

OS NEANDERTAIS

CINTHIA M. TANAKA
RENATO VICENTE

Departamento de Matemática Aplicada – Instituto de Matemática e Estatística –
Universidade de São Paulo

Em ciência, as narrativas são sempre provisórias. Novas evidências materiais e novas maneiras de olhar para evidências antigas surgem constantemente. Essa inconstância, longe de ser um sinal de fragilidade, é a essência que dá vida ao método científico, com novas perguntas brotando a cada resposta. Com esse caráter provisório em mente, apresentamos neste capítulo os neandertais tanto do ponto de vista físico como do ponto de vista comportamental. Introduzimos também resultados recentes sobre as análises de DNA feitas a partir de fósseis neandertais e hipóteses sobre as causas de sua extinção. Descobriremos as semelhanças e diferenças entre neandertais e humanos e discutiremos se houve ou não intercruzamento entre neandertais e humanos modernos.

1. OS NEANDERTAIS E OS *HOMO SAPIENS*

Antes de falarmos sobre os fósseis e as principais características dos neandertais, é importante colocar em contexto como o personagem principal deste capítulo se insere na história de nossa linhagem.

As populações de *Homo erectus* que permaneceram na África diferenciaram-se em tipos com encéfalos progressivamente maiores e com uma reunião de traços morfológicos cada vez mais parecidos com os nossos. Essas populações, que surgiram por volta de 600 mil anos atrás, são denominadas *Homo heidelbergensis*. Essas populações africanas novamente teriam deixado o continente, seguindo em direção ao Oriente Médio e, posteriormente, para a Europa, chegando até a Grã-Bretanha, e para a Ásia, chegando até a China. A partir de cerca de 500 mil anos atrás, a população de *Homo heidelbergensis* vivendo na Eurásia diferenciou-se em pelo menos duas espécies: *Homo neanderthalensis* e os denisovanos. Os *Homo sapiens* anatomicamente modernos apareceram como uma variante da população de *heidelbergensis* africanos algum tempo depois, há cerca de 200 mil anos, mais ou menos

na mesma época em que apareceram na Europa indivíduos que tipificaríamos para nós o neandertal.

Os *Homo sapiens* deixaram a África pela primeira vez há cerca de 120 mil anos e se instalaram onde hoje é Israel durante 30 mil anos. Essa primeira ocupação não prosperou, sendo posteriormente substituída por uma ocupação neandertal. Não é claro se as duas espécies se encontraram nesse período. Uma segunda e última onda migratória de *Homo sapiens* deixou a África há cerca de 50 mil anos e rapidamente colonizou o mundo inteiro. Ao adentrar a Europa, o *Homo sapiens* substituiu toda a população remanescente de neandertais em apenas 10 mil anos. O que ocorreu ainda é um mistério. Tudo indica que, no caminho de sua conquista do mundo, os *Homo sapiens* teriam encontrado e algumas vezes se reproduzido com membros das populações de neandertais e de denisovanos. Entretanto, isso não é suficiente para explicar o desaparecimento dos neandertais nativos. Veremos mais adiante algumas das hipóteses propostas para tentar explicar sua extinção.

No capítulo que se segue, iremos discutir com algum detalhe como essa história pôde ser montada. No caminho, abordaremos qual a origem plausível da espécie, como identificamos os restos neandertais, o que, e como, sabemos sobre seu comportamento e tecnologia e o que o recente desvendamento de seu genoma tem nos ensinado.

2. PRINCIPAIS DESCOBERTAS

Os primeiros fósseis reconhecidos como pertencentes a uma espécie antiga de humanos foram encontrados em uma pedreira em 1856, quando trabalhadores que procuravam calcário cavavam o solo de uma caverna no alto do vale do rio Neander, a 15 km a leste de Düsseldorf, na Alemanha. O primeiro fóssil encontrado foi uma calota craniana (Figura 5.1), inicialmente identificada como sendo de um urso, um achado comum, na época, em tantas outras cavernas europeias. Muito provavelmente havia lá um esqueleto completo que foi extraído sem os cuidados adequados.

Um sócio na pedreira sugeriu aos operários que procurassem na caverna por outros ossos do mesmo urso. Encontraram, além da calota craniana, o úmero direito e grande parte do úmero esquerdo, os dois fêmures completos, um pedaço da pelve, o rádio direito, a ulna esquerda e parte da ulna direita, a clavícula direita, parte da escápula direita e algumas costelas. Após algumas

semanas, o dono da pedreira resolveu repassar os ossos para Johann Carl Fuhlrott, um professor que era presidente da associação local de naturalistas. Fuhlrott, a quem a descoberta é normalmente atribuída, logo reconheceu os restos como pertencendo a um “indivíduo muito antigo da espécie humana”. Fuhlrott ainda tentou voltar à caverna na esperança de encontrar mais ossos. Frustrou-se, contudo, pelo já avançado estágio de exploração da pedreira e não foi capaz de encontrar mais nada. Reconhecendo a importância do achado, Fuhlrott resolveu buscar o auxílio do anatomista Hermann Schaaffhausen. Em junho de 1857, os dois apresentaram uma palestra conjunta na Sociedade de História Natural da Renânia e Vestfália prussianas. A conclusão de Schaaffhausen foi categórica: a forma extraordinária do crânio seria natural e o indivíduo teria pertencido a um período muito antigo, “anterior aos celtas e germânicos”. Schaaffhausen ainda afirmou que os restos humanos encontrados na caverna poderiam ser “ligados a um período no qual os últimos animais do Dilúvio ainda existiam, embora nenhuma prova disso fosse possível, dadas as condições nas quais os ossos foram descobertos”.



Figura 5.1 - Calota craniana do Neandertal 1 encontrada em 1856 na caverna Feldhofer, no vale do rio Neander. Ilustração: Miguel José Rangel Junior

A história da descoberta – talvez, mais precisamente, da identificação – do primeiro neandertal exemplifica uma característica em geral pouco percebida do processo de descoberta científica: a interpretação de uma nova evidência depende da teoria disponível. Sem a lente correta não é possível sequer reconhecer uma nova descoberta como tal. Outros crânios, posteriormente identificados como sendo de neandertais, já haviam sido descobertos anteriormente em pelo menos duas ocasiões: em 1829, em Engis, na Bélgica, e em 1848, em Gibraltar (conhecido como Gibraltar 1). Gibraltar 1 ficou guardado por 16 anos em um armário da Biblioteca Garrison de Gibraltar, com um rótulo de identificação que dizia apenas “um humano antigo, morto antes do Dilúvio universal”. Já os crânios descobertos em Engis foram reconhecidos apenas em 1930.

É provável que outros espécimes descobertos não tenham sido identificados. Alguns casos documentados servem de exemplo. Em 1699, um machado de pedra foi encontrado em Londres, na Inglaterra, em associação com os restos de um “elefante” (que provavelmente era um mamute). O machado de pedra foi prontamente identificado como sendo de origem romana e, logo em seguida, ignorado. Em 1726, em Öhningen, próximo ao lago Constança, na Suíça, encontrou-se um esqueleto descrito como o “de um dos homens infames cujos pais levaram o mundo à ruína do Dilúvio”. Posteriormente, novos estudos mostraram que esse esqueleto era, na verdade, de uma salamandra gigante. Em 1771, na Bavária, na Alemanha, uma mandíbula, partes da clavícula e algumas ferramentas de pedra foram encontradas em associação a várias ossadas de animais extintos. A interpretação na época foi a de que as ossadas humanas, na verdade, pertenciam a outro estrato e teriam se misturado aos animais mais antigos posteriormente.

A dificuldade na interpretação dos achados e a relutância em reconhecer a antiguidade da espécie humana são marcas características do período que antecede a revolução na percepção do tempo profundo (“deep time”), ocorrida na metade do século XIX. O conceito de tempo profundo está relacionado às eras geológicas e reflete a noção de que a nossa história, a história da Terra, começou há bilhões de anos. Antes dessa revolução na percepção do tempo, a cronologia predominante no Ocidente era a de gerações bíblicas. Para os especialistas, isso implicava no início do mundo em 4004 a.C.¹ (segundo James

¹ Aqui utilizamos a divisão do tempo convencional, escrevendo “a.C.” para designar “antes de Cristo”.

Ussher, mais precisamente em 22 de outubro de 4004 a.C., às 18 horas!) e na ocorrência do Dilúvio por volta de 3500 a.C. A cronologia bíblica fornecia uma série de catástrofes que ajudariam a organizar o tempo: a Criação, a Expulsão do Éden, o Dilúvio e a Torre de Babel. Os filósofos naturais europeus da época tentavam organizar o conhecimento histórico em torno desses pontos de marcação. Na ausência de uma forma independente de datação, as novas evidências eram acomodadas nessa cronologia. Muitos acreditavam que eventos “pré-diluvianos” eram irrelevantes por serem inacessíveis, como se a história de fato começasse somente após o Dilúvio narrado pela Bíblia.

O contato com outras culturas, como a chinesa, que possui cronologias que se estendem a períodos de centenas de milhares de anos, ou àquela descrita no Rigveda hindu, um conjunto de hinos que imagina um universo cíclico com ciclos de 4,32 bilhões de anos de duração, abalou pouco a imaginação europeia até pelo menos o século XIX. Em 1655, Isaac La Peyrère publicou, na liberal Amsterdã, “Um Sistema Teológico sobre a Pressuposição de que o Homem existia antes de Adão”, no qual afirmava que ferramentas de pedra enterradas que eram encontradas com certa facilidade seriam artefatos produzidos por humanos que viveram antes de Adão e Eva bíblicos. A reação foi imediata e violenta: em 1656, o livro foi queimado publicamente em Paris. Posteriormente, La Peyrère seria preso ao fazer uma breve visita a Bruxelas, sendo solto após se “arrepender” de suas ideias.

No século XIX, a primeira tradução de hieróglifos por Jean-François Champollion, em 1822, permitiu acesso detalhado à cronologia egípcia, que poderia ser diretamente comparada à da Bíblia. Já a acumulação de conhecimento geológico, representada por “Princípios de Geologia” (em três volumes publicados de 1830 a 1833), de Charles Lyell, possibilitou estimativas independentes da idade da Terra como os cálculos (incorretos) feitos por William Thomson (Lord Kelvin) em 1862, que resultaram numa idade entre 20 e 100 milhões de anos. O trabalho de Lyell também serviu de fundamento para “A Origem das Espécies”, de Charles Darwin, publicado em 1859. O trabalho de Darwin, por sua vez, levou Lyell a publicar “Evidências Geológicas da Antiguidade do Homem” em 1863, buscando a integração entre a história da espécie humana e a nova escala de tempo geológica. Num diálogo extraordinário entre gigantes científicos, Darwin ainda publicaria, em 1871, “A Descendência do Homem e Seleção em Relação ao Sexo” procurando explicar a origem evolutiva da espécie humana.

Mesmo após esse sinuoso caminho na direção do reconhecimento da antiguidade da humanidade, a interpretação de Schaaffhausen sobre os achados do vale do Neander estavam longe de ser consensuais. Em 1864, William King sugeriu nomear a nova espécie como *Homo neanderthalensis*. Muitos de seus colegas, no entanto, preferiam interpretar a morfologia incomum da calota craniana como se ela representasse algum tipo de patologia. No entanto, o mundo científico já estava conceitualmente preparado para reconhecer novos achados semelhantes. Em 1886, um homem e uma mulher quase perfeitamente preservados foram encontrados em Spy, na Bélgica, em associação a ferramentas de pedra, e foram prontamente identificados como neandertais.

O passo das descobertas, então, acelerou-se com a progressiva sistematização de escavações. Em 1891, Eugène Dubois descobriu em Java uma nova espécie de hominídeo, o *Homo erectus* (na época, *Pithecanthropus erectus*), o que ajudou a consolidar a ideia de que os neandertais eram, de fato, uma nova espécie de humanos, e não alguma variedade patológica de nossa espécie. A partir de 1899, em uma escavação que durou seis anos, 876 fósseis foram encontrados em Krapina, no norte da Croácia. Num dos sítios mais ricos já descobertos, foram escavados de depósitos arenosos de uma caverna dúzias de neandertais entre 2 e 40 anos de idade, de ambos os sexos, juntamente com os restos de uma grande variedade de espécies animais e ferramentas em abundância.

Em 1907, uma mandíbula muito bem preservada encontrada em Mauer, na Alemanha, levou Otto Schoetensack, da Universidade de Heidelberg, a sugerir uma nova espécie, nomeada *Homo heidelbergensis*, o “Homem de Heidelberg”. A questão de se novos achados correspondem a uma nova espécie, ou devem ser classificados em alguma espécie já identificada, depende de nosso conhecimento das variações anatômicas de uma certa população e da interpretação do conceito de espécie na ausência de material genético preservado que permita analisar o fluxo genético entre diferentes populações. Talvez devido ao status conferido por nomear uma nova espécie de humano, nos primeiros 50 anos de descobertas havia a tendência de atribuir a cada novo achado uma nova espécie, mesmo quando o fóssil diferia apenas em pequenos detalhes de espécimes encontrados anteriormente. Então, surgiram na Europa: o *Homo spelaeus*, o *Homo grimaldii*, o *Homo priscus* e o *Homo mediterraneus*, todos morfologicamente modernos. Surgiram também o *Homo spyensis* (de

Spy), o *Homo transprimigenius* (de Le Moustier) e o *Homo chapellensis* (de La Chapelle-aux-Saints), perfeitamente compatíveis com espécimes já classificados como *Homo neanderthalensis*. Essa tendência “separadora” passou a dar espaço a uma outra, “agrupadora”, a partir da década de 1950. Debates sobre a classificação de fósseis em diferentes espécies, no entanto, ainda são constantes em paleoantropologia e acompanham a progressiva reconstrução que fazemos da história de nossa linhagem.

Em 1908, em La Chapelle-aux-Saints, a 230 km a leste de Bordeaux (França), foram encontrados os restos de um homem neandertal de cerca de 40 anos praticamente sem dentes e com sinais avançados de artrite. O “Velho” (“Old Man”), como passou a ser conhecido, apresenta marcas de reabsorção de osso na mandíbula, indicando que teria sobrevivido por um longo período com poucos dentes, o que desperta suspeita de que teria tido alguma ajuda para se alimentar (Figura 5.2). O “Velho” acabou ficando famoso ao aparecer em uma das edições do jornal “L’Illustration”, em 1909, retratado pelo artista Frantisek Kupka, que se baseou na descrição anatômica equivocada de Marcellin Boule. Boule teria interpretado ossos deformados pela artrite como características anatômicas de um indivíduo que não se locomoveria de forma completamente ereta; em seguida, numa interpretação livre, teria decidido representar um neandertal como uma espécie de transição entre gorilas e humanos. Essa representação incorreta perduraria por décadas. De fato, a questão de se neandertais andavam como nós só foi satisfatoriamente resolvida em 1975 por Erik Trinkaus, em sua tese de doutorado intitulada “Uma análise funcional do pé neandertal” (o título original em inglês é “A functional analysis of the Neanderthal foot”). Ainda em 1909, o maior e mais completo crânio neandertal, juntamente com ossos de vários indivíduos, foi encontrado em La Ferrassie, na região sudoeste da França.

