VI EnGEM
Encontro Goiano de Educação Matemática
De 4 a 6 de maio de 2017
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Urutaí
ISSN: 2176-3305

A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO: CURIOSIDADES EM UMA PERSPECTIVA LACÔNICA E FILOSÓFICA

Maxwell Gonçalves Araújo[1]

RESUMO

Quando deixou de ser nômade e passou a viver um princípio de sociedade, o homem começou a sentir a necessidade de contar. A primeira ideia deu origem à correspondência biunívoca (base para o trabalho com os conceitos que envolvem função). Os dedos das mãos, pedras (do latim, *calculus*) se transformam em instrumentos utilizados nessa correspondência, cujos traços decimais são conservados e considerados até os dias de hoje. Porém, grupos de pedras possuem características efêmeras que inviabilizam a conservação de informações numéricas a longo prazo. A primeira ideia inovadora foi registrar valores através de marcas em ossos e bastões. Começa, assim, uma linguagem que se desenvolveu dentro de princípios, cujo objetivo era facilitar o trabalho do homem que calculava (mesmo sem ele saber disso). "A tendência da linguagem de se desenvolver do concreto para o abstrato pode ser percebida em muitas das medidas de comprimento em uso atualmente. A altura de um cavalo é medida em "palmos" e as palavras "pé" e "*ell*" (*elbow*, cotovelo) também derivam de partes do corpo" (BOYER, 1996, p. 04). Tudo isso colaborou com o desenvolvimento da matemática, transformando-a em algo muito maior do que apenas contar e medir. A origem dos primeiros indícios de uma estrutura, que mais tarde seria chamada de matemática, se perde em tempos sem registros. Ora se deve à necessidade prática (na visão de Heródoto - os "estiradores de cordas" do antigo Egito, por exemplo), ora ao lazer sacerdotal e ritual (na visão de Aristóteles). Logo, nossa observação cronológica terá como princípio destacar pontos importantes segundo motivações pessoais, dispostos em um terreno mais firme da história da matemática, registrada em documentos que foram preservados.

Palavras-chave: História; Construção; Conhecimento; Matemática.

1 INTRODUÇÃO – ALGUMAS IMPORTANTES INDICAÇÕES HISTÓRICAS

"A Matemática não se limita a um sistema de regras e verdades rígidas, mas é algo humano e envolvente" (BARONI, 2004).

É de comum acordo entre uma parte expressiva dos pesquisadores em Educação

[1] Instituto Federal de Goiás. E-mail: mxnte@yahoo.com.br

Matemática que a História é uma importante aliada na contextualização, na identificação da essência dos objetos, na aprendizagem significativa dos conteúdos. A Matemática possui suas origens na investigação de grandes pensadores, mas também no desenvolvimento do pensamento filosófico. Para evidenciar estas observações, faremos um breve resgate de algumas das principais contribuições de pesquisadores, tanto na área da investigação quanto da evolução do raciocínio lógico-filosófico, dentro do contexto do desenvolvimento da Matemática como Ciência Moderna.

Após significativas contribuições devidas aos babilônios e os primórdios da notação posicional (numeração cuneiforme - cerca de 2000 a.C.), a matemática começa a se organizar como conhecimento em Tales de Mileto em, aproximadamente, 624-548 a.C. Homem de rara inteligência e considerado o primeiro filósofo e fundador da filosofia ocidental em 600 a.C. e o primeiro dos Sete Sábios. A ele são atribuídas as demonstrações de alguns teoremas, fato este que rendeu-lhe a designação de "o primeiro matemático".

