



## **DOS RABISCOS ÀS FIGURAS GEOMÉTRICAS:**

### **proto-estética ou protos-símbolos?**

#### **Visões da Neurociência**

Manoel de Campos Almeida<sup>1</sup>

#### **RESUMO**

O presente artigo estuda a presente discussão acadêmica sobre se os mais antigos rabiscos, incisões, gravuras, efetuados por hominídeos proviriam de uma proto-estética ou seriam protos-símbolos. Apresenta evidências dos mais antigos processos construtivos de padrões geométricos. Discute as consequências de revoluções perceptuais e tecnológicas sobre a evolução do *homo*. Sugere que essas duas correntes não necessariamente são antagônicas, mas sim cronologicamente complementares.

**Palavras-chave:** História da Matemática. Origens do Simbolismo. Origens da Geometria.

#### **1.0 Introdução**

Atualmente há acirrada discussão acadêmica sobre se os mais antigos rabiscos, incisões, gravuras, efetuados por hominídeos proviriam de uma proto-estética ou seriam protos-símbolos.

A Teoria da Ressonância Neurovisual (NRT), advogada por Hodgson (2006, 2014), postula que as mais antigas marcas gravadas por hominídeos refletiam preferências do antigo córtex visual e obedeciam a propósitos estéticos ao invés de simbólicos, portanto, seriam oriundas de uma proto-estética.

Já estudos por Mellet et al. (2019) consideram que o cérebro humano percebe essas gravuras como entidades gráficas que possuem regularidades com as quais informações semânticas podem ser conectadas, o que suporta a hipótese de que estas gravuras podem ter sido usadas por antigas culturas humanas para armazenar e transmitir informações codificadas.

---

<sup>1</sup> PUCPR – UFPR: Emeriti. manoel1748@gmail.com



Além disso, subsiste a intrigante questão de quando esses rabiscos, gravuras, ornaram-se verdadeiras figuras geométricas na acepção, atual, ou seja, de quando e como a geometria emergiu.

Hodgson baseou-se em resultados experimentais obtidos por Changizi (2006). Changizi estudou uma ampla variedade de configurações de símbolos geométricos, mormente oriundos da escrita chinesa, devido ao seu caráter puramente simbólico, mas também de outras linguagens, bem como de escritas caligráficas, abrangendo assim um amplo repertório de caracteres. Esses caracteres se caracterizam por características geométricas tais como perpendicularidades (T, F,  $\sqcup$ ,  $\sqcap$ ,  $\dagger$ , ...), bifurcações (Y,  $\forall$ ,  $\Rightarrow$ ,  $\forall$ , ...), intersecções (X,  $\times$ , ..), curvas (o,  $\infty$ ,  $\psi$ , ...) ou mesmo lineares (-, =,  $\neq$ , ...).

Conclui que há evidências para apoiar uma hipótese ecológica, segundo a qual esses sinais visuais foram culturalmente selecionados para combinar com os tipos de contornos encontrados em cenas naturais, pois isso influenciou a evolução do processamento visual.

Segundo essa hipótese, cenários naturais como o tronco vertical de uma árvore assentado sobre uma planície originaria um carácter de perpendicularismo, um horizonte plano, como um deserto ou lago, uma linha horizontal, ramos brotando de troncos, bifurcações, pedras arredondadas, curvas, cristais e assim por diante. Esses seriam padrões perceptuais primitivos.

Como esses padrões primitivos são os mais frequentemente encontrados no ambiente visual, sua discriminação teria proporcionado vantagens seletivas para nossos ancestrais. As mais antigas produções gráficas humanas datam do Paleolítico Inferior e Médio, sendo associadas com homínídeos arcaicos, como o *Homo erectus*, o *Homo heidelbergensis*, ancestrais do *Homo sapiens* e do *Homo neanderthalensis* (extinto). Homínídeos tem feito incisões em ossos há pelo menos 2,6 Ma<sup>2</sup>.

Hodgson supõe que a produção dessas antigas gravuras por homínídeos (Fig.1) depende de como seu cérebro visual extraia perceptuais geométricos primitivos do ambiente, advogando que as mais antigas áreas do córtex visual