Até 1921, os candidatos a ancestrais humanos eram os neandertais, o “Homem de Heidelberg”, na Europa, e o “Homem de Java”, na Ásia. No entanto, Darwin, em “A Descendência do Homem”, havia sugerido que a África, continente que abriga as espécies de monos morfologicamente mais próximas dos humanos, seria o local de origem mais provável de nossa espécie. A intuição do grande cientista foi confirmada em 1921, com a descoberta de um crânio fóssil na Zâmbia, e novamente em 1924, com a descoberta de outro crânio na África do Sul.

Figura 5.2a - Ao lado, crânio do "Velho" de La Chapelle-aux-Saints, exibindo marcas de reabsorção de osso na mandíbula, o que indica que teria sobrevivido por um longo período com poucos dentes. **Ilustração:** Miguel José Rangel Junior



Figura 5.2b - ilustração imaginativa, mas incorreta, feita por Frantisek Kupka no "L'Illustration" em 1909, seguindo descrição anatômica igualmente equivocada de Marcellin Boule. **Ilustração:** Daniele Gordillo Fernandes



Até pelo menos a década de 1950, outra espécie era considerada uma séria candidata ao posto de ancestral humano. O "Homem de Piltdown", presumi-

velmente encontrado na Inglaterra em 1908 por Charles Dawson. Combinava uma capacidade craniana humana com uma mandíbula e dentes semelhantes aos dos monos. O espécime sugeria que o processo de encefalização teria ocorrido antes de qualquer mudança de dieta. Suspeitas com relação ao espécime foram ignoradas por anos, em parte pela influência e ambição de Arthur Keith (posteriormente Sir Arthur Keith). A fraude foi exposta somente em 1953. O espécime consistia da junção de um crânio humano com a mandíbula de um orangotango e dentes fósseis de um chimpanzé. O caso é bastante ilustrativo de como funciona o processo de autocorreção da ciência com constante reavaliação de resultados pela comunidade científica. O caso também ilustra como esse processo é dificultado pelo não compartilhamento de dados brutos, já que os ossos originais eram mantidos com acesso restrito, e como alguns indivíduos de grande influência política podem bloquear o processo de descoberta científica. Cerca de 250 artigos científicos foram escritos a respeito do *Homo piltdownensis*, como Arthur Keith o denominou.

Ampliando a área de dispersão neandertal para fora da Europa, um crânio foi encontrado em 1925 em Amud, a noroeste do mar da Galileia, em Israel, e nove esqueletos fósseis foram encontrados entre 1953 e 1957 na caverna de Shanidar, no Curdistão, região no norte do Iraque.

Novos sítios neandertais continuaram a ser encontrados na segunda metade do século XX, permitindo uma compreensão melhor da variação morfológica nessas populações e uma classificação mais fina entre neandertais clássicos (primordialmente em sítios no oeste europeu, mas também na Eslovênia, Rússia e Síria), neandertais de transição (leste europeu, Cáucaso e Oriente Médio) e protoneandertais (principalmente na Europa, mas também em Israel). A Figura 5.3 traz um mapa com a localização dos principais sítios nos quais fósseis neandertais foram encontrados.

Na década de 1970, os neandertais voltaram ao foco de atenção da comunidade científica em meio ao debate fundamental sobre a origem de nossa espécie. Segundo o modelo Multirregional, proposto por Franz Weidenreich em 1930, o *Homo erectus* teria dado origem ao *Homo sapiens* há cerca de 1 milhão de anos. Conforme a espécie se dispersou pela Europa e Ásia, foi adquirindo traços locais que seriam a origem das variações raciais observadas nos humanos modernos. No outro extremo havia a proposta, capitaneada inicialmente por Marcellin Boule e Arthur Keith, de que as características do humano moderno teriam sido

adquiridas muito antes, numa linhagem paralela ao *Homo erectus* e aos neandertais. Entre esses dois extremos havia ainda uma variedade de modelos intermediários que, por vezes, promoviam os neandertais a protagonistas em nossa história evolutiva. A ideia de que os neandertais foram os ancestrais dos *Homo sapiens* era apoiada pela interpretação de fósseis encontrados nas décadas de 1920 e 1930 nos sítios de Skhul, Tabun e Amud, em Israel. Esses fósseis foram encontrados associados a ferramentas de pedra semelhantes àsquelas dos neandertais da Europa. Além disso, pareciam ter sido sepultados intencionalmente e, no aspecto mais intrigante, exibiam características morfológicas supostamente híbridas entre humanos modernos e neandertais.



Figura 5.3 - Principais sítios neandertais mencionados neste capítulo. A distribuição dos sítios permite que tenhamos uma ideia da região de dispersão. Neandertais habitaram a Europa Ocidental, Oriente Médio e chegaram até a Sibéria. Nenhum fóssil jamais foi encontrado em território africano ou no sul da Ásia. **Ilustração:** Miguel José Rangel Junior

Em sua tese de doutorado na primeira metade da década de 1970, Chris Stringer, do Museu de História Natural de Londres, analisou estatisticamente o maior conjunto de dados com medidas cranianas de neandertais, *sapiens* modernos e *sapiens* arcaicos que já havia sido reunido. Sua conclusão foi que os fósseis neandertais e *sapiens* representam dois grupos morfológicamente bem separados, sem evidência de exemplares intermediários. Os fósseis provenientes de Skhul se encaixam bem no grupo de *Homo sapiens*, enquanto aqueles de Tabun e Amud poderiam ser colocados confortavelmente no grupo dos neandertais. A história desses sítios em Israel, no entanto, só pôde ser

completada recentemente, com auxílio de técnicas de datação mais eficientes. A conclusão moderna é que Skhul representa uma ocupação mais antiga de cerca de 120 mil anos, enquanto Tabun e Amud foram ocupados por neandertais a partir de cerca de 90 mil anos. Ou seja, ao contrário do que parecia inicialmente, o *sapiens* precedeu o neandertal nessa região.

A década de 1990 inaugurou a era da paleogenômica humana, com a extração de DNA, em 1993, do fóssil de uma criança neandertal de 127 mil anos encontrado em Scladina, na Bélgica. Em 1997, Matthias Krings e seus colaboradores extraíram DNA mitocondrial dos primeiros espécimes encontrados no vale do Neander. Em 2000, o DNA de um neandertal tardio, datado de 29 mil anos e encontrado no Cáucaso, foi extraído com sucesso. Esses esforços levaram, em 2009, ao primeiro rascunho do DNA completo de um neandertal, obtido pela equipe de Svante Pääbo no Instituto Max Planck para Antropologia Evolutiva.

3. MORFOLOGIA CRANIANA

Os fósseis encontrados entre 170 mil e 30 mil anos atrás mostram que o período em que os neandertais viveram praticamente engloba as duas últimas eras interglacial e glacial, no Pleistoceno Superior. A maior parte desses fósseis, inclusive as primeiras descobertas, foi encontrada na Europa Ocidental, e foram os mais estudados até hoje. Assim, a morfologia típica neandertal refere-se aos neandertais europeus-ocidentais, na época da última era glacial (que ocorreu entre 75 mil e 10 mil anos atrás). Outros neandertais, de outras regiões e que viveram durante a última era interglacial, costumam ser menos robustos, possivelmente refletindo a temperatura mais amena de seus ambientes.

Os crânios dos neandertais são caracteristicamente menos neotênicos, ou seja, mantêm menos traços juvenis e têm tamanho maior que os do *Homo sapiens*. Na morfologia craniana, essa neotenia se apresenta em humanos modernos na forma de faces mais achatadas, cavidade nasal, arcada supraciliar, maxila e mandíbula reduzidas.

O seu volume encefálico médio é de 1520 cm³. Para uma comparação, nos *Homo sapiens* a média fica entre 1300 cm³ e 1400 cm³. Um cérebro maior pode ser vinculado ao maior peso corporal dos neandertais, mas também é uma adaptação que melhora a eficiência metabólica em ambientes de menor temperatura. Uma medida mais fidedigna para a comparação entre a massa encefálica de espécies diferentes de mamíferos é o Quociente de Encefalização

(QE). Nessa medida, humanos modernos mostram-se mais encefalizados do que os neandertais, com $QE=5.3$ contra $QE=4.0$. Essa medida é considerada uma primeira aproximação para o nível de inteligência de uma determinada espécie (para comparação, teríamos também estimativas de $QE=3.5$ para o *Homo heidelbergensis*, de $QE=3.3$ para o *Homo erectus*, de $QE=2.0$ para o *Australopithecus afarensis* e de $QE=2.2\sim 2.5$ para os chimpanzés).

O “Velho”, fóssil encontrado em 1908 em La Chapelle-aux-Saints, foi um dos primeiros fósseis a serem estudados anatomicamente e foi erroneamente interpretado em alguns aspectos quando estudado por Marcellin Boule no começo do século XX. Descobertas de mais fósseis neandertais permitiram seu reexame em 1950, quando se notou que ele possuía características de um neandertal típico, como a capacidade craniana ampliada, de 1620 cm^3 .

Uma característica exagerada do “Velho” é a arcada supraciliar bem saliente, que foi um dos fatores que levou Boule a considerá-lo primitivo, já que imediatamente o associou aos monos. Um fóssil reconhecido como neandertal clássico é o “La Ferrassie 1”, encontrado em 1909, na França. Com um crânio bem preservado, é possível observar, além da arcada supraciliar saliente, a testa baixa e inclinada para trás e a ampla cavidade nasal.

A face do neandertal é marcada pelo queixo recuado – ou ausente – e pelas maçãs do rosto grandes e retraídas (Figura 5.4). Outro aspecto notável é o prognatismo médio-facial, no qual a face é projetada para a frente, como se tivesse sido puxada pelo palato. O típico neandertal possui também uma mandíbula grande e forte, proporcional ao tamanho da face e ao uso dos músculos relacionados à mastigação. Seus dentes são maiores do que os do *Homo sapiens*, com dentes incisivos abaulados, em formato de pá. Há ainda um espaço retromolar entre o terceiro molar e o ramo ascendente da mandíbula, que é uma consequência do prognatismo da face combinado à necessidade de que os dentes fiquem em oclusão.

De modo geral, o crânio neandertal é grande, longo, baixo e abaulado nas laterais, de formato arredondado quando visto posteriormente. Há presença de uma protuberância no osso occipital, como se fosse um coque na parte posterior do crânio. O coque occipital² não é, no entanto, característica exclusiva dos neandertais, sendo inclusive encontrado em algumas populações humanas recentes.

² O termo “coque occipital” é a tradução direta do termo em inglês “occipital bun”, que, por sua vez, deriva do termo francês “chignon occipital”.

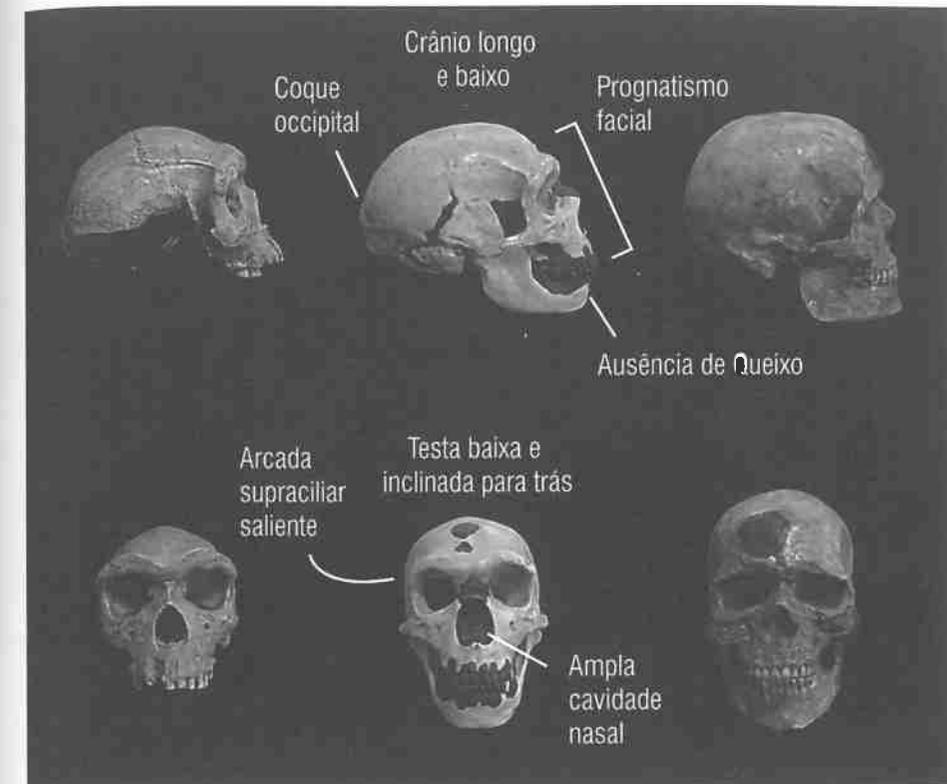


Figura 5.4 - Da esquerda para direita, as figuras mostram dois ângulos de um crânio de *Homo heidelbergensis* (Kabwe 1, encontrado em 1921 na Zâmbia, datado entre 300 e 125 mil anos), um de *Homo neanderthalensis* (La Chapelle-aux-Saints 1 reconstituído, o “Velho”, datado em 60 mil anos) e um de *Homo sapiens* (Cro-Magnon 1, descoberto em 1868 na França, datado em cerca de 28 mil anos). O neandertal e o homem moderno são claramente mais encefalizados que o *H. heidelbergensis*. No neandertal, há crescimento direcionado para trás, com o crânio tomando a forma de uma bola de futebol americano, enquanto no humano moderno o crescimento se dá para cima, aumentando o tamanho da testa. É possível ver na foto claramente a arcada supraciliar, o prognatismo facial, a mandíbula robusta, a grande cavidade nasal e o coque occipital. Ilustração: Renato Vicente

Uma técnica utilizada no estudo da anatomia de espécies extintas é o “endocast”, ou endoréplica, que consiste na produção de um molde em resina das marcas do encéfalo na parte interna do crânio. Este molde permite que se faça uma análise paleoneurológica que tenta associar a morfometria da endoréplica com possíveis diferenças na organização encefálica. Utilizando essa técnica

é possível, por exemplo, constatar que neandertais e homens modernos apresentam as mesmas assimetrias entre os lobos occipitais esquerdo e direito. O lobo occipital esquerdo costuma ser maior tanto entre neandertais quanto em seres humanos modernos, o que permite inferir, por exemplo, que a maior parte dos neandertais seria destra.

Os "endocasts" também exibem diferenças importantes. Usando a mesma técnica, Ralph L. Holloway, da Universidade de Columbia (Estados Unidos), e colaboradores concluíram que o encéfalo de neandertais e de humanos modernos seriam organizados de forma distinta, apesar de seu tamanho semelhante. Fósseis neandertais, em média, apresentam lobos frontal e occipital maiores que dos humanos modernos, enquanto seus lobos parieto-temporais são menores. Essas diferenças são bastante sugestivas, visto que os lobos parieto-temporais estão associados às funções de processamento de informação tátil, visual e auditiva, aprendizagem, memória, percepção espacial e reconhecimento de linguagem. O lobo occipital é responsável pela visão, enquanto os lobos frontais têm função executiva, sendo responsáveis pela previsão de consequências de uma ação, por decisões morais, pela navegação social e pela determinação de similaridades entre coisas e eventos. Medidas do tamanho da cavidade orbital ajustado pelo tamanho do crânio confirmam maior investimento dos neandertais no sistema visual em detrimento de outros sistemas.

