

**GRAFISMOS HOMINÍDEOS
PROTO-ESTÉTICA OU PROTO-SÍMBOLOS
O HOMO NALEDI GEOMETRIZAVA?**

Manoel de Campos Almeida
Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR-Brasil
Universidade Federal do Paraná-UFPR
Emeriti

(aceito para publicação em outubro de 2023)

Resumo

No presente artigo estudam-se os mais antigos grafismos produzidos por hominídeos, em especial os do *Homo naledi*. Apresenta-se a evolução do gênero *Homo*. Discute-se se representam protos-símbolos ou se são produtos de uma proto-estética. Avaliam-se os grafismos do *Homo naledi*. Conceituam-se rabiscos sob as óticas e Piaget e de Lowenfeld. Apresentam-se rquesitos para a identificação de artefatos matemáticos. Analisam-se o ocre de Blombos e os fragmentos de ovos de avestruz de Diepokloof.

Palavras-chave: história da matemática, hominídeos; simbolismo; Homo naledi,

**[HOMINID’S GRAPHICS
PROTO-AESTHETICS OR PROTO-SYMBOLS
DID THE HOMO NALEDI GEOMETRIZED?]**

Abstract

This article studies the oldest graphics produced by hominids, especially those of *Homo naledi*. The evolution of the genus *Homo* is presented. It is discussed whether they represent proto-symbols or if they are products of a proto-aesthetic. The graphics of *Homo naledi* are evaluated. Scribbles are conceptualized from the optics of Piaget and Lowenfeld. Questions for the identification of mathematical artifacts are presented. The ochre of Blombos and the fragments of ostrich eggs of Diepokloof are analyzed.

Keywords: history of mathematics, hominids; symbolism; Homo naledi.

1. Introdução

“O que nos torna humanos?” é uma questão formulada muitas vezes, tanto no passado como no presente, para a qual ainda não dispomos de uma resposta clara. Várias hipóteses já foram propostas, tais como a capacidade dos humanos entenderem símbolos, ou suas habilidades cognitivas e sociais, entre as quais o enterro simbólico de seus mortos, a capacidade de confeccionar ferramentas, o uso de cores, de adornos, habilidades com as quais os humanos superam seus colegas do reino animal, sendo que uma das mais óbvias é sua capacidade de linguagem.

Inquirir sobre como os hominídeos mais antigos do gênero *Homo* vieram a se interessar pelas formas geométricas é inquestionavelmente de relevante importância para a História da Matemática, pois somente então compreenderemos como a Geometria se originou. Iremos brevemente nos debruçar sobre as origens desse gênero.

O *Sahelanthropus tchadensis*, apelidado de "Toumai", é um hominídeo descoberto em 2001 no Chad, no sul do deserto do Saara. Tinha um crânio com uma capacidade entre 320/360 cc, comparável ao dos chimpanzés, e uma idade de mais ou menos 6/7 Ma.¹ Andava ereto e é considerado por muitos o mais antigo antecessor do gênero *Homo*, talvez o primeiro hominídeo a se diferenciar dos outros primatas, os chimpanzés e os gorilas. Após o Toumai a natureza divertiu-se, experimentando diversas formas de hominídeos. Vou enumerar algumas.

O *Orrorin tugenensis* é a única espécie extinta de hominídeo classificada no gênero *Orrorin*. Data de, aproximadamente, 6 milhões de anos, com base nisso data a separação entre hominídeos e outros grandes macacos africanos em aproximadamente 6/7 Ma. Provavelmente o *Orrorin* viveu em um ambiente arbóreo, mas não na savana.

O *Ardipithecus ramidus* foi descoberto na Etiopia, sua idade estimada é de 4,4 Ma. O *Kenyanthropus platyops* foi descoberto no Kenya, e tem sua idade estimada em 3,5 Ma. A sua capacidade craniana é similar à dos australopitecos.

Os mais antigos hominídeos do gênero *Australopithecus*, surgiram na África, há uns quatro ou cinco milhões de anos. As suas espécies mais conhecidas são o *Australopithecus anamensis* (4,2/3,9 Ma), o *Australopithecus afarensis* (“Lucy”: 3,9/3 Ma), e o *Australopithecus africanus* (“Taung”: 3/2 Ma). A capacidade craniana dos *Australopithecus* se situa em torno dos 500 cc.

O *Australopithecus sediba* tem 1,9 Ma, tendo sido encontrado em Malapa, África do Sul. Sua capacidade craniana é de apenas 440 cc, inferior a de fósseis muito mais antigos, contudo, intrigantemente, algumas de suas características, como a forma de seu crânio e de sua pélvis, parecem muito mais humanas, o que levou alguns estudiosos a suporem que pode ter sido um ancestral do *Homo erectus* (*He*).

Os mais antigos artefatos de pedra foram encontrados na década de 1960 em Olduvai George, na Tanzânia, associados com fósseis do *Homo habilis* (*Hh*), com cerca de 2,6 Ma. Contudo, em 2012, no sítio denominado de Lomekwi 3, perto do Lago Turkana, foram encontrados 149 artefatos associados com a produção de ferramentas de pedra, com uma idade de 3,3 Ma. Não se sabe ainda com certeza qual espécie os produziu, se *Homo* ou

¹ Ma – milhões de anos atrás; Ka – mil anos atrás.

Australopithecus, mas são as mais antigas ferramentas de pedra até hoje encontradas. Ferramentas também foram encontradas por Parenti (et.al.) no vale de Zarqa, na Jordania, datando de c. 2,48 Ma; contudo qual hominídeo as produziu ainda está sendo pesquisado (Scardia, 2019).

O *Homo habilis* existiu entre 2,8 e 1,5 Ma e era muito parecido com os australopitecos. A sua capacidade craniana média é de 650 cc, consideravelmente maior que a dos australopitecos. O tamanho dos seus cérebros varia entre 500 e 800 cc, sobrepondo-se ao dos australopitecos na sua faixa inferior e ao do *Homo erectus* em sua faixa superior, além de caracteristicamente mais humano. Tinha cerca de 1,27 m de altura, e algo como 45 kg de massa corporal, embora as fêmeas pudessem ter sido menores.

Certos fósseis encontrados em Dmanisi, Georgia, em 2002 parecem intermediários entre *H. habilis* e *H. erectus*. Têm cerca de 1,8 Ma e sua capacidade craniana varia entre 600 e 680 cc. Sua altura foi estimada em 1,5 m.

O *Homo erectus* existiu entre 1,8 Ma e 100 Ka, com uma capacidade que variava entre 750 e 1.225 cc. Os espécimes mais antigos tinham uma média de 900 cc, enquanto que os posteriores cerca de 1.100 cc. Seu esqueleto é mais robusto que o dos humanos modernos, implicando em maior força.

O *Homo habilis* e todos os australopitecos são geralmente encontrados na África, porém o *H. erectus* foi encontrado também na Ásia e na Europa. Há evidências que o *erectus* provavelmente empregou o fogo, e suas ferramentas de pedra eram mais sofisticadas que as do *H. habilis*.

Os cientistas classificam algumas espécies africanas do *H. erectus* como uma espécie diversa, o *Homo ergaster*, que difere dos fósseis asiáticos em alguns detalhes do crânio. O sob a denominação de *Homo erectus* hoje se classificam vários outros homens fósseis, como o *Homem de Pequim*, o *Homem de Java* ou mesmo o *Pithecanthropus robustus*. Há evidências que o *Homo habilis* e o *Homo erectus* podem ter coexistido por certo tempo.

O *Homo antecessor* foi assim denominado em 1977 devido a fósseis encontrados em uma caverna espanhola, em Atapuerca, e são datados de ao menos 780 Ka, sendo assim os mais antigos hominídeos europeus já encontrados. Há muita discussão sobre a independência dessa espécie, ela pode ser parte de outra.

Muitos cientistas distinguem entre 15 a 20 espécies diferentes de humanos antigos, porém não há certeza absoluta de quantas são realmente espécies distintas, o que seria possível de se avaliar se fossem encontradas amostras de DNA viáveis. O intervalo entre 500/700 Ka parece ter sido decisivo para o surgimento dos humanos antigos.

O *Homo sapiens arcaico* (*Hsa*), também conhecido como *Homo heidelbergensis*, é uma forma arcaica do *Homo sapiens* (*Hs*) que surgiu por primeiro há cerca de 500 Ka. A classificação abrange um grande grupo de fósseis que têm características tanto do *H. erectus* como dos humanos modernos. Sua capacidade craniana é maior que a dos *erectus*, mas menor que de muitos humanos modernos, com uma média de 1.200 cc. Seus dentes, tal como seu esqueleto, são menos robustos que os dos *erectus*, porém mais fortes que dos modernos humanos. Não há uma linha divisória clara entre exemplares de *erectus* posteriores e *sapiens* arcaicos; muitos fósseis entre 500 e 200 Ka são difíceis de classificar em uma ou outra categoria.

O *Homo neanderthalensis* existiu entre c.230 e 39 Ka, e evoluiu provavelmente do *Homo sapiens arcaico*. Sua capacidade craniana era levemente superior à dos humanos modernos, cerca de 1.450 cc em média, porém isso pode ser devido ao seu porte superior. Provavelmente os neandertais eram extraordinariamente fortes, seus ossos são pesados e mostram sinais de músculos poderosos. Os homens tinham 1,68 m de altura em média. Eram caçadores formidáveis, sepultavam seus mortos; o mais antigo sítio de enterro conhecido a eles atribuído conta com uma idade de 100 Ka. Tinham mandíbulas protuberantes e testas recuadas. Viviam em climas frios; suas proporções são similares às dos humanos modernos adaptados ao frio: compactos e sólidos, com membros curtos. Tinham armas e ferramentas mais avançadas que as do *erectus*.

Em 2008 cientistas descobriram na Caverna Denisova, na Sibéria, um osso de dedo feminino, de uma jovem mulher que teria vivido há 41 Ka. Para surpresa geral, a análise de seu DNA mostrou que ela era geneticamente distinta tanto dos neandertais como dos humanos atuais, configurando assim uma nova espécie de homínido até então desconhecida, os *denisovianos*. Os resultados do DNA apontam que os neandertais e os denisovianos eram bastante aparentados, e que o ancestral comum desses dois grupos divergiu dos ancestrais dos humanos modernos há cerca de 400/500 Ka. A nossa própria espécie, *Homo sapiens*, se originou do *Homo erectus*, há cerca de 200 Ka.

Os humanos modernos, o *Homo sapiens sapiens* (Hss), têm uma capacidade craniana média de 1,350 cc. e parece ter surgido c. 300/200 Ka, evoluindo do *sapiens* arcaico.

Em 2003, na ilha de Flores, na Indonésia, foram descobertos fósseis de indivíduos com cerca de 1 m de altura, os quais receberam a denominação de *Homo floresiensis*, com uma capacidade craniana de 380-417 cc. Não parecem ser anões, mas pessoas de estatura normal. Eram bípedes, empregavam ferramentas de pedra e usavam o fogo. Graças ao seu isolamento, a evolução parece ter propiciado o surgimento nela tanto de formas anãs de pessoas e mamíferos (elefantes anões ali existiam), como gigantes, semelhantes aos enormes ratos extintos igualmente encontrados na ilha.

Cientistas escavando na Caverna Liang Bua da Ilha de Flores encontraram um crânio humano pequeno, uma pélvis e outros ossos, todos com entre 60 e 100 Ka, pertencentes ao *Homo floresiensis*, o que aumentou sua idade. Contudo, as surpresas não pararam aí. Pesquisadores anunciaram a descoberta de restos ainda mais antigos, incluindo dentes, uma mandíbula e ferramentas de pedra, com uma idade surpreendente de 700 Ka. Todavia, resta determinar se pertenciam ao *Homo floresiensis* ou a alguma outra espécie de homínido.

2. *Homo naledi*

O *Homo naledi* é uma espécie extinta gênero *Homo*, anunciada em 2015, que tem características dos *Australopithecus* e poderia ser a espécie mais recente deste gênero. Foi descoberta dentro do sistema das câmaras Dinaledi na caverna Rising Star, sítio a 50 km de Joanesburgo, na África do Sul. Essa descoberta, embora feita em 2013, somente foi anunciada em setembro de 2015 pela equipe responsável pela investigação. O sistema Dinaledi de cavernas tem mais de 4 Km de extensão. A caverna Rising Star se inclina para

baixo cerca de 17° a partir da sua entrada, a câmara Dinaledi está a 30 m abaixo da superfície e a 80 m da sua entrada; algumas de sua câmaras são de acesso extremamente difícil e remotas.

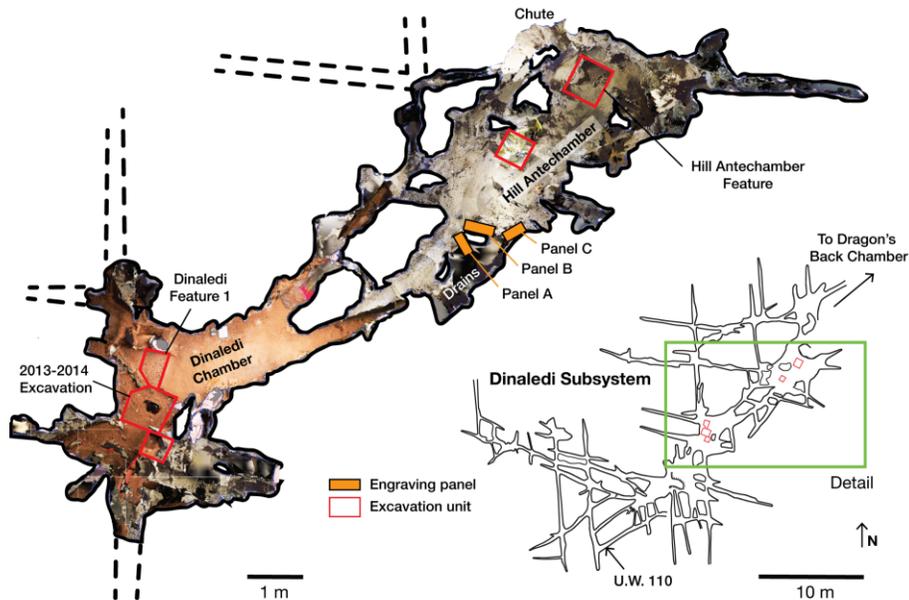


Fig 1. Caverna Rising Star e o sistema Dinaledi de Cavernas. Fonte: Berger, 2023.

Essa espécie é caracterizada por ter estatura e massa corporal semelhante às de populações humanas de pequena estatura, mas com um pequeno volume craniano, semelhante ao dos *Australopithecus*. Restos de 1550 ossos pertencentes a 15 indivíduos foram encontrados durante as investigações iniciais e a equipe de escavação acredita que mais serão encontrados:

As características físicas de *H. naledi* apresentam semelhanças com as do gênero *Australopithecus*, contando ainda com traços característicos do gênero *Homo*, ou ainda com características não identificadas em outras espécies hominíneas.

Alguns dos seus ossos têm a aparência dos ossos do humano moderno e outros parecem ser mais antigos que os do *Australopithecus*. O polegar, o pulso e os ossos da palma da mão são como os atuais, mas os dedos da mão são curvados, como os do *Australopithecus* e usados para escalada.

Os machos adultos mediam cerca de 150 centímetros de altura e pesavam em média 45 quilos, enquanto as fêmeas eram um pouco menores e pesavam um pouco menos.

Uma análise do esqueleto de *H. naledi* sugere que ele ficava em pé e era totalmente bípede. A sua mecânica de quadris é similar a dos australopitecos, mas seus pés e tornozelos mais se aproximam aos do gênero *Homo*.

Essas características morfológicas dispare de *H. naledi* geraram um grande debate na comunidade científica quanto à posição do *naledi* na escala evolucionária do *Homo*, pois ela poderia se situar em um intervalo temporal entre 2 Ma e 100 Ka. Sua morfologia cranial é única, mas bastante parecida com a do *Homo erectus*, a do *Homo habilis* e a do *Homo rudolfensis*.

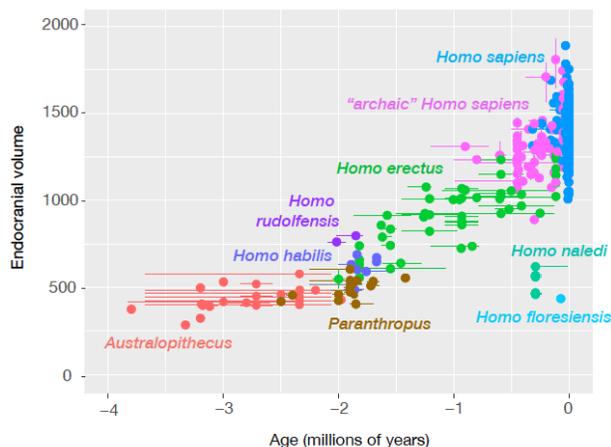


Fig. 2 Evolução da capacidade craniana dos hominídeos. Fonte: Fuentes, 2023.

Como geólogos estimaram a idade da caverna em cerca de três milhões de anos, o aspecto crucial da resolução desse debate era uma avaliação mais precisa da idade dos fósseis. Em 2017, Dirks *et al.* concluíram que os fósseis do *H. naledi* tinham uma idade entre 236 Ka e 335 Ka, sendo essa estimativa baseada na mensuração da concentração de elementos radioativos, que se acumulam durante o tempo, em três dentes fossilizados, bem como nas rochas e sedimentos que continham os fósseis (Dirks, 2017). Esses dados foram analisados em três laboratórios independentes ao redor do mundo, sendo que cada um não conhecia os resultados dos outros, ocorrendo uma unanimidade acerca dessa datação.

Uma característica que denota um singular comportamento simbólico do *H.naledi* é o seu costume de sepultar seus mortos, mesmo em localizações extremas de difícil acesso dentro da caverna. Isso também aponta que esse hominídeos tinham conhecimento do fogo, sem o qual não teriam acesso a esses recônditos pontos. Também indica que existia uma notável colaboração social, coordenação e planejamento, isso com um tamanho do cérebro menor que 600 cc., menos da metade da capacidade do *Hss* (Fuentes, 2023).

Tinham de coordenar seu esforços para transportar corpos, não apenas partes deles, para uma localização específica dentro da caverna, às vezes a 75 m da entrada, dentro de

tortuosos e estreitos acessos, escavar área de deposição, colocar o corpo nela, cuidando para depositar os restos em uma área que não seja de circulação (id.). Para isso, necessitariam de alguma forma explícita de comunicação para a coordenação dos movimentos e ações, além do uso do fogo como fonte de iluminação.

Além desses significativos indícios que apontam para um comportamento simbólico do *H. naledi* de extraordinária importância para a História da Matemática são os grafismos encontrados dentro da caverna Rising Star. Iremos agora abordar o que é conhecido sobre os mais antigos grafismos conhecidos por homnídeos do gênero *Homo*.

3. Grafismos produzidos por homnídeos

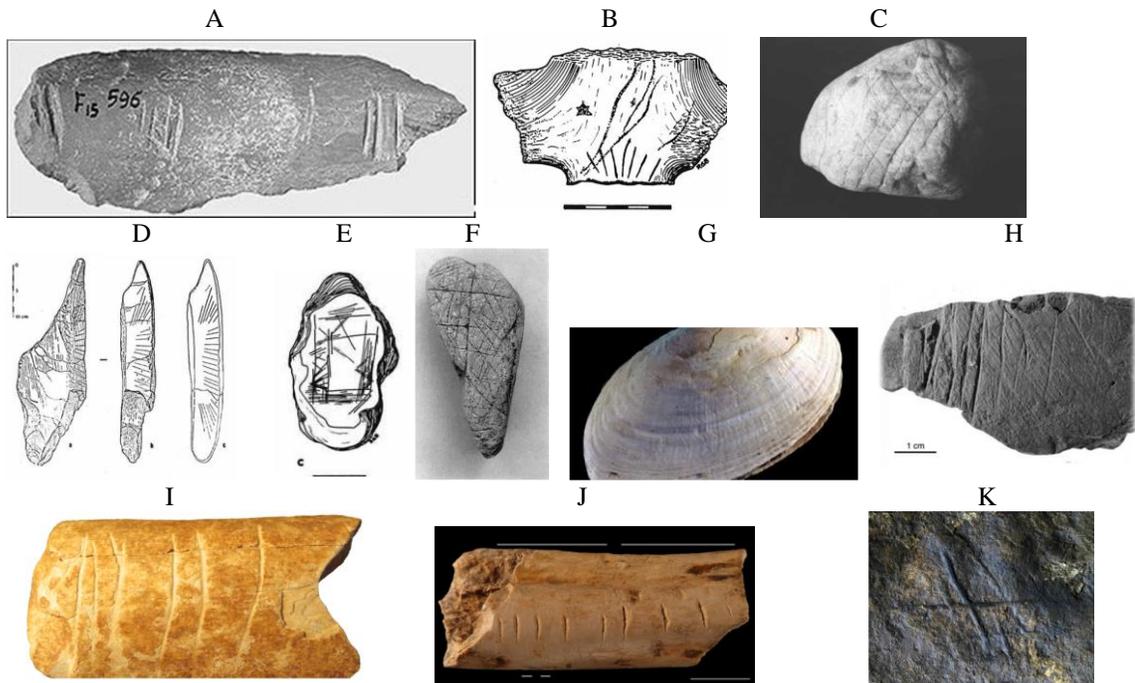


Fig. 3 Os mais antigos grafismos elaborados por homnídeos.

A . Kozarnika, c. 1,4 Ma; B. 999 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 2020.

A Fig. 3 mostra alguns dos mais antigos grafismos produzidos por hominídeos, desde 1,4 Ma até 39 Ka. Além desses, por sua importância, estudaremos posteriormente o ocre de blombos e os fragmentos de ovos de avestruz de Diepkloof.

4. Grafismos hominídeos: Proto-estética ou Protos-símbolos?

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.

Além disso, subsiste a intrigante questão de quando esses rabiscos, gravuras, ornaram-se verdadeiras figuras geométricas na aceção, 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, Π , Π †, ...), bifurcações (Y, \forall , \Rightarrow , ...), intersecções (X, \times , ...), curvas (o, ∞ , ψ , ...) ou mesmo lineares (-, =, /, ...).

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 caráter 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 hominídeos arcaicos, como o *Homo erectus*, o *Homo heidelbergensis*, ancestrais do *Homo sapiens* e do *Homo neanderthalensis* (extinto). Hominídeos tem feito incisões em ossos há pelo menos 2,6 Ma.

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 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.

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 uinrvesriddae ignlsea, não ipomtra em qaul odrem as lteras de uma plravaa etâso, a uncia csioa iprotmatne é que a piremria e útmliã 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 specularita, um mineral de produz um pó muito brilhante, já era empregada na África desde 500 Ka. Uma paleta de cores homínídea, 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 (2018) 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 pseudos-simbólicos. Comparou-as com versões desorganizadas, misturadas, aleatórias, desses materiais.

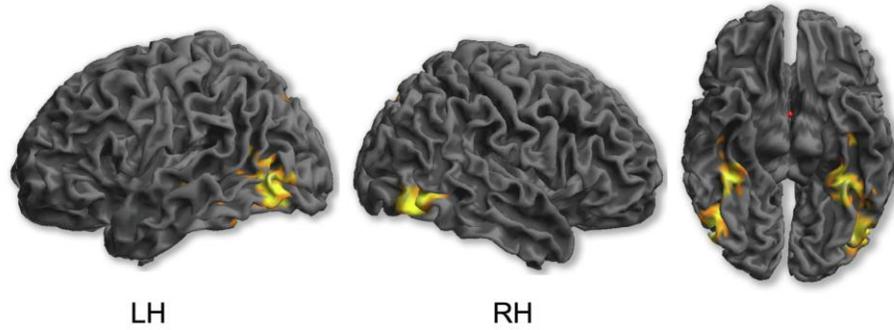


Fig. 4 Vistas lateral (LH) e inferior (RH) suscitadas pela percepção de gravuras localizadas no lóbulo occipital e na parte ventral do lóbulo temporal.

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. Esse é um ponto importante para a análise dos grafismos do *H. naledi*.

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

Contudo, as 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, como ver-se-á na sequência, em uma evolução aparentemente darwiniana..

5. Memória Icônica. Perceptos e Revoluções Perceptuais. Psicologia Desenvolvimentista.

Nosso sistema visual retém brevemente traços de estímulos antes que desapareçam. Esse fenômeno é denominado de *memória icônica* e seus conteúdos são considerados temporalmente integrados com inputs visuais subsequentes para produzir uma única representação composta, ou seja, *um percepto*.

Um percepto é uma forma percebida de estímulos externos ao corpo ou sua ausência. Há uma distinção importante entre estímulo 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.

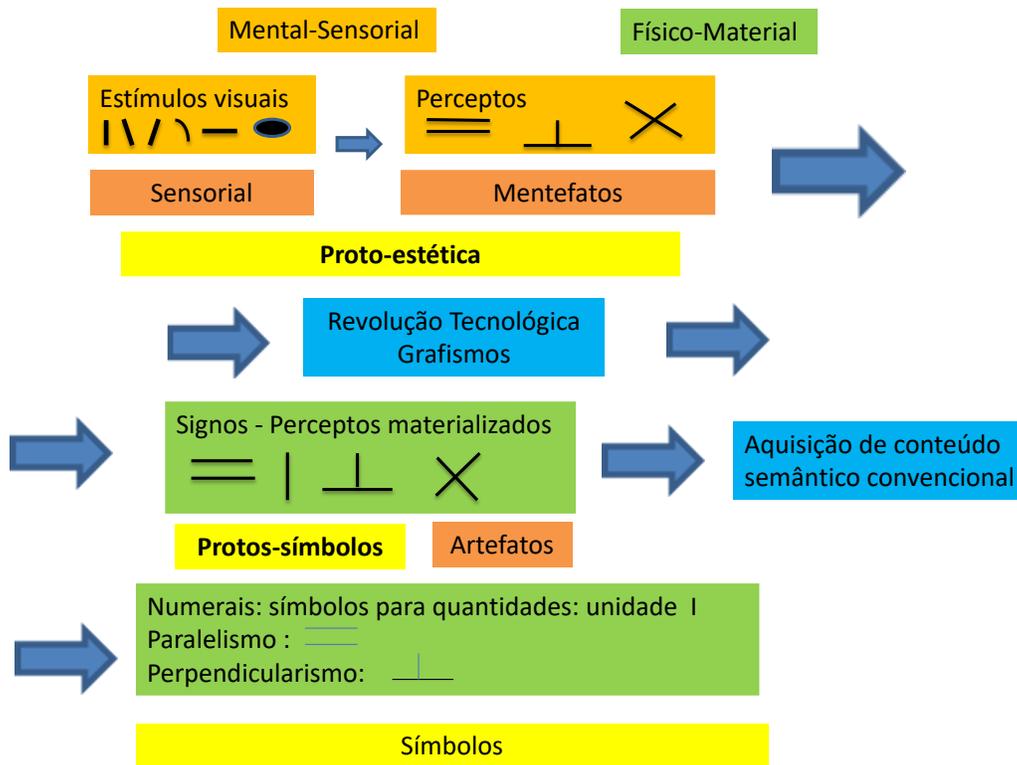


Fig. 5 Evolução dos grafismos.

Estímulos visuais, como o tronco vertical de uma árvore, um horizonte plano, como um deserto ou lago, ramos brotando de troncos, etc. são mantidos pela memória icônica. Quando integrados com *inputs* visuais subsequentes, como tronco vertical de uma árvore assentado sobre uma planície, o que originaria um carácter de perpendicularismo, produziriam uma única representação composta, ou seja, *um percepto*, um mentefacto. Até aqui temos o que pode-se considerar como uma proto-estética, operada apenas a um nível sensorial-mental.

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 conduziu a uma redução dos músculos mastigatórios. Ocorreu, portanto, uma nova revolução perceptual, com uma valorização do sentido gustativo.

Em um determinado momento da nossa história evolutiva ocorreu uma outra revolução perceptual, associada a uma impactante 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 também contribuiu para que mecanismos evolutivos favorecessem prioritariamente o sentido visual.

Esses grafismos primitivos ainda não tinham adquirido um conteúdo simbólico integral, não passavam de protos-símbolos, meras garatujas ou rabiscos, ou seja de signos, perceptos materializados. Todavia, estava rompida a barreira da comunicação unicamente verbal e contornada a volatilidade dos símbolos orais e gestuais.

Somente quando (protos) culturas começaram a emergir, por razões vinculadas à sobrevivência da sua espécie, as quais sentiram 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, os signos adquirem um valor semântico integral, ou seja, passaram a serem símbolos em seu sentido lato. O significado dos símbolos poderia então ser cabalmente entendido e partilhado entre os membros dessas (protos) culturas.

Como a semelhança dos mais antigos grafismos hominídeos com desenhos infantis suscita sérias indagações, nos deteremos brevemente sobre este tema. Um dos principais estudiosos desse assunto foi Viktor Lowenfeld, seu livro *Creative and Mental Growth*

(1947) ainda hoje é referência essencial sobre o assunto. Ele classificou os estágios do desenvolvimento dos desenhos infantis da seguinte forma:

1. Rabiscos ou garatujas (2–4 anos): criação de marcas descontroladas por falta de controle motor.

2. Pré-esquemático (4–7 anos): criação consciente de imagens; imagens flutuantes; Representação da figura humana com círculo para cabeça e linhas simples para membros.

3. Esquemático (7–9 anos): esquema identificado, consciência do conceito de espaço; usar a parte inferior da página como linha de base e a parte superior como linha do céu; as relações entre objetos tornam-se aparentes; Partes dos objetos são exageradas de acordo com sua importância para a criança.

4. Idade da gangue (9–12 anos): o autoconhecimento e a autocrítica tornam-se aparentes; a ideia de perspectiva e sobreposição de objetos torna-se aparente à medida que o conceito de espaço se desenvolve; as formas tornam-se mais elaboradas do que as anteriores; As crianças começam a esconder seus desenhos se o medo da falta de habilidade de desenho se desenvolve.

5. Estágio pseudonaturalista (12–14 anos): as crianças se esforçam para desenhar como adultos; mais consciente sobre o desenho naturalista; o sombreamento aparece; preocupava-se mais com a precisão dos objetos de desenho; A ideia de divisão e proporção do espaço torna-se forte.

6. Arte adolescente (14–17 anos): a arte torna-se esforço consciente. É o momento em que o adolescente decide abandonar a arte ou continua fazendo arte como meio de autoexpressão.

Observe-se que os grafismos executados por hominídeos dificilmente ultrapassam o estágio 1 de Lowenfeld, ou seja, são similares aos rabiscos ou garatujas infantis. Já Piaget acreditava que o conhecimento infantil evoluía no decorrer de uma série de quatro estágios, diferentes qualitativa e quantitativamente;

1. Estágio sensório-motor (0–2 anos aprox.)
2. Estágio pré-operacional (2–7 anos)
3. Estágio das operações concretas (7–11 anos)
4. Estágio das operações formais (a partir dos 11 anos)

Logo que a criança desenvolve o movimento em pinça, que lhe permite segurar um lápis, o que ocorre entre seu primeiro e o quarto ano, ela começa a efetuar garatujas. As garatujas podem ser traços criados mais pelo prazer de rabiscar do que pela tentativa de desenhar algo.

As garatujas são agrupadas em três tipos ligados ao desenvolvimento infantil. Esses tipos vão se manifestar conforme a criança tiver tempo e espaço para rabiscar e se expressar com liberdade.

- Garatuja desordenada, vem do prazer do movimento, sem se restringir aos limites da folha de papel.

- Garatuja ordenada, com maior controle motor fino, com presença de movimentos circulares e representações do mundo ao seu redor.
- Garatuja nomeada ou identificada, quando a criança começa a colocar intenção e muitas vezes nomear o que desenha.

As garatujas hominídeas, exceto aquelas com entalhes associados a correspondências um-a-um, geralmente consideradas com conteúdo numérico, podem ser consideradas como garatujas desordenadas, dentro do estágio sensório-motor e talvez do início do estágio pré-operatório de Piaget.

6. Grafismos do *H. naledi*.

De particular importância para o estudo das origens do pensamento simbólico, bem como para o estudo das origens das figuras geométricas, são os grafismos executados pelo *H. naledi* nas entranhas da caverna Rising Star.

Os grafismos foram gravados, inscritos em três painéis dolomíticos, denominados de A, B e C. (Fig.1). Nesses painéis, vistos como um tríptico, essas gravuras estão em um local onde podem ser vistas durante acesso e saída para a Câmara Dinaledi ao se entrar no sistema a partir da Antecâmara Hill. Essa Antecâmara Hill é o provável ponto de acesso do *Homo naledi* a todo o subsistema, e a passagem é a ligação natural entre as duas câmaras principais do subsistema (Fig.1).

O painel A é o mais estudado, o B, e particularmente o C, ainda necessitam ainda serem melhor avaliados devido ao seu acesso difícil. Esse painel se destaca como uma área de rocha descolorida, a qual parece ter sido suavizada por golpes percussivos por um objeto duro, o que é evidenciado por pequenos buracos na sua superfície, sendo que isto não ocorre em áreas adjacente, e pela possível aplicação de areia ou sujeira de sedimento como abrasivo antes e depois de serem feitas as gravuras.

O sedimento aderente e o polimento da superfície dos três painéis são exclusivos dessas superfícies, quando comparadas com outras superfícies nas câmaras, e assim pode-se admitir que resultam de ação intencional. Esse sedimento, ou pigmento, pode ter sido usado como um material para criar contraste visual na dolomita cinzenta, para abrasar a superfície como uma forma de polimento, ou para realçar ou obscurecer alguns aspectos das linhas gravadas, ou todos eles.

A Fig. 6 mostra um grafismo naledi similar a um *hashtag*, o que vem levantando comentários por sua semelhança ao grafismo neandertal da caverna Gorhan (Fig.2). Todavia, a diferença temporal entre eles parece apontar apenas uma mera coincidência, dada a simplicidade dos rabiscos.

Já o painel B merece uma atenção mais acurada, devido à sua profusão de seus grafismos. Muitas das linhas desse painel também caem fora da direção das características naturais de fratura na rocha, embora devamos reconhecer que existem vários lugares neste painel onde as linhas naturais e características da rocha podem ter sido reforçadas por gravuras artificiais. Note-se, por exemplo, que o grafismo em forma de escada (Fig.7) do painel B, foi inscrito aproveitando-se de reentrâncias naturais da rocha, e seu desenho foi provavelmente sugerido por elas.

As linhas são retas ou levemente curvadas, mas não se encontram circulares ou ovais, devido à dificuldade de serem executadas mediante ferramentas líticas.

Embora algumas de suas gravuras possam eventualmente recordarem figuras geométricas, elas não se enquadram nos parâmetros que estabelecemos em estudos prévios para que sejam consideradas como figuras geométricas reconhecidas pela matemática atual (Almeida, 2015, 2017, 2020, 2023). Para possibilitar a identificação de artefatos matemáticos pré-históricos necessitamos de uma conceituação pragmática do que seja matemática.



Fig.6 Painel A.

Fonte:Berger, 2023.

Matemática é a ciência que emprega *objetos* tais como retas, curvas, figuras, sólidos geométricos (p.ex. quadrados, losangos, círculos, espirais, cubos, esferas,...), números, vetores, operadores, etc.; *conceitos (ou noções)* que exprimem relações entre estes objetos, tais como correspondência, relações ($>$; $=$; $<$), recursão, distância, paralelismo, perpendicularismo, simetria, periodicidade, frações, raízes, etc.; e *processos racionais*, tais como comparação, classificação, seriação, contagem, medição, cálculo, construção, indução, dedução, etc.

A esses *objetos, conceitos e processos* denominaremos de *matemáticos*. O emprego desses *objetos, conceitos e processos consciente e deliberadamente é matematizar*, ou seja, praticar a Matemática (id.).

Nos grafismos do *H. naledi* não se pode identificar com segurança o emprego de conceitos matemáticos, como se pode mostrar para o ocre de Blombos e nos fragmentos de ovos de avestruz de Diepkoloof, que foram produzidos pelo *Homo sapiens sapiens*.

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. Sua superfície foi alisada para a confecção das gravuras, o que comprova sua intencionalidade.

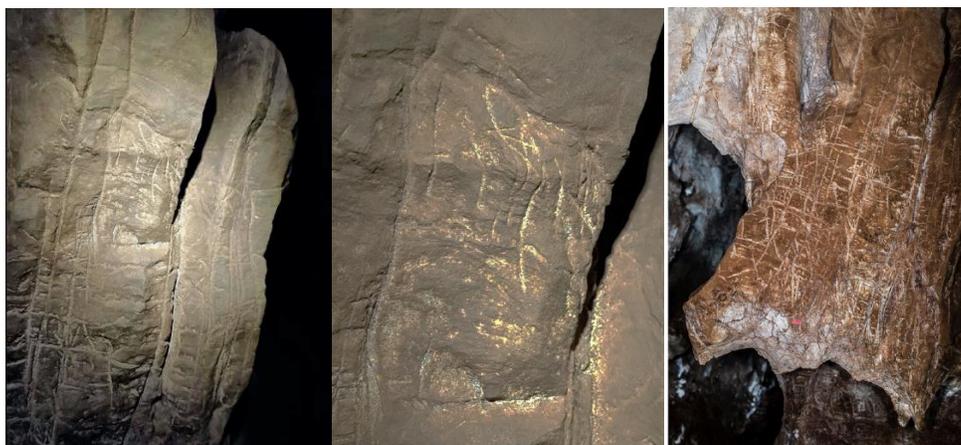


Fig. 7 Painel B. Detalhe. Parte inferior.
Fonte: Berger. 2023.

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.

A análise microscópica do traçado indica que um conjunto de linhas paralelas (Fig. 8.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 hominídeo 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. 8.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.

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. 8.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. 8. 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.

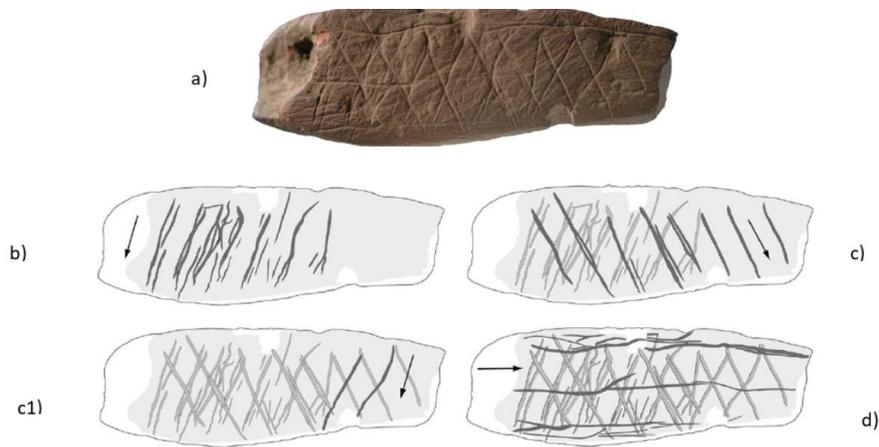


Fig.8 Reconstituição do ocre de Blombos.
Fonte: Almeida, 2015, 2017).

Em 2010 arqueólogos encontraram cerca de 270 fragmentos de cascas de ovos de avestruz no abrigo rochoso de Diepkoloof, 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.

No fragmento selecionado (Fig. 9) 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.



Fig. 9. Fragmentos de ovos de Diepkoloof. Detalhe selecionado.
Fonte: Almeida. 2015. 2023.

Conclusões

Diante do exposto, não se pode concluir que os grafismos executados *pelo H. naledi* constituem figuras geométricas no sentido moderno, mas sim garatujas, signos, denotando um estágio proto-simbólico. Eles podem ser considerados como garatujas desordenadas, dentro do estágio sensório-motor e talvez do início do estágio pré-operatório de Piaget, ou do estágio 1 de Lowenfeld.

Contudo, despertam indagações excruciantes obre as origens do pensamento simbólico, sobre qual hominídeo do gênero *Homo* foi o primeiro a desenvolver um pensamento simbólico e posteriormente transmitiu esse comportamento para outros, e quem foi ele. Os grafismos do *H.naledi* semeiam dúvidas sobre quando humanos começaram a pensar simbolicamente.

O pensamento simbólico é considerado ícone do comportamento humano moderno. 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. Já a Matemática é, por sua essência, ciência dos símbolos.

Esses grafismos despertam também surpresa na comunidade científica contemporânea, sobre como um hominídeo de diminuta capacidade cerebral, menos da metade de um humano atual, conseguiu demonstrar um comportamento em certos pontos similar ao moderno, chegando a desafiar conceitos então arraigados, tais como se um comportamento dito moderno de um hominídeo dependesse exclusivamente da sua capacidade craniana.

A arqueologia não cessa de nos propiciar surpresas inopinadas.

Bibliografia

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. pp. 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.

Dos Rabiscos às Figuras Geométricas: proto-estética ou protos-símbolos? Visões da Neurociência. In: anais do XV Seminário Nacional de História da Matemática. Maceió, 2023.

BERGER, Lee R.; HAWKS, John; FUENTES, Agustin; ROOYEN, Dirk van; TSIKOANE, Mathabela. *241,000 to 335,000 Years Old Rock Engravings Made by Homo naledi in the Rising Star Cave system, South Africa*. 2023 In: bioRxiv preprint doi: <<https://doi.org/10.1101/2023.06.01.543133>>.

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.

DIRKS, P.H.G; ROBERTS, E.M.; HILBERT-WOLF H.; KRAMERS, J.D.; HAWKS, J.; DOSSETO, A.; *et al.* *The age of Homo naledi and associated sediments in the Rising Star Cave, South Africa*. In: eLife. 2017;6, e24231. <<https://doi.org/10.7554/eLife.24231>>. *sua difusão no Brasil*. Vitória: EDUFES.

FUENTES, Agustin; KISSEL, Marc; SPIKINS, Penny; MOLOPYANE, Keneiloe; HAWKS, John; BERGER, Lee R. *Burials and engravings in a small-brained hominin, Homo naledi, from the late Pleistocene: contexts and evolutionary implications*. 2023. In: <https://doi.org/10.1101/2023.06.01.543135>

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 Paleart: 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. *Resonance Theory*. December 2019. Journal of Archaeological Science: Reports.

LOWENFELD, V.; BRITAIN, W. L. (1970). *Creative and Mental Growth* (5th ed.). London: Collier-Macmillan Limited, The Macmillan Company.

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.

PETTITT, P. *Did Homo naledi dispose of their dead in the Rising Star Cave system?* In: S Afr J Sci. 2022;118(11/12), Art. #15140. <<https://doi.org/10.17159/sajs.2022/15140>>.

PIAGET, Jean; INHELDER, B. *Gênese das Estruturas Lógicas Elementares*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

SCARDIA, Giancarlo; PARENTI, Fabio; MIGGINS, Daniel P.; GERDES, Axel; ARAUJO, C.M. Astolfo; NEVES, Walter A. *Chronologic constraints on hominin dispersal outside Africa since 2.48Ma from the Zarqa Valley, Jordan*. <<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.06.007>>.

Manoel de Campos Almeida
Departamento de Matemática–PUPR/UFPR
(Emeriti) – Curitiba – Pr. _ Br.
E-mail: manoel1748@gmail.com