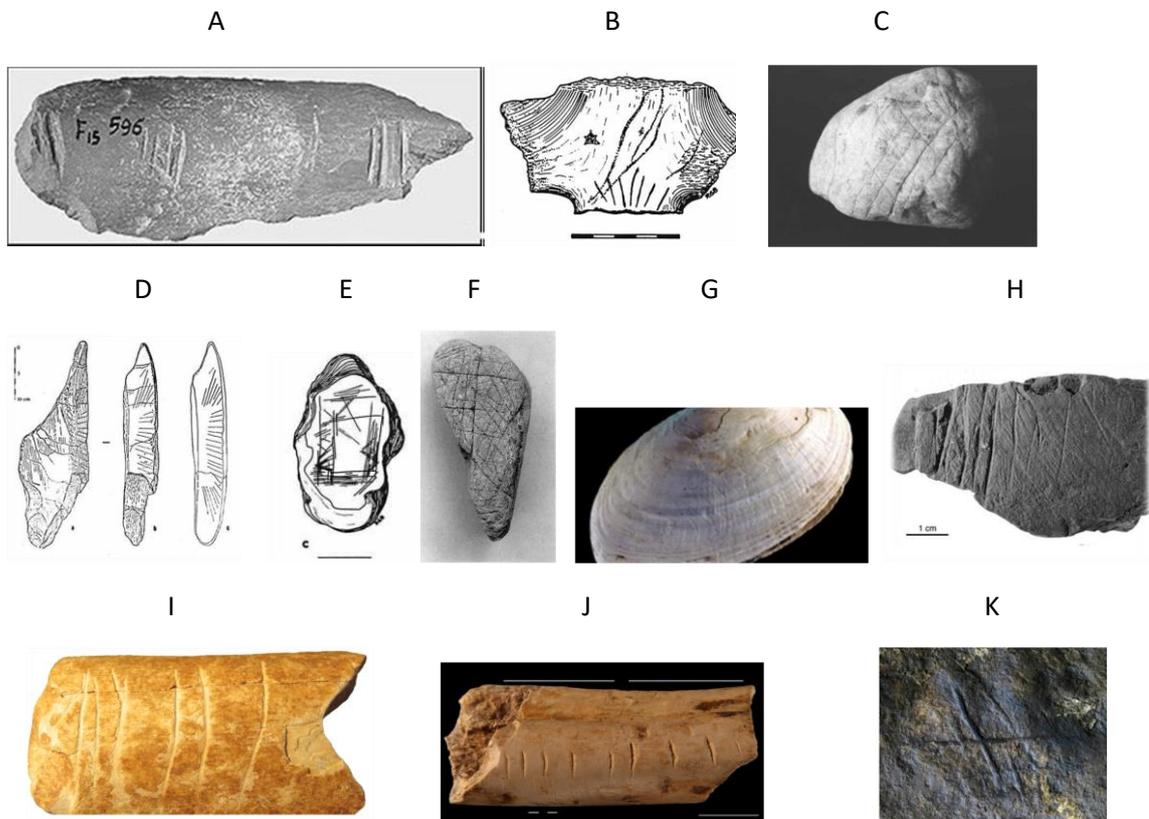
---

<sup>2</sup> Ma – milhões de anos atrás; Ka – mil anos atrás.

seriam as regiões cruciais do cérebro humano responsáveis pela sensibilidade a padrões repetitivos.

Propõe que essas marcas gravadas obedecem a propósitos estéticos, oriundas de uma proto-estética. De certa forma, essa concepção emula o antigo conceito grego de *mimesis*, imitação, defendido por Platão, onde a arte imita a natureza, a realidade.

Fig. 1 As Mais antigas gravuras produzidas por hominídeos



A . Kozarnika, c. 1,4 Ma; B. Stranska Scala, c. 700 Ka; C. Gross Pampau, c. 500 Ka; D. e E.: Bilzingsleben, c. 400 Ka; F. Asselt, c. 400 Ka; G. Indonesia, c. 500 Ka; H. Rio Klasies, c. 125 Ka.; I. Ras Shamla, c. 120 Ka; J. La Pradelle, c.60 Ka; K. Caverna Gorham, c. 39 Ka.

Fontes: A. B. C. D. E. D. H.: Almeida. 2017: I. J: Almeida 2021.

Dessa maneira, forças evolucionárias moldariam o córtex visual primário dos primatas, formatando assim o modo de como o cérebro constrói formas.



Supõe que certos neurônios no córtex visual são predispostos ou sintonizados para responder maximamente a certas formas geométricas básicas. Eles teriam uma ressonância particular a essas formas.

Hodgson arregimenta em seu favor o modelo de Detector de Combinações Locais, proposto por Dehaene (2005). Esse modelo propõe que redes locais neuronais no córtex visual primário e regiões circunvizinhas são sintonizadas para detectar formas locais, de barras orientadas a letras.

Contudo, argui Mellet, com razão, que o ponto chave para a leitura não é apenas a forma visual das marcas escritas, mas sim o seu link com suas fonologias e semânticas, isto é, o significado léxico.

O cérebro pode perceber um texto em sua totalidade, como uma espécie de paisagem física, mesmo que estejam faltando partes do mesmo. Vejamos o exemplo seguinte: “De aorcd com uma peqsiusa de uma uinvesriddae ignlsea, não ipomtra em qaul odrem as lteras de uma plravaa etãso, a uncia csioa iprotmatne é que a piremria e útmlia lteras etejasm no lgaur crteo”. O que importa são os sons e os significados das palavras.