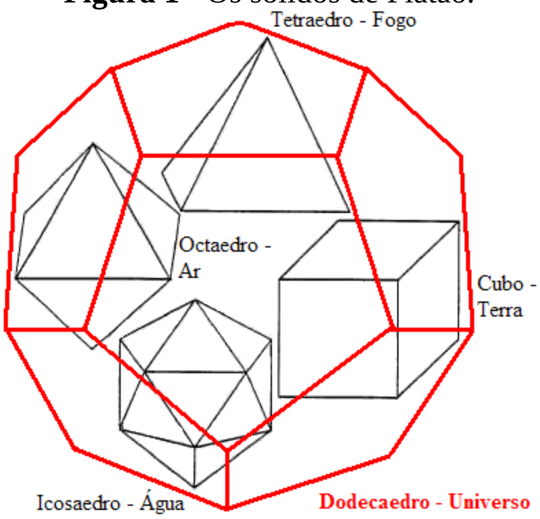
Com Pitágoras de Samos (matemático e filósofo grego – 570/571-497/496 a.C. aproximadamente), veio a fundação da escola pitagórica, uma sociedade secreta cuja mais notável característica era a base moral da conduta. A ele supõe-se a criação das palavras "filosofia" (amor à sabedoria) e "matemática" (o que é aprendido). Considerado o pai da matemática, suas contribuições se mostram com pouca estrutura intelectual e, talvez, com nenhuma característica de discussão filosófica de princípios. Porém, é certo que os pitagóricos relacionavam a matemática mais com o amor à sabedoria do que com as exigências da vida prática. O Pentagrama simbolizava especialmente a escola pitagórica, cujos horizontes avançaram sobre o misticismo, a aritmética, a logística, a cosmologia, os números figurativos, a numeração, as proporções.

A Zeno de Eléia – o Eleático – filósofo grego que viveu de 490 a 430 a.C., cujo método "era dialético, antecipando Sócrates nesse modo indireto de argumento: partindo das premissas de seus oponentes, ele as reduzia ao absurdo" (BOYER, 1996, p. 51), atribui-se o *trivium* da gramática, da retórica e da dialética (lógica), que junto com o *quadrivium*(aritmética, música, geometria, astronomia)de Arquitas constituíram as sete artes liberais. É bastante lembrado por seus paradoxos, cujo objetivo era, em sua maioria, derrubar a tese dos pitagóricos de "que o espaço e o tempo podem ser pensados como consistindo de pontos e instantes" (BOYER, 1996, p. 51). Porém, o espaço e o tempo possuem uma propriedade intuitiva conhecida por *continuidade* e este é o ponto de apoio de seu raciocínio.

Alguns antropólogos afirmam que, na era Paleolítica, o homem que viveu na região da Europa, já conhecia o simbolismo dos números 3 (masculino) e 4 (feminino). Na Idade Média, as associações: △ = ♂ = 3 e □ = ♀ = 4, reaparecem na Europa. Na Espagíria, cujas fontes são diversas, o símbolo da perfeição está na junção de um quadrado e um triângulo, algo que influenciou bastante a arte deste período. O simbolismo espiritual (três) e material (quatro) ilustram a hermenêutica de então, e servem como base para a distinção entre as artes liberais (o *trivium* e o *quadrivium*)das universidades medievais.

Platão, filósofo grego que viveu de 427 a 347 a.C., não deu contribuição com resultados matemáticos técnicos dignos de notas, mas foi considerado um "criador de matemáticos". Convertido por Arquitas (pitagórico, de quem era amigo, que havia instaurado em Tarento um governo cujos princípios se baseavam na filosofia) a uma visão matemática, "Platão pôs suas ideias sobre os sólidos regulares num diário intitulado *Timaeus*, presumivelmente do nome de um pitagórico, que serve como principal interlocutor" (BOYER, 1996, p. 58). Frequentemente chamados de "corpos cósmicos" ou sólidos platônicos", os poliedros regulares são assim reconhecidos devido à maneira pela qual ele os aplicou à explicação de fenômenos científicos. Neste período, a ligação entre a Matemática, a Astronomia e a Religião, interligadas como a "representação do divino", era bastante expressiva. A preocupação em saber *de onde viemos e para onde vamos* já dominava as principais pesquisas destes *homens da ciência*.

Figura 1 - Os sólidos de Platão.



Fonte: Arquivo pessoal.

