

ORIGENS DA MATEMÁTICA: O NASCIMENTO DA MATEMÁTICA

Manoel de Campos Almeida

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

manoel@pucpr.br

Resumo

O nosso objetivo é arquitetar um cenário plausível que permita explicar o surgimento dos princípios do que hoje denominamos de Matemática; para isto tentaremos dar respostas à questões como: Quando o homem começou a pensar simbolicamente? E a se interessar pelas formas? E pelos números? Ou, em outras palavras, quando surgiu a geometria? E a aritmética? Quem surgiu primeiro? Quando? Por quê? Quais os fatores condicionantes que influíram em sua concepção?

Introdução

Dada a exiguidade do espaço disponível não poderemos nos estender na abordagem detalhada da multiplicidade de fatores que condicionaram e influíram nessas questões. Vamos examinar aqui, resumidamente, apenas alguns aspectos, deixando forçosamente uma análise mais aprofundada para nosso livro sobre o assunto.¹

Temos plena consciência de que muito *ignoramus et ignorabimus* (não sabemos e não saberemos), pois as evidências materiais sobreviventes dessas priscas eras são minúsculas, muitas vezes únicas. Contudo, são as que dispomos. Se desejarmos construir um quadro holístico, auferir uma visão de conjunto dos componentes do caldo de cultura do qual essa ciência germinou, devemos tomar os fios de evidência disponíveis e entrançá-los de modo a formar os cabos que sustentarão esse cenário.

¹ O Nascimento da Matemática – A Neurofisiologia e a Pré-História da Matemática. No prelo.

Sabemos que qualquer cenário que possa ser proposto é necessariamente incompleto. Novas descobertas podem acontecer inopinadamente, as quais podem comprová-lo ou derrubá-lo, nunca teremos certeza cabal de sua veracidade integral.

Sobrevivência e Transcendência

Em termos biológicos, o máximo que um organismo vivo pode almejar é sua sobrevivência sadia até uma idade compatível com o êxito reprodutivo. A transmissão de seus genes, a perpetuação da sua espécie é o desejo primordial de todo organismo vivo. Para isso, é fundamental garantir sua sobrevivência. Todo organismo vivo precisa de fontes de energia, ou seja, de alimentos, que mantenham os parâmetros químicos dentro do seu corpo dentro de uma faixa mágica compatível com a vida. Essa faixa mágica é denominada de *homeostática*, e o processo de obtenção desse delicado equilíbrio é conhecido como *homeostase*. Esses termos foram cunhados pelo fisiologista Walter Cannon, no século XX.

O objetivo de qualquer espécie é a obtenção de um plano homeostático, ou seja, de um conjunto de diretrizes, políticas, ações, que lhe permita sobreviver. Faixas homeostáticas ótimas são, na mente consciente, expressas por sensações agradáveis, zonas de perigo como sensações não agradáveis ou dolorosas. A mente consciente, o ser pensante, busca primordialmente a homeostase.

As culturas também buscam a homeostase, o que poderíamos denominar de homeostase cultural, ou seja, garantir sua sobrevivência inter-gerações. Um plano homeostático cultural seria um conjunto de diretrizes, políticas, credos, etc., de uma comunidade, com vistas a garantir a transmissão de seus valores, mitos, tradições, etc., continuamente, preferencialmente *ad aeternum*.

Como esses mecanismos influíram no nascimento e no desenvolvimento da matemática foi brilhantemente compreendido e expresso por Ubiratan D'Ambrosio. Seus pensamentos sobre essas questões podem ser apreciados resumidamente no magistral texto seguinte:

A aventura da espécie humana pode ser caracterizada pela busca permanente de sobrevivência e de transcendência. A busca de sobrevivência, que consiste essencialmente na utilização de recursos naturais para satisfazer necessidades fisiológicas e na aquisição de modos de lidar com o ambiente, é

comum a todas as espécies. Mas, a espécie humana, como nenhuma outra espécie, vai além da busca de sobrevivência. Procura explicações, tentando entender o como e o porquê de fatos e fenômenos. Essas explicações são organizadas como sistemas, que transcendem as necessidades fisiológicas imediatas. Isto é, a espécie humana alia ao pulsão de sobrevivência o pulsão de transcendência. As respostas a esses pulsões dependem de condições naturais e ambientais. Certos povos, ao longo de muitas gerações, compartilham elementos comuns das respostas às pulsões de sobrevivência e de transcendência. Isso caracteriza as culturas. O que chamamos Matemática é uma resposta à busca de sobrevivência e de transcendência, acumulada e transmitida ao longo de gerações, desde a pré-história. (D'Ambrosio, prefácio de "Origens da Matemática", Almeida, 2009, vol. I).