Outra estrutura peculiar nos neandertais é o labirinto ósseo, que difere anatomicamente do *Homo sapiens* e do *Homo erectus*, tanto na forma como no tamanho dos canais semicirculares (Figura 5.5). Essa diferença é bastante importante, pois pode ser lida como uma evidência de que os neandertais são uma espécie distinta do *Homo sapiens*. Além disso, ela pode ser útil na classificação de fósseis que ainda não foram classificados, como foi o caso de um dos fósseis extraídos de Arcy-sur-Cure, na França. Usualmente, espera-se que o tamanho do canal semicircular esteja correlacionado positivamente à massa corporal do indivíduo. Assim, a descoberta de que os neandertais possuem canais semicirculares menores que o de seres humanos modernos é surpreendente, e nos faz acreditar que talvez os neandertais fossem menos ágeis do que nós ao correr, uma vez que os canais semicirculares da orelha interna auxiliam na manutenção do balanço corporal.

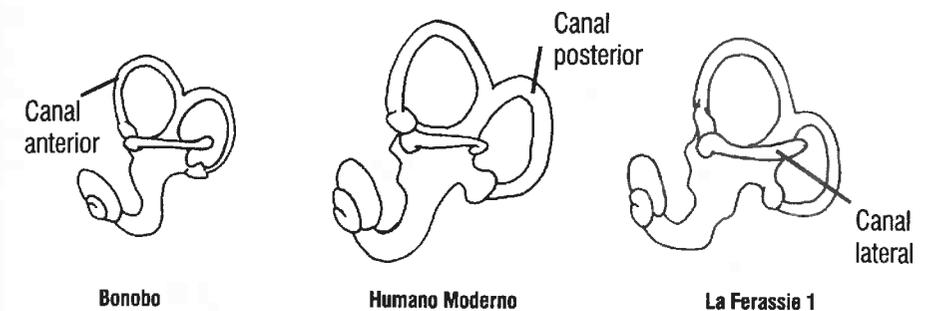


Figura 5.5 - O tamanho dos canais semicirculares está correlacionado à massa corporal do indivíduo. O esperado, então, seriam canais maiores em um neandertal. Acima, comparamos os canais posteriores em relação ao nível do canal lateral em um bonobo, um humano moderno e um neandertal (La Ferrassie 1). Esses canais estão associados ao balanço corporal e à forma de locomoção, o que aponta para possíveis diferenças entre neandertais e humanos.

Ilustração: Marina Satie Kodaira de Medeiros

4. MORFOLOGIA PÓS-CRANIANA

Seria possível reconhecer um neandertal, somente pelo seu corpo, se o vissemos? A resposta para essa pergunta é: talvez, pois os neandertais possuíam uma estrutura física bastante robusta e, embora seu esqueleto pareça, à primeira vista, com o de um humano moderno, existem muitas características que os distinguem de nós (Figura 5.6).

Os espécimes de neandertais nos dão uma ideia aproximada da variabilidade da morfologia pós-craniana de suas populações no decorrer do longo tempo de sua existência. Acredita-se que os neandertais eram um pouco mais baixos do que os humanos de hoje. A altura média para os homens era de 169 cm (com 65 kg), enquanto as mulheres teriam em torno de 160 cm (com 60 kg).

A robustez corporal do neandertal é vista tanto em seus membros superiores e inferiores como nas principais articulações (Figura 5.7). Suas costelas são grossas e têm formato arqueado, formando uma espécie de tonel, em contraposição com as caixas torácicas cilíndricas dos *Homo sapiens*. Seus membros têm proporções diferentes dos nossos, com os ossos do antebraço (entre o cotovelo e o punho) e da perna (entre o joelho e o tornozelo) mais curtos.

Uma distinção importante na morfologia pós-craniana dos neandertais é o tamanho da pelve, que é maior do que a dos *Homo sapiens*. Essa descoberta

levou muitos cientistas a questionarem se o alongamento do osso púbico poderia significar um canal do parto maior. Entretanto, uma pelve neandertal encontrada na caverna de Kebara, em Israel, apresenta esse canal de tamanho similar ao de humanos modernos, a despeito de seu osso púbico ser mais longo. Assim, é provável que o tamanho da pelve esteja mais relacionado a uma adaptação climática, oferecendo uma proporção corporal eficiente na conservação do calor, do que a algum aspecto relativo à gestação.

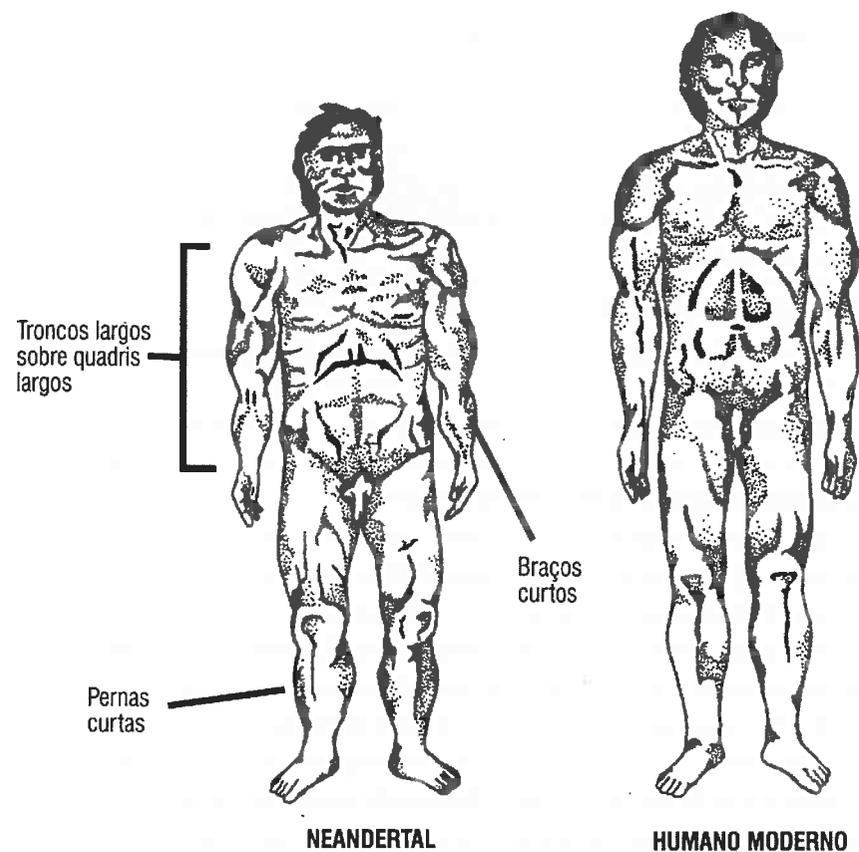


Figura 5.6- Comparação do corpo de um neandertal com o de um humano moderno. A compleição do neandertal é mais robusta, com tronco mais largo e estatura mais baixa comparada ao humano moderno. **Ilustração:** Raquel de Souza Lima



Figura 5.7 - Este esqueleto completo de um indivíduo neandertal foi reconstruído a partir de quatro indivíduos por G.J. Sawyer, do Museu Americano de História Natural, em Nova York, e por Blaine Maley, da Universidade de Washington, em St. Louis, também nos Estados Unidos. O esqueleto está exposto no Museu de História Natural, onde réplicas podem ser adquiridas. É possível ver claramente seus ossos bastante robustos e sua compleição atarracada com caixa torácica larga acompanhando o quadril, praticamente sem cintura. As pernas e braços são curtos, produzindo uma estrutura corporal bem compacta e bem adaptada a climas frios. **Ilustração:** Renato Vicente

Uma distinção importante na morfologia pós-craniana dos neandertais é o tamanho da pelve, que é maior do que a dos *Homo sapiens*. Essa descoberta levou muitos cientistas a questionarem se o alongamento do osso púbico poderia significar um canal do parto maior. Entretanto, uma pelve neandertal

encontrada na caverna de Kebara, em Israel, apresenta esse canal de tamanho similar ao de humanos modernos, a despeito de seu osso púbico ser mais longo. Assim, é provável que o tamanho da pelve esteja mais relacionado a uma adaptação climática, oferecendo uma proporção corporal eficiente na conservação do calor, do que a algum aspecto relativo à gestação.

A escápula neandertal difere da escápula de um *Homo sapiens* por ter uma espinha mais alta e um acrômio mais distante do eixo de rotação, o que faz com que a escápula seja mais longa. Essa característica, juntamente com um sulco mais profundo na extremidade externa da parte dorsal, seria responsável por dar ao braço do neandertal uma excelente capacidade de rotação, o que poderia ter se refletido na maneira com que eles atiravam objetos.

As mãos dos neandertais (Figura 5.8) distinguem-se somente um pouco das nossas, o que sugere que suas habilidades manuais eram de nível semelhante às dos humanos modernos. Uma das diferenças encontra-se no corpo da falange distal – a ponta do dedo –, que é maior e mais arredondada. Além disso, a falange distal do polegar é relativamente mais longa. Essa característica pode indicar que os neandertais seguravam os objetos com mais força que os *Homo sapiens*.

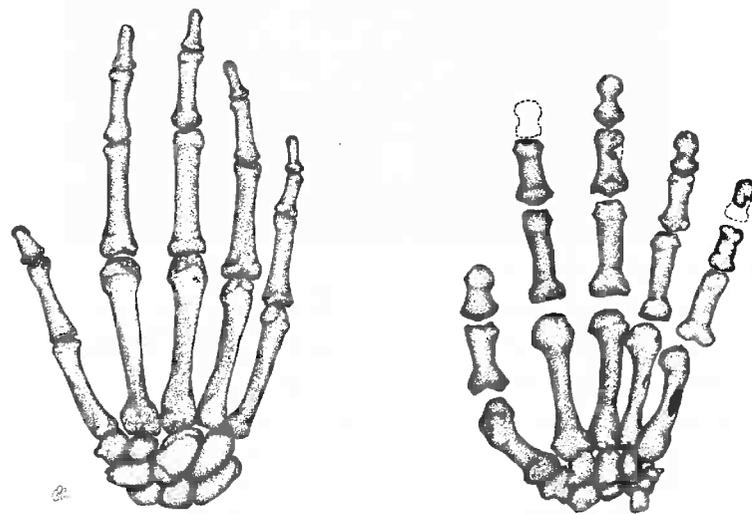


Figura 5.8 - À esquerda, está representada a mão de um humano moderno, mais grácil que a de um neandertal, representada à direita. As falanges distais (ponta dos dedos) são caracteristicamente mais arredondadas no neandertal, com a falange distal do polegar mais longa em relação à falange proximal. **Ilustração:** Giulia Baldaconi Bispo

5. IMPLICAÇÕES ADAPTATIVAS DA MORFOLOGIA NEANDERTAL

O estudo das regiões em que foram encontrados fósseis neandertais nos permite imaginar o tipo de ambiente no qual eles se dispersaram: um ambiente bastante hostil, com temperaturas extremamente baixas e escassez de alimentos. Sabemos que os *Homo sapiens* enfrentaram as mesmas condições quando adentraram o território dos neandertais. Porém, é provável que esses *Homo sapiens* tenham superado as dificuldades, a despeito de sua constituição ter evoluído no clima mais ameno da África, por terem desenvolvido adaptações culturais na forma de tecnologias. Os neandertais, por outro lado, parecem ter adquirido adaptações morfológicas ao frio, o que lhes permitiu sobreviver durante uma grande extensão de tempo sob condições climaticamente adversas.

A anatomia pós-craniana (Figura 5.7) do neandertal já foi chamada de “hiperpolar”, por algumas partes de seu corpo serem extremamente adaptadas ao frio: a caixa torácica em formato de tonel e membros curtos, como o antebraço e a perna. Além disso, a região antero-superior da pelve, formada pelo ramo púbico superior, era alongada. Tais características aumentam a amplitude corporal (maior volume em relação à superfície do corpo) e, portanto, auxiliam a retenção de calor. Assim, um retrato fiel de um neandertal construído a partir dessas evidências mostraria um ser que é parecido conosco, mas com um esqueleto visivelmente atarracado, de pequena estatura e bastante musculoso.

A posição da laringe no corpo do neandertal era diferente da posição encontrada em um humano moderno. A laringe elevada teria afetado a capacidade de fala, mas também teria deixado o nariz livre, permitindo o aquecimento do ar gelado antes que ele atingisse a garganta e os pulmões. A estrutura da laringe combinada ao formato de sua caixa torácica provavelmente dava aos neandertais uma voz mais aguda e mais potente que a do humano moderno. Uma análise microbiomecânica do osso que suporta a musculatura da língua, conhecido como hioide, de um neandertal permite concluir que seu uso era indistinguível daquele observado em um humano moderno e muito diferente do observado em um chimpanzé. Isso seria sugestivo de capacidade de articulação vocal avançada.

O crescimento e o desenvolvimento dos neandertais podem ter seguido um padrão diferente daquele dos humanos modernos. Uma explicação plausível

é a de que um desenvolvimento mais rápido seria vantajoso sob o ambiente hostil em que os neandertais se encontravam, pois crianças menos dependentes deixariam as mulheres neandertais livres para participar ativamente da caça a animais, o que aumentaria a disponibilidade de alimento. De fato, esqueletos de crianças neandertais sugerem que muitas das características que consideramos típicas de neandertais são adquiridas logo no início da infância, como a robustez do esqueleto, as mandíbulas grandes, o formato da caixa craniana, o forame magno mais alongado, entre outros. A análise tridimensional de reconstruções de crânios de adultos e de crianças neandertais revela que a diferença no crescimento do crânio até os 2 anos de idade seria responsável pela maior parte das diferenças entre os crânios de neandertais e de *Homo sapiens*. O formato alongado e baixo do crânio neandertal, por exemplo, pode ter sido fruto de um descompasso no crescimento encefálico em relação à abóbada craniana. Como o cérebro é direcionado à parte traseira do crânio em sua última fase de crescimento, a lentidão no crescimento do cérebro, em relação ao crescimento da abóbada craniana, explicaria a presença do coque occipital.

Ainda restam dúvidas sobre a existência de uma relação entre o clima frio e a anatomia facial e nasal. Apesar de ser possível argumentar que um nariz largo ajudaria a aquecer o ar e que uma face prognática reduziria o estresse da mordida na dentição anterior, os dados que temos sobre populações humanas modernas são controversos nesse sentido. Em particular, há especulações de que o nariz largo, na verdade, teria a função de auxiliar a dissipação de calor, em períodos de alta atividade.

De modo geral, os fósseis encontrados apresentam marcas de grande estresse provocado pela mastigação. Os dentes anteriores costumam ser os mais gastos, e os molares apresentam uma condição chamada de taurodontismo. O taurodontismo é caracterizado por raízes fundidas e expandidas lateralmente e câmara pulpar alargada – ele é responsável por deixar os dentes mais resistentes ao uso intenso. As condições árduas de um ambiente podem deixar marcas em seus habitantes. Muitos neandertais apresentam hipoplasia de esmalte dentário³, o que poderia indicar estresse durante o desenvolvimento, proveniente de deficiências nutricionais.

³ A hipoplasia de esmalte dentário é uma má-formação do esmalte dentário que ocorre no momento da calcificação dos dentes, fazendo com que estes apresentem alterações na estrutura do esmalte, como manchas esbranquiçadas, sulcos e ranhuras.