Alguns arqueólogos já argumentaram que as mais antigas manifestações gráficas do Paleolítico Inferior da Eurásia e da Idade Média da Pedra Africana foram usadas como signos ou símbolos, demonstrando desse modo capacidades cognitivas e de abstração não previamente atribuídas à tais populações. Argumentam em seu favor diversas evidências, como o uso de peças de adorno, o emprego de ocre, sepultamentos rituais, contas, desenhos, pinturas corporais, tatuagens, etc.

Alguns desses testemunhos são bastante antigos, por exemplo: as cúpulas da Caverna Auditorium tem uma idade estimada entre 200-500 Ka; os pendentes perfurados de Repolusthôle têm c. 300 Ka; os fragmentos de discos de casca de ovo e El Greifa, com suas circunferências e perfurações quase perfeitas, c. 200 Ka.

Na África o mais antigo uso do ocre parece ter sido em um sítio de Olduvai George, com c. 500 Ka; a especularita, um mineral de produz um pó muito brilhante, já era empregada na África desde 500 Ka. Uma paleta de cores

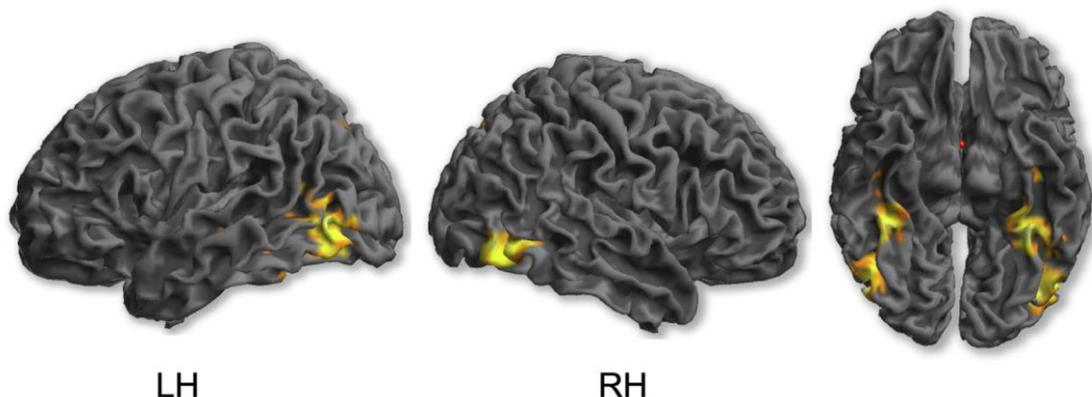
hominídea, baseada em amostras de minerais de Twin Rivers, parece ter sido composta de amarelo, marrom, vermelho, púrpura, rosa e azul (Almeida, 2017).

A outra corrente, fundamentada nos estudos de d'Errico e Colagè (2019) e de Mellet et al. (2019), atribui alguma espécie de significado cultural, portanto simbólico, a gravuras não utilitárias, ao invés de unicamente supor uma origem dessas características visuais baseada unicamente em uma preferência proto-estética.

Mellet critica a NRT argumentando que ela não explica que tipo de mecanismo produziria essa “ressonância” neuronal, responsável pela reprodução material dessas marcas. Lembra que os antropóides próximos do homem também são aparentemente sensíveis a linhas repetitivas, ângulos e grades, mas não sentem nenhuma inclinação para reproduzi-las em meios materiais (Mellet, 2019).

Mellet (2019) empregou a Ressonância Magnética Funcional (fMRI) para comparar ativações cerebrais ativadas pela percepção de traços das mais antigas gravuras conhecidas entre 540 e 30 Ka, com aquelas suscitadas pela percepção de cenas, objetos, palavras escritas e mesmo caracteres pseudosimbólicos. Comparou-as com versões desorganizadas, misturadas, aleatórias, desses materiais.

Fig. 2 Loci cerebrais envolvidos na percepção de gravuras



Vistas lateral (LH) e inferior (RH) suscitadas pela percepção de gravuras localizadas no lóbulo occipital e na parte ventral do lóbulo temporal.

Fonte: Mellet, 2019.



Os resultados desse estudo mostraram que as percepções de gravuras abstratas engajaram regiões ao longo do córtex occipito-temporal em uma maneira similar tanto quando as gravuras verdadeiras originais eram apresentadas como suas versões desorganizadas também o eram, isto é, o cérebro não fazia distinção entre as duas versões, desse modo não havia uma tal “ressonância” neural aparente. Esses resultados aparentemente contradizem a tese central da NRT que atribui à área visual primária o processamento desses estímulos (Mellet, 2019).

Um ponto forte da argumentação de Mellet em favor de um caráter simbólico imbuído na confecção dessas gravuras está na notável diferença entre a simples percepção desses padrões geométricos e sua *deliberada produção* (Mellet, 2019), exatamente um dos pontos da argumentação empregada pelo autor em seu trabalho (Almeida, 2015 c), sobre a identificação das primeiras figuras geométricas a sua acepção atual, como ver-se-á na sequência.