Podemos analisar o contexto primitivo que originou os primeiros pensamentos de ordem matemática do Homo com base nesses ensinamentos. Veremos que constituem importante balizamento heurístico para a compreensão da gênese e evolução dessa ciência.

Pensamento simbólico entre os hominídeos

Mesmo entre um dos mais remotos hominídeos, os Australopithecus, podemos intuir um germe de pensamento simbólico. O seixo de Manganpogast, com 2,5 a 3 milhões de anos, mostra que ocorreu a associação entre uma forma natural, mostrada por um seixo de jasperita, com a face de um membro dessa espécie, tanto que foi transportado do seu depósito natural e colecionado na caverna onde o indivíduo habitava. É um comportamento não utilitário, que evidencia uma associação simbólica primitiva.

A proto-figurinha de Berekhat Ram (> 230 Ka – 230.000 anos; Ka = mil anos) e a Vênus de Tan-Tan (c. 300 Ka), provavelmente produzidas pelo Homo erectus, testemunham também associações simbólicas destes hominídeos.

O emprego do ocre, reconhecidamente de valor simbólico, pode ser constatado na África em Olduvai George (c. 500 Ka), em Twin Rivers (> 400 Ka), na Europa os mais antigos testemunhos foram encontrados em Ambrona (400-230 Ka). Isso mostra a antiguidade de associações simbólicas, não utilitárias, efetuadas por hominídeos.

Outro indício reconhecido de simbolismo é o uso de adornos pessoais, de peças de joalheria, uma forma de reconhecimento da importância do indivíduo, do seu orgulho pessoal, pois senão seriam apenas objetos materiais sem utilidade prática. Exemplos disso, manufaturados por hominídeos, encontramos nas contas feitas com discos de cascas de ovos de avestruz de El Greifa (200 Ka) e nos pendentos de Repolusthölle (c. 300 Ka).

Outras manifestações de um comportamento simbólico primitivo podem ser adicionadas à essa lista.

O que se pode afirmar, com razoável grau de certeza que o pensamento simbólico, bem como o como o comportamento cultural, não são exclusividades do gênero Homo e podem ter surgidos muito primitivamente na escala evolutiva do reino animal, evidentemente em uma forma que consideramos hoje extremamente primitiva.

No gênero Homo, vestígios de pensamento simbólico podem ser rastreados até homínídeos primitivos, o que mostra que isso não surgiu apenas com o sapiens sapiens, mas sim é produto de evolução prolongada neste gênero.

Passemos agora a buscar quando o homem começou a se interessar pelas formas ou, em outras palavras, quando surgiu o germe da geometria.

Geometria homínídea

Inicialmente investigaremos se existem evidências de um interesse em formas geométricas por parte dos homínídeos antecessores do homem moderno.

De um ponto de vista matemático, a simetria dos machados de pedra bifaciais aponta para o surgimento do conceito de simetria, o qual parece ter emergido em torno de 1 milhão a 600 Ka. Encontramos aqui o emprego, consciente e intencional, do importante conceito matemático de simetria, visando a confecção de armas mais eficientes, as quais certamente contribuíram para a sobrevivência da nossa espécie.

Outra amostra de pensamento geométrico por parte de homínídeos pode ser observada nos desenhos gravados no osso da pata de um elefante da floresta, escavado em Bilzigsleben, obra do Homo erectus, com uma idade estimada em 400 Ka. Nele parece estar gravado um retângulo inscrito em outro. Pode ser considerada a mais antiga representação de retângulos que se tem conhecimento.

Em Gross Pampau, também na Alemanha, foi encontrado em um sítio com 400-500 Ka um tetraedro de pedra e um padrão geométrico gravado em pedra. Mesmo que o tetraedro possa ter uma origem natural, só o fato de ter sido escolhido e preservado por um homínídeo mostra o seu interesse por formas geométricas sólidas, espaciais. Talvez esse seja o mais antigo exemplo conhecido de interesse em uma forma geométrica espacial, no caso um tetraedro.