A deficiência nutricional pode também causar raquitismo (deficiência no hormônio ou vitamina D), cuja manifestação ocorre principalmente nos ossos. Por essa razão, anteriormente, o rádio e o fêmur arqueados dos neandertais foram associados ao raquitismo. Entretanto, como outros ossos não exibem sinais de raquitismo, uma explicação alternativa aos ossos longos curvos seria a hipertrofia muscular, como ocorre com outros hominínios pré-modernos.

É possível verificar a hipertrofia muscular observando-se as marcas dos músculos e ligamentos nos ossos dos membros e das extremidades dos neandertais. Juntamente com o contexto do ambiente, esse fato favorece a hipótese de que os neandertais levavam uma vida muito árdua, que exigia atividades físicas extenuantes. O ângulo mais agudo formado entre o colo e a diáfise do fêmur também poderia ser considerado um indicador do alto nível de atividades físicas durante o desenvolvimento. Outra hipótese é a de que tal ângulo reflete uma adaptação neandertal às temperaturas baixas, uma vez que, em populações humanas, o ângulo entre o colo e a diáfise femorais também está correlacionado a troncos e pelves maiores em locais de clima frio.

6. INFORMAÇÕES MOLECULARES

Os fósseis descobertos trazem consigo muitas informações e interpretações distintas a respeito da vida dos neandertais. Entretanto, uma abordagem que tem ajudado a desfazer alguns dos pontos controversos é a análise de amostras de DNA. É surpreendente poder obter amostras de DNA tão antigas, pois sabemos que a molécula de DNA não é uma estrutura química estável. Na verdade, mesmo alojada no núcleo e na mitocôndria das células, ela sofre continuamente danos químicos, que usualmente são reparados por um mecanismo próprio da célula. Entretanto, a morte do indivíduo faz com que suas células parem os processos que transformam a energia estocada em alimentos em trabalho de reparo, e a tendência é a total degradação do DNA. Idade, temperatura e umidade são algumas das condições que influenciam a preservação do DNA. Por exemplo, é pouco provável que se encontre DNA nuclear preservado em fósseis com mais de 100 mil anos. Já o DNA mitocondrial (mtDNA) ocorre em um maior número de cópias por célula e forma cadeias bem mais curtas que podem ser preservadas por mais tempo se as condições ambientais forem favoráveis.

A primeira extração de DNA de neandertais foi realizada em 1997, por uma colaboração envolvendo a Universidade de Munique (Alemanha) e a

Universidade do Estado da Pensilvânia (Estados Unidos), utilizando um úmero de cerca de 40 mil anos encontrado em 1856 no vale do Neander, na Alemanha. Nesse caso, obteve-se mtDNA, que muitas vezes é o único DNA disponível em fósseis tão antigos. O grupo de pesquisadores responsável por essa descoberta reconstruiu uma sequência de 379 bases da molécula de mtDNA. Em seguida, comparou os resultados obtidos com sequências de mtDNA de 2.051 humanos de todas as partes do mundo. Na média, foram encontradas 28 diferenças entre as sequências – para comparação, entre humanos contemporâneos, a média é de sete diferenças. Isso sugere que os neandertais não foram nossos ancestrais, e que eles não contribuíram com DNA mitocondrial para os humanos modernos. Nesse estudo, ainda, uma estimativa da idade do ancestral comum mais recente entre neandertais e *Homo sapiens* foi calculada, levando-se em conta a frequência usual de mutações no mtDNA. A conclusão foi que a divergência molecular teria ocorrido há cerca de 500 mil anos.

Note que a contribuição ao mtDNA é exclusivamente feminina, ou seja, uma mãe que teve somente filhos homens não terá sua linhagem de mtDNA continuada, mesmo que tenha netos. Dessa maneira, é possível dizer que a história contada pelo mtDNA é somente metade da história do que aconteceu. A sua análise não é suficiente para afirmar com certeza que os neandertais e os *Homo sapiens* não se cruzaram, já que o acaso poderia ter feito com que traços do cruzamento no mtDNA desaparecessem, principalmente considerando que a interação tenha ocorrido há dezenas de milhares de anos.

Outros estudos de mtDNA neandertal, feitos com fósseis de locais como a caverna de Mezmaiskaya (no Cáucaso, na Rússia), a caverna de Vindija (na Croácia), Engis e Scladina (ambos na Bélgica), Okladnikov (na Sibéria) e La Chapelle-aux-Saints (na França), entre outros, cobrem boa parte da amplitude geográfica e temporal (de 100 mil até 29 mil anos atrás) dos neandertais. Esses estudos apoiam a pesquisa de 1997, confirmando a distinção genética entre neandertais e humanos. Um estudo mais recente, de 2008, recuperou o mtDNA completo de um fóssil de 38 mil anos de idade, descoberto na caverna de Vindija, na Croácia. Usando um banco de dados com 39 milhões de fragmentos de DNA do fóssil do sítio de Vindija, o pesquisador Richard Green, da Universidade da Califórnia em Santa Cruz, nos Estados Unidos, identificou 8.341 sequências de mtDNA, com uma média de 69 nucleotídeos de comprimento. A partir dessas sequências, Green reconstituiu a sequência completa do mtDNA,

com 16.565 nucleotídeos. Além de fortalecer a visão de que as divergências entre humanos e neandertais superaram as encontradas entre humanos, a pesquisa ainda forneceu uma nova estimativa de idade para o ancestral comum mais recente entre neandertais e humanos: cerca de 600 mil anos, com uma margem de erro de 140 mil anos, para mais ou para menos. Esse resultado é corroborado pelas pesquisas arqueológicas.

Antes disso, em 2006, os primeiros estudos realizados com DNA nuclear de neandertais foram publicados nas revistas “Nature” e “Science”. Os grupos responsáveis pelas publicações haviam sequenciado boa parte do DNA neandertal a partir de um fêmur encontrado na Croácia, com cerca de 38 mil anos de idade. Um deles, o grupo do Instituto Max Planck, conseguiu obter dados para 1 milhão de pares de bases, utilizando uma máquina de sequenciamento de alta velocidade. Essas análises do DNA sugeriram que a população neandertal era descendente de um grupo ancestral de apenas cerca de três mil indivíduos; além disso, comparações feitas com seres humanos revelaram que humanos e neandertais compartilham 99,5% de seu genoma. Nem todos os resultados obtidos por um dos estudos puderam ser confirmados pelo outro, o que pode ter sido efeito de contaminações ou de erros de sequenciamento das amostras de DNA antigo. Por exemplo, a estimativa de uma data para a separação de neandertais e humanos modernos foi de 370 mil anos (em média) para o primeiro estudo, do Laboratório Nacional de Lawrence, em Berkeley (Estados Unidos), e entre 569 mil e 465 mil anos para o segundo estudo, do Instituto Max Planck.

O sequenciamento de DNA nuclear abre caminho para novas descobertas sobre características físicas e cognitivas dos neandertais. Um exemplo disso é o recente estudo sobre o gene FOXP2 – relacionado à fala. Esse estudo revelou que humanos e neandertais, diferentemente de outros primatas contemporâneos, possuem uma mesma modificação no gene FOXP2. É importante notar que essa descoberta não implica que os neandertais tenham utilizado ou tenham sido capazes de utilizar uma linguagem articulada tal qual nós utilizamos hoje, pois o gene FOXP2 é apenas um dos vários genes responsáveis por essa função nos seres humanos.

Outro exemplo é a análise do MC1R – receptor de melanocortina 1 –, que se relaciona à cor de pele e do cabelo. Humanos com formas menos funcionais da proteína MC1R costumam apresentar pele mais clara, possivelmente como forma de adaptação a altas latitudes com o objetivo de melhorar absorção de

luz solar para a produção de vitamina D. A partir da comparação do MC1R de dois fósseis neandertais com a sequência do gene para 3.700 humanos modernos, o estudo mostrou que a variante encontrada nos neandertais sugere que eles tinham uma distribuição de cores de cabelo e de pele parecidas com as dos europeus modernos. Em outras palavras, é possível que 1% da população neandertal fosse ruiva, tivesse pele branca e sardas!

Em 2010, pesquisadores do Instituto Max Planck anunciaram que haviam conseguido sequenciar todo o DNA nuclear de um neandertal. Para isso, eles utilizaram três ossos, que datavam de 44 mil a 38 mil anos, obtidos no sítio de Vindija, na Croácia. Além disso, para confirmar os resultados, sequenciaram ainda o DNA de outros ossos, de sítios da Espanha, da Alemanha e da Rússia. Tendo confirmado os resultados, foi feita uma comparação com o genoma humano. Segundo esse estudo, o DNA neandertal é ainda mais próximo ao humano do que havia sido divulgado antes, compartilhando 99,84% de seu genoma. Os pesquisadores fizeram ainda uma comparação entre o DNA neandertal e o DNA completo de indivíduos da África, da China, da França e da Nova Guiné. A pesquisa revelou que muitas pessoas possuem genes neandertais, com a exceção dos africanos. Uma explicação plausível para esse fenômeno é que tenha ocorrido intercruzamento de humanos modernos e neandertais logo após a saída dos humanos modernos da África, mas antes da dispersão desses grupos para o mundo, possivelmente no Oriente Médio, entre 80 mil e 50 mil anos atrás. Ainda não existe uma resposta definitiva para essa questão, mas é provável que novos estudos sobre o DNA neandertal esclareçam essa e a outras questões que afetam nosso entendimento sobre o *Homo neanderthalensis*.

7. ORIGEM DOS NEANDERTAIS

A área de dispersão dos neandertais era primordialmente a Eurásia, com maior densidade de sítios no lado ocidental. Sabemos que já no Pleistoceno Inferior (de 2,6 milhões a 781 mil anos atrás), há cerca de 1 milhão de anos, a Europa era ocupada por uma espécie de hominínios. No sítio conhecido como Sima Del Elefante, na Serra de Atapuerca, no norte da Espanha, foi encontrado em 2007 um fragmento de mandíbula datado entre 1,1 e 1,2 milhão de anos. A espécie à qual pertenceu esse indivíduo, no entanto, ainda é alvo de debate, e muitos cientistas acreditam que esse achado se encaixa na variabilidade observada no *Homo erectus*. Entretanto, um grupo de especialistas,

liderado por Eudald Carbonell, da Universidade de Rovira i Virgili, e Juan Luis Arsuaga, da Universidade Complutense de Madrid, ambas na Espanha, sugeriu a classificação em uma nova espécie: *Homo antecessor*.

Os primeiros espécimes associados ao *Homo antecessor* foram encontrados em 1994, no sítio conhecido como Gran Dolina, também em Atapuerca. Os cerca de 80 fragmentos encontrados foram datados em pelo menos 900 mil anos. Duas descobertas feitas em 2010 e 2013 na Inglaterra completam o conjunto de evidências associadas ao *antecessor*: ferramentas líticas datadas em 950 mil anos e as pegadas mais antigas fora da África, datadas de 800 mil anos.

Se de fato esses espécimes representam uma espécie distinta de seus contemporâneos africanos e se o *antecessor* representa um ancestral comum dos *sapiens* e dos neandertais, ainda são questões que são motivo de disputas. Com base na datação e na morfologia dos fragmentos descobertos, além de considerar a distribuição de sítios mais antigos pela Eurásia, alguns especialistas acreditam ser razoável imaginar que o *Homo antecessor* descenderia de populações provenientes do leste, resultantes da onda migratória dos *Homo erectus* para fora da África, ou seja, o *antecessor* representaria uma especiação ocidental do *erectus*. Contudo, para reconstruir a filogenia que antecede o surgimento dos neandertais, temos que examinar sítios mais recentes datados do Pleistoceno Médio (entre 781 e 126 mil anos atrás).

O sítio europeu mais produtivo do período foi descoberto na Espanha, num complexo de cavernas situado também na Serra de Atapuerca. No sítio conhecido como Sima de los Huesos, foram encontrados durante a década de 1990 mais de cinco mil ossos de hominínios, representando algo entre 28 e 32 indivíduos associados à espécie *Homo heidelbergensis*. Esses achados foram datados com segurança em mais de 350 mil anos, com resultados recentes apontando até para idades em torno de 600 mil anos. Outros sítios normalmente associados aos *heidelbergensis* na Europa estão em Schöningen (Alemanha), Tautavel (França), Petralona (Grécia), Swanscombe, Suffolck e Boxgrove (todos na Inglaterra).

Na África, sítios datados do Pleistoceno Médio foram descobertos no leste, no sul e no norte. O sítio mais antigo do período é conhecido como Bodo, na Etiópia, onde em 1976 um crânio bem preservado datado em 600 mil anos foi encontrado. O crânio de Bodo exibe traços intermediários entre o *Homo erectus* e o *Homo sapiens* e foi descoberto num contexto arqueológico Acheulense. Seguindo a ten-

dência “separadora” de parte da comunidade de paleoantropologia, inicialmente os achados africanos foram classificados numa nova espécie: *Homo rhodesiensis*.

Na Ásia, há os sítios chineses de Dali, onde se descobriu um crânio quase completo datado entre 180 mil e 230 mil anos, e o de Jinniushan, onde foi encontrado um esqueleto parcial datado de 200 mil anos. Na China, esses achados tendem a ser interpretados como humanos arcaicos que representariam antepassados dos chineses modernos. No entanto, a maioria dos especialistas classifica esses espécimes como *Homo heidelbergensis*.

O quebra-cabeça filogenético do Pleistoceno Médio e o papel do *antecessor* na história evolutiva dos neandertais e dos humanos modernos ainda é tema de debate. Num primeiro cenário, uma população mediterrânea de *Homo antecessor* seria derivada do *Homo erectus*. Essa população teria dado origem ao *Homo rhodesiensis* na África e ao *Homo heidelbergensis* na Eurásia. A população de *rhodesiensis*, por sua vez, daria origem ao *Homo sapiens*, enquanto a população de *heidelbergensis* produziria o *Homo neanderthalensis*. Não é muito claro, no entanto, o quanto o *antecessor* estaria relacionado ao *heidelbergensis* ou ao *rhodesiensis*, ou ainda se *heidelbergensis* e *rhodesiensis* seriam de fato espécies distintas.

Numa alternativa mais conservadora imagina-se que o *Homo heidelbergensis* ocupava uma área de dispersão vasta, incluindo a África e a Eurásia. Os neandertais e *sapiens* teriam se originado das subpopulações europeia e africana, respectivamente.

A maneira exata como os neandertais se diferenciaram a partir do *heidelbergensis* ainda não é conhecida. Atualmente, dois cenários são considerados plausíveis pela comunidade. No “modelo de duas fases”, imagina-se que, primeiro, os neandertais paulatinamente aumentaram em massa corpórea, robustez e prognatismo médio-facial. Essas três tendências teriam levado, numa segunda fase, a uma completa reorganização craniana, que teria ocasionado lobos occipital e temporal aumentados, com possíveis consequências comportamentais. Nesse cenário, seria fácil diferenciarmos morfologicamente um *Homo heidelbergensis* de um *Homo neanderthalensis*. Num segundo cenário, conhecido como “modelo de acréscimo”⁴, os traços morfológicos clássicos dos neandertais resultariam, principalmente, de processos aleatórios de deriva e fixação. Já as mudanças cranianas teriam relação com o processo de encefalização, que seria o

4 Do inglês, “accretion model”.

alvo principal de pressão seletiva. Nesse cenário, não se esperaria uma divisão clara entre *heidelbergensis* e neandertais.