Posteriormente Hodgson respondeu às críticas de Mellet, levantando dúvidas sobre as metodologias empregadas nos estudos de fMRI de Mellet (Hodgson, 2019).

Esse, resumidamente, é o status atual da disputa acadêmica sobre se mais antigas marcas gravadas por hominídeos refletiam preferências do antigo córtex visual e obedeciam apenas a propósitos estéticos ou, ao invés, embutiam um conteúdo simbólico.

Passaremos agora a mostrar quando esses rabiscos, gravuras, tornaram-se verdadeiras figuras geométricas na sua acepção atual, ou seja, de e quando a geometria como a conhecemos emergiu.

## **2. EVIDÊNCIAS DOS MAIS ANTIGOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE PADRÕES GEOMÉTRICOS**

### **2.1 Ocre de Blombos**

Em 2001, os pesquisadores Francesco d’Errico, Christopher Henshiwoold e Peter Nielsen relataram a descoberta de um desenho geométrico em um fragmento de ocre encontrado na Blombos Cave, na África do Sul. Na ocasião

foi considerado como a mais antiga evidência de pensamento simbólico pela espécie humana. Sua idade é estimada em c. 75-77 Ka (Henshilwood, 1997; Almeida, 2009, 2017) e pertence ao tecnocomplexo de Still Bay.

Posteriormente, em 2005, o autor teve oportunidade de interpretar esse ocre não apenas como uma das primeiras evidências de pensamento simbólico da espécie humana, mas também como a mais antiga evidência conhecida de atividade matemática realizada consciente e intencionalmente pelo homem (Almeida, 2005, 2007, 2009, 2017). Uma fotografia deste ocre é mostrada na Fig. 3. a.

Em 2009, Henshilwood et al. reconstruíram como foram executados os traços nesse ocre, mediante exames microscópicos do mesmo. Com base em seus resultados publicados (Henshilwood, 2009), reconstruímos, sob um ponto de vista geométrico, os procedimentos empregados em sua execução.

Em prol da sua hipótese de que esse artefato embute um conteúdo simbólico, Mellet argumenta que o ocre teve sua superfície previamente intencionalmente aplainada, de modo a possibilitar que a gravura pudesse ser efetuada.

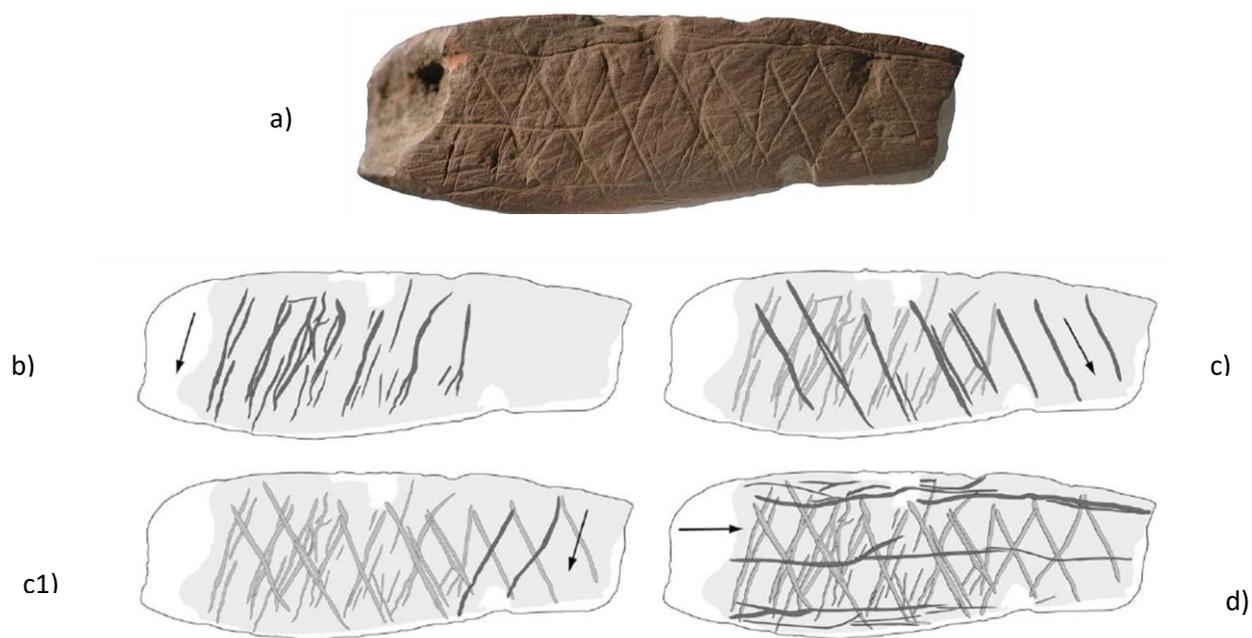
A análise microscópica do traçado indica que um conjunto de linhas paralelas (Fig. 3.b) foi inscrito por uma ponta afiada, de cima para baixo. A evidência do ponto inicial das incisões foi determinada pelo exame da morfologia das linhas, notando que o ponto inicial de ataque tem um formato arredondado e o final é caracterizado por linhas mais finas.