Passemos agora a investigar as primeiras manifestações de pensamento matemático produzidas por humanos modernos.

Primeiras manifestações de pensamento simbólico e matemático do Homo sapiens sapiens

Há um consenso de que o homem moderno, o Homo sapiens sapiens surgiu, com razoável grau de certeza na África, entre 200-100 Ka atrás. Evidências provindas de diversas fontes, mas especialmente anatômicas, da arqueologia e da genética, parecem confirmar isso.

Já mencionamos que de 195 a 130 Ka atrás o mundo enfrentava flutuações do clima, mas predominava o estágio glacial e que grande parte da África era mais fria e seca. Essa fase inicial era um ambiente inóspito, agressivo, pouco favorável à sobrevivência da jovem espécie Homo sapiens sapiens. Inicialmente, sua população contava com poucos indivíduos.

Poucos são os sítios arqueológicos conhecidos desse intervalo. A maioria das muitas e importantes evidências da Idade da Pedra Média que a África produziu são posteriores a 120 Ka atrás. Pouco se conhece sobre esse período, pode-se apenas conjecturar que foi um período difícil para a pequena e jovem população de humanos modernos; portanto, ela estaria fundamentalmente buscando sua sobrevivência, seu básico interesse era a busca por alimentos. A dieta inicial dos membros dessa nova espécie provavelmente acompanhava a dos homínídeos seus antecessores, que se compunha essencialmente de plantas e animais terrestres, o que os forçava em sua maioria a permanecer no interior do continente.

Em algum ponto, talvez entre 150-130 Ka, essa dieta inicial sofreu uma mudança determinante, passando a nela incluir parcela vultuosa proveniente de recursos marinhos, como crustáceos, mariscos e peixes. Quando isso ocorreu, a costa tornou-se atraente para habitarem e se deslocarem.

Cabe inquirir a razão da carência de sítio arqueológicos costais africanos anteriores a 120 Ka. Os sítios conhecidos escavados estão em locais elevados; provavelmente sobreviveram porque o nível do mar há 130-115 Ka estava cerca de 6 m acima do nível atual, logo se supõe que os sítios mais antigos foram provavelmente varridos pelo mar.

Provavelmente, um pouco aliviados da premência em buscar recursos para sobreviverem, esses humanos puderam se dedicar a atividades não utilitárias, ou seja, começaram um pouco mais intensamente a transcender, no dizer de D'Ambrosio, dedicando-se mais a atividades/atos de caráter simbólico. Também por essa época começaram as primeiras migrações dos humanos modernos, talvez a primeira onda, a mais antiga, pois se supõe que outras ocorreram.

Começaram a surgir adornos de conchas marinhas perfuradas que, como vimos, são sinais de um comportamento simbólico. Foram encontradas nesse período não apenas na África (Blombos, c 76 Ka; Oued Djebbana, na Argélia, c. 100 Ka), mas também em Israel, no Oriente Médio (Skhul, c. 100 Ka). Embora Skhul fique próximo do mar, Oued Djebbana está a cerca de 190 Km da costa, o que implica em que essas conchas tinham um valor cultural e simbólico, elevado.

O ocre, outro sinalizador de comportamento simbólico, já era empregado na África desde 500 Ka (Olduvai George), constituindo uma tradição contínua, com certeza seguida pelos humanos modernos. Em Twin Rivers, por exemplo, encontramos o emprego do ocre desde 400 Ka a até 141 Ka, bem dentro do período do surgimento da nossa espécie. O que deve ter acontecido é um incremento no seu uso, o que podemos constatar pelos ocre inscritos (Rio Klasies, Blombos, Klein Kliphuis, etc.) e pelos vestígios de ocre e pigmentos encontrados nas conchas antes mencionadas.

Os hominídeos da África Central e Oriental parecem ter incorporado a cor em suas vidas em torno de 270.000 anos atrás, no que provavelmente foram seguidos pelos humanos modernos, seus descendentes. O contexto social de seu uso permanece especulativo, embora sua associação simbólica seja inegável. Uma paleta de suas cores, baseada em amostras de minerais de Twin Rivers, seria composta de: amarelo, marrom, vermelho, púrpura, rosa e azul escuro.

Começaram a aparecer as primeiras manifestações de formas, desenhos inicialmente sem padrões geométricos bem definidos. Nesse período, como bem lembra D'Ambrosio, arte e matemática estavam mescladas, indistinguíveis. A busca por um prazer estético/matemático começava, um pulsão de transcendência sobrepujava o de sobrevivência.