Euclides de Alexandria (matemático grego – séc. III a.C.) foi um dos sábios de primeira linha da época, chamado para o cargo de professor do Museu – escola criada por Ptolomeu I em Alexandria no ano de 306 a.C., após o fim do período Helênico em 323 a.C., com a morte de Alexandre, o Grande. Autor de *Os elementos*, obra considerada a mais antiga a chegar até nós, composta por treze livros.

Arquimedes (Siracusa, atual Sicília – 287-212 a.C. – inventor grego) foi o maior matemático de toda a antiguidade. Dentre seus diversos trabalhos, podemos destacar a Lei Geral Sobre a Alavanca (deem-me uma alavanca suficientemente longa e um fulcro para apoiá-la que eu moverei a Terra), o Princípio Hidrostático e a Medida do Círculo, com resultados bastante aproximados do valor de ”π” que conhecemos, aproximadamente, hoje.

Heron de Alexandria, matemático e mecânico grego (65-125 d.C.), é lembrado na História da Matemática, sobretudo pela fórmula do cálculo da área de um triângulo qualquer conhecidas as medidas de seus lados. É lembrado na História da Ciência como inventor do primeiro protótipo da máquina a vapor e do termômetro. Estudou os fenômenos de reflexão da luz, tanto nos espelhos convexos ou côncavos como nos espelhos planos, e escreveu tratados de matemática (medidas de áreas e de volumes), além de numerosos tratados consagrados à mecânica.

Com estes brilhantes estudiosos, começa a formalização do conhecimento, a genialidade criativa, a contextualização e a expressividade dialética.

2. O QUE É CURIOSO NO DESENVOLVIMENTO DA MATEMÁTICA

Observando as contribuições de cada um destes notáveis filósofos e/ou matemáticos, começamos a delinear a curiosidade e a incrível noção visionária que cada um deles desenvolveu, mesmo que sem querer, ao vislumbrar ideias e rotinas de pensamento que sobreviveriam até os nossos dias. Vejamos algumas destas ideias desenvolvidas que, de certa forma, constituem alguns algoritmos e propriedades que utilizamos nos dias de hoje para efetuar determinados cálculos numéricos.

De modo muito semelhante ao modelo hoje utilizado, a adição e a multiplicação eram efetuadas na Índia, salvo pequenas variações. Uma forma curiosa de multiplicar utilizada por eles sobreviveu até nós, reconhecida por vários nomes: multiplicação em reticulado, multiplicação em gelosia (“a palavra atual *jalousie* parece provir da gelosia italiana, e significa veneziana na França, Alemanha, Holanda e Rússia” (BOYER, 1996,

p. 148)), multiplicação em célula, em grade ou quadrilateral. Segue um exemplo e o passo a passo da utilização deste método:

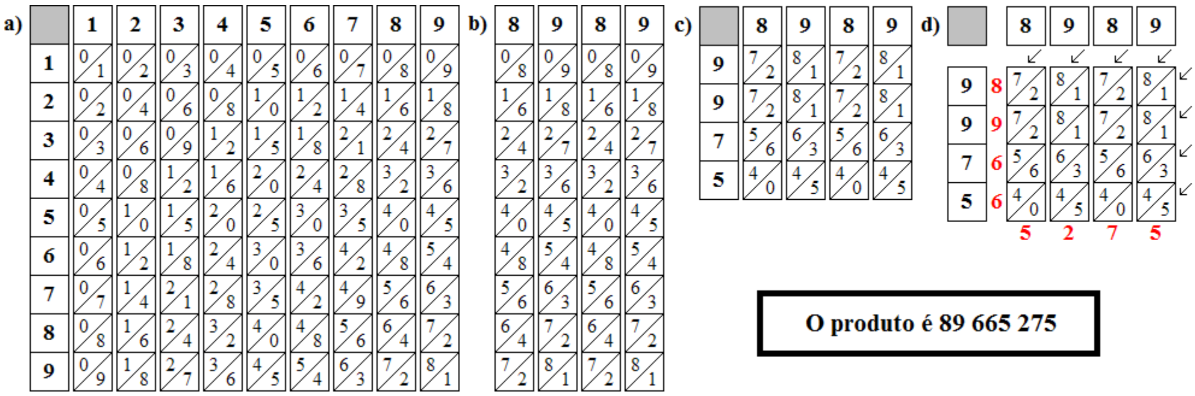
a) Escreve-se as tabuadas de um a nove em tiras verticais, onde os algarismos da dezena e da unidade são separados por uma diagonal, conforme Figura 2a;