Do ponto de vista geométrico, nota-se que o homínido dispunha da noção de paralelismo, bem como dos conceitos de ângulo (inclinação das linhas paralelas, todas mantidas com o mesmo ângulo) e de equidistância (procurou manter o mesmo espaçamento entre as paralelas).

A seguir (Fig. 3.c) ele executou outro conjunto de linhas paralelas equidistantes, com uma inclinação oposta à das primeiras, empregando as mesmas noções geométricas indicadas para o primeiro conjunto. Aqui percebemos algo notável, que nos fornece um raro insight sobre a cognição de figuras geométricas por uma mente primitiva. Ele aparentemente percebeu que

a intersecção dos dois conjuntos de paralelas propiciava o surgimento de uma forma geométrica, o paralelogramo.

Fig. 3. Ocre de Blombos e a reconstrução do seu traçado. Cf. Henshilwood, 2009.



Fonte: Almeida, 2015 c.

Essa conjectura pode ser comprovada pelo fato de que, em seguida, procurou completar com duas incisões o primeiro conjunto de paralelas, obtendo assim o mais regular e bem executado paralelogramo do padrão (Fig. 3.c1). Talvez esta seja a primeira vez que podemos, com razoável certeza, determinar quando ocorreu um dos mais, ou o mais antigo reconhecimento sobrevivente de uma forma geométrica pelo homem.

Na sequência (Fig. 3. d) inseriu três longas linhas paralelas equidistantes, procurando traçá-las pelos vértices dos paralelogramos obtidos em c. Além das noções geométricas já mencionadas, observamos que aqui o indivíduo atentou para outra primordial noção geométrica: a simetria da figura. É importante notar que a paralela horizontal mediana, que passa pelos vértices do meio dos paralelogramos, é interrompida, pois não conseguiu uma continuidade na incisão, mas que na segunda parte desta paralela ele procurou passar quase exatamente pelos vértices do meio do mais bem executado paralelogramo,



evidenciando assim que tinha reconhecido esta forma geométrica. A figura se aproxima de um losango, um paralelogramo com lados iguais. Além disso, comprova novamente que tinha plena consciência dos conceitos de paralelismo e de equidistância.

Passarei agora à reconstrução da execução do segundo mais antigo conjunto de padrões geométricos, mantendo uma ótica histórico-geométrica (Almeida, 2015 c).

## **2.2 Fragmentos de cascas de ovos de avestruz de Diepkolof**

Em 2010 arqueólogos encontraram cerca de 270 fragmentos de cascas de ovos de avestruz no abrigo rochoso de Diepkolof, situado a aproximadamente 150 km ao norte de Cape Town, África do Sul. Esses fragmentos foram datados em c. 60000 anos (Texier, 2010), fazendo parte do tecno-complexo de Howiesons Poort e contém padrões geométricos inscritos. São pequenos, geralmente com 20-30 mm, embora fosse possível agrupar alguns, reconstituindo peças com c. 80 x 40 mm. Hoje o número desses fragmentos ascende a mais de 400.

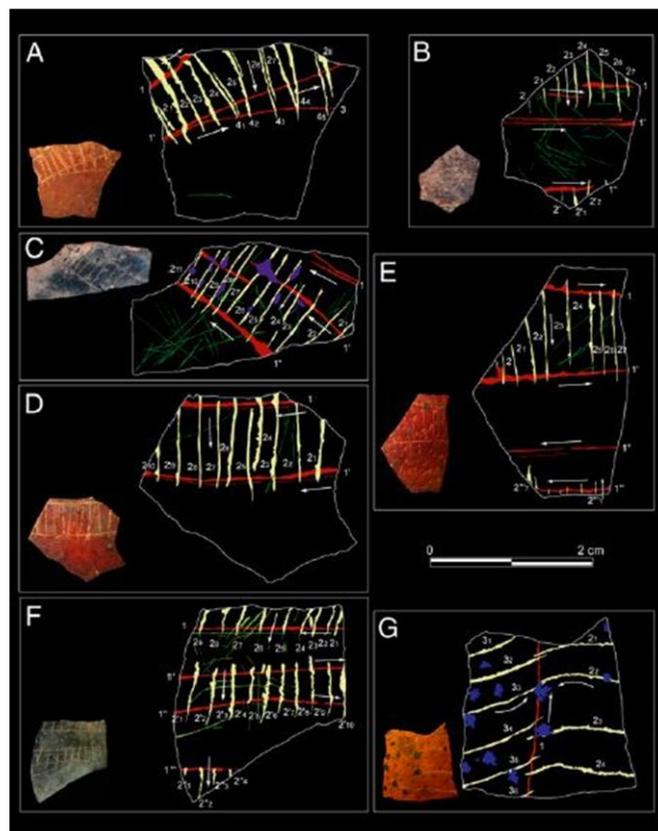
O modo de execução desses padrões foi descrito por Texier (et al., 2010) e parece ter sido padronizado, sendo o mesmo em todos os fragmentos. O motivo geométrico mais comum consiste de inscrever duas longas linhas paralelas, que são interceptadas por linhas mais curtas, espaçadas regularmente, formando um padrão geométrico (Fig.4). Inicialmente são inscritas duas longas linhas paralelas, evidenciando o conhecimento da noção de paralelismo.