O mais antigo exemplo sobrevivente disso é o ocre do Rio Klasies, com c. 100 Ka. É um artefato não utilitário, associado a um material valioso, de conteúdo simbólico acentuado. Não podemos discernir algum padrão, talvez por estar quebrado, parte de algo

maior. Pode-se comparar o seu desenho ao de uma criança, a quem foi dado um lápis pela primeira vez e que busca prazer em rabiscá-lo em um papel.

As próximas evidências sobreviventes pertencem aos períodos conhecidos como de Stillbay e de Howiesons Poort, as quais parecem ter tido particular importância na evolução cultural do *Homo sapiens sapiens*, aparentemente antecipando traços do que é usualmente considerado como comportamento moderno.

A tradição cultural conhecida como Stillbay está associada a uma tecnologia lítica da Idade da Pedra Média da África e parece ter perdurado nesse sítio entre 72 Ka e 71 Ka antes do presente. Howiesons Poort (HP) é uma tradição cultural caracterizada por uma tecnologia lítica da Idade da Pedra Média da África e perdurou por cerca de 5 Ka, entre aproximadamente 64,8 e 59,5 Ka. O uso abundante do ocre nessas culturas é considerado como reflexo de um comportamento simbólico complexo.

Essas tradições são particularmente importantes para o estudo da pré-história da matemática, pois nelas encontramos pela primeira vez desenhos que podem ser identificados como padrões geométricos, portanto empregando elementos da geometria, com um alto grau de certeza.

Associados a essas tradições estão os importantes sítios de Rio Klaisies (ocre, c. 100Ka), Blombos (ocre, c. 77 Ka), Diepkolof (fragmentos de casca de avestruz, c. 66 Ka), Klein Kliphuis (ocre, 80-50 Ka) e outros. Com base nesses achados, pela primeira vez pode-se afirmar que encontramos elementos de uma geometria arcaica, obra do *Homo sapiens sapiens*.

Lembramos que não se encontrou nenhuma evidência insofismável da comparação entre tamanhos de conjuntos (pela correspondência um-a-um), ou de resquícios de emprego de técnicas de contagem, no período anterior a 200-100 Ka. Isso pode ser explicado pelo modo de vida desses hominídeos caçador-coletores arcaicos, pois viviam em pequenos bandos, muitas vezes unifamiliares, cujas atividades diárias não exigiam esse tipo de conhecimento.

Portanto, as pistas disponíveis remanescentes parecem apontar para o surgimento de um pensamento de caráter geométrico aproximadamente contemporâneo à emergência do homem moderno, ou seja, a geometria parece preceder a aritmética no contexto evolutivo da nossa espécie. Frisamos, novamente, que nessas arcaicas eras a arte era indistinguível da geometria. Com isso, pensamos ter respondido ao questionamento de

quando o homem começou a se interessar pelas formas, bem como a quem surgiu primeiro se a geometria ou a aritmética. Também parece esclarecido quando emergiu a geometria e quais alguns dos fatores condicionantes de seu aparecimento. Contudo, recordemos novamente, que nos apoiamos apenas nas poucas evidências remanescentes e que esse é apenas um cenário plausível, diante do que a comunidade acadêmica sabe no momento.

Lembramos que não se conhece o motivo real do desaparecimento da tradição principiada em Stillbay e continuada em Howiesons Poort.

O período compreendido entre o término das tradições retromencionadas e o início do Paleolítico Superior na Europa, ou seja, entre aproximadamente 70/60-45 Ka atrás, é obscuro, pouco se sabe com certeza sobre ele. Podemos compará-lo a uma Idade Média, uma Idade das Trevas da raça humana moderna.

Lembremos que um importantíssimo gargalo populacional parece ter ocorrido algo entre 70-80 Ka e que por volta de 70 Ka a raça humana quase se extinguiu. Várias hipóteses foram aventadas para explicar essa quase catástrofe, contudo o mais provável é que o período extremamente frio, inóspito, verificado entre 70-63 Ka seja responsável por isso. Por volta dessa época (c. 80 Ka), como os estudos sobre os piolhos humanos sugerem, o homem começou a usar roupas, talvez impulsionado pelo frio intenso vigente.

