

# Ciência&Ambiente



48

**Evolução Humana**

- 3 APRESENTAÇÃO
- 5 PRÓXIMA EDIÇÃO
- 7 NATUREZA E CULTURA  
*Paulo C. Abrantes*
- 23 PRIMEIRAS TEORIAS SOBRE A EVOLUÇÃO HUMANA  
CÉREBRO AVANTAJADO VERSUS POSTURA ERETA, DO ANTHROPITHECUS AO AUSTRALOPITHECUS  
*Nelio Bizzo*
- 43 EVOLUÇÃO HUMANA  
UMA HISTÓRIA DE OSSOS E DNA  
*Fabrcio R. Santos*
- 67 HUMANITY'S ORIGINS  
*Bernard Wood*
- 79 EVOLUÇÃO DA HISTÓRIA DE VIDA HUMANA  
*Pedro Da-Gloria*
- 95 A INDÚSTRIA LÍTICA DOS HOMINÍNEOS  
DO PLIOCENO AO PLEISTOCENO  
*Lucas Henriques Viscardi e Maria Cátira Bortolini*
- 107 WAS HUMAN EVOLUTION DRIVEN BY  
PLEISTOCENE CLIMATE CHANGE?  
*Lúcia Neco e Peter J. Richerson*
- 119 A EMERGÊNCIA DA LINGUAGEM,  
DA ARTE E DO PENSAMENTO SIMBÓLICO  
UM TESTE NEANDERTAL DAS HIPÓTESES EM CONFRONTO  
*João Zilhão*
- 137 O PENSAMENTO SIMBÓLICO COMPLEXO:  
ORIGENS E CONTROVÉRSIAS  
REFLEXÕES A PARTIR DE EVIDÊNCIAS DE ADORNOS, PRÁTICAS FUNERÁRIAS E ARTE  
*Claudia Rodrigues-Carvalho*
- 149 BETWEEN SKEPTICS AND ADAPTATIONISTS  
NEW PROSPECTS FOR HUMAN LANGUAGE EVOLUTION  
*Telmo Pievani*

- 165 COEVOLUÇÃO GENE-CULTURA  
*Rafael Bisso-Machado, Tábita Hünemeier e Maria Cátira Bortolini*
- 175 EVOLUÇÃO HUMANA, BIOLOGIA, CULTURA  
E O AMBIENTE IATROGÊNICO DA MODERNIDADE  
*Hilton P. Silva*
- 187 PESQUISAS SOBRE EVOLUÇÃO HUMANA NO BRASIL  
*Francisco M. Salzano*
- 199 PODEMOS CLASSIFICAR E DIVIDIR HUMANOS EM RAÇAS?  
*Silviene Fabiana de Oliveira, Ana Carolina Arcanjo e Nilda Maria Diniz Rojas*
- 217 PRÉ-HISTÓRIA DA REGIÃO DO  
PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA  
*Niéde Guidon*
- 231 NATURALIZANDO O COMPORTAMENTO E A CULTURA  
*Gustavo Leal Toledo*
- 245 GENTILEZA GERA GENTILEZA  
A EVOLUÇÃO DA COOPERAÇÃO  
*Maria Emília Yamamoto, Wallisen Tadashi Hattori, Felipe Nalon Castro e Anuska Irene de Alencar*
- 257 A TEORIA DOS SISTEMAS ENTRE A SOCIOLOGIA E A BIOLOGIA  
*Fábio Portela L. Almeida*
- 271 LA TRANSICIÓN SOCIAL EN EL GÉNERO *HOMO*  
DE LAS JERARQUÍAS DE DOMINACIÓN AL IGUALITARISMO  
*Carlos Arturo Plazas e Alejandro Rosas*
- 289 CONFLITO E COOPERAÇÃO NA EVOLUÇÃO HUMANA  
*Paulo C. Abrantes*
- 303 INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO
- 304 INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN/COMMENT PUBLIER

*Anaximandro de Mileto pensou que da água e da terra aquecidas surgiram ou peixes ou seres muito semelhantes aos peixes; nestes cresceu o homem, sob a forma de embrião retido dentro deles até à puberdade; só então os seres semelhantes a peixes se romperam e deles saíram os homens e as mulheres já capazes de se alimentarem.<sup>1</sup>*

*Muitas criaturas nasceram com rostos e seios de ambos os lados, descendentes de boi com rostos de homem, enquanto outros surgiam como descendentes de homem com cabeças de boi, criaturas compostas em parte de macho, em parte da natureza da fêmea, e providas de partes sombreadas [ou estéreis, Diels].<sup>2</sup>*

*Onde quer que, então, tudo resultasse como teria resultado, se acontecesse com um propósito, nesse caso as criaturas sobreviviam, acidentalmente compostas de forma adequada; mas onde isto não acontecia, as criaturas morriam e ainda continuam a morrer, como Empédocles diz dos seus “descendentes de boi com rostos de homem”.<sup>3</sup>*

O tópico das origens do Homem tem intrigado e captado a imaginação de todos os grupos culturais, que criaram vários tipos de narrativas a respeito. O que está em jogo é, nada mais nada menos, que a nossa autoimagem e uma compreensão do lugar que ocupamos na Natureza. Esse tópico tem, por isso, gerado controvérsias intensas que não surgiram, evidentemente, com a teoria de Darwin, mas se enraízam de modo profundo na história do pensamento ocidental, como demonstram as referências, em epígrafe, às ideias

dos pré-socráticos Anaximandro e Empédocles. Efetivamente, será difícil encontrar um tema mais relevante para a filosofia e para as ciências do que o abordado neste número especial de *Ciência & Ambiente*.

Confesso que, ao receber o convite para organizá-lo, fiquei dividido entre a excitação de aceitar o desafio e o receito de não estar à altura. O primeiro sentimento prevaleceu, e cá estamos, meses depois, com este volume, que os leitores saberão julgar.