b) Em nosso exemplo, a operação a ser efetuada será: 8989. 9975; assim, das tiras verticais, utilizaremos duas correspondentes ao oito e duas correspondentes ao nove, formando o número 8989, conforme Figura 2b;

c) Observando, agora, as linhas horizontais, nos concentraremos nas linhas correspondentes ao nove (duas vezes), ao sete e ao cinco, nessa ordem, formando o número 9975, conforme Figura 2c;

d) O resultado final será a adição dos valores situados em uma mesma diagonal, da direita para a esquerda, lembrando que o algarismo decimal, se houver, participará da adição da diagonal seguinte, conforme Figura 2d.

Figura 2 - Multiplicação em gelosia



Fonte: Arquivo pessoal.

Durante o califado de al-Mamum (809-833 d.C.), estabeleceu-se em Bagdá uma "Casa da Sabedoria" comparável ao antigo Museu de Alexandria. Entre os mestres que por ali passaram, encontra-se um matemático e astrônomo chamado Mohammed ibu-Musa al-Khowarizmi (780-850 d.C.). Entre suas obras, está *De numero hindorum* (Sobre a arte hindu de calcular), onde faz uma exposição tão completa dos números hindus, que hoje se diz que nosso sistema numérico é indu-arábico (às vezes, considerado mais arábico que hindu, o que é um pensamento falso). Seu livro mais importante – *Al-jabr Wa'l muqabalah* – possui um estudo onde esgota-se as possibilidades quanto às equações lineares e quadráticas, através de uma exposição sistemática e bastante didática (fato que lhe rendeu o reconhecimento como o "pai da álgebra").

No período de 965 a 1039, em Basra, agora Iraque e cidade do Cairo, viveu um físico e matemático árabe, cujo nome era *ibn-al-Haitham*, conhecido no Ocidente como *Alhazen*. Escreveu um tratado intitulado *Tesouro da óptica* onde escreve sobre "a estrutura do olho, o aumento aparente do tamanho da Lua quando está próxima do horizonte, e uma avaliação da altura da atmosfera, partindo de que o crepúsculo dura até o Sol atingir 19º abaixo do horizonte" (BOYER, 1996, p. 164). Devido a este tratado, conhecemos belíssimas obras de arte que têm a Teoria da Perspectiva como sua base. A engenharia, a arquitetura, a proporcionalidade, o Renascimento, todos agradecem a estas geniais ideias que contemplam esta teoria. A sensação de profundidade, a proporcionalidade entre os elementos, o mosaico de luzes e cores, o dinamismo, representam, com mais expressividade, a natureza, o real.

Figura 3 – "As Meninas" de Diego Velázquez (perspectiva e movimento).

Fonte: Disponível em: https://sapienciacultural.wordpress.com/2015/01/20/as-meninas-diego-velazquez-a-infanta-nao-e-a-protagonista/. Acesso em: 24 ago. 2016.

Na era da Filosofia Moderna, viveu o mais importante matemático suíço de todos os tempos. Seu nome era Leonhard Euler (Basiléia, 1707 – São Petersburgo, 1783). Pesquisador com reputação internacional e de produção fantástica, Euler não se abalou nem com a cegueira que o acompanhou nos últimos dezessete anos de sua vida.

Sua notação matemática, seus fundamentos de análise, seus trabalhos com séries infinitas, identidades, equações diferenciais, probabilidade, teoria dos números e geometria analítica espacial, são algumas de suas notáveis contribuições. A Euler credita-se a inicialização dos estudos na área da teoria dos grafos, fato bem ilustrado pelo famoso problema das sete pontes de Königsberg.