Uma das mais aceitas explicações para o que provocou esse período é a que o associa com os efeitos da erupção do Monte Toba, na Indonésia, em 71 Ka, a maior erupção vulcânica do último milhão de anos.

Evidências genéticas mostram que a população humana global pode ter declinado para não mais que 15.000 a 40.000 pessoas, talvez muito menos. Isso pode ter ocasionado novo êxodo da África, com a imigração de importante parcela dos sobreviventes para o resto do mundo, notadamente a Europa.

A data dessa imigração é coerente com a que as pesquisas genéticas apontam para esse êxodo; seus dados apontam para uma onda de emigração para fora da África verificada entre 80-60 Ka. Parte dessa onda pode ter originado as populações modernas da Austrália e da Malásia. Um período de baixo nível dos mares ocorreu entre 67 e 61 Ka, ou que pode ter facilitado essa migração.

Na faixa entre 70 e 60 Ka o Oriente Médio era extremamente árido, o que pode ter desacelerado a expansão dessa onda para o norte, para a Europa. Somente com um cenário relativamente sustentável de condições climáticas benignas, que começou ao redor de 58 Ka, um portal para a Europa e para a Ásia se tornou atrativo.

Um crescimento lento, associado às condições climáticas desfavoráveis, pode explicar a chegada relativamente tardia, em torno de 50 Ka, do homem moderno no Oriente Médio, os quais então se deslocaram para o sudeste da Europa e para a Sibéria em torno de 45 Ka.

Nesse período, os humanos modernos se concentraram unicamente em garantir sua sobrevivência. Essa era sua prioridade, não restavam muitas oportunidades para se dedicarem a sistemas, culturais ou simbólicos, tais como a arte ou a matemática, que transcendessem suas necessidades fisiológicas imediatas.

Embora provavelmente ocorreu outro gargalo demográfico em torno do último máximo glacial, ao redor de 28-25 Ka, esse parece ter sido muito menos importante do que o anterior.

Monogênese ou Poligênese

Nesse ponto, uma questão intrigante pode ser levantada. Vimos que, com razoável grau de certeza, as primeiras manifestações de natureza geométrica (bem como simbólica) podem ter surgido na África algo entre 100-80/65 Ka. Depois disso, ocorreu um período de transição, obscuro, do qual praticamente não restaram vestígios desse tipo de expressão. Somente bem mais tarde, no Paleolítico Superior europeu, voltamos a encontrar essas manifestações. As primeiras evidências de ordem numérica (aritmética) parecem ter surgido posteriormente.

O que nos intriga é se houve uma tradição geométrica contínua, que teve suas origens na África e foi levada por emigrantes para a Europa, ou se ela se extinguiu e outra independente, com origem na Europa (ou em outro ponto), tomou seu lugar, e se transmitiu até o Neolítico.

Nesse ponto, as opiniões se dividem. Essa questão está imbricada com as indagações sobre as origens do pensamento simbólico e da modernidade, do comportamento moderno do homem. A maioria opta por uma monogênese africana, que se difundiu globalmente. Sua origem nas regiões costeiras da África do Sul é a tese mais aceita.

Outros, como Conard (2008), defendem uma poligênese, arguem a favor de uma origem policêntrica, onde as manifestações poderiam surgir em diversos lugares e em várias épocas, não necessariamente contemporâneas. Denomina o seu modelo de Mosaico Policêntrico da Modernidade.

Em parte, acreditamos que determinadas manifestações não necessariamente têm uma origem exclusivamente única, realmente podem ter surgido em vários lugares. Manifestações, como os fosfenos, são universais. Contudo, no caso do pensamento geométrico, se nos afigura que uma origem africana, posteriormente difundida globalmente, é a resposta mais plausível.

Todavia, seria necessário dar uma resposta sobre a questão da continuidade dessa tradição geométrica, e de que maneira essa tradição conseguiu sobrepujar o período que denominamos de Idade das Trevas da raça humana (c.80-50 Ka).

O pensamento geométrico, como estudamos, têm particularidades com conotações sociais. Pinturas corporais, adornos, tatuagens, etc., com características geométricas, podem ser sinais distintivos de clãs, de tribos, de posições sociais e de outros atributos importantes para a vida em conjunto. Esse tipo de manifestação não se fossiliza, não restam delas evidências materiais. O ocre e outros pigmentos com valores simbólicos têm seu uso atestado na África desde a mais venerável antiguidade. Vimos que no período mencionado provavelmente o homem começou a usar roupas. Mesmo com o corpo coberto, adornos ou pinturas faciais são importantes fatores de identidade, tanto de posições individuais como marcos grupais.