Uma das dimensões do desafio, que poderia (ou deveria) me ter paralisado, decorre da minha convicção de que a evolução humana não pode ser tratada, de forma minimamente adequada, sem a colaboração de especialistas das mais diversas áreas do conhecimento, com seus recursos conceituais e métodos próprios. Efetivamente, as diversas dimensões que esse tópico envolve impedem que possa ser abarcado, em sua complexidade, por uma área particular, ou tratado segundo uma única perspectiva.

De acordo com esse espírito, a presente edição de *Ciência & Ambiente* é fruto de um esforço que se pretende integrador: dele participam pesquisadores em antropologia, biologia, psicologia, filosofia, história e direito, para mencionar somente as grandes áreas em que trabalham, sem entrar em suas respectivas especialidades. Como não tinha conhecimento suficientemente amplo das pessoas que realizam pesquisas relevantes sobre essa temática em todas as suas dimensões, tive que localizá-las de diversos modos. Conteí, sobretudo, com as indicações de vários colaboradores deste número especial. Seguramente outras pessoas, que não estão aqui representadas, poderiam ter dado grandes contribuições para este trabalho coletivo. Algumas delas foram efetivamente convidadas, mas, por razões diversas, não puderam aceitar a demanda. Outras não foram lembradas simplesmente por meu desconhecimento

do seu trabalho; peço-lhes sinceras desculpas pela eventual omissão. De toda forma, as limitações de tamanho deste volume me impediram de ampliar, ainda mais, o número de colaboradores, que já é bastante expressivo.

Agradeço de modo especial aos que aceitaram participar deste empreendimento, pela confiança que depositaram em mim e por prestigiarem, com sua competência, a revista *Ciência & Ambiente*. Esses agradecimentos são extensivos aos editores do periódico, pela total liberdade que me concederam para organizar este número especial.

Pedi aos colaboradores que escrevessem os seus textos tendo em vista um público amplo, não se restringindo aos seus pares no meio acadêmico, o que exige um esforço adicional para adequar a linguagem, esclarecer os conceitos básicos e explicitar os pressupostos da sua argumentação. Espero que esta edição possa proporcionar aos leitores uma visão acurada do estado da arte e que contribua para aproximar áreas que, frequentemente, abordam o tema da evolução humana de forma estanque e com foco restrito.

Se esses objetivos forem atingidos, mesmo que de forma parcial, sentir-me-ei gratificado e terei cumprido uma missão que é própria da filosofia: a de integrar abordagens e estabelecer conexões entre diferentes áreas do conhecimento, contrapondo-se à sua fragmentação e a visões por demais estreitas da realidade.

Prof. Paulo C. Abrantes  
Universidade de Brasília

<sup>1</sup>Segundo Censorino *In: KIRK, G. & RAVEN, J. Os filósofos pré-socráticos*. Lisboa: Gulbenkian, 1982. p. 138.

<sup>2</sup>Empédocles segundo Eliano *In: KIRK, G. & RAVEN, J. Op. cit.* p. 349.

<sup>3</sup>Aristóteles, *Phys.*, B 8, 198 b 29 *In: KIRK, G. & RAVEN, J. Op. cit.* p. 349.

O próximo número da revista *Ciência & Ambiente* será dedicado à **Reserva Natural Vale**, área de cerca de 23 mil hectares mantida desde 1955 pela Companhia Vale do Rio Doce, na região norte do Espírito Santo, Brasil.

O espírito que move os idealizadores da 49ª edição é o de publicar uma compilação abrangente de informações produzidas a partir de estudos científicos realizados na Reserva. Pretende-se que esse esforço de síntese inclua aspectos históricos, florísticos, faunísticos, paleoambientais, além da análise de valoração econômica.

Os editores convidados serão **Maria Cecília Martins Kierulff**, PhD em Biologia e pós-doutoranda na Universidade Federal do Espírito Santo, e **Renato S. Bérnils**, doutor em Zoologia e professor na mesma Universidade.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

REITOR	Paulo Afonso Burmann
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS	Irineo Zanella – Diretor
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS	Sônia Terezinha Zanini Cechin – Diretora
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS	Mauri Leodir Löbler – Diretor
EDITOR	Delmar Antonio Bressan
EDITOR CONVIDADO	Paulo C. Abrantes
CONSELHO EDITORIAL	Beatriz Teixeira Weber Élgion Loreto José Newton Cardoso Marchiori Miguel Antão Durlo Ronai Pires da Rocha Ronaldo Mota Zília Mara Scarpari
CONSELHO CONSULTIVO	Alvaro Mones André Furtado Andrey Rosenthal Schlee Antonio Augusto Passos Videira Antonio Carlos Robert Moraes Aziz Nacib Ab’Sáber ( <i>in memoriam</i> ) Emilio Ulibarri Franz Andrae Luiz Antonio de Assis Brasil Marcelo Leite Pascal Acot
PREPARAÇÃO, TRADUÇÃO E REVISÃO DE TEXTOS	Zília Mara Scarpari
CAPA, EDITORAÇÃO DE TEXTO E PROGRAMAÇÃO VISUAL	Valter Antonio Noal Filho
ILUSTRAÇÃO DA CAPA	Emiliano Bellini
IMPRESSÃO E ACABAMENTO	Gráfica Pallotti/Santa Maria

---

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.

UFSM - v. 1, n.1 (jul. 1990) - .- Santa Maria :

Semestral  
n. 48 (jan./jun. 2014)

CDD:605 CDU:6(05)

---

Ficha elaborada por Marlene M. Elbert, CRB 10/951

ISSN 1676-4188

A revista *Ciência & Ambiente* é indexada ao  
LATINDEX – Sistema Regional de Información en Línea  
para Revistas Científicas de América Latina,  
el Caribe, España y Portugal.