O maior acervo fóssil de *heidelbergensis* foi encontrado em Sima de los Huesos, na Serra de Atapuerca (Espanha). Num artigo publicado na revista “Science” em junho de 2014, foram analisados 17 crânios encontrados na região. A utilização de múltiplas técnicas de datação permitiu localizá-los no tempo em um período ao redor de 430 mil anos atrás. Os resultados dessa nova análise apoiam o modelo de acréscimo para os traços neandertais, com características fixando-se a taxas diferentes em partes diferentes da anatomia, ao invés de em bloco. Em Sima de los Huesos, a face e os dentes apresentam características morfológicas completas de um neandertal clássico, enquanto a caixa craniana continua primitiva, tanto em formato quanto em volume. A encefalização se apresenta como um processo posterior que teria ocorrido de forma independente nos ramos de *heidelbergensis* da África e Eurásia. A hipótese de processos paralelos de encefalização levando ao *Homo neanderthalensis* e ao homem moderno é ainda apoiada por diferenças anatômicas documentadas pela observação dos “endocasts”, sobre os quais já comentamos, e por seu formato em várias fases do desenvolvimento. Além disso, uma série de diferenças genéticas entre as duas espécies está relacionada ao desenvolvimento, às funções encefálicas e até ao grau de conectividade encefálico.

O surgimento recente de evidências que comprovam a existência de um terceiro hominídeo, chamado de denisovano, datado em 50 mil anos, veio complicar adicionalmente nosso modelo para a árvore filogenética do gênero *Homo* (veja o Quadro 5.1). O que parece mais plausível agora é que neandertais e humanos modernos tenham começado a divergir após um evento migratório para fora da África de uma população de *heidelbergensis* há cerca de 500 mil anos (veja a árvore filogenética da Figura 5.9, com uma alternativa na Figura 5.10). Essa migração teria levado, além dos genes, a indústria Acheulense. A subpopulação europeia ganharia paulatinamente traços neandertais clássicos, enquanto a subpopulação africana iria, eventualmente, dar origem aos humanos modernos. A encefalização das duas espécies teria acontecido de forma paralela, tomando rumos anatômicos – e provavelmente funcionais – distintos. Enfim, este é um dos períodos mais instigantes da história evolutiva de nossa linhagem e é certo que novas descobertas irão paulatinamente alterar o grau de plausibilidade de cada um dos cenários apresentados nesta seção.

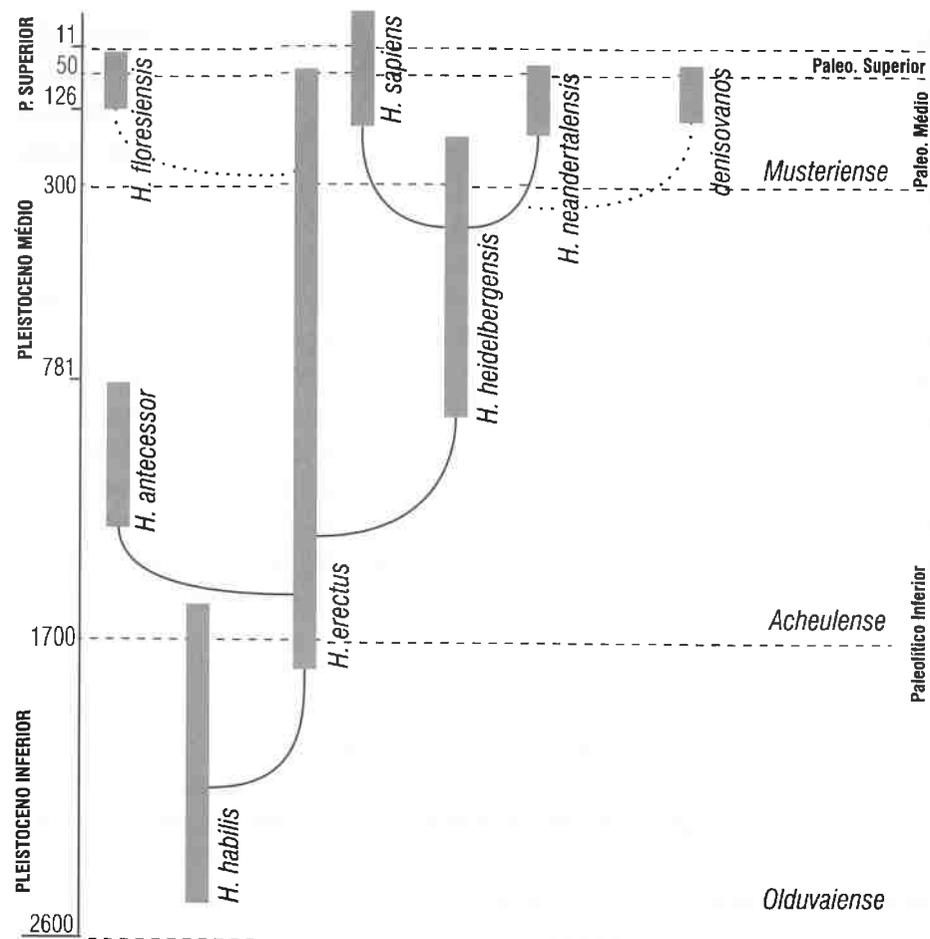


Figura 5.9 - Árvore filogenética do gênero *Homo* baseada em fósseis e genética. O espécime mais antigo é datado em 2,4 milhões de anos e foi classificado como *Homo habilis*. O *H. erectus* seria derivado de *H. habilis*, há cerca de 1,8 milhões de anos. *H. habilis* e *H. erectus* teriam coexistido com uma terceira espécie do mesmo gênero: o *H. rudolphensis*. A classificação do *rudolfensis* no gênero *Homo* é controversa, com alguns pesquisadores preferindo denominá-lo *Kenyanthropus rudolfensis* (ver capítulo III) ou dentro de *H. habilis* (ver capítulo IV). Variações do *H. erectus* teriam dado origem ao *H. antecessor*, na Europa, ao *H. heidelbergensis*, na África, e ao *H. floresiensis*, na Indonésia. As populações europeias e africanas de *heidelbergensis* começariam a se diferenciar há cerca de 500 mil anos em, respectivamente, *H. neanderthalensis*, denisovanos e *H. sapiens*. Por um breve período, pelo menos cinco espécies podem ter convivido em diferentes partes da Eurásia: *H. floresiensis*, *H. erectus*, *H. neanderthalensis*, denisovanos e humanos modernos. **Ilustração:** Renato Vicente

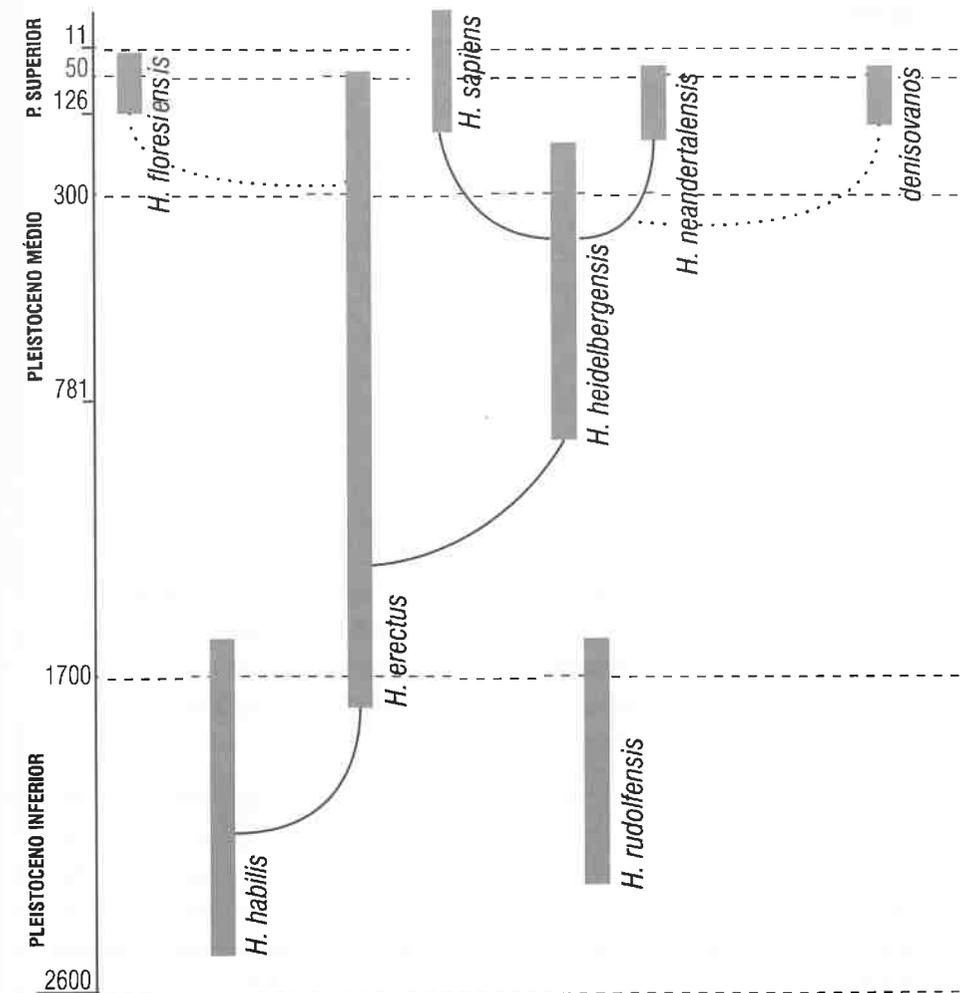


Figura 5.10 - Ainda há várias dúvidas na construção da árvore filogenética de nosso gênero. Existem dúvidas se o *Homo antecessor* consistia de uma variação específica da Europa Ocidental fora de nossa linhagem ou se deu origem ao *Homo heidelbergensis*. Outra questão ainda debatida de forma intensa diz respeito à história evolutiva dos denisovanos, em particular, à luz de novos resultados sobre o mtDNA de um espécime de Sima de los Huesos. Esses espécimes são semelhantes ao *H. heidelbergensis*. O DNA mitocondrial parece apontar para uma relação mais próxima entre denisovanos e *heidelbergensis* do que entre denisovanos e *neandertais*. Se confirmados, esses resultados exigiriam o redesenho do ramo da árvore que leva aos denisovanos. **Ilustração:** Renato Vicente

QUADRO 5.1 – OS DENISOVANOS

Em 2008, foi encontrada em uma caverna da Sibéria uma falange de um dedo, com idade entre 48 mil e 30 mil anos. Esse osso foi enviado ao Instituto Max Planck, para a equipe de Svante Pääbo – o mesmo grupo de pesquisadores que havia sequenciado amostras de DNA de neandertais. A expectativa era que esse dedo também fosse neandertal. Entretanto, a análise do mtDNA mostrou que o dedo, na verdade, pertencia a um hominídeo distinto tanto dos neandertais quanto dos *Homo sapiens*. Na ausência de fósseis que permitam uma discussão mais detalhada da morfologia desses indivíduos, a comunidade científica tem preferido chamar esses fósseis novos pelo apelido de “denisovanos”, ao invés de nomeá-los como uma nova espécie. O nome “denisovano” é derivado do nome da caverna em que foi encontrado o osso do dedo: a caverna de Denisova, situada nas montanhas Altai.

As análises iniciais do mtDNA sugeriram que os denisovanos teriam divergido dos humanos e neandertais há cerca de 1 milhão de anos, mais do que o dobro da estimativa de divergência entre humanos e neandertais, há cerca de 460 mil anos. Apenas alguns meses depois, o DNA nuclear do dedo também foi extraído. Diferentemente do DNA neandertal previamente sequenciado, o DNA do dedo encontrado em Altai estava muito bem preservado, provavelmente devido à baixa temperatura do ambiente.

O sequenciamento do DNA nuclear levou a resultados compatíveis com um modelo teórico no qual denisovanos e neandertais seriam espécies irmãs que teriam aparecido após a divergência de seus antecessores em relação ao *Homo sapiens* (veja Figura 5.9). Além disso, utilizando o genoma denisovano, os pesquisadores ainda confirmaram que houve intercruzamento entre humanos e neandertais. Na primeira fase do estudo, também se verificou que a maior parte das pessoas não possuía traços de DNA denisovano, com exceção dos habitantes da Melanésia que compartilham em média 4,8% de seu genoma com os denisovanos. Essa evidência traça uma história que é, no mínimo, intrigante: como não foram encontrados traços de DNA denisovano em populações de áreas próximas a Altai, é possível que os denisovanos tenham interagido com os ancestrais da população da Melanésia em uma região mais distante, o que gera dúvidas sobre o quanto os denisovanos se espalharam pela Ásia. Futuros

estudos moleculares e sobre as características morfológicas de hominídeos na Ásia podem esclarecer essa questão.

Recentemente, foram descobertos mais dois fósseis pertencentes aos denisovanos: dois dentes, um deles encontrado em 2000, mas analisado somente em 2010, e outro encontrado em meados de 2010. Ambos são terceiros molares (os dentes do siso) e são considerados grandes se comparados aos dentes de hominídeos mais recentes; por exemplo, há evidências datadas de 50 mil anos de que os *Homo sapiens* tinham dentes molares menores e comiam alimentos mais macios. Como os dentes encontrados são relativamente primitivos – mais compatíveis com australoptecíneos e com o *Homo habilis* –, é possível que os denisovanos tenham se separado dos neandertais antes que os dentes neandertais adquirissem o formato encontrado em fósseis de 300 mil anos de idade, documentados em sítios da Eurásia Ocidental. Uma explicação alternativa seria que esses traços morfológicos teriam se fixado por deriva em uma subpopulação inicialmente pequena. Ainda em 2010, a falange de um dedo do pé também foi encontrada na caverna de Denisova, em uma camada um pouco abaixo da camada em que foi encontrado o osso do dedo, o que indica que os dois fósseis têm idades semelhantes. As condições favoráveis de preservação do local permitiram novamente extração de DNA de alta qualidade. O sequenciamento dessa nova amostra mostrou tratar-se de um neandertal. A presença de ferramentas típicas do Paleolítico Superior no mesmo sítio aponta para a possibilidade intrigante de coexistência das três espécies nessa região.

Mais recentemente, em 2014, em artigo na revista “Nature”, publicado por Matthias Meyer, do Instituto Max Planck para Antropologia Evolutiva em Leipzig (Alemanha), e colaboradores, sequenciou-se o mtDNA de um espécime datado em 400 mil anos encontrado em Sima de los Huesos, na Espanha. Extraído de espécimes com morfologia bem conhecida e classificado como *Homo heidelbergensis*, trata-se do mtDNA hominídeo mais antigo já sequenciado. Surpreendentemente, a análise dessas sequências coloca o indivíduo de Denisova mais próximo do *heidelbergensis* de Sima de los Huesos do que dos neandertais. Mesmo considerando as limitações intrínsecas às análises baseadas em mtDNA, esse novo achado complica consideravelmente o modelo de árvore filogenética no qual acreditamos no momento.

8. TECNOLOGIA

As duas primeiras tecnologias cruciais adquiridas pelos hominínios foram as ferramentas de pedra e a domesticação do fogo, nessa ordem. As primeiras ferramentas de pedra lascada apareceram há cerca de 2,6 milhões de anos, associadas inicialmente ao *Australopithecus garhi* e, posteriormente, aos primeiros representantes do gênero *Homo*, *Homo habilis* e *Homo erectus*, conforme já foi descrito no capítulo III. Essa primeira indústria é denominada de Olduvaiense (ou Modo 1). Na indústria Olduvaiense, um seixo de quartzo, quartizita ou basalto é lascado utilizando-se uma outra rocha (percutor). As lascas, então, eram utilizadas como ferramentas de corte por indivíduos carneiros.

Já a datação para o início do uso de fogo ainda é controversa. Richard Wrangham correlaciona o uso do fogo ao cozimento de alimentos, aumentando a eficiência energética da alimentação e possibilitando a aceleração do processo de encefalização observada a partir do surgimento do *Homo erectus*. Essa hipótese colocaria o uso sistemático do fogo em cerca de 2 milhões de anos atrás. No entanto, um artigo de revisão do uso de fogo em sítios europeus publicado por Will Roebroeks e Paola Villa, na revista "PNAS" em 2011, conclui de forma surpreendente que os primeiros *heidelbergensis* ocuparam o norte da Europa sem dominar a tecnologia do fogo. Apenas estratos datados entre 400 mil e 300 mil anos parecem conter evidência clara de seu uso habitual. Uma exceção é o sítio de Geshert Benot Ya'aqov, em Israel, onde há evidência de uso controlado do fogo já há pelo menos 800 mil anos.

Os neandertais, por outro lado, demonstram grande fluência no uso do fogo. Evidências de uso habitual de fogo são uma constante em suas ocupações. Muito provavelmente, o fogo não era utilizado somente para cozinhar alimentos. Um sítio na pedreira de Campitello, na Itália, datado de 200 mil anos, apresenta evidência do processo utilizado por protoneandertais para produzir um adesivo feito à base de resina extraída da casca de árvores, que provavelmente era utilizado para colar um cabo à ferramenta produzida. O processo utilizado na produção destes adesivos é conhecido como destilação seca e apresenta complexidade substancial. Os materiais eram obtidos a grandes distâncias, indicando grande especificidade no procedimento, que tinha por objetivo converter as cascas em resina na ausência de ar. Para isso, eram cavados buracos no chão onde eram colocadas as cascas para serem queimadas a temperaturas de 400 graus Celsius em uma espécie de forno coberto por pedras.

A partir de 1,7 milhão de anos atrás, em associação a fósseis do *Homo erectus* em toda sua imensa área de dispersão, são comuns os "machados de pedra" ou, em uma nomenclatura mais moderna, os bifaces. Essa indústria conhecida como Acheulense (ou Modo 2) consiste em uma sofisticação da indústria Olduvaiense, conforme já foi mencionado. Como na indústria Olduvaiense, os bifaces Acheulenses eram obtidos pela utilização de percutores de rocha, porém, em seguida, também se utilizavam ossos e chifres para trabalhar os detalhes. Os bifaces seriam manufaturados com um cuidado especial com sua simetria e seriam utilizados tanto como fonte de lascas quanto como ferramentas de uso genérico. A próxima etapa tecnológica é conhecida como indústria Musteriense (ou Modo 3), e começou a aparecer na África e Europa quase simultaneamente, entre 300 mil e 200 mil anos atrás. Sua principal característica é a técnica de preparação de núcleo (ou Levallois). A técnica Levallois consiste na preparação prévia de um seixo para remover lascas de forma planejada, com o objetivo de que, no final do processo, tanto as lascas quanto o núcleo convertam-se em ferramentas de tipos variados.

Conjuntamente, as indústrias Olduvaiense e Acheulense definem o Paleolítico Inferior. Já a indústria Musteriense define o Paleolítico Médio (veja Figura 5.9). O *Homo heidelbergensis* aparece, com grande variação geográfica e temporal, como usuário primordial de tecnologias do Paleolítico Inferior, incluindo até a indústria Olduvaiense na China, por exemplo. Ferramentas Musterienses são também encontradas em Skhul (Israel) e no norte da África, em sítios que poderiam, de maneira bem ampla, ser também associados ao *heidelbergensis*.

Os *heidelbergensis* europeus, em geral, aparecem associados a um contexto tecnológico Acheulense. Há, no entanto, uma progressão perceptível tanto na qualidade quanto na variedade dos bifaces produzidos. Além disso, há evidência clara de que ferramentas de osso e madeira também eram confeccionadas. Num achado extraordinário em Schöningen, na Alemanha, foram encontradas lanças de 2 metros de comprimento datadas de 350 mil anos associadas a fósseis de *heidelbergensis*, a ossos de cavalos com marcas de corte e até a um dente de tigre-dente-de-sabre. Isso sugere que esses humanos arcaicos se dedicavam à caça de grandes mamíferos e eram capazes de cooperar para se defender de predadores perigosos.

Os neandertais seguem a tendência dos últimos *heidelbergensis* e aparecem quase exclusivamente associados a um contexto Musteriense. O típico kit Musteriense (Figura 5.11) consistia nos velhos bifaces, agora mais raros, juntamente com ferramentas especializadas, como facas, pontas, denticulados, raspadores e cortadores. Nesse sentido, os neandertais parecem ser cognitivamente diferentes de seus antecessores na concepção de suas ferramentas.

Aparentemente, era muito raro que os neandertais produzissem ferramentas de osso ou madeira. Devemos considerar que esses materiais são mais difíceis de preservar do que rochas. No entanto, mesmo nos sítios onde há boa preservação, eles não são encontrados. Lanças com cabos de madeira certamente faziam parte de seu repertório e tinham pontas de pedra afixadas com um adesivo de resina. Assim, certamente, neandertais eram capazes de produzir ferramentas de madeira.

Algum tipo de roupa seria essencial como uma adaptação tecnológica à Era Glacial. Como os materiais normalmente utilizados na confecção de vestimentas deterioram-se rapidamente, é pouco razoável esperar que eles apareçam nos registros fósseis. Portanto, as evidências sobre esse tipo de adaptação devem ser obtidas de forma indireta. Num estudo publicado em 2012 no "Journal of Human Evolution", Nathan Wales, da Universidade de Connecticut (Estados Unidos), construiu, a partir dos hábitos de vestimenta de 245 grupos recentes de caçadores-coletores, um modelo para inferir o grau de cobertura do corpo necessário para que os neandertais lidassem com o clima europeu. Durante o inverno, seria necessária cobertura de mais de 80% do corpo; essa necessidade cairia para apenas 30% nas regiões e nas épocas mais quentes. Numa demonstração de como um modelo matemático pode ser empregado para inferir detalhes comportamentais, Wales também afirma em seu trabalho que neandertais quase certamente teriam coberto a cabeça durante o inverno. O uso extensivo de roupas de couro seria assim esperado, em particular, se considerarmos também seus hábitos de caça e alimentação. Estas "roupas", no entanto, provavelmente consistiam em peles amarradas ao corpo, já que nunca foram encontradas ferramentas de costura em sítios associados a neandertais.

Para tornar o couro impermeável e adequado para vestimentas seriam necessários amaciadores, que, aliás, são empregados até hoje. No primeiro achado de ferramentas de osso associadas a neandertais, cinco exemplares

desses amaciadores, datados em 50 mil anos, foram encontrados em 2013 na região da Dordonha, na França, demonstrando que esses tipos de ferramentas também foram manufaturados em algum momento.

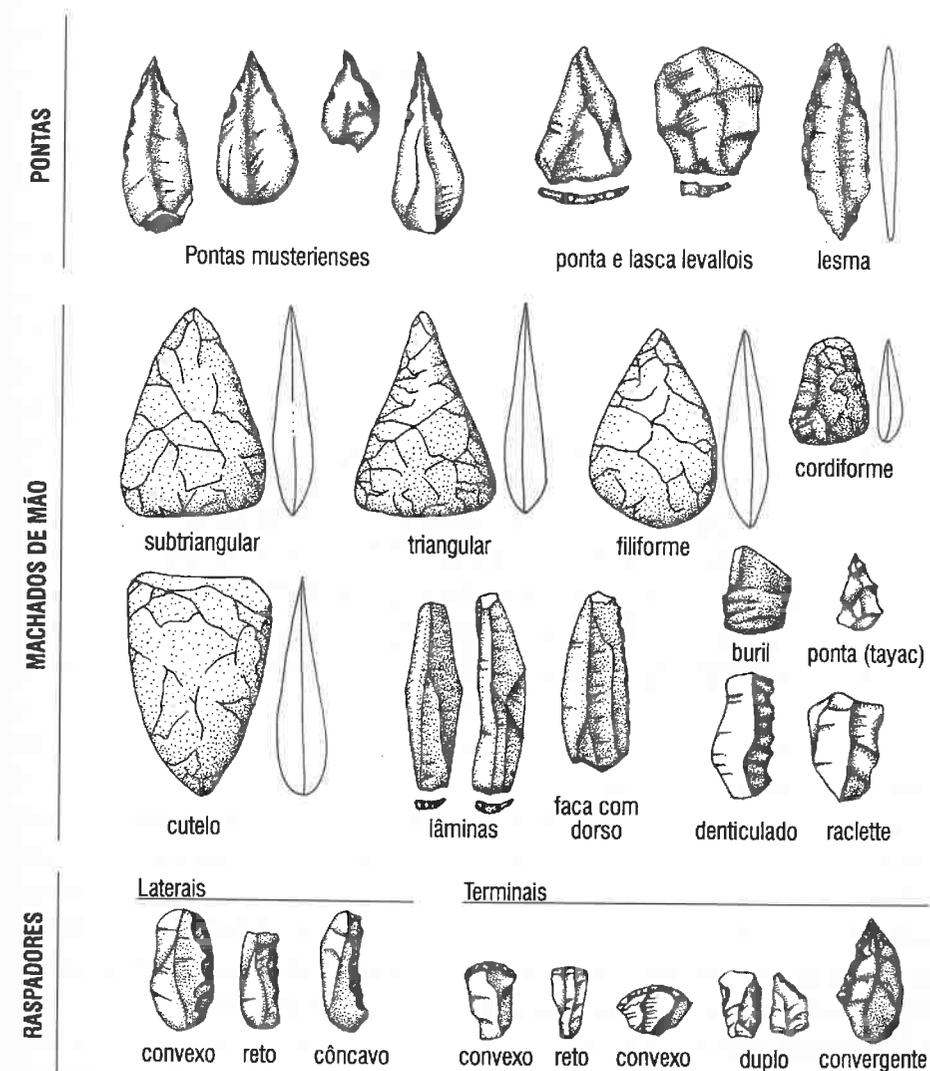


Figura 5.11 - Típico kit de ferramentas Musterienses. Ilustração: Stefane Saruhashi

A evidência de organização espacial ou construção de abrigos pelo *Homo heidelbergensis* é relativamente rara. Em 1966, em um sítio conhecido como Terra Amata, na cidade de Nice, na França, datado entre 230 mil e 400 mil anos, descobriu-se uma evidência que poderia indicar a construção de abrigos de pedra e madeira. Esse achado, no entanto, foi contestado de forma contundente na tese de doutorado de Paola Villa, publicada em 1983. Novamente, uma exceção parece ser o sítio Geshert Benot Ya'aqov, em Israel, que foi ocupado por grupos de pescadores-caçadores-coletores há 800 mil anos. O sítio aparece em um contexto arqueológico Acheulense e é dividido em duas áreas separadas, com cerca de 7,5 metros de distância entre elas. A primeira está relacionada à preparação da comida, e a segunda área, a outras atividades, tais como comer ou manufaturar ferramentas. A construção de abrigos é uma adaptação tecnológica esperada em climas glaciais. No entanto, até recentemente, acreditava-se que os neandertais eram basicamente nômades, e não teriam construído habitações ou exibido qualquer tipo de organização espacial do trabalho. Essa visão tem mudado mais recentemente em função de dois achados. Em um sítio, datado em pouco mais de 40 mil anos, denominado Molodova I, na Ucrânia, foram encontradas pilhas de ossos de mamute (cerca de três mil), com alguns deles acumulados em estruturas que sugerem a construção de abrigos com esse material (Figura 5.12). No artigo publicado no "Canadian Journal of Archaeology" em 2013, Julien Riel-Salvatore e seus colaboradores documentaram evidências de organização espacial semelhante ao *Homo sapiens* em uma caverna colapsada no noroeste da Itália, conhecida como Riparo Bombrini, de contexto Musteriense, com estratos datados entre 35 e 45 mil anos.

Quando falamos em neandertais, a maioria de nós tende a imaginar "homens das cavernas" com capacidades intelectuais limitadas, puxando suas mulheres pelos cabelos. Essa imagem não poderia estar mais distante da realidade. O *Homo neanderthalensis* foi capaz de se adaptar às condições climáticas mais rigorosas da Era Glacial. Há uma especificidade quase industrial em seus procedimentos, uma conexão entre o uso e o design de suas ferramentas. Pode-se dizer, sem exagero, que foram os neandertais os primeiros hominínios a explorar as possibilidades da manufatura com procedimentos padronizados compatíveis com requisitos de eficiência industrial.

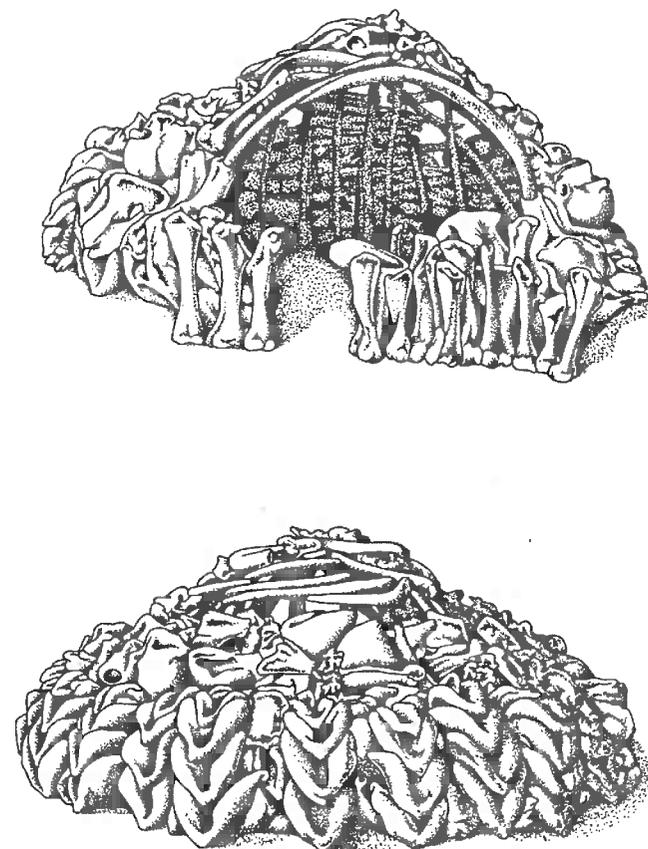


Figura 5.12 - Representação de um possível abrigo construído por neandertais com ossos de mamute. A frente do abrigo está representada no painel superior, enquanto a sua parte posterior está representada no painel inferior.

Ilustração: Marina Satie Kodaira de Medeiros

9. COMPORTAMENTO

Comportamentos não fossilizam. No entanto, é possível obter pistas sobre como os neandertais agiam e até como pensavam combinando fósseis e paleogenética com nosso conhecimento moderno em psicologia, etnografia e ecologia comportamental de primatas.

Por exemplo, em um artigo publicado no "PNAS" em 2011, Carles Lalueza-Fox, da Universidade Pompeu Fabra (em Barcelona, na Espanha),

e colaboradores descrevem os resultados do sequenciamento de mtDNA de 12 neandertais encontrados no sítio de El Sidrón, na região de Astúrias (Espanha). As evidências geológica e paleoantropológica permitiram afirmar que os indivíduos integravam o mesmo grupo social, que teria falecido ao mesmo tempo, soterrados por um desabamento. Foram encontrados três adultos, três adultos jovens, três adolescentes e três crianças. Dados morfológicos e ensaios para detecção de produtos do cromossomo Y indicaram que os adultos seriam um homem e duas mulheres, os adultos jovens seriam dois homens e uma mulher e os adolescentes eram possivelmente todos homens – não foi possível determinar o sexo das crianças. A análise do mtDNA permitiu a identificação de três linhagens maternas diferentes. Dentre os adultos e adultos jovens, as três fêmeas pertenciam a linhagens maternas diferentes, enquanto todos os homens pertenciam à mesma linhagem materna. Essa particular composição do grupo sugere um sistema social com residência patrilocal, ou seja, as mulheres viveriam junto à família de seu par. Se pudermos imaginar que esse era um grupo típico, também seria possível afirmar que neandertais viviam em grupos pequenos com baixa diversidade genética.

Também sabemos que os neandertais clássicos eram capazes de viver em regiões com clima glacial e que sua expectativa de vida pouco excedia os 40 anos. A prevalência de fraturas e de contusões em esqueletos de neandertais se assemelha àquela encontrada em peões de rodeio. A interpretação provável é que os neandertais habitualmente enfrentavam grandes animais no corpo a corpo. A análise do esmalte de seus dentes indica que pelo menos 39% deles teriam sofrido severas deficiências nutricionais na infância. Para colocar isso em perspectiva, o mesmo tipo de análise realizada em populações de esquimós do norte do Canadá encontrou que 38% apresentavam o mesmo tipo de deficiências. Isso é um resultado impressionante, considerando que os neandertais dispunham de tecnologias muito mais precárias. Claramente, os neandertais eram tão ou, provavelmente, mais resilientes do que nós.

Alguns espécimes encontrados parecem ter vivido por longos períodos em condições de saúde bastante precárias. O “Velho” de La Chapelle-aux-Saints tinha artrite bastante grave, um sério problema no quadril, uma costela quebrada – que se curou sozinha – e poucos dentes. Shanidar 1 (da caverna de Shanidar, no Iraque) apresenta traumas graves na perna e no pé direitos, tem uma

fratura na face esquerda, que provavelmente o deixou cego do olho esquerdo por um longo tempo antes de sua morte, e também perdeu parte do braço direito ainda em vida. Shanidar 3, que não foi contemporâneo de Shanidar 1, passou semanas com um ferimento de lança em uma de suas costelas antes de falecer. O mais intrigante é que uma série de experimentos demonstrou que esse ferimento parece ter sido ocasionado por uma lança arremessada. Um tipo de lança que não era confeccionada por neandertais, mas apenas pelo *Homo sapiens*! O aspecto fascinante dessas histórias é que muito provavelmente esses três indivíduos sobreviveram graças ao auxílio de seus pares, o que sugere que os neandertais se ajudavam e se relacionavam entre si de forma semelhante a nós.

Outro aspecto da vida neandertal que conseguimos reconstruir relativamente bem a partir de evidências arqueológicas é sua estratégia para obtenção de calorias. As estimativas, baseadas em sua massa corpórea típica e no alto nível de atividade física sugerida por sua robustez óssea e pelas grandes áreas de inserções musculares, indicam um consumo entre 3.000 e 5.500 calorias diárias – algo parecido com a necessidade calórica de um atleta em treinamento. Podemos aprender sobre a composição de sua dieta examinando as quantidades de certos isótopos de carbono e nitrogênio presentes nos ossos fossilizados. Essa técnica permite, inclusive, a identificação de quais herbívoros seriam responsáveis pelas proteínas consumidas. Dessa maneira, aprendemos que os neandertais que viviam no norte da Europa se alimentavam primordialmente de mamutes e rinocerontes lanosos.

Esse achado tem implicações comportamentais importantes. Esses animais eram enormes (maiores do que o elefante e o rinoceronte atuais) e estão muito longe de ser passivos e fáceis de acuar numa caçada, considerando que seu comportamento seria semelhante aos elefantes e aos rinocerontes modernos. A ausência no repertório neandertal de tecnologia de lanças que pudessem ser arremessadas à distância acrescenta ainda mais dificuldades à tarefa. Pistas sobre as técnicas utilizadas são encontradas em uma série de sítios espalhados pela Europa Ocidental até o Cáucaso. Em La Cotte de St. Brelade, um penhasco que hoje está parcialmente coberto pelo Canal da Mancha, mas que durante a Era Glacial era parte de uma península, foram encontrados restos de 11 mamutes e três rinocerontes lanosos que teriam despencado de uma altura de 50 metros. Ossos de mamutes e rinocerontes

lanosos são muito grandes para serem carregados. Assim, é provável que os animais tenham sido descarnados no próprio local. Seguindo essa linha de raciocínio, os restos encontrados em La Cotte são compatíveis com uma estratégia de caça que emprega o uso do relevo à favor do caçador.

Outro aspecto que merece menção é que não há evidências de que os neandertais discriminassem a participação de homens e mulheres no processo de obtenção de calorias. Entre caçadores-coletores modernos, é mais comum que as mulheres se especializem na coleta de alimentos, que correspondem à maioria das calorias no longo prazo, enquanto os homens se responsabilizam principalmente pela caça. A análise das contusões nos esqueletos neandertais mostra que ambos os sexos apresentavam muitas lesões; no entanto, há maior prevalência de lesões nos homens do que nas mulheres. Dessa maneira, é provável que ambos os sexos se dedicassem à caça, porém, as mulheres seriam responsáveis por atividades mais seguras. Considerando uma estratégia de caça voltada a conduzir manadas de grandes animais para armadilhas do relevo, é plausível que as mulheres e crianças fizessem o trabalho de assustá-los à distância enquanto os homens seriam responsáveis por matá-los de perto com lanças. Após a consumação, talvez todos ajudassem a carregar a carne de volta ao acampamento.

O comportamento de caça dos neandertais sugere indivíduos capazes de elaborar estratégias complexas e cooperativas. Sugere também indivíduos capazes de selecionar e memorizar características do terreno que fossem úteis para a execução dessas estratégias. Além disso, a aparente insistência por mais de 100 mil anos na utilização de técnicas de caça que exigiam contato físico quase direto com mamutes de 4 metros de altura e 8 toneladas parece sugerir indivíduos com níveis de autoconfiança num padrão muito acima ou aversão ao risco num padrão muito abaixo do que observamos em humanos modernos.

Apesar da participação preponderante de grandes mamíferos na dieta neandertal, temos evidência de que eles adaptavam sua dieta e estratégias de subsistência aos recursos locais. Em dois sítios em Gibraltar, conhecidos como cavernas Vanguard e Gorham, descobriu-se que há 50 mil anos neandertais frequentemente visitavam o local para consumir moluscos, peixes, focas e golfinhos.

Análises químicas e de microfósseis presentes no tártaro acumulado nos dentes têm permitido constatar que a dieta neandertal também consistia de

vegetais cozidos. No entanto, o mais intrigante resultado da análise de microfósseis é a identificação de substâncias presentes em plantas de gosto muito amargo, sem nenhum valor nutricional, mas com potenciais aplicações medicinais. Uma possibilidade seria que as diferenças genéticas entre nós e os neandertais fossem tais que os impossibilitassem de sentir gostos amargos. Essa capacidade em humanos modernos está relacionada à habilidade de detectar a presença de feniltiourea, que é mediada pelo gene TAS2R38. Utilizando técnicas de replicação de DNA, verificou-se que pelo menos um indivíduo proveniente do sítio de El Sidrón, no noroeste da Espanha, possuía um alelo do TAS2R38 associado a humanos capazes de sentir gostos amargos. Esses achados parecem sugerir que neandertais não só se alimentavam também de vegetais como podem tê-los utilizado medicinalmente.

O caráter onívoro da dieta neandertal foi confirmado recentemente em análise química de coprólitos (fezes fossilizadas) encontrados no sítio de El Salt (Espanha) e datados em 50 mil anos, em um artigo publicado na revista "PLOS ONE" em 2014 por Ainara Sistiaga, da Universidade de La Laguna (Espanha), e colaboradores.

Na confecção de suas ferramentas, os neandertais empregavam a técnica de preparação de núcleos conhecida como Levallois. Os artefatos, que encontramos aos milhares, permitem-nos afirmar que faziam isso com grande destreza, adaptando suas técnicas de acordo com a disponibilidade de materiais e com a função de cada ferramenta. As ferramentas ainda eram empregadas à exaustão, sendo modificadas sucessivas vezes e adaptadas a novos usos. A arqueologia experimental nos permite concluir que, para aprender a técnica Levallois, seria necessária atenção e capacidade de perceber a intenção de quem produz uma ferramenta, ou seja, a técnica sugere um certo nível cognitivo seguramente muito superior ao observado em monos modernos. Certamente, a difusão de técnicas como Levallois, destilação seca, caça utilizando características do relevo, impermeabilização do couro, controle do fogo e uso de plantas medicinais seria muito mais eficiente empregando algum tipo de linguagem. O uso ubíquo dessas tecnologias, ao lado do gene FOXP2 e da evidência para funcionamento semelhante do hioide, parecem ser fortes indicativos da existência de algum tipo de comunicação falada, ainda que precária.

Se, por um lado, a evidência de que neandertais utilizavam algum tipo de comunicação falada complexa parece convincente, por outro, temos dificuldade

de reconhecer nos artefatos encontrados sinais de pensamento simbólico. As evidências de que os neandertais se envolvessem com arte ou rituais – típicos marcadores de pensamento simbólico – ainda são bastante tênues.

Em um artigo na revista “Science” de 2012, A.W.G. Pike, da Universidade de Bristol (Inglaterra), e colaboradores utilizaram datação por série de urânio (*U-Series*, veja o quadro 5.2) para atribuir idade mínima às pinturas encontradas em cavernas no norte da Espanha. Pinturas, em geral, não são feitas utilizando pigmentos orgânicos, o que impossibilita datação por decaimento de carbono-14. No entanto, nessas cavernas as pinturas são encontradas recobertas por um escorrimento de calcita (calcita diluída em água), e a calcita funciona como um depósito natural de urânio. As medidas podem ser feitas utilizando amostras de apenas 10 mg do material, o que permite o uso da técnica com dano mínimo nas pinturas. A datação da cobertura de calcita possibilita a atribuição de uma idade mínima às pinturas recobertas. Usando ferramentas como brocas de dentista, os pesquisadores coletaram amostras de 11 cavernas da região, entre elas, Altamira e El Castillo. Em El Castillo, encontrou-se, em meio ao famoso “Panel de las Manos” (Painel das Mãos), um círculo vermelho com idade estimada superior a algo no intervalo entre 42 e 40,8 mil anos. Essa idade cria um dilema considerável, pois os sinais mais antigos da presença de *Homo sapiens* no norte da Espanha foram encontrados no sítio de Morin e datam, com 95% de confiança estatística, entre 42,8 e 40 mil anos. Dessa forma, duas explicações são plausíveis. Uma alternativa é que, apesar da evidência de sua presença na região ser rara no período em que o círculo de El Castillo teria sido produzido, os homens modernos da cultura conhecida como Proto-Aurinhacense poderiam ter começado a fazer pinturas logo que entraram na Europa. A outra alternativa é que, embora a produção de arte por neandertais pareça rara, sua presença na região na época em que o círculo foi produzido é quase certa, o que os coloca como suspeitos naturais de serem os autores da mais antiga pintura rupestre já encontrada.

Num artigo publicado em 2010 na “PNAS”, João Zilhão, da Universidade de Bristol, e colaboradores descrevem a descoberta de uma grande quantidade de conchas perfuradas em dois sítios associados a neandertais. Conhecidos como “Cueva de los Aviones” e “Cueva Antón”, ambos localizados em Múrcia (Espanha), esses sítios são datados em cerca de 50 mil anos. Esses artefatos apresentam evidência residual de aplicação de pigmentos coloridos e foram

encontrados em associação a restos de corantes amarelo e vermelho cujas fontes situam-se a quilômetros do local. A evidência de algum comportamento simbólico é bem menos óbvia do que a que vemos no *Homo sapiens* a partir de 40 mil anos atrás, mas é sólida.

QUADRO 5.2 – DATAÇÃO POR SÉRIE DE URÂNIO EM AMOSTRAS DE CALCITA

O urânio-234 é instável e decai rapidamente (na escala geológica), com meia-vida de 245 mil anos. O processo de transmutação se inicia com o urânio-238, bem mais estável, com meia-vida de 4,5 bilhões de anos. O urânio-238 decai a tório-234, com meia-vida de apenas 27 dias, e depois, a proactinium-234, também com meia-vida de 27 dias, até chegar ao urânio-234. O processo continua com transmutação em tório-230 (meia-vida de 75 mil anos), rádio-226 (meia-vida de 1.600 anos) e assim por diante, até chegar ao chumbo-206, que é estável. O urânio-234 é instável e decai rapidamente (na escala geológica), com meia-vida de formação da calcita, enquanto o tório-230 não é. Dessa forma, é possível garantir que átomos de tório-230 ou rádio-226 encontrados em amostras de calcita resultem exclusivamente do processo de decaimento de urânio-234. Como o tempo de decaimento do urânio-234 é conhecido, é possível datar o material comparando a quantidade de tório ou rádio com a quantidade de urânio-234 em uma amostra. É possível, assim, datar com alguma segurança idades entre 1 milhão e 300 mil anos.

Sobre a questão de que se haviam sepultamentos intencionais ou mesmo rituais entre os neandertais, uma equipe de cientistas liderada por William Rendu, do CNRS e da Universidade de Nova York (Estados Unidos), publicou um importante artigo em 2014 na “PNAS”. Os pesquisadores afirmam que o sítio de La Chapelle-aux-Saints apresenta evidência suficiente para concluirmos que os neandertais realizavam sepultamentos intencionais. Eles argumentam que é possível afirmar que os corpos foram cuidadosamente depositados em covas rasas em uma caverna que não mostra evidências de uso para hibernação por outros animais, ou de modificações devido à presença de carnívoros. A dificuldade novamente está na ausência de artefatos claramente simbólicos no local de sepultamento, e o tema ainda é alvo de debate acalorado.

Apesar de várias semelhanças importantes no uso que faziam da tecnologia, os neandertais diferem dos humanos modernos num ponto central: sua capacidade para inovação é persistentemente menor. Alguns artefatos claramente exibem propriedades de inovação. O processo de fixação de pontas de lança é um desses artefatos. Há clara evidência de que ferramentas diferentes eram produzidas por modificações de ferramentas anteriores e que processos de tentativa e erro ocorriam. Os neandertais, no entanto, permaneceram com algumas poucas dúzias de ferramentas por dezenas de milhares de anos. Não há nada parecido com o processo de mudanças cumulativas com enorme número de variantes observado no *Homo sapiens*. Processo que levou, nas mesmas dezenas de milhares de anos, aos bilhões de ferramentas diferentes que hoje nos cercam. Tudo indica que havia algo muito diferente de nós na maneira de pensar dos neandertais.