Todavia, no período mencionado, o homem estava principalmente se deslocando em pequenos bandos, para fora da África, começando a colonização global. Esses fatores de identidade grupal podem ter sido importantes na transmissão dessa tradição geométrica, mantendo a coesão social nesse atribulado período. Isso é endossado por evidências da antropologia e da etnologia, que mostram como esses marcos de identidade são importantes para os povos caçador-coletores. São fatores unificantes, aglutinadores da sociedade e pilares das tradições, que são as bases das culturas.

Portanto, é bastante provável que essa tradição de pensamento geométrico tenha se originado na África e se difundido globalmente.

O povoamento da Europa

Depois de 50 Ka duas primeiras ondas identificáveis de humanos modernos que emigraram da África para a Europa podem ser caracterizadas. A primeira, a mais antiga, ilustrada por diversos conjuntos de artefatos, conhecida como Bohuniciano, radicou-se no

centro-sul da Europa e possivelmente na Europa Oriental. As datações dos seus vestígios mostram que ocorreu depois de 48 Ka.

Um segundo movimento migratório pode ser reconhecido por um conjunto de artefatos inteiramente diferente, algumas vezes denominado de proto-Aurignaciano. Foi encontrado nos Balcãs, partes do sudoeste da Europa e provavelmente na Europa Oriental, datando de breves períodos quentes interestaduais, que precederam a ± 40 Ka.

O Corredor Levantino no Oriente Médio e correntes migratórias ao norte do Mar Negro são possíveis rotas que permitiram aos humanos modernos entrar na Europa. Sítios na Europa Central, como Willendorf na Austria, ou os sítios suábios, suportam a hipótese do Corredor do Danúbio, a qual afirma que os humanos seguiram aproximadamente ao longo do Danúbio, enquanto sítios no norte da Itália apontam migrações ao longo da costa do Mediterrâneo. Provavelmente a ocupação não se processou segundo uma única rota, mas sim através de combinações delas, umas talvez mais intensas, com um volume maior de emigrantes, que outras.

Nesse ponto, a população dos Neandertais, os habitantes dominantes da Europa, caçadores formidáveis, começa a diminuir até se extinguir por volta de 30 Ka. Muito se tem debatido sobre o que ocasionou sua extinção, se fatores ambientais ou a combatividade dos novos emigrantes. Hoje se sabe que pelo menos 1 a 4 por cento do DNA humano moderno é proveniente do DNA Neandertal, o que comprova havido cruzamento entre as espécies.

Nessa ocasião o homem moderno, o *Homo sapiens sapiens*, passou a ser a espécie imperante. São conhecidos como os “Cro-Magnons” e sua tradição cultural está associada ao período denominado Aurignaciano. Nesse momento os Cro-Magnons começaram a apresentar um comportamento que a comunidade acadêmica considera “moderno”, bem como ocorreu uma propalada “Revolução Simbólica”, que provocou essa mudança.

Não há evidência de ordem anatômica que justifique essa revolução comportamental. O homem moderno, o *Homo sapiens sapiens*, nessa época já contava com todas as suas características anatômicas atuais há muito tempo, pelo menos desde 100 Ka atrás. A capacidade de fala articulada, o trato vocal supra-laríngeo adequado para tal, característico dos homens modernos, já estava presente desde os primeiros exemplares dessa espécie.

Tampouco alguma evidência genética justifica isso. Pelo contrário, a genética aponta o surgimento do genoma do *Homo sapiens sapiens* em uma data muito anterior, em torno de 170-200 Ka. Resta investigar se algum salto evolutivo genético pode ser apontado para essa substancial mudança comportamental. O gene FOXP2, associado à capacidade de executar corretamente os movimentos coordenados necessários à produção da fala articulada pode ter se originado de uma mutação ocorrida, ao que se estima, há cerca de 300 Ka, portanto, ao que se sabe, não há nenhuma evidência, tanto de ordem genética como anatômica, que associe o surgimento de uma fala articulada com essa revolução.