*Ciência & Ambiente*

Prédio 13/CCNE – Sala 1122 – Campus Universitário – Camobi  
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil  
Fone/Fax: (55) 32208735 e (55) 32208444/ramal 30  
ciencia.ambiente@ufsm.br – www.ufsm.br/cienciaambiente

# NATUREZA E CULTURA

---

*Paulo C. Abrantes*

A dicotomia natureza/cultura talvez seja, ainda hoje, o maior obstáculo para um tratamento adequado da evolução humana, em toda a sua complexidade. Entre outras implicações, impede a participação, nesse empreendimento, de especialistas de diferentes áreas do conhecimento, tanto aqueles oriundos das ciências naturais quanto os das ciências sociais. Neste artigo, indicam-se as origens dessa dicotomia e examinam-se algumas propostas recentes para superá-la.

## Esboço de uma história

A história de como se cristalizou a dicotomia natureza/cultura (*nature/nurture*) é bastante conhecida, mas convém recapitulá-la em suas linhas gerais.

A antropologia cultural emerge, no século XIX, no contexto de uma comparação das sociedades ditas “civilizadas” com grupos humanos considerados exóticos para um olhar etnocêntrico que pressupunha um *evolucionismo* progressivista e teleológico. E. Tylor, embora fosse próximo a Darwin e adepto da sua teoria, alinhava-se com essa visão: as sociedades e as culturas teriam passado por estágios numa escala ascendente de *civilização*. Lewis Henry Morgan, à mesma época, defendeu uma posição semelhante.<sup>1</sup> Tal *evolucionismo* abraçado pelos antropólogos tinha como referência o modelo linear da *cadeia dos seres*, concepção que marcou a história da biologia desde Aristóteles, pelo menos<sup>2</sup>: os grupos humanos não-europeus eram encarados como ancestrais diretos da civilização européia, que estaria no topo de uma cadeia análoga.

Darwin se opôs a esse *evolucionismo* – que então era bastante difundido –, e substituiu, nas reconstruções filogenéticas, a metáfora de uma *cadeia* linear por outra: a de uma *árvore*. Ele optou, ademais, por usar a expressão “descendência com modificação”, evitando o termo “evolução”, provavelmente pelas conotações que possuía à época.<sup>3</sup>

Franz Boas, nos primórdios do século XX, dissociou *cultura* de *civilização* e distinguiu-se daqueles antropólogos, autoproclamados “evolucionistas”, que tinham uma visão universalista da “cultura”. Efetivamente, eles empregavam este termo, via de regra, no singular. Boas passou a usá-lo no plural, afirmando a singularidade das várias culturas, ressaltando as *diferenças* entre os grupos humanos e negando uma suposta natureza humana que seria comum a todos os seus integrantes.

A sociologia a partir de Durkheim, e a antropologia a partir de Boas, pretenderam decantar o que seria distintivo da condição humana: a sociedade e a cultura. Assim, lograram demarcar-se das ciências naturais, desenvolvendo conceitos e métodos próprios. A antropologia consolidou a dicotomia natureza/cultura – “le grand partage”, na expressão de Descola<sup>4</sup> –, e adotou uma postura epistemológica peculiar ao erigir o relativismo cultural como sua marca. Desde então vive as benesses, mas também as tensões oriundas dessa dicotomia, tendo-se fragmentado internamente e perdido uma certa unidade que detinha no século XIX.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> LALAND, K. & BROWN, G. *Sense and nonsense: evolutionary perspectives on human behavior*. New York: Oxford University Press, 2002. p. 45-46; 53-54.

<sup>2</sup> Ver ABRANTES, P. *Imagens de natureza, imagens de ciência*. Segunda edição, revista e aumentada. No prelo.

<sup>3</sup> Darwin usa uma única vez o termo *evolved* em *A Origem das Espécies*, no seu parágrafo final. Quem reintroduziu o termo “evolução” em biologia foi H. Spencer, nos anos 1860, mas ainda o associando à noção de progresso. O século XX teve que estirpar tais conotações do termo “evolução”, retornando ao sentido original darwiniano, que não admite teleologia nem progresso.

<sup>4</sup> DESCOLA, P. *Par-delà nature et culture*. Paris: Gallimard, 2005. p. 91.

<sup>5</sup> INGOLD, T. General Introduction. In: INGOLD, T. (Ed.). *Companion Encyclopedia of Anthropology*. Londres: Routledge, 1994. p. xiv.

<sup>6</sup> Como é sabido, os trabalhos de Mendel eram desconhecidos de Darwin – que não conseguiu articular uma teoria satisfatória da herança –, e só foram redescobertos no início do século XX. Convém ter também presente que a teoria de Darwin e, em particular, o mecanismo de seleção natural, bem como o gradualismo que ele pregava, estavam em declínio nas últimas décadas do século XIX, e o neolamarckismo estava em ascensão. A genética, com a sua perspectiva experimental, estabeleceu-se, à época, como uma alternativa ao darwinismo, que era criticado por adotar os métodos da história natural, considerados “ultrapassados”.

RICHARDS, R. J. *Darwin and the emergence of evolutionary theories of mind and behavior*. Chicago: The University of Chicago Press, 1989. p. 511-512.

BOWLER, P. J. *The non-darwinian revolution*. Baltimore: The John's Hopkins UP, 1988.

BOWLER, P. J. *Evolution: the history of an idea*. Berkeley: The University of California Press, 1989.

<sup>7</sup> A antropologia física (hoje chamada de “biológica”), e a paleoantropologia, têm a sua própria história, mas não teria espaço para reconstituí-la aqui. Ver o artigo de Nelio Bizzo, neste volume. E, também, HENKE, W. Historical overview of paleoanthropological research. In: HENKE, W. et al. (Eds.). *Handbook of Paleoanthropology*. Berlin: Springer-Verlag, 2007. p. 1-56.

<sup>8</sup> RICHARDS, R. J. *Op. cit.* p. 507; 509.

<sup>9</sup> RICHARDS, R. J. *Op. cit.* p. 504; 543-548.

<sup>10</sup> INGOLD, T. General Introduction... *Op. cit.* p. xv.

<sup>11</sup> KROEBER, A. *The nature of culture*. Chicago: Chicago University Press, 1952.

Essa unidade, é bem verdade, baseava-se num tipo de *evolucionismo* que foi rejeitado inclusive pela biologia.

A visão de que aspectos do comportamento animal têm uma base hereditária (ou inata), que estava associada à etologia e a várias correntes da psicologia oitocentista, foi reforçada pela genética<sup>6</sup> nascente do início do século XX. Essa posição foi rejeitada de forma contundente pela antropologia, que colocou toda a ênfase no pólo *nurture* (criação ou cultura) da dicotomia.<sup>7</sup>

Watson, desde o seu livro *Behaviorism*, de 1924, também insurgiu-se contra as abordagens darwinistas da mente, que arrolavam um conjunto de instintos que estariam na base do comportamento humano.<sup>8</sup> Em seu lugar, o foco passou a ser a aprendizagem – que pressupõe somente algumas capacidades cognitivas de cunho genérico.

Não deixa de ser irônico que a antropologia cultural e o behaviorismo estivessem, ao mesmo tempo, rejeitando a imagem darwinista de homem<sup>9</sup>, justamente quando se lograva a síntese entre a teoria de Darwin e a genética, nos anos 1930-40.

Muitos antropólogos se conformam com as atuais divisões da sua área, em função das suas supostas diferenças de objeto, metodológicas e de trajetória histórica. Vozes como a de Ingold, aparentemente isoladas, apostam no resgate da unidade que a antropologia possuía no século XIX, e do holismo com que pretendia abordar a condição humana, integrando as suas dimensões biológica, social e cultural. Esse holismo seria a “essência” mesma da antropologia, segundo este antropólogo, e a distinguiria das outras ciências sociais.<sup>10</sup>

## A discussão atual

Há muito que autores com os mais diversos horizontes vêm denunciando o caráter pernicioso da dicotomia natureza/cultura, e defendendo uma necessária interdependência desses pólos – numa reflexão sobre o que distingue o humano –, quando não a sua pura e simples dissolução. Uma das linhas críticas envolve a assunção de que as nossas características biológicas são também produto da cultura, tematizando uma inversão do nexos causal, mais comumente apontado na direção biologia→cultura.

A tese do “ponto crítico”, defendida por Kroeber<sup>11</sup>, foi rejeitada de forma categórica por Geertz num dos seus primeiros trabalhos: “...as pressões do padrão de seleção durante as fases finais da evolução do animal humano eram parcialmente determinadas pelas fases iniciais do desenvol-

<sup>12</sup> GEERTZ, C. Transição para a humanidade. In: *O Papel da Cultura nas Ciências Sociais*. Porto Alegre: Editorial Villa Martha, 1980. p. 3.

<sup>13</sup> MORIN, E. *Le paradigme perdu: la nature humaine*. Paris: Éditions du Seuil, 1973. p. 100; cf. p. 214.

<sup>14</sup> MORIN, E. *Op. cit.*, p. 211.

<sup>15</sup> GRIFFITHS, P. & GRAY, R. Developmental Systems and Evolutionary Explanation. In: HULL, D. & RUSE, M. (Eds.). *The Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford University Press, 1988. p. 140-141.

<sup>16</sup> O termo “inato” é empregado com vários sentidos (ver, por exemplo, MAMELI, M. & BATESON, P. An evaluation of the concept of inateness. *Phil. Trans. R. Soc. B*, v. 366, p. 436-443, 2011). No presente artigo, as ocorrências de “inato” remetem, grosso modo, a características canalizadas geneticamente, por oposição a aprendidas. Essa canalização, quando ocorre, é um processo complexo que desautoriza, na maioria dos casos, que se pense em “genes para” determinadas características, sobretudo as comportamentais. Além disso, o interacionismo no desenvolvimento (ver abaixo) é plenamente assumido mesmo no caso de características canalizadas, quando vários ambientes (internos e externos ao organismo) jogam um papel central na sua expressão.

<sup>17</sup> DUPRÉ, J. *Human nature and the limits of science*. New York: Oxford University Press, 2001.

<sup>18</sup> GRIFFITHS, P. Our plastic nature. In: GISSIS, S. & JABLONKA, E. (Eds.). *Transformations of Lamarckism*. Cambridge (MA): The MIT Press, 2011.

vimento cultural humano, e não simplesmente por fatores do meio ambiente natural (...).<sup>12</sup>

Morin vai na mesma direção: “É bastante evidente que o grande cérebro do *sapiens* não pode advir e triunfar senão depois da formação de uma cultura já complexa, e é surpreendente que se tenha podido por tanto tempo acreditar exatamente o contrário”.<sup>13</sup> Ele rejeita, nesse sentido, tanto o “pan-biologismo” quanto o “pan-culturalismo”.<sup>14</sup>

Griffiths & Gray adotam o referencial da teoria dos sistemas de desenvolvimento, que abordarei adiante, e destacam que “humanos tiveram cultura antes mesmo de serem humanos”<sup>15</sup>, reafirmando a tese de Geertz.

Como, porém, implementar concretamente tais propostas e quais as suas implicações? Para tanto, assumirei, inicialmente, a dicotomia de modo a examinar seus pólos separadamente.

### Natureza humana

A noção de natureza humana tem sido objeto de grandes controvérsias por implicar, em princípio, a existência de características universais, inatas<sup>16</sup> e, portanto, que não se modificam (pelo menos em escalas de tempo históricas). Além disso, essa noção também foi usada, indevidamente, para justificar princípios morais e intervenções atroztes na sociedade.<sup>17</sup>

É certo que os indivíduos de qualquer espécie biológica compartilham características físicas (anatômicas/morfológicas), fisiológicas etc. – dentro de uma determinada faixa de variação (que pode ser maior ou menor, a depender da trajetória evolutiva da espécie em tela). A biologia e a biopsicologia evolutivas são comumente vistas como os campos, por excelência, onde se estudam essas características. Ao mesmo tempo, o interacionismo é amplamente aceito nesses campos: o fenótipo de um indivíduo particular sempre resulta de uma interação complexa entre genes e ambiente(s).

Admitir a existência de um padrão nas similaridades e diferenças entre os indivíduos e grupos humanos possibilita tratá-los num certo nível de generalidade evitando-se, assim, cair num nominalismo que só autorize a referência às particularidades de cada um deles.<sup>18</sup> Isso não implica, necessariamente, um retorno ao essencialismo; tampouco, equivale à tese de que haveria um conjunto de condições necessárias, e conjuntamente suficientes, para que um indivíduo qualquer seja considerado um ser humano, ambas

<sup>19</sup> MACHÉRIE, E. À propos de la notion de nature humaine. In: HEAMS, T. et al. (Orgs.). *Les mondes darwiniens: L'évolution de l'évolution*. Paris: Editions Syllepse, 2009. p. 851-862.

<sup>20</sup> HULL, D. On human nature. In: HULL, D. & RUSE, M. *The Philosophy of Biology*. New York: Oxford University Press, 1998. p. 383-397. Ver, também, o artigo de Silviene de Oliveira et al. neste volume.

<sup>21</sup> RUSE, M. *Levando Darwin a sério*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1995. SEGERSTRÅLE, U. *Defenders of truth: the sociobiology debate*. Oxford: Oxford University Press, 2001, p. 158-159.

<sup>22</sup> WAIZBORT, R. & PORTO, F. Genes, seleção natural e comportamento humano: a mente adaptada da psicologia evolucionista. In: ABRANTES, P. (Org.). *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011, p. 241-260.

<sup>23</sup> SEGERSTRÅLE, U. *Op. cit.*, p. 94; p. 159.

<sup>24</sup> INGOLD, T. Humanity and animality. In: INGOLD, T. (Ed.). *Companion Encyclopedia of Anthropology*. *Op. cit.* p. 14-32.

posições insustentáveis.<sup>19</sup> Na verdade, há muito mais variação entre os indivíduos, mesmo em suas características anatômicas e fisiológicas, do que se acredita usualmente.<sup>20</sup>

A controvérsia em torno da existência de um padrão associado aos traços humanos acirra-se, sem dúvida, quando se aponta para predisposições comportamentais, bem como para uma psicologia compartilhada – para além de um conjunto de características morfológicas (anatômicas) e fisiológicas. Algumas abordagens da evolução humana dão, contudo, respaldo a teses desse tipo.

Os etólogos tendem a enfatizar a noção de instinto e, portanto, aqueles comportamentos inatos que seriam típicos de uma espécie.

Mais recentemente, os sociobiólogos invocaram proensões comportamentais universais, secundadas por regras epigenéticas, que deveriam ser levadas em consideração, ao lado de outras causas, como as ambientais.<sup>21</sup> Essas regras seriam adaptações e, portanto, produtos da seleção natural.

Os psicólogos evolucionistas, por sua parte, enfatizam que se deve buscar as adaptações no nível psicológico e não no comportamental. Os vários módulos em que dividem a mente humana desempenham funções e teriam evoluído para resolver problemas adaptativos que foram colocados à nossa espécie num ambiente ancestral.<sup>22</sup> A mente humana não seria, portanto, um sistema composto, exclusivamente, de mecanismos de aprendizagem genéricos (como supunha o behaviorismo nas suas origens), mas incorporaria módulos dedicados à resolução de problemas particulares (como encontrar alimento, detectar impostores, obter parceiro sexual, etc.).

Uma chave para a discussão sobre flexibilidade comportamental na espécie humana é, certamente, a cultura. Não obstante, ela ocupa um lugar bastante limitado tanto na sociobiologia quanto na psicologia evolucionista (para não dizer na etologia). É conhecida a famigerada tese dos sociobiólogos de que “a cultura está no laço dos genes”.<sup>23</sup> Isso poderia explicar porque a noção de natureza humana não é considerada problemática para os que assumem esses quadros teóricos.

Ingold divide em dois campos, o dos “cientistas” e o dos “humanistas”, os posicionamentos em torno da existência de uma natureza humana, colocando os etólogos e os sociobiólogos no primeiro.<sup>24</sup> Estes buscam, segundo o antropólogo, descobrir nos animais não humanos os protótipos do que haveria de *animalidade* em nós, subjacente às múltiplas camadas de cultura que a encobrem.

Determinadas predisposições universais para nos comportarmos de certo modo já estariam presentes em nossos ancestrais comuns com várias espécies de hominíneos e, mesmo, com os grandes símios. Essa busca por protótipos faz com que se perca de vista, justamente, o que teríamos de distintivo, argumenta Ingold.

Já os humanistas, representados na história recente pelos antropólogos, tendem a buscar a *essência* humana numa capacidade para a cultura, que dotaria as *pessoas* de sua plasticidade comportamental característica.<sup>25</sup> Entretanto, o antropólogo identifica um dilema, pois parece que não se pode rejeitar o etnocentrismo sem se cair num antropocentrismo que vê a capacidade para a cultura como algo que nos separa dos outros animais.<sup>26</sup> Ingold, de toda forma, pretende livrar-se desse dilema rejeitando qualquer tipo de essencialismo, de modo a evitar uma polarização entre cientistas e humanistas. Pievani também aponta para uma “contraposição estéril” entre dois determinismos: o biológico e o cultural.<sup>27</sup>

É de fato paradoxal que se defenda, ao mesmo tempo, um essencialismo de tipo culturalista, que pressupõe universalidade, de um lado, e o particularismo, a diversidade e o relativismo, de outro. Nesse contexto, certas indagações são incontornáveis: a capacidade humana para a cultura teria uma história evolutiva? As suas bases estariam, em última instância, enraizadas em nossa natureza biológica-psicológica? Dependendo das respostas a essas questões, as diferenças entre cientistas e humanistas, como Ingold nos apresenta, tornam-se menos nítidas do que se poderia esperar.

Um último comentário a respeito das imagens associadas aos “cientistas”. Há uma crença equivocada, embora bastante difundida, de que a biologia evolutiva só teria algo a dizer a respeito de comportamentos inatos, e não a respeito de comportamentos aprendidos.<sup>28</sup> Como a aprendizagem, tanto individual quanto social, desempenham papéis absolutamente centrais na plasticidade do comportamento humano, a biologia nada teria a dizer, nesse entendimento, a respeito do que seria distintivo à nossa espécie. Em contraposição a isso, mostrarei que as teorias de coevolução gene-cultura dão à aprendizagem um papel inequívoco nas explicações que propõem para a evolução humana.

Não há, efetivamente, incompatibilidade entre se adotar uma abordagem biológica e se levar em conta a diversidade e a variação nas características dos indivíduos e dos grupos que compõem qualquer espécie. O reconhecimento

<sup>25</sup> INGOLD, T. *Humanity and animality...* *Op. cit.*, p. 22.

<sup>26</sup> INGOLD, T. *Humanity and animality...* *Op. cit.*, p. 29.

<sup>27</sup> PIEVANI, T. *Introdução à filosofia da biologia*. São Paulo: Loyola, 2010. p. 137; 138-139.

<sup>28</sup> RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005. p. 9.

da variabilidade dos indivíduos de uma espécie é inerente ao pensamento populacional, que está no cerne mesmo do darwinismo.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Ver RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone...* *Op. cit.* p. 5; cf. BOHÓRQUEZ, M. & ANDRADE, E. A contingência dos padrões de organização biológica: superando a dicotomia entre pensamento tipológico e populacional. In: ABRANTES, P. (Org.). *Filosofia da Biologia*. *Op. cit.* p. 145-161.

<sup>30</sup> Ver, por exemplo, o artigo de Silviene de Oliveira *et al.* neste volume.

<sup>31</sup> Ver, neste volume, o artigo “Conflito e cooperação na evolução humana”.

De um ponto de vista biológico, a diversidade e a variação remetem, primeiramente, às diferentes trajetórias de desenvolvimento dos indivíduos em função dos ambientes em que vivem. A divergência dessas trajetórias é ainda maior quando os ambientes são, também, culturalmente construídos. Não é demais repetir que o interacionismo genes-ambiente é consensual entre os biólogos contemporâneos e pressuposto na explicação da ontogenia de qualquer ser vivo.<sup>30</sup>

Por outro lado, a variação nas características fenotípicas é condição necessária para que ocorra um processo evolutivo. No caso da variação comportamental, ela não se verifica somente entre indivíduos num determinado grupo, mas também entre grupos – desde que existam certas barreiras à migração e outros fatores, inclusive psicológicos, que impeçam a homogeneização cultural entre os grupos.<sup>31</sup>

Mesmo com todas essas qualificações, uma noção de natureza humana, respaldada por abordagens biológicas da mente e do comportamento humano, pode ser adicionalmente problematizada.

### *Condição humana*

Um tópico que gera polêmicas desde Darwin, e que ainda hoje suscita paixões, é o da singularidade da espécie humana, no contexto das relações entre “animalidade” e “humanidade”. Não cabe, a meu ver, taxar de “antropocêntrica” a busca de características que seriam únicas à espécie humana, já que qualquer espécie biológica é única em múltiplos aspectos. Isso não impede que se adote um salutar gradualismo, buscando em nossa ancestralidade características que teriam sido precursoras, em alguma medida, das que nos são próprias; afinal, a seleção natural sempre atua sobre estruturas preexistentes. No caso que me interessa particularmente, essas estruturas correspondem a tipos de mente que evoluíram na linhagem hominínea e/ou em linhagens ancestrais.

Ingold distingue as categorias do ser humano (*human being*) – que remete à espécie *Homo sapiens* –, e a do ser humano (*being human*) – que remete à dimensão propriamente moral do humano, que responderia por sua singularidade.<sup>32</sup> Há um problema conceitual, e não simplesmente empírico, a ser dirimido, para que não se reproduza, com essa distinção, a dicotomia natureza/cultura. Está claro que

<sup>32</sup> INGOLD, T. *Humanity and animality...* *Op. cit.*

- <sup>33</sup> KROEBER, A. O “superorgânico”. In: PIERSON, D. (Org.). *Estudos de organização social*. tomo II. SP: Martins Editora, 1970. p. 231-281; cf. RICHERSON, P. & BOYD, R. Culture is part of human biology: why the superorganic concept serves the human sciences badly. In: GOODMAN, M. & MOFFAT, A. (Eds.). *Probing human origins*. Cambridge (MA): The American Academy of Arts and Sciences, 2002. p. 59-85.
- <sup>34</sup> ABRANTES, P. A psicologia de senso comum em cenários para a evolução da mente humana. *Manuscrito*: Campinas, v. 29, n. 1, p. 185-257, 2006.
- ABRANTES, P. La imagen filosófica de los agentes humanos y la evolución en el linaje homínido. In: LABASTIDA, J. & ARÉCHIDA, V. (Orgs.). *Identidad y Diferencia*. México: Siglo Veintiuno, 2010. p. 331-348.
- LABASTIDA, J. & ARÉCHIDA, V. (Orgs.). Human Evolution: compatibilist approaches. In: KRAUSE, Décio & VIDEIRA, Antonio (Orgs.). *Brazilian Studies in Philosophy and History of Science: an account of recent works*. Boston Studies in the Philosophy of Science, v. 290, 2011. p. 171-184.
- KRAUSE, Décio & VIDEIRA, Antonio. Evolução humana: estudos filosóficos. *Rev. Filos. Aurora*, Curitiba, v. 25, n. 36, p. 75-105, jan./jun. 2013. Cf. INGOLD, T. General Introduction... *Op. cit.*, p. 24.
- <sup>35</sup> DUNBAR, R. On the origin of the human mind. In: CARRUTHERS, P. & CHAMBERLAIN, A. *Evolution and the human mind*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 238-253.
- <sup>36</sup> BLACKMORE, S. *The meme machine*. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- MALLE, B. The relation between language and theory of mind in development and evolution. In: GIVÓN, T. & MALLE, B. F. (Eds.). *The*

a primeira categoria é aquela com a qual os biólogos trabalham privilegiadamente; e a segunda aquela com a qual trabalham as ciências sociais e a filosofia.

Recusar-se a abordar, contudo, os nexos entre essas duas concepções de humanidade pode impedir, segundo Ingold, que se coloquem questões legítimas e relevantes sobre como evoluiu a condição humana e, portanto, sobre as nossas ligações filogenéticas com outras espécies de homínídeos, e também com os grandes símios.

Biólogos evolutivos tendem a ser gradualistas e encaram as características humanas como distintas somente em grau das características do ancestral comum com os nossos parentes mais próximos na árvore genealógica.

Antropólogos são propensos a ver o que seria próprio do humano numa capacidade especial para assimilar e transmitir cultura, que estaria em descontinuidade com respeito à nossa animalidade, e se superpondo a ela. A tese do “superorgânico”, que foi sustentada por Kroeber, é, nesse sentido, típica.<sup>33</sup> A capacidade para a cultura teria emergido num processo análogo a uma mudança de estado físico, separando a *evolução* da espécie da *história* da condição humana.

Eu incluo na categoria “condição humana” a intuição de senso comum, destacada pelos filósofos, de que além de sermos agentes somos também intérpretes.<sup>34</sup> Agentes são sistemas intencionais de primeira ordem, ou seja, sistemas cognitivos cujo comportamento é causado por estados mentais com conteúdo (como os de crença e desejo). Intérpretes, por sua vez, são agentes capazes de (pelo menos) uma *segunda* ordem de intencionalidade, ou seja, de representar representações (representar, por exemplo, os estados mentais de outros supostos agentes).<sup>35</sup>

Sobretudo na literatura em primatologia, consolidou-se o uso da expressão “teoria da mente” para remeter à capacidade de interpretar o comportamento. A finalidade da atribuição de estados mentais seria interpretar e prever o comportamento do outro; ela também aumentaria o poder de manipulação em contextos *maquiavélicos*, ou seja, quando há interesse em dissimular, enganar, etc. Há também quem defenda que a teoria da mente seria uma das condições cognitivas para se poder imitar de modo fidedigno um comportamento, bem como para se desenvolver a comunicação linguística de forma plena.<sup>36</sup>

Plotkin ressalta, ao lado de Richerson & Boyd e de vários outros, a importância da capacidade para a teoria da mente na trajetória particular que tomou a evolução na li-

*evolution of language out of pre-language*. Amsterdam: Benjamins, 2002. p. 265-284.

<sup>37</sup> PLOTKIN, H. Human nature, cultural diversity and evolutionary theory. *Phil. Trans. R. Soc. B*, v. 366, p. 454-463, 2011. p. 459.

<sup>38</sup> INGOLD, T. Humanity and animality. *Op. cit.* p. 30.  
INGOLD, T. Introduction to humanity. p. 9; 3-13.  
INGOLD, T. "People Like Us": the concept of the anatomically modern human. In: INGOLD, T. *The perception of the environment*. London and New York: Routledge, 2000. p. 388-391.

<sup>39</sup> KROEBER, A. & KLUCKHOHN, C. *Culture: a critical review of concepts and definitions*. Cambridge (MA): Peabody Museum, 1952.

<sup>40</sup> RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone... Op. cit.*, p. 259, n. 4.

<sup>41</sup> KEESING, R. Theories of culture. *Annu. Rev. Anthropol.* v. 3, p. 73-97, 1974.  
GEERTZ, C. *A interpretação das culturas*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1989.

<sup>42</sup> RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone... Op. cit.*, p. 5.

nhagem hominínea, retirando a prioridade que, frequentemente, se dá ao papel desempenhado pela linguagem.<sup>37</sup>

Independentemente do modo como se caracterize a condição humana, é um desafio investigar a sua conexão com a outra concepção de humanidade tematizada, tradicionalmente, pelas ciências naturais. Na medida em que conseguimos romper com tais dicotomias, a história poderá ser vista, acredita Ingold, como sendo uma continuação da evolução.<sup>38</sup>

## Cultura

Passo ao segundo pólo da dicotomia. Os conceitos de cultura relevantes para a presente investigação foram articulados a partir do século XIX. Como destaquei acima, foi na afirmação da dicotomia natureza/cultura que a antropologia logrou delimitar o seu objeto e conquistar autonomia relativamente a outras áreas, em particular a biologia.

Num artigo influente, Kroeber & Kluckhohn listaram 164 definições diferentes de "cultura", que foram propostas em distintos contextos e com diferentes finalidades.<sup>39</sup> Seria equivocado eleger um deles à exclusão dos demais. Defendo que "cultura" seja considerado um termo teórico, no sentido que essa expressão tem em filosofia da ciência, a saber: um termo cujo significado advém das suas relações com outros termos no interior de uma teoria. Essa trama de conceitos, tecida pelas proposições da teoria, permite que esta cumpra a sua principal finalidade: explicar um conjunto de fenômenos.<sup>40</sup> O modo particular como essa trama conceitual é tecida numa teoria da evolução humana implica uma interdependência entre natureza e cultura e, portanto, uma visão de como o homem se situa no mundo animal.

Buscam-se, hoje em dia, conceitos mais delimitados de cultura, que sirvam a determinados propósitos teóricos.<sup>41</sup> A teoria da dupla herança (TDH) sobre a evolução humana interessa, de modo particular, para a presente investigação porque é uma das que questiona a dicotomia natureza/cultura.

"Cultura" é definida, no âmbito da TDH, como "informação, capaz de afetar o comportamento dos indivíduos, que eles adquirem de outros membros da sua espécie através da aprendizagem, imitação, e outras formas de transmissão social".<sup>42</sup>

Esses antropólogos-biólogos sublinham as características fundamentais dessa noção, com base na categorização proposta por Kroeber & Kluckhorn, de um lado, e por

Keesing, de outro. Trata-se de uma noção que coloca o foco no *indivíduo* (e não na sociedade, ou no grupo), bem como nos *processos psicológicos* de aprendizagem social, e não na tradição histórica, como fazem outras.

A definição acima destaca, por outro lado, o processo de *transmissão cultural*, pois, segundo a TDH, a cultura tornou-se, a partir de um certo ponto da evolução na linhagem hominínea, um sistema de herança, funcionando paralelamente à herança genética e em conexão com esta última.<sup>43</sup>

No que diz respeito à dinâmica cultural, Richerson & Boyd observam que as noções de cultura que datam do século XIX eram descritivas, como a que propôs Tylor.<sup>44</sup> Elas invocavam, via de regra, etapas ou estágios que se sucediam, e nada tinham a dizer a respeito das causas desse processo.<sup>45</sup> O compromisso dessas concepções com a idéia de progresso e de aumento de complexidade (ou de alguma outra qualidade) nas sociedades humanas as diferenciam, radicalmente, das concepções de evolução cultural pressupostas por abordagens contemporâneas genuinamente darwinistas, incluindo a TDH.

Convém ressaltar que a definição acima comporta a existência de cultura em animais não-humanos. Entretanto, outras modalidades de aprendizagem social estão, provavelmente, envolvidas e, conseqüentemente, só se poderia falar de uma acumulação cultural significativa no caso humano; e, mesmo assim, somente a partir de um certo ponto na linhagem hominínea.<sup>46</sup>

A concepção proposta por Richerson & Boyd é próxima da chamada concepção *epidemiológica* de cultura, segundo a qual a informação cultural está disseminada na população e é transmitida socialmente (de modo horizontal, vertical e oblíquo).<sup>47</sup> Aqui, a cultura *não* está “no laço dos genes”: a dinâmica cultural tem bastante autonomia com respeito à evolução biológica e pode, inclusive, conduzir a mal-adaptações.<sup>48</sup>

Ela distingue-se de uma concepção *evocada* de cultura, com a qual se comprometem os psicólogos evolucionistas. Estes pressupõem, *grosso modo*, que há informação inata e incorporada nos vários módulos em que dividem a mente humana; informação essa que é eliciada pelas circunstâncias ambientais particulares em que o indivíduo se encontra. Grande parte da diversidade de comportamentos derivaria, então, das diferenças nos ambientes em que vivem indivíduos e grupos (e não em diferenças no que *têm em mente!*).

<sup>43</sup> BOYD, R. & RICHERSON, P. *Culture and the evolutionary process*. Chicago: The University of Chicago Press, 1985. p. 33-34.

<sup>44</sup> Ver o artigo de Lucas Viscardi & Maria C. Bortolini neste volume.

<sup>45</sup> RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone... Op. cit.*, p. 59.

<sup>46</sup> Esta questão é polêmica e está no foco de pesquisas contemporâneas com os grandes símios, sobretudo para identificar as modalidades de aprendizagem social de que são capazes. Ver MARTÍNEZ-CONTRERAS, J. O modelo primatológico de cultura. In: ABRANTES, P. (Org.). *Filosofia da Biologia*. Op. cit. p. 224-240. TOMASELLO, M. et al. Understanding and sharing intentions: the origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 28, p. 675-735, 2005. Não haveria espaço aqui para abordá-la e tampouco outra questão sobre como, possivelmente, evoluíram as diferentes modalidades de aprendizagem social e, de modo particular, o que tornou possível, em termos cognitivos, a acumulação cultural (ver ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. Evolução humana: a teoria da dupla herança. In: ABRANTES, P. (Org.). *Filosofia da Biologia*. Op. cit. p. 264-270).

<sup>47</sup> Sperber atribui essa concepção a Cavalli-Sforza. Para Sperber, a relação entre as ciências cognitivas e as ciências sociais seria análoga à relação entre patologia e epidemiologia. Ver SPERBER, D. *Explaining Culture: a naturalistic approach*. Malden (MA): Blackwell, 1996.

<sup>48</sup> ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. *Op. cit.*

<sup>49</sup> Convém ressaltar que a questão da evolução da cultura é distinta da questão da *evolução* cultural. A evolução cultural distingue-se da evolução propriamente biológica em vários aspectos, embora apresentem similaridades fundamