algoritmo – 825

A programação de computadores segue uma técnica formal conhecida como "algoritmo". Esse termo surgiu a partir do nome de um matemático chamado Abdullah Muhammad bin Musa al-Khwarizmi (Pérsia, 780 - c. 850), que escreveu um livro sobre cálculos com os algarismos indianos no ano 825.

Este livro foi responsável pela popularização dos algarismos indianos (hoje conhecidos como arábicos ou indo-arábicos) na Europa e oriente médio, os quais eram bem mais fáceis de operar do que os números romanos, até então usados. O título do livro foi traduzido para o latim como "*Algoritmi de numero Indorum*" e assim a tradução para o latim do nome deste matemático passou a significar genericamente qualquer procedimento mecânico para realização de cálculos. A Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.13 mostra o início da primeira página da tradução Latina do livro, onde se lê "*Dixit algorizmi...*".

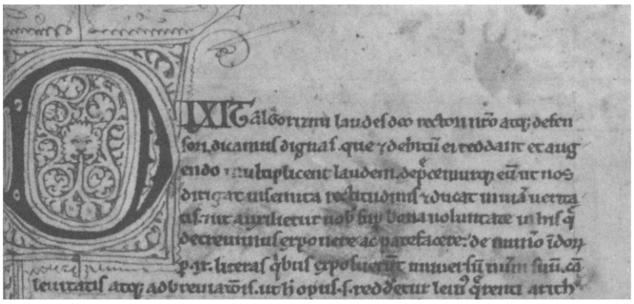

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.13: Início do livro de al-Khwarizmi.[14] 1/2

Entre outras contribuições, al-Khwarizmi mostrou como realizar adições e divisões com números longos, um procedimento (ou algoritmo) até hoje ensinado nas escolas, e que foi a base para a construção das primeiras calculadoras mecânicas.

Observe, por exemplo, a dificuldade para se somar números romanos como XIX + XXI = XL. A notação romana tinha regras relativamente complicadas para a soma:

- Primeiramente os números deviam ser descompactados, trocando-se IV por IIII, IX por VIIII etc.: XVIIII+XXI.
- Depois eles são concatenados, ou seja, juntados: XVIIIIXXI.
- Depois deve-se ordenar as letras da mais significativa para a menos significativa: XXXVIIIII.
- Finalmente o número resultante é recomposto: XXXVIIIII = XXXVV = XXXX = XL.

Bem, a soma até que não era tão difícil, mas a divisão...

Com a notação indo-arábica, baseada em posições decimais, as somas podiam ser feitas de forma mais automática, da direita para a esquerda, quando os dois algarismos somados resultavam em um número maior do que nove, somava-se um (carry) aos dois algarismos imediatamente à esquerda. Esse algoritmo era bem mais fácil de representar mecanicamente.

1.11 Música Mecânica – 850

O Século IX experimentou, talvez pela primeira vez na história, a música mecânica, ou seja, música tocada automaticamente, sem intervenção humana. E isso aconteceu na Pérsia, onde hoje é o Iraque, mais especificamente na cidade de Bagdá. Ali, três irmãos, conhecidos como os irmãos Banū Mūsā (filhos de Moises), publicaram um livro no ano 850, chamado "Livro dos Dispositivos Engenhosos" no qual descreviam entre muitas outras invenções, um órgão que podia ser tocado automaticamente a partir de um comando passado por um cilindro com pinos (Figura Parte I: Pedra, Madeira e

[14] "Dixit algorizmi" by Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi - scanned from facsimile (1963). Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dixit_algorizmi.png#/media/File:Dixit_algorizmi.png

Ideias.14). O cilindro girava lentamente e cada vez que um dos pinos passava sob um dos tubos do órgão, uma válvula se abria e fazia o respectivo tubo tocar o seu som.

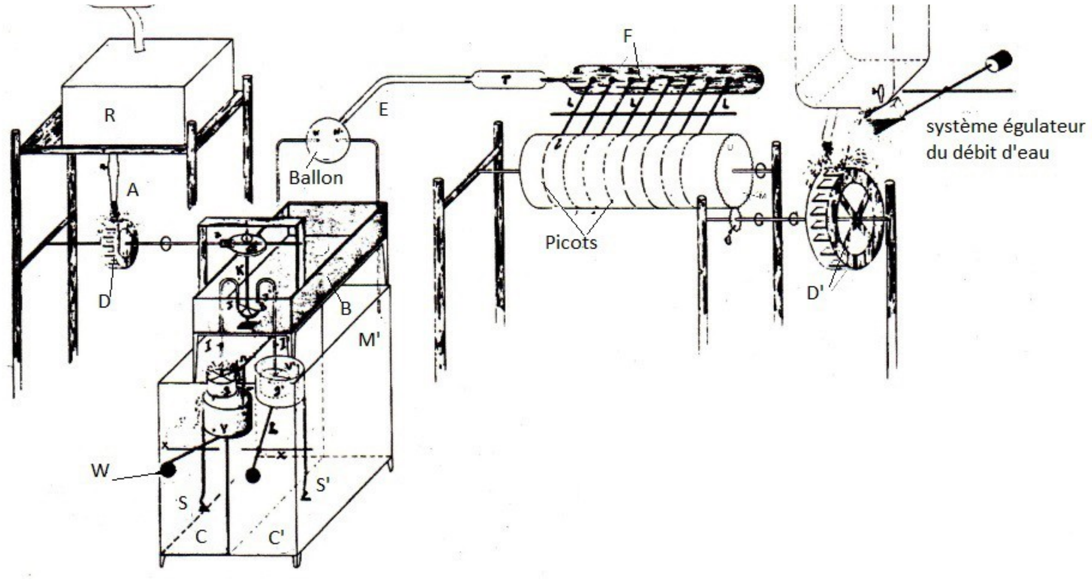

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.14: Esquema do órgão mecânico dos irmãos Banū Mūsā.[15] 1/1

Os irmãos se chamavam Abū Jafar, Muḥammad ibn Mūsā ibn Shākir, Abū al-Qāsim, Aḥmad ibn Mūsā ibn Shākir e Al-Ḥasan ibn Mūsā ibn Shākir, sendo todos acadêmicos que viveram e trabalharam em Bagdá.

O princípio usado eu seu órgão mecânico, ainda hoje é usado em pequenas caixas de música e até meados do século XIX era a forma dominante de execução de música mecânica, até ser substituído por rolos de papel perfurado, usados em pianolas no Século XIX e finalmente pela música eletrônica tocada por computadores nos dias de hoje.

1.12 Criptografia – c. 850

Embora o termo "criptografia" tenha sido cunhado apenas em 1920, um de seus métodos mais clássicos foi definido mais de mil anos antes. No Século IX, por volta de 850, o matemático árabe Al-Kindi (Iraque 801-853), também conhecido no ocidente por Alkindus publicou um manuscrito sobre a decifração de mensagens criptográficas.

O manuscrito incluía uma descrição do método de análise de frequência para a decifração de mensagens criptográficas simples. Suponha, por exemplo, uma criptografia simples de substituição de símbolos na qual cada letra da mensagem original é substituída pela letra seguinte do alfabeto e o Z substituído pelo A. Com essa técnica, uma palavra escrita, por exemplo como "dsquphsbgjb" seria decifrada se substituíssemos cada letra pela letra imediatamente anterior no alfabeto, resultando assim na palavra decifrada: "criptografia".

---

[15] Cortesia do Muslim Heritage. Fonte: Chaarani, M. S. L'orgue hydraulique des Banu Mûsa. Disponível em: http://www.muslimheritage.com/article/l%E2%80%99orgue-hydraulique-des-banu-m%C3%BBsa-hydraulic-organ-banu-musa

Agora imagine que as letras fossem substituídas de uma forma não tão lógica, como por exemplo, “A” por “N”, “B” por “%”, “C” por “9”, etc. Como você decifrara uma mensagem como “HGS&JW%@KKS”? Sem saber o método de criptografia fica muito difícil conseguir traduzir a mensagem, pois cada caractere na frase pode ser, a princípio, qualquer uma das letras, números ou sinais especiais usados na escrita.

O método descrito por Al-Kindi baseia-se em uma análise estatística da frequência de cada letra numa determinada língua. Em português, por exemplo, a letra mais frequente em textos é a letra “A”, que aparece em média 14,63%, seguida da letra “E” com uma média de 12,57%. Assim, em uma mensagem criptografada suficientemente longa, que se saiba estar escrita originalmente em português, um caractere que apareça por volta de 14,63% das vezes tem grande chance de ser a letra “A”. Já um caractere que apareça cerca de 12,57% das vezes tem chance de ser a letra “E”. E assim por diante.

Algumas letras têm probabilidade muito parecida, como “T” e “U” com 4,74% e 4,63% de chance. Nestes casos, o método puro e simples de análise de frequência pode não ser efetivo. Então, usa-se o conhecimento da língua para identificar a letra em questão; por exemplo, se o símbolo “#” aparece com uma distribuição de 4,69% (entre as distribuições de “T” e “U”), mas ocorre com muita frequência após consoantes que já foram decifradas como “Q” e “G”, então esse símbolo mais provavelmente é uma vogal, no caso “U” e não uma consoante como “T”.

1.13 Autômatos de Al-Jazari – 1206

Badi'al-Zaman Abū al-'Izz ibn Ismā'īl ibn al-Razāz al-Jazarī, ou simplesmente al-Jazari (Turquia, 1136-1206) foi um cientista responsável por várias invenções que tiveram impacto na história da computação. Em 1206 ele publicou o “Livro do Conhecimento dos Dispositivos Mecânicos Engenhosos”, no qual descreve mais de 100 dispositivos mecânicos. Esse livro se tornou muito popular em sua época e mesmo nos séculos seguintes.

Uma desta invenções foi o eixo excêntrico, usado até hoje nos comandos de válvulas dos automóveis e que permitia imprimir movimento rítmico a outros elementos de um projeto mecânico. No caso dos automóveis, esse comando permite abrir e fechar as válvulas do motor a partir do giro do eixo. Esse mecanismo foi utilizado também na Máquina Analítica de Babbage, o primeiro computador de propósito geral projetado. Para uma melhor compreensão do conceito, sugere-se visualizar a animação disponível em https://en.wikipedia.org/wiki/Camshaft#/media/File:Nockenwelle_ani.gif.

Mais impressionante ainda, al-Jazari foi responsável pela criação de vários autômatos de forma humana, movidos principalmente a água, e capazes de executar várias tarefas. Os autômatos já eram conhecidos dos gregos antigos (por exemplo, Heron de Alexandria), mas enquanto os gregos os construíam aparentemente apenas pela curiosidade ou entretenimento, al-Jazari projetou autômatos que realmente prestariam serviços úteis aos seres humanos, antecipando assim em mais de 700 anos funções que só seriam plenamente automatizadas a partir do Século XX, como por exemplo, portas que se abrem automaticamente e máquinas para servir bebidas.

Consta que os desenhos de al-Jazari, um dos quais é mostrado na Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.15, teriam inclusive influenciado ou inspirado muitas das invenções de Leonardo da Vinci, mais de duzentos anos depois.

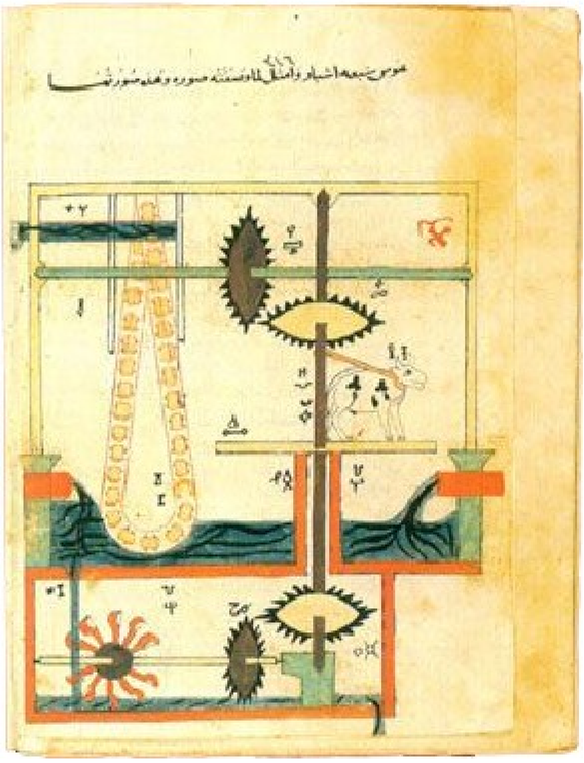

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.15: Esquema de um dos autômatos de Al-Jazari.[16] 1/2

1.14 Ars Magna de Ramon Llull – 1305

O monge catalão Ramon Llull (Mallorca, 1232-1315) projetou a partir de 1275 e publicou finalmente em 1305, na obra, "Ars Magna" ou "Ars Generalis Ultima", um mecanismo lógico, cujo objetivo era combinar ideias religiosas e filosóficas. Esse mecanismo seria usado para debater com muçulmanos e, vencendo-os no debate, converte-los à fé cristã.

A inovação radical introduzida por Llull foi a construção de uma máquina de papel que combinava elementos de raciocínio e linguagem. Seguindo o caminho traçado por figuras geométricas inscritas em seu mecanismo, Llull acreditava ser capaz de reproduzir todas as possíveis declarações lógicas que a mente humana fosse capaz de conceber (uma ideia que antecedeu em mais de 600 anos a Máquina de Turing, definida como a máquina capaz de computar tudo o que pode ser efetivamente computável).

Llull entrou para a história da computação por ter sido o primeiro a tentar fazer deduções lógicas usando um mecanismo físico e não a mente. Ele demonstrou que o pensamento humano pode ser imitado por uma máquina. Sua máquina não operava com números, mas com palavras, como se pode ver na Tabela 1.1.

[16] "Al-Jazari Automata 1205". Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Al-Jazari_Automata_1205.jpg#/media/File:Al-Jazari_Automata_1205.jpg

Tabela 1.1: Elementos combináveis de raciocínio da Ars Magna.

	Princípios Absolutos	Princípios relativos	Questões	Sujeitos	Virtudes	Vícios
B	Bondade	Diferença	Se	Deus	Justiça	Avareza
C	Grandeza	Concorda	O que	Anjo	Prudência	Gula
D	Eternidade	Oposição	De que lugar	Céu	Fortaleza	Luxúria
E	Poder	Prioridade	Quais	Homem	Temperança	Orgulho
F	Sabedoria	Central	Quantos	Imaginação	Fé	Preguiça
G	Vontade	Finalidade	Que tipo	Sensação	Esperança	Inveja
H	Virtude	Maioria	Quando	Vegetativo	Caridade	Fúria
I	Verdade	Igualdade	Onde	Elemento	Paciência	Falsidade
K	Glória	Minoria	Como	Instrumento	Piedade	Inconstância

Llull publicou quatro figuras, cada uma das quais indicava diferentes formas de usar os discos para combinar palavras. A primeira figura (Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.16) combinava os princípios absolutos, como por exemplo, “sabedoria é verdade”. A segunda figura combinava dois sujeitos por um princípio relativo, como por exemplo “o céu se opõe aos elementos”. A terceira figura permitia criar perguntas combinando questões, princípios absolutos e relativos, como por exemplo, “qual poder é prioritário?”. Já a quarta figura permitia ler asserções como por exemplo “o homem concorda com a justiça”.

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.16: Primeira figura da Ars Magna de Ramon Llull.[17] 1/3

Acredita-se que Llull possa ter se inspirado para construir seu mecanismo nas combinações místicas praticadas na cabala hebraica e também na zairja árabe.

[17] "Ramon Llull - Ars Magna Fig 1". Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ramon_Llull_-_Ars_Magna_Fig_1.png#/media/File:Ramon_Llull_-_Ars_Magna_Fig_1.png

1.15 A Controversa “Calculadora” de Leonardo da Vinci – 1499

Um dos muitos manuscritos de Leonardo da Vinci (Itália, 1452-1519) ficou desconhecido até 1967 porque tinha sido armazenado no local errado na Biblioteca Nacional da Espanha. Por puro acaso, o professor americano Dr. Julius Piccus, que estava à procura de baladas medievais nesta biblioteca deparou-se com dois manuscritos, compostos por quase 700 páginas, hoje conhecidos como “Codex Madri I” e “Codex Madri II”. O verso da página 36 do Codex Madri I mostrava uma curiosa figura que muito se parecia com uma calculadora mecânica baseada em engrenagens. Esse desenho é reproduzido na Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.17.

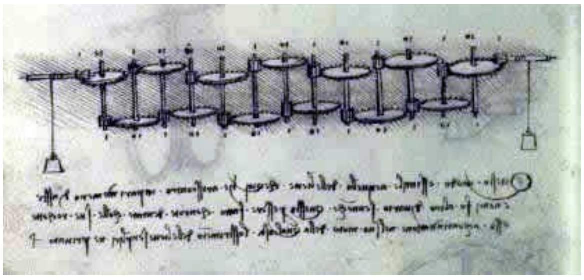

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.17: Suposto projeto de uma calculadora por Leonardo da Vinci.[18] 1/2

O desenho mostra 13 eixos, cada um dos quais contendo duas engrenagens, sendo que a menor tem 1/10 da circunferência da maior. Da forma como elas estão arranjadas, a cada volta da engrenagem à direita, a engrenagem seguinte faria 10 voltas, a terceira 100, a quarta 1000 e assim por diante, até a 13ª, que faria 10^{13} voltas. Se construída, tal máquina poderia ser usada para realizar cálculos de forma semelhante à calculadora de Schickard, projetada mais de 100 anos depois.

Em 1951, o Dr. Roberto A. Guatelli (Itália, 1904-1993), foi contratado pela IBM para construir réplicas de mecanismos de da Vinci. Em 1967, após a descoberta dos Codex Madri, ele construiu uma réplica para o suposto mecanismo calculador.

A réplica foi exibida pela IBM em 1968. A legenda indicava que se tratava de uma calculadora projetada por Leonardo da Vinci. Houve muita controvérsia e afirmou-se que o Dr. Guatelli usou de muita imaginação para concluir que tal máquina fosse mesmo uma calculadora. Entre outras objeções pode-se citar:

- Os desenhos de Leonardo não indicavam quaisquer dígitos ou números, o que seria obrigatório para uma calculadora.
- Não foi indicada por da Vinci a forma como a máquina deveria operar.
- Não foi indicado um meio de fazer as engrenagens pararem em posições discretas, o que seria obrigatório para uma calculadora.
- O desenho de Leonardo mostra dois pesos amarrados nas duas pontas do sistema, o que seria inútil em uma calculadora.

---

18 "Máquina de sumar de Leonardo da Vinci" by Leonardo da Vinci - http://www.thocp.net/hardware/da_vinci_replica.htm. Licenced under Public Domain via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M%C3%A1quina_de_sumar_de_Leonardo_da_Vinci.jpg#/media/File:M%C3%A1quina_de_sumar_de_Leonardo_da_Vinci.jpg

- Cálculos com 13 dígitos seriam absurdos na Renascença. Nenhum problema real da época exigia números tão grandes.

Some-se a isso o fato de que devido à enorme fricção entre as engrenagens, tal mecanismo jamais poderia ter sido construído com a tecnologia disponível no tempo de Leonardo. Claro que para o inventor do helicóptero e do paraquedas isso não teria sido problema. Mas no final a conclusão foi de que de fato o projeto de Leonardo era de um multiplicador de força e não uma calculadora de números.

1.16 Logaritmos – 1614

Com o renascimento da cultura e ciência europeia no Século XVI, e também devido às grandes navegações, os astrônomos passaram a dedicar mais atenção aos fenômenos celestiais e sua medição precisa. Essa precisão fazia com que eles necessitassem operar com números muito grandes. Fazer contas manualmente com números grandes pode ser muito demorado e sujeito a erros. Assim, ferramentas foram criadas para ajudar a simplificar ou mesmo mecanizar parte desses cálculos.

Uma destas ferramentas, já usada no Século XVI era a prostaférese, uma técnica que permitia simplificar o cálculo de uma multiplicação fazendo-se apenas duas somas, uma subtração, uma divisão por 2 e algumas olhadas em uma tabela com valores de cossenos. A técnica se baseava na seguinte identidade:

$$\cos(x)\times\cos(y)=\frac{\cos(x+y)+\cos(x-y)}{2}$$

Assim, se você quisesse multiplicar dois números quaisquer *x* e *y*. Bastaria executar os seguintes passos:

1. Encontrar na tabela de cossenos os valores A e B tal que $x=\cos(A)$ e $y=\cos(B)$.
2. Calcular p=A+B e q=A-B.
3. Encontrar na tabela os valores de cos(p) e cos(q).
4. Somar cos(p)+cos(q) e dividir por 2 para obter o resultado (aproximado) de $x \times y$.

Outra ferramenta, que simplificava ainda mais as multiplicações e divisões, foram os logaritmos, que foram criados de forma independente quase que simultaneamente por John Napier (Escócia, 1550-1617) e Joost Bürgi (Suiça, 1552-1632). Eles descobriram uma forma ainda mais simples de multiplicar números grandes a partir da seguinte identidade:

$$\log(x\times y)=\log(x)+\log(y)$$

Isso reduziria o procedimento de multiplicação de dois números x e y aos seguintes passos:

1. Encontre na tabela de logaritmos os valores A=log(x) e B=log(y).
2. Some A e B.

3. Encontre na tabela o valor do qual A+B é o logaritmo. Esse valor equivale a $x \times y$.

O logaritmo de um número é o expoente ao qual outro número (uma base fixa) deve ser elevado para gerar o número. Por exemplo, considerando uma base 10, o logaritmo de 1000 é 3 porque $10^3=1000$.

A identidade usada acima para transformar multiplicações em adições baseia-se no fato de que $x^n \times x^m = x^{n+m}$; por exemplo, $3^2 \times 3^3 = 3^{2+3}$. Resolvendo a fórmula obtemos $9 \times 27 = 3^5 = 243$.

Essa técnica foi implementada fisicamente nas réguas de cálculo, conforme explicado adiante. Além disso, a construção de tabelas numéricas como as de logaritmos foi se tornando cada vez mais importante à medida que cálculos cada vez mais complexos se tornavam necessários para resolver problemas de engenharia, astronomia, economia e navegação. O cálculo confiável de tais tabelas gerou a necessidade de máquinas que as pudessem calcular automaticamente, o que levou, em última análise à invenção dos computadores.

Fontes:

- Dalakov, G. History of Computers, Hardware, Software, Internet... Disponível em: http://history-computer.com/CalculatingTools/logarythms.html (Consultado em 27/04/2015).

1.17 Bastões de Napier – 1617

John Napier (Escócia, 1550-1617) inventou um mecanismo de cálculo baseado em varetas, quer permitia fazer multiplicações e divisões de forma quase automática. Esse mecanismo é conhecido como "bastões de Napier" ou "ossos de Napier" visto que a versão original era feita de marfim.

O instrumento consiste de dez bastões, cada um deles com os valores correspondentes à tabuada de 1 a 10, conforme pode ser visto na Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.18.

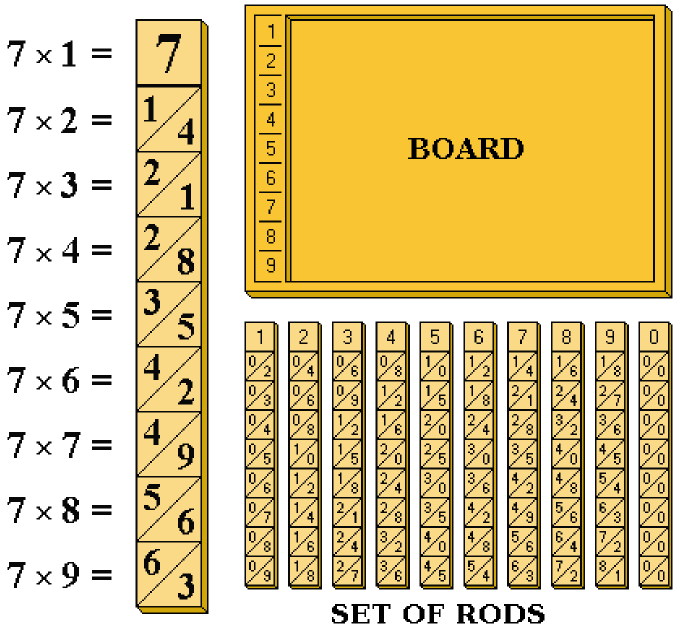

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.18: Bastões de Napier.[19] 1/2

O procedimento para executar uma multiplicação é muito parecido com o que até hoje se aprende nas escolas, mas dispensa saber a tabuada de cor; basta alinhar os bastões e somar os números nas diagonais. A título de exemplo, mostramos como multiplicar 425 por 6. A Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.19 mostra que as varetas correspondentes aos dígitos 4, 2 e 5 foram tomadas e alinhadas. Neste ponto pode-se multiplicar 425 por qualquer número entre 0 e 9, mas escolhemos a linha correspondente ao número 6 para multiplicar 425 por 6.

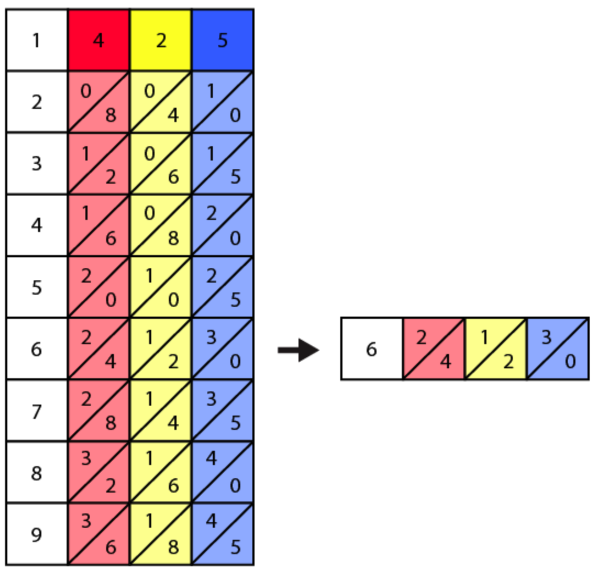

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.19: Alinhamento dos bastões de Napier para multiplicação do número 425 por 6.[20] 1/2

[19] "Bones of Napier (board and rods)". Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bones_of_Napier_(board_and_rods).png#/media/File:Bones_of_Napier_(board_and_rods).png

Na sequência, basta somar os números nas diagonais, conforme mostrado na Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.20, onde se chega à conclusão que o resultado é 2550. Se alguma das somas passar de 9, o “vai um”, ou “carry”, é somado na diagonal imediatamente à esquerda, conforme mostrado na Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.21.

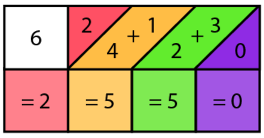

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.20: Soma-se os números nas diagonais para obter o produto de 425 por 6.[21] 1/4

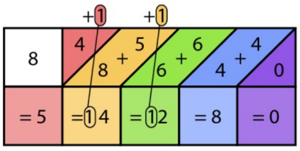

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.21: Multiplicação com “vai um”: 6785 x 8.[22] 2/5

Segundo consta, Napier criou estes bastões para ajudá-lo a realizar os cálculos tediosos que eram necessários para gerar tabelas de logaritmos, as quais, por sua vez, seriam utilizadas para simplificar operações matemáticas como multiplicações, que a partir de então poderiam ser feitas quase que instantaneamente com réguas de cálculo.

Os bastões de Napier também fizeram parte do projeto da primeira calculadora mecânica conhecida: a de Schickard. E eram usados em conjunto com um mecanismo que operava mecanicamente as adições indicadas pelos bastões.

1.18 Régua de Cálculo – 1622

A invenção da régua de cálculo é atribuída a William Oughtred (Inglaterra, 1574-1660), e isso ocorreu logo após a invenção dos logaritmos por Napier e da escala logarítmica por Edmund Gunter (Inglaterra, 1581-1626). Oughtred teria sido a primeira pessoa a fazer multiplicações e divisões simplesmente deslizando uma régua com escala logarítmica sobre outra.

---

[20] "Napier's Bones ex 1 pic 2" by Mopedmeredith - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Napier%27s_Bones_ex_1_pic_2.png#/media/File:Napier%27s_Bones_ex_1_pic_2.png

[21] "Napier's Bones ex 1 pic 3" by Mopedmeredith - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Napier%27s_Bones_ex_1_pic_3.png#/media/File:Napier%27s_Bones_ex_1_pic_3.png

[22] "Napier's Bones ex 2 pic 3" by Mopedmeredith - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Napier%27s_Bones_ex_2_pic_3.png#/media/File:Napier%27s_Bones_ex_2_pic_3.png

A primeira régua de cálculo teria sido circular. Poucos anos mais tarde, a forma retangular mais conhecida, passou a ser também empregada. A Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.22 mostra uma régua de cálculo posicionada para mostrar o resultado da multiplicação de 2 por 3. Posiciona-se o 1 da régua superior para coincidir com o 2 da régua inferior. Assim, a posição da régua inferior que corresponder ao 3 será o resultado do produto de 2 por 3.

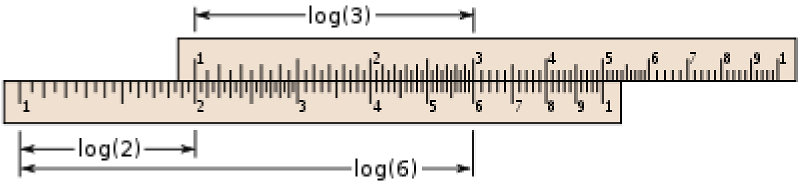

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.22: Forma simplificada de uma régua de cálculo mostrando a multiplicação de 2 por 3.[23] 3/4

Já a Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.23 mostra como realizar uma divisão, no caso 5,5/2. Posiciona-se o valor 5,5 na régua inferior coincidindo com o valor 2 da régua superior. O ponto da régua inferior que coincidir com o 1 da régua superior apresentará o resultado: no caso, 2,75.

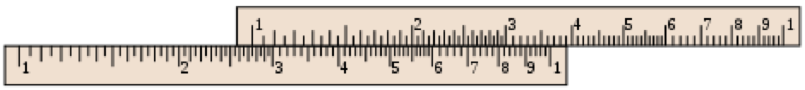

Figura Parte I: Pedra, Madeira e Ideias.23: Régua de cálculo mostrando a divisão de 5,5 por 2.[24] 3/4

Ao longo da história, as réguas de cálculo foram constantemente aperfeiçoadas para permitir a realização de operações cada vez mais complexas. Elas estiveram em uso intenso por parte de profissionais como engenheiros, físicos e matemáticos até os anos 1970, quando foram finalmente substituídas pelas calculadoras eletrônicas.

1.19 Até aqui...

Até este ponto em 1622 a Humanidade desenvolveu algumas formas primitivas de representação de informação e alguns instrumentos simples para cálculo com números. Enquanto a matemática era predominantemente usada para transações comerciais, poucas operações aritméticas costumavam ser suficientes para resolver a maioria dos problemas. Mas com o crescimento do interesse pela astronomia, engenharia e economia, e a necessidade cada vez maior de construir tabelas de números para aplicações nessas áreas, a quantidade de cálculos necessários para dar conta dessas necessidades cresceu de forma astronômica.

---

[23] "Slide rule example2 with labels" by Jakob.scholbach - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Slide_rule_example2_with_labels.svg#/media/File:Slide_rule_example2_with_labels.svg

[24] "Slide rule example4" by Wrtlprnft, original image made by Benjamin Crowell - This is an SVG version of en:Image:Slide rule example4.jpg. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Slide_rule_example4.svg#/media/File:Slide_rule_example4.svg

A dificuldade na realização de cálculos repetitivos com precisão e correção levou alguns pesquisadores a pensar se não seria possível automatizar essa tarefa. A invenção do zero, dos algarismos arábicos e dos autômatos aliados ao conceito de algoritmo para realização de cálculos, acabou possibilitando essa evolução. Isso nos leva à era seguinte, com a construção e aperfeiçoamento das primeiras calculadoras mecânicas.