Com isso excluímos os principais fatores biológicos que poderiam influir nessa transformação. Quanto aos fatores climáticos, embora essa época seja palco de flutuações no clima, o período crítico, de 47 a 40 Ka, foi relativamente quente; o período frio seguinte, de 39/38 ka, foi curto; seguido por um período relativamente quente de 38 a 32 Ka, mais extenso. Logo, de 47 a 32 Ka somente houve um pequeno período frio entre 38/39 Ka, portanto, dificilmente algum fator climático justificaria semelhante mudança.

Fatores culturais - línguas complexas

Entre um dos fatores culturais mais citados encontramos as línguas. Já mencionamos que o aparelho fonador do homem moderno se encontrava inteiramente formado muito antes da transição do Paleolítico Médio para o Superior na Europa, com plenas condições de articular uma língua mais complexa. Alguns propõem que um dos fatores fundamentais dessa revolução paleolítica foi o surgimento de línguas capazes de expressar conteúdos semânticos complexos, muito além de simples onomatopeias ou de frases meramente substantivadas. Essas línguas estariam capacitadas a expressarem uma simbologia muito mais avançada, o que propiciaria uma inclinação acentuada para o que denominamos de comportamento moderno, além de possíveis catalisadores para o surgimento do conceito de número.

O salto de uma linguagem primitiva para a linguagem com sintaxe permanece uma questão intrincada. Argumentou-se que uma única mutação genética poderia ser responsável por isso. Note-se que todos os pré-requisitos para transformar a linguagem (cérebro maior, trato vocal aperfeiçoado, novas ligações neurais) envolvem mudanças na

anatomia do cérebro. As demais mudanças anatômicas necessárias, condizentes com um aparelho fonador adequado, já estavam consolidadas.

Chomsky acredita que este evento deve ter ocorrido abruptamente, em termos evolucionários, porque a sintaxe exige padrão inato extremamente intrincado. Ele pensa que esse padrão inato explicaria por que a criança pode aprender qualquer língua, sem cometer os erros gramaticais que seriam esperados, se nenhuma estrutura pré-programada existisse. Esse “Grande Passo Adiante” em termos evolucionários, como Jared Diamond denomina, parece ter ocorrido há 50-60.000 anos atrás, coincidente com as origens genéticas das populações modernas. Outra adaptação importante foi a aquisição da habilidade para decodificar vocalizações. O nosso cérebro, ao que parece, está adaptado para processar modulações vocais.

Neste ponto, cabe notar que a genética moderna nos propiciou uma pista importantíssima sobre as origens das línguas. Já mencionamos que povos caçadores-coletores africanos, como os San do deserto do Kalahari, entre os quais os !Kung e G/wi, e dos Hadzabe, da Tanzânia, figuram entre as mais antigas linhagens genéticas da África. Esses povos compartilham algo em comum: todos são falantes da denominada língua dos cliques (*click language*). Os símbolos ! e / representam determinados cliques, estalidos ou sons percussivos emitidos pelos seus falantes. Algumas das linguagens dessa família, denominada de Khoisan, têm mais de 100 sons diferentes, enquanto que a maioria das línguas européias tem em torno de 30. Acredita-se que os falantes dessas línguas habitavam a África oriental, sendo forçados a se deslocarem para seus locais atuais pela expansão das outras famílias linguísticas africanas, especialmente a Bantu.

Línguas não fossilizam, mas se línguas dos cliques eram faladas pelos ancestrais dos San e dos Hadzabe, estas línguas podem estar entre as mais antigas línguas faladas, senão as mais antigas de todas, verdadeiros fósseis linguísticos. Empregando técnicas de estimação da separação temporal das linhagens do cromossomo Y e do DNA mitocondrial chega-se à conclusão que esses povos, bem como suas línguas, podem ter mais de 50.000 anos de idade.

Embora essas línguas possam talvez serem as mais antigas das quais se pode ter algum conhecimento, isso não nos auxilia muito nas nossas investigações, pois elas permaneceram relativamente isoladas, sem conexões aparentes com as europeias. Infelizmente, a glotocronologia, a ciência que procura calcular quando ocorreu a separação temporal entre duas línguas e que nos permite mergulhar no tempo atrás de suas origens,

além de não ser muito precisa, no máximo estende o seu domínio até o Neolítico. As remotas eras paleolíticas, que nos interessam, estão além do seu alcance, pelos menos atualmente.