A seguir o artífice procura cuidadosamente gravar um conjunto de linhas paralelas curtas, aproximadamente espaçadas por igual, as quais interceptam e formam ângulos retos com as paralelas longas iniciais, o que mostra e entendimento do conceito de ângulo, notadamente o de ângulo reto. O seu espaçamento regular implica na apreensão da noção de distância (equidistância). Normalmente essas linhas curtas começam um pouco fora das

paralelas longas e as cruzam, formando ângulos retos. Essa sequência de traçados produz uma banda constituída por retângulos, o que implica no reconhecimento da forma geométrica retângulo.

Alguns fragmentos têm apenas uma banda (Fig. 4 A, C, D), enquanto outros apresentam duas (Fig. 4 B, E, F) ou três, todas executadas de maneira idêntica. Como somente foram recuperados fragmentos, existe a possibilidade de que fossem produzidas peças com padrões mais complexos. Um único fragmento (Fig. 4 G) apresenta linhas paralelas levemente curvadas, cortadas por uma linha central.

Fig. 4 Fragmentos de cascas de ovos de avestruz com padrões geométricos e reconstrução do seu traçado, escavados em Diepkolof.



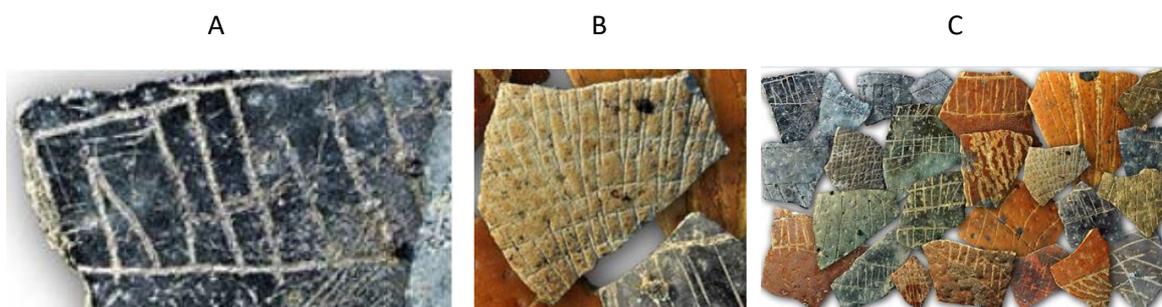
Fonte: Texier, 2010.

Os achados (ocre) de Blombos, os fragmentos de Diepkolof e do Klipdrift Shelter mostram que provavelmente existiu uma continuidade na produção de desenhos geométricos, pelo menos entre 77/60-55 ka, na África do Sul,

produzida por humanos modernos e anterior à sua migração para a Europa, que pode ter ocorrido em torno de 50 ka. Pode-se afirmar que esses achados constituem o núcleo de uma *Urgeometrie*, uma proto-geometria, a primeira geometria matemática identificável com razoável certeza na história da nossa espécie.

A reconstrução microscópica desses desenhos geométricos arcaicos mostra que esses antigos humanos empregavam *consciente e intencionalmente*, isto é, *deliberadamente*, objetos matemáticos (retas, figuras geométricas como retângulos, paralelogramos, etc.), conceitos matemáticos (paralelismo, ângulo, equidistância, simetria, etc.) e processos matemáticos (construtivos). Logo, estavam matematizando, ou seja, praticando a ciência da Matemática.

Fig. 5 Fragmentos de casca de ovos de avestruz de Diepkolof



Fonte: Almeida, 2020.

Nesse fragmento (Fig. 5 A) nota-se, à esquerda, que o ur-geômetra tentou gravar uma vertical que interceptasse as duas linhas paralelas para formar retângulos, contudo, esta linha ficou tortuosa, obrigando-o a traçar uma nova linha, a qual ficou então perpendicular. Isso prova que esse artesão, há mais de 60 mil anos atrás, estava *consciente e intencionalmente* procurando traçar perpendiculares entre paralelas, ou seja, conhecia conceitos matemáticos como o de ângulo, bem como reconhecia figuras geométricas como a do retângulo. Estava, portanto, matematizando, ou melhor, geometrizando. Outras evidências podem ser compulsadas em (Almeida, 2017, 2020).