10. EXTINÇÃO

Por que os neandertais teriam desaparecido da Terra? Essa é uma pergunta difícil de responder e muitos pesquisadores da área propuseram hipóteses que tentam desvendar esse mistério.

O sítio mais recente em que foram encontrados restos de neandertais fica na Península Ibérica e é datado de cerca de 30 mil anos. Essa data é próxima à que temos para o aparecimento de *Homo sapiens* na Europa, há 40 mil anos. Isso indicaria uma convivência de cerca de 10 mil anos entre *sapiens* e neandertais na região. Entretanto, há controvérsias em relação a essas datações, devido às limitações da tecnologia de datação disponível – ou seja, futuramente, é possível que esses valores sejam revisados.

Uma hipótese para a extinção dos neandertais diz respeito à variação climática a que os neandertais estavam sujeitos, pois o período entre 60 mil e 25 mil anos atrás, chamado de OIS 3 (“Oxygen Isotope Stage 3”, ou Estágio do Isótopo de Oxigênio 3), é considerado o período mais instável da última Era Glacial. Durante o OIS 3, ocorreu o evento Heinrich 4 (“Heinrich Event 4”, H4), no qual grandes pedaços de gelo (icebergs) foram liberados no Oceano Atlântico, impedindo a corrente do golfo de transportar águas mais quentes até a Europa. Embora seja verdade que os neandertais não eram totalmente estranhos a essas mudanças climáticas bruscas e a viver sob temperaturas gélidas, um fator que pode ter afetado a vida dos neandertais é a disponibilidade de alimentos, uma

vez que sua fonte primária de energia era a carne de animais. Após o H4, ocorrido há cerca de 39 mil anos, é possível que tenha havido uma deterioração do habitat usual dos neandertais. Isso nos daria uma explicação para a locomoção dos neandertais em direção à Península Ibérica.

Uma segunda hipótese se refere à exclusão competitiva. William Banks, da Universidade de Bordeaux 1 (França), e seus colegas afirmam que é mais provável que os neandertais tenham desaparecido por competição com os humanos modernos. Utilizando um algoritmo chamado GARP⁵, o grupo mostrou que os neandertais e os humanos comportamentalmente modernos ocupavam os mesmos nichos ecológicos antes e durante o evento H4. Após o período de frio, houve um período de clima mais quente, chamado “Greenland Interstadial 8” (GI 8). Nesse período, enquanto houve uma expansão nos nichos dos *Homo sapiens*, os locais ocupados pelos neandertais se reduziram à Península Ibérica. Evidências arqueológicas corroboram essa informação. A partir da análise de três sítios arqueológicos, Paul Mellars e Jennifer French, da Universidade de Cambridge (Inglaterra), concluíram que a população de humanos comportamentalmente modernos era 10 vezes maior do que a população de neandertais na época em que os neandertais começaram a desaparecer.

Será que nossos parentes humanos antigos teriam exterminado todos os neandertais? Embora isso possa ter ocorrido, uma explicação mais plausível sobre porque a competição de nichos com humanos teria levado os neandertais à extinção é a ideia de que os neandertais tinham uma dieta mais restritiva, com alto consumo de carne de determinados animais terrestres. Já os humanos modernos pareciam consumir uma variedade de alimentos provenientes tanto da terra, incluindo pássaros e plantas, quanto do mar. Essa evidência vem da análise de isótopos estáveis nos ossos de neandertais com idades entre 100 mil e 32 mil anos e somente é possível pois certos tecidos de um organismo, como o colágeno do osso, preservam sua composição isotópica (obtida através da dieta do organismo durante a formação do tecido) por até milhares de anos. Além disso, já vimos que o corpo robusto dos neandertais fazia com que eles tivessem uma alta demanda energética, o que pode ter tornado a indisponibilidade de carne de

⁵ GARP é um algoritmo genético que cria modelos de nichos ecológicos para espécies a partir de dados como os locais em que as espécies foram encontradas e as camadas geológicas que representam os parâmetros ambientais ligados à sobrevivência das espécies.

grandes mamíferos, devido ao surgimento de uma espécie competidora, muito mais crucial para sua sobrevivência.

Uma terceira hipótese é a de que os neandertais já eram uma população em declínio quando os *Homo sapiens* chegaram ao território europeu. Love Dalén, do Museu Sueco de História Natural, e outros pesquisadores analisaram o DNA mitocondrial de 13 neandertais com o objetivo de reconstruir sua história demográfica. Seus resultados mostraram que houve diminuição na variação genética de neandertais mais recentes (com menos de 48 mil anos) da Europa Ocidental comparada à variação genética obtida de neandertais mais antigos e neandertais do leste europeu. Isso sugere que a população neandertal da Europa Ocidental foi dizimada e que um grupo pequeno de neandertais, de regiões próximas, tenha recolonizado a Europa Ocidental e a Europa Central durante um período de 10 mil anos antes de desaparecerem.

As razões para a extinção dos neandertais continuam a ser debatidas pela comunidade científica e até o momento não existe consenso sobre que hipótese é a mais plausível. Além das hipóteses citadas, existem ainda explicações que levam em conta a aparente superioridade cognitiva dos *Homo sapiens* em relação aos neandertais, considerando aspectos tecnológicos, como técnicas de caça à distância, o uso de vestimentas e abrigos, e aspectos sociais, afirmando que os *Homo sapiens* estariam mais bem preparados para lidar com redes sociais maiores. Ao analisar esses modelos sobre o desaparecimento dos neandertais, o que se torna evidente é que é necessária mais pesquisa até que possamos descobrir por que somos os únicos hominínios na Terra atualmente.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos neste capítulo que os neandertais tiveram bastante sucesso entre 170 mil e 30 mil anos atrás, ocupando a Europa – do sul da Grã-Bretanha até Gibraltar –, Israel, Iraque, atravessando a Ásia pelo Usbequistão e chegando até as cavernas de Okladnikov, no sul da Sibéria. E, apesar de nunca ter sido encontrado um único esqueleto completo de um neandertal, já foram encontrados mais de 400 indivíduos da espécie, o que possibilitou até a montagem de um esqueleto completo plausível a partir da combinação de quatro indivíduos (Figura 5.8). O resultado está exposto no Museu de História Natural de Nova York, e pode ser adquirido por cerca de 15 mil dólares.

Com essa riqueza de evidências, podemos afirmar que sabemos mais sobre os neandertais do que sobre qualquer outra espécie de hominínio arcaico. Conhecemos seu genoma completo, seus hábitos alimentares e até mesmo seu hábito de limpar os dentes e de usá-los como ferramentas. Sabemos que costumavam entrar em combate corpo a corpo com grandes animais, que amarravam peles aos seus corpos para se protegerem do frio e que confeccionavam ferramentas de pedra e madeira. Sabemos ainda que preparavam uma supercola usando o que talvez seja o primeiro processo industrial da história e que suas crianças se desenvolviam um pouco mais rápido do que as nossas, mas mais lentamente do que ocorria com o *Homo erectus*.

Esses indivíduos viviam em grupos patrilocais menores do que os grupos de humanos do Paleolítico Superior. Eles eram capazes de ações coletivas que exigiam alto grau de coordenação, como a caça de grandes mamíferos, como mamutes e rinocerontes lanosos. Seu cérebro era um pouco maior que o nosso, como adaptação às baixas temperaturas, e organizado de forma diferente, com maior investimento de recursos no processamento visual. Seus corpos eram semelhantes em robustez ao de atletas, mas eles provavelmente não eram muito ágeis, nem eram bons corredores. Comiam muita carne, mas também comiam vegetais. Enterravam os mortos, mas não temos certeza se esse era um comportamento ritualístico, e praticavam o canibalismo. Apesar de todas as semelhanças, há uma diferença que nos salta aos olhos: não há evidência clara de que produziam algum tipo de arte. Certamente não produziam arte com a mesma sofisticação do *Homo sapiens*, ao menos a partir da cultura Aurinhacense. Mesmo assim, é surpreendente que uma espécie parecida com os seres humanos em tantos aspectos tenha desaparecido. As hipóteses para a extinção dos neandertais são variadas, porém, como vimos, é possível que a população de neandertais já viesse declinando antes mesmo da chegada dos humanos modernos. A competição extra com uma espécie com maior capacidade tecnológica e criativa pode ter sido, afinal, somente um último obstáculo intransponível para os *Homo neanderthalensis*.

O passo da ciência continua em movimento acelerado, e a cada mês aprendemos algo novo. Conforme surgem novas evidências e interpretações, descobrimos mais características que aproximam as espécies *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis*. Ao mesmo tempo, paradoxalmente, descobrimos diferenças intrigantes. No próximo capítulo, trataremos de nossa própria espécie.

QUADRO 5.3 – O QUE HÁ DE NOVO NO FRONT?**1. Os híbridos entre neandertais e *sapiens* eram viáveis?**

Sabemos que houve intercruzamento entre neandertais e *sapiens*. A evidência, no entanto, exibe uma assimetria que requer explicação: enquanto o DNA autossômico apresenta traços claros de intercruzamento, o DNA mitocondrial, proveniente apenas das mulheres, não aponta para isso. Em outras palavras: o típico par interespecie fértil continha uma fêmea *sapiens* e um macho neandertal. A evidência para intercruzamento aparece ao acharmos em genomas de populações modernas da Eurásia alelos presentes em neandertais, mas ausentes em populações africanas. Num artigo na revista “Nature” de março de 2014, um grupo de pesquisadores comparou genomas de 1.000 humanos modernos da Ásia e da Europa com o genoma de um neandertal do Altai e 176 genomas provenientes de uma população tradicional da Nigéria. Localizando haplótipos neandertais, o grupo construiu um mapa de regiões do genoma nos quais os alelos neandertais foram preservados e regiões nas quais foram eliminados. Uma das regiões com haplótipos neandertais preservados está relacionada à formação de queratina, uma proteína que entra na composição da pele e do cabelo. Outras regiões com hibridismo preservado estão associadas a doenças como lúpus, cirrose biliar, doença de Crohn e diabetes Tipo 2. Tais associações com doenças nos permitem identificar que tipos de funções seriam diferentes entre *sapiens* e neandertais. As áreas com ausência de alelos derivados de neandertais são igualmente informativas, pois poderiam indicar eliminação de genes por seleção natural. A análise de genes cuja expressão está associada de forma específica a 16 tecidos humanos mostrou ausência marcante de alelos neandertais em genes expressos desproporcionalmente nos testículos. Essa observação é compatível com a hipótese de fertilidade reduzida em machos híbridos.

2. Mesmos genes se expressam diferentemente entre humanos modernos e neandertais

Mecanismos genéticos não determinam sozinhos como um indivíduo é construído. Mecanismos adicionais, denominados epigenéticos, também são essenciais. Um desses mecanismos é o padrão de expressão gênica. Em mamíferos é sabido que genes podem ser ligados ou desligados durante o processo de desenvolvimento, através do processo de metilação. Nesse processo, as citosinas

que compõem as sequências de DNA recebem radicais metila (um derivado do metano com um hidrogênio a menos e símbolo CH_3 -). Ocorre que as citosinas em fósseis preservados decaem de forma diferente, dependendo de estarem metiladas ou não por ocasião da morte do indivíduo. Remontando os fragmentos de DNA coletados desses fósseis e medindo as quantidades dos produtos desse decaimento é possível construir mapas de expressão gênica de espécimes fósseis, ou seja, é possível determinar quais genes estavam desativados nesses indivíduos e comparar esse padrão de ativação com humanos modernos. Num trabalho publicado na revista “Science” em maio de 2014, essas comparações revelaram cerca de duas mil regiões com padrão de ativação diferente em neandertais. Em particular, observou-se um padrão diferente entre *sapiens* e neandertais no “cluster” de genes conhecido como HoxD. O HoxD está relacionado ao desenvolvimento da estrutura óssea em humanos. Assim, as diferenças encontradas poderiam estar relacionadas às diferenças morfológicas entre neandertais e *sapiens*. De forma intrigante, também foram encontradas nos espécimes neandertais e denisovanos examinados hipermetilação em regiões que em humanos modernos estão associadas a desordens neurológicas tais como esquizofrenia e autismo.

3. Neandertais e hibridização com outros humanos arcaicos

A morfologia do labirinto ósseo tem sido vista até o momento como uma característica distintiva do *Homo neanderthalensis*. Em um artigo publicado no “PNAS” em junho de 2014, Xiu-Jie Wu, da Academia Chinesa de Ciências, Erik Trinkaus, da Universidade de Washington em St. Louis (Estados Unidos), e colaboradores descrevem análises morfológicas do labirinto ósseo de quatro espécimes do gênero *Homo* encontrados na China nos últimos 40 anos. Os espécimes consistem de crânios de um *Homo erectus* datado em 1,15 milhão de anos (Lantian 1) e de um segundo *erectus* datado em 412 mil anos (Hexian 1). Também tem fragmentos de crânio de um espécime humano arcaico do Pleistoceno tardio de 123 mil anos (Xujiayao 15) e um crânio do *Homo sapiens* quase completo de cerca de 68 mil anos (Liujiang 1). A estrutura dos canais semicirculares foi reconstruída utilizando tomografia computadorizada. Para surpresa dos pesquisadores, as dimensões do labirinto do espécime Xujiayao 15 se mostraram compatíveis às de um neandertal. Embora fósseis do pós-crânio estejam ausentes para esse espécime, é possível afirmar, em geral, que os humanos arcaicos encontrados na China sejam distintos dos neandertais. A presença desse espécime contemporâneo dos

neandertais, com anatomia da orelha interna neandertal mas morfologicamente distinto, levanta uma série de questões que podem complicar a imagem que temos do processo de evolução de nossa linhagem no final do Pleistoceno Médio e início do Pleistoceno Superior. Duas explicações possíveis seriam: 1) a estrutura diferente dos canais semicirculares não é exclusividade do *Homo neanderthalensis*; 2) o espécime seria um híbrido entre neandertais e outra espécie de humanos arcaicos (*Homo heidelbergensis* ou denisovano). Conforme vamos coletando novas evidências, o modelo da treliça (veja o próximo capítulo), envolvendo hibridização, vai ficando paulatinamente mais plausível.

SUGESTÕES PARA LEITURA:

Wynn, T., Coolidge F.L. 2011. How to Think Like a Neandertal. Oxford University Press, Oxford (Reino Unido).

Jordan, P. 2013. Neanderthal: Neanderthal Man and the Story of Human Origins, 2ª edição. The History Press, Stroud.

Pääbo, S. 2014. Neanderthal Man: In Search of Lost Genomes. Basic Books, Nova York (EUA).

Papagianni, D., Morse M.A. 2013. The Neanderthals Rediscovered: How Modern Science is Rewriting Their Story. Thames & Hudson, Londres (Reino Unido).

Finlayson, C. 2009. The Humans Who Went Extinct: Why Neanderthals Died Out and We Survived. Oxford University Press, Oxford (Reino Unido).