Portanto, não temos maiores evidências diretas se isso realmente ocorreu, se esse salto para línguas com sintaxes complexas aconteceu nesse período, ou se foi motivado por algum importante evento genético. Embora sedutor, o argumento de que a introdução de línguas com sintaxes complexas possa ter influenciado decisivamente no comportamento moderno de nossa espécie, ainda é uma hipótese de trabalho (*Arbeitshypothese*). Porém, essa *Arbeitshypothese* se mostra útil na compreensão de como alguns pontos obscuros do comportamento moderno podem ser esclarecidos, como veremos.

Surgimento dos processos de contagem

Atingimos o momento de dedicarmos-nos ao estudo das origens dos processos de contagem na pré-história. Os números são fundamentais para a aritmética, sem eles ela não existe, portanto seu surgimento necessariamente a precede. Para isso temos que nos voltar para a concepção dos números naturais.

As únicas evidências materiais que remanesceram da pré-história de processos de contagem estão associadas ao emprego de correspondências um-a-um, mormente com a utilização de entalhes em suportes físicos como pedras ou ossos. Outros possíveis processos de contagem, como a contagem digital ou o emprego de calculi (sementes, grãos, seixos, etc.), infelizmente não fossilizam, ou seja, não deixam vestígios.

Inicialmente analisemos os artefatos materiais que podem ser associados a correspondências um-a-um encontrados na África. A literatura registra muito poucos, basicamente os ossos de Lebombo (c.35 Ka) e Ishango (c. 8,5 Ka). Essas datas são contemporâneas às do Paleolítico e do Mesolítico europeu. Ambos são recentes em termos da história evolutiva do homem moderno, portanto dificilmente podemos assumir que uma tradição africana anterior a 50/40 Ka possa ter influenciado a concepção dos números naturais europeia.

Embora a datação estimada do osso de Lebombo seja relativamente antiga, ele é um exemplar único, além disso, sua data é posterior à da grande migração para a Europa verificada em torno de 50/45 Ka, logo dificilmente uma tradição africana evidenciada por este osso influiria nos artefatos encontrados no Paleolítico Superior europeu. A menos que

sejam descobertos na África outros artefatos mais antigos associados a correspondências um-a-um, estamos inclinados a desconsiderar a África como fonte da concepção dos números naturais, ou seja, como o lugar de origem da aritmética.

Quanto ao emprego de correspondências um-a-um em outros lugares, como nos cylcons australianos, cabe notar que o mais antigo exemplar datável apresenta uma idade de c. 20 Ka, logo mais recente que artefatos europeus associados a correspondências um-a-um. Além disso, a distância e o isolamento geográfico da Austrália não nos permitem associar uma sua eventual influência sobre a origem de nossos processos de contagem.

Portanto, como a significativa maioria dos mais antigos artefatos portando evidências de correspondências um-a-um foi encontrada no Paleolítico Superior Europeu, isso nos permite supor que uma provável origem do emprego corrente de correspondências um-a-um em processos de contagem ocorreu no continente europeu, durante o Paleolítico Superior.

Embora seja árduo descartar completamente a África como a fonte original de uma tradição que possa eventualmente ter inspirado a introdução de processos de contagem no continente europeu, esses processos parecem não ter tido ali uma importância como tiveram na Europa, onde provavelmente foram mais influentes no modo de vida de seus habitantes. A revolução comportamental introduzida no Paleolítico europeu pode ter estimulado sua adoção, enquanto que na África seus habitantes ainda permaneciam em um estágio mais primitivo, sem uma necessidade premente desses conhecimentos.

Considerações finais

Em vista do exposto, é plausível admitir que a geometria, associada à arte nessas priscas eras, precedeu a contagem (a aritmética). Provavelmente o germe inicial dos processos de contagem, o emprego de correspondências um-a-um, se deu no Paleolítico Superior Europeu, motivado por um conjunto de diversos fatores (ecológicos, culturais, etc.).

Referências

ALMEIDA, Manoel de Campos. *Origens da Matemática – A Pré-História da Matemática. Vol. I – A Matemática Paleolítica*. Curitiba: Progressiva, 2009. 306p. Prefácio por Ubiratan D’Ambrosio.

Origens da Matemática – A Pré-História da Matemática. Vol. II – O Neolítico e o Alvorecer da História. Curitiba: Progressiva, 2011. 306p. Prefácio por Ubiratan D'Ambrosio.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Etnomatemática.* São Paulo: Ática, 1993. 88p.