### 3. Discussão

Embora essas duas correntes, uma defendendo que as mais antigas marcas gravadas por homínídeos refletiam preferências do antigo córtex visual e obedeciam a propósitos estéticos, enquanto que a outra defendia que possuíam substratos simbólicos, aparentemente irremediavelmente antagônicas, na realidade podem ser complementares, desde que escalonadas cronologicamente. Nesse ponto, é interessante relembramos o conceito de Revoluções Perceptuais (Almeida, 2017, 2020).

Um percepto é uma forma percebida de estímulos externos ao corpo ou sua ausência. Há uma distinção importante entre estímulo, ou sua ausência, e percepto: estímulos não são necessariamente transladados em um percepto, raramente um único estímulo translada em um percepto. Devido a isso, às vezes múltiplos estímulos são necessários para que perceptos sejam produzidos.

A percepção, todavia, desempenhou e continua desempenhando um papel fundamental na evolução da mente humana. A interface da mente com o mundo externo são os sentidos.

Os animais têm significativa parcela de sua percepção do mundo externo proveniente dos sentidos do olfato e da audição. O olfato é, para os animais, fundamental para encontrar comida, identificar se esta é edível ou não, e para achar parceiros para o acasalamento. Um estudo, elaborado por Svante Paabo, Yoav Gilad e colegas no Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology em Leipzig, Alemanha, vindo à luz em 2004, arguiu que tanto os humanos como os seus similares macacos podem ter sacrificado parte do senso do olfato para desenvolver uma visão capaz de maior abrangência de cor (Almeida, 2020).

Uma revolução perceptual ocorre quando há uma mudança significativa na razão ou proporção da participação dos sentidos na percepção. Pode-se associar uma revolução perceptual a uma revolução tecnológica (ou científica) ao longo da história da humanidade. Cada revolução tecnológica propicia uma extensão dos nossos sentidos e faculdades, que ocasionam novos comportamentos conscientes coletivos (Almeida, 2011).



Podemos identificar as revoluções perceptuais mais antigas na nossa espécie com, primeiro, o decréscimo do seu senso olfativo em benefício da sua visão tricromática; segundo, com pressões evolutivas que propiciaram uma sintonia fina na nossa audição, talvez em benefício de uma melhor compreensão da fala, porém possivelmente com um decréscimo na nossa gama auditiva em comparação a de outras espécies animais.

A primeira extensão do sentido do tacto pode ser identificada com o aparecimento das primeiras ferramentas, das primeiras armas, uma revolução tecnológica, que complementam e ampliam as funções da mão humana, limitadas a agarrar, pinçar e prender.

A próxima revolução tecnológica notável foi o domínio do fogo pelo homem. O uso do fogo permitiu que os alimentos ficassem mais macios, mais fáceis de digerir, o que conduziu a uma redução dos músculos mastigatórios. Ocorreu, portanto, uma revolução perceptual, com uma valorização do sentido gustativo.

É geralmente aceito que o comportamento moderno do homem se iniciou quando começou a pensar abstratamente, ou seja, a empregar, consciente e intencionalmente, símbolos. Ernest Cassirer, em 1944, apelidou o homem de *animal symbolicum*, o animal que emprega símbolos.

Em um determinado momento da nossa história evolutiva ocorreu uma nova revolução perceptual, associada a uma nova revolução tecnológica: a introdução dos grafismos. Essa revolução acentuou a participação do sentido da visão; complementarmente, pode-se igualmente suspeitar que a introdução dos grafismos, com seu potencial simbólico associado, também contribuiu para que mecanismos evolutivos favorecessem prioritariamente o sentido visual.

Esses grafismos, outra revolução tecnológica, podem ter sido influenciados tanto por percepções visuais como horizontais, verticais, intersecções, etc.; mas também por razões vinculadas à sobrevivência da sua espécie, a qual sentiu necessidade de marcas de propriedade, pinturas, tatuagens, que diferenciasses famílias ou clãs, adornos pessoais, registros de



tempo, de estações, de contagens primitivas, etc., que embutissem um valor simbólico. Uma proto-cultura começou a emergir.

Estava rompida a barreira da comunicação e contornada a volatilidade dos símbolos orais e gestuais. Pela primeira vez símbolos podiam ser armazenados, terem sua permanência garantida e adquirirem uma forma material. Estava eliminada sua transitoriedade. Essa capacidade de armazenamento simbólico externo, fora das mentes, coletivas ou individuais, é uma das maiores e mais importantes conquistas do ser humano.

No presente estamos nos deparando com uma revolução tecnológica no mínimo comparável à revolução industrial, ocasionada pelas novas tecnologias de computação, comunicação e informação. Denominações como sociedade digital ou sociedade da informação vêm à tona. Como a presente revolução tecnológica irá influenciar na estrutura, nas concepções de mundo, nos valores éticos e morais, na educação, nas percepções, em suma, na vida, no cotidiano de nossa civilização no porvir ainda é uma incógnita.

## 5. Conclusões

A duas correntes, tanto a que defende uma proto-estética como a que defende protos-símbolos, não necessariamente são antagônicas, mas sim complementares, historicamente uma desembocando gradualmente na outra.

Revoluções, tanto perceptuais como tecnológicas, moldaram dessa forma o que podemos considerar como comportamento moderno característico do *Homo sapiens*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Manoel de Campos. **A Mais Antiga Manifestação de Atividade Matemática**. In: Revista Educação em Movimento. Vol. IV. nº11 – Maio-Agosto 2005. Curitiba, Champagnat, 2005. p. 17-37.

**A Importância dos Tecno-Complexos de Still Bay e Howiesons Poort para o Estudo das Origens da Matemática**. In: Anais do XI Seminário Nacional de História da Matemática, SBHMat., 2015a.

**As Mais Antigas Evidências Conhecidas do Emprego de Talhas Numéricas Associadas a Processos de Contagem**. In: Anais do XI Seminário Nacional de História da Matemática, SBHMat., 2015b.



**Evidências dos Mais Antigos Processos Construtivos de Padrões Geométricos.**  
In: Anais do XI Seminário Nacional de História da Matemática, SBHMat., 2015c.

**A Matemática Na Idade da Pedra.** São Paulo: Editora da Livraria da Física, 2017.

**Pré-História da Geometria - Origens, Evolução e Neurociência da Geometria.**  
Curitiba, Manoel de Campos Almeida, 2020 a.

**Paleoevidência do Emprego do Conceito de Número no Paleolítico Médio Levantino - osso gravado de auroque de Neshar Ramla, Israel.**, Preprint; 2021..  
<https://www.researchgate.net/publication/351779869>. Consulta em 12/09/2022.

ALMEIDA, Manoel de Campos. JUSTINO, Edson José Rodrigues. **Como o Cérebro Processa a Matemática ? - Ensinos da Neurociência para uma Pedagogia Renovada.** Ed.: Manoel de C. Almeida, 2020.

CHANGIZI, M.A.; ZHANG, Q.; YE, H.; SHIMOJO, S., **The structures of letters and symbols throughout human history are selected to match those found in objects in natural scenes.** Am. Nat. 167, E117–E139. 2006.

DEHAENE, S.; COHEN, L.; SIGMAN, M.; VINCKIER, F., **The neural code for written words: a proposal.** Trends Cognit. Sci. 9, 335–341. 2005.

D'ERRICO, F.; COLAGÈ, I., **Cultural exaptation and cultural neural reuse: a mechanism for the emergence of modern culture and behaviour.** Biol. Theory 13, 213–227. 2018.

HENSHILWOOD, Christopher; SEALY, Judith. **Bone artefacts from the middle stone age at Blombos Cave, South Africa.** Current Anthropology, Dec. 1997, v.38, n.5, p.890(6).

HENSHILWOOD, Christopher S.; NIEKERK, Karen L. van, WURZ, Sarah; et alii. **Klipdrift Shelter, southern Cape, South Africa: preliminary report on the Howiesons Poort layers.** In: Journal of Archaeological Science 45 (2014) 284e303.

HENSHILWOOD, Christopher S.; et.al. **An abstract drawing from the 73,000-year-old levels at Blombos Cave, South Africa.** In: September 2018 Nature 562(7725)

HODGSON, D., **Understanding the origins of Paleoart: the neurovisual resonance theory and brain functioning.** Paleoanthropology 54–67. 2006.

HODGSON, D., **Decoding the Blombos engravings, shell beads and Diepkloof ostrich eggshell patterns.** Cambridge Archaeol. J. 24 (01), 57–69. 2014.

HODGSON, Derek. **Response to the critique by Mellet et al. of Hodgson's Neurovisual Resonance Theory.** December 2019. Journal of Archaeological Science: Reports.

MELLET, E.; SALAGNON, M.; MAJKI, A.; CREMONA, S.; JOLIOT, M.; JOBARD, G., MAZOYER, B.; TZOURIO-MAZOYER, N.; D'ERRICO, F., **Neuroimaging supports the representational nature of the earliest human engravings.** R. Soc. Open Sci. 6 (7), 190086. 2019.

MELLET, E. et al., **What processes sparked off symbolic representations? A reply to Hodgson and an alternative perspective.** Journal of Archaeological Science: 2019 Reports.



**XV SNHM**  
Seminário Nacional de História da Matemática  
Abril de 2023  
Maceió - AL



TEXIER, Pierre-Jean; PORRAZ, Guillaume; PARKINGTON, John; et alii. **A Howiesons Poort tradition of engraving ostrich eggshell containers dated to 60,000 years ago at Diepkloof Rock Shelter, South Africa.** In: PNAS; April 6, 2010; 6180-6185; vol. 107; no.14.