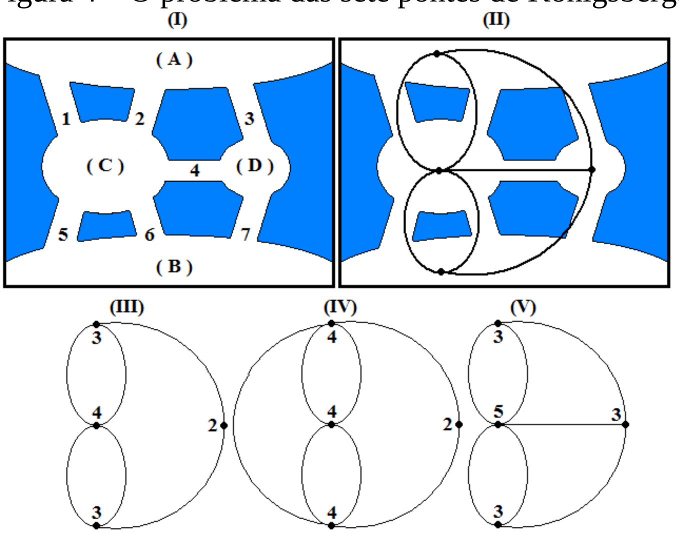
A cidade era composta por dois “litorais” A e B, duas ilhas C e D, e sete pontes conforme Figura 4 (I). O problema: partindo-se de um ponto qualquer (litoral ou ilha) é possível caminhar uma única vez em todas as pontes e voltar ao local de partida? Primeiro, Euler transformou cada local de partida em um ponto, chamando-os de vértices, ímpares ou pares, de acordo com o número de arestas (pontes) ligadas a eles, conforme Figura 4 (II). Considerando esta situação, Euler fez três observações:

1. Se a ponte que liga as duas ilhas fosse excluída, o problema teria “soluções intermediárias”, devido ao fato de termos vértices pares e dois ímpares, conforme Figura 4 (III). Podemos partir de um vértice ímpar, passar uma única vez em todas as pontes e chegar no outro vértice ímpar;

2. Se houvesse uma ponte ligando os dois litorais, o problema teria solução conforme o problema original, pois todos os vértices são pares – Figura 4 (IV);

3. Assim, ele concluiu que o problema original não tinha solução porque todos os vértices são ímpares, conforme Figura 4 (V).

Figura 4 – O problema das sete pontes de Königsberg.



Fonte: Acervo pessoal.

Após estas considerações, vemos que uma das maneiras mais sugestivas de se ensinar é levar o aluno à reflexão a partir de uma estória, de um caso, de uma fábula, de uma metáfora, de um problema histórico. Muitas vezes esses fatos têm a propriedade de aguçar a memória e através desse, criar vínculos com a aprendizagem significativa, e, portanto, a pessoa lembra-se da estória e acaba associando-a ao fato reflexivo que a ela se anexou. Logo, considerando que falar de qualquer conteúdo, seja qual for a disciplina valendo-se, vez por outra e com um critério extremamente acentuado de seleção, de estórias, se desenvolve um processo de ensino muito importante para a memória e para a própria consciência e a aprendizagem significativa. Temas da Matemática não constituem exceções. Também podem-se valer destes mesmos argumentos e fazer com que a estória venha a ser um veículo condutor de um verdadeiro sentimento de apropriação do conhecimento e do despertar da reflexão.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo nosso passeio por esta pequena parte da História da Matemática nos revela passos do desenvolvimento do raciocínio matemático e, consequentemente, do estabelecimento de diretrizes para nortear as ciências de um modo geral. Vimos que é fundamento da matemática medieval ser ensinada nas instituições para permitir um melhor entendimento das Ciências e das Filosofias. No fluir do tempo, não foi ao acaso que o desenvolvimento científico viveu (e vive) de paradoxos, de lutas entre contrários. Os avanços tecnológicos trazem progressos, mas, também, trazem discórdia. Vivemos no limite entre o amor e o ódio, a guerra e a paz, o caos e a lógica.

> *A Sabedoria de um homem se mensura através da sua usual capacidade de "simplificar" o conhecimento, para que o mesmo seja real, seja degustado por aquele que aprende, pelo ser humano que, num "presente futuro", "irá", também, ensinar*. [...] É preciso tornar as "coisas" simples e não se "fazer simplismos". A Matemática como fenômeno, é material básico para a elaboração de um mundo mais significativo e menos obscuro. Sentido esse que se mostra por meio de um significado, a partir do momento que se torna necessário.
>
> Necessita-se que se "enxugue" o mar de falta de significados, de sentidos, que tem inundado as salas de aula através de fórmulas e equações. Deve-se melhorar a formação do professor com o conhecimento da epistemologia da Matemática, com uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual. Para tanto, a história, a filosofia e a sociologia da ciência podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, ou seja, podem contribuir para a superação destes problemas. (ARAÚJO, 2013, p. 118-119).

Quando falamos: tudo, antes, sempre, tanto, maior, mais, cada, momento, fim, quando, uma, muitos, tarde, demais, cedo, nunca, eterno, temos a ideia de quantidade, de tempo, de dados para o conhecimento. A palavra convence por que tem sentido. Tem sentido por que, também, é posicional. A dialética é seu momento máximo de glória ou a sua mais profunda derrota. Como visualizou Platão, a palavra é *phármakon*– cura, envenena, entorpece. Nossa História vai mais além quando pensamos em outras origens, em outras palavras.Por exemplo, digamos: *radix quadratum 81 aequalis 9* – do latim: o lado (*radix*) do quadrado (*quadratum*) 81 é igual (*aequalis*) a 9. Por isso, dizemos: raiz quadrada de oitenta e um é igual a nove ($\sqrt{81} = 9$), onde a gênese semióticado símbolo da raiz($\sqrt{\ }$) está na letra "r" de *radix*. Do mesmo modo, temos: *quadractus radix 9 aequalis 81*– é 81 a área do quadrado de lado 9. Portanto, dizemos: Quadrado de 9 ou 9 ao quadrado é igual a 81 ($9^2 = 81$). Para finalizarmos: *cubus radix 3 aequalis 27*– é 27 o volume do cubo de lado 3. Logo, dizemos: o cubo de 3 ou 3 ao cubo é igual a 27. Estas breves observações contam um pouco da História da *signa notae* (evolução dos símbolos).

Em meio a toda essa *raiz cultural*, a educação tenta sobreviver e cumprir seu papel fundamental pautado no desenvolvimento das pessoas e das sociedades. Ela aponta para a necessidade de se construir uma escola voltada para a formação de cidadãos, os quais vivem numa era marcada pela competição e pela excelência, em que progressos científicos e avanços tecnológicos definem exigências novas para os jovens que ingressarão no mundo do trabalho. Porém, estas "novas tecnologias", sozinhas, não atribuem significado nenhum para as ciências. Juntos com a História, com a Materialidade, com a Contextualização, podemos atingir o núcleo do objeto estudado e entendê-lo melhor. Tal demanda impõe uma revisão dos currículos e das metodologias, que orientam o trabalho cotidianamente realizado por nós educadores, especialistas e pesquisadores em educação do nosso país que, além de todas estas responsabilidades, carregam sobre os ombros a nobre função de formadores de novos professores.

4 Referências

ARAÚJO, M. G. A comunicação na educação matemática: uma proposta de adequação da linguagem. In: SOUZA, J. V. de; SARDINHA, R.; NASCIMENTO, W. L. (org.). **Educação Matemática**: metodologias e abordagens multifacetadas. Goiânia: Editora da PUC Goiás, 2013, p. 103-121.

BARONI, R. L. S.; TEIXEIRA, M. V.; NOBRE, S. R. A investigação científica em história da Matemática e suas relações com o programa de pós-graduação em educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V; BORBA, M. C. Educação Matemática: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004.

LEMOS, G. C. **Willie Alfredo Maurer**: vida, obras e contribuições para o ensino da matemática no Brasil. 173 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo: Rio Claro. 2013.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. 2 ed. 7ª reimpressão. São Paulo: Ed. Edgar Blücher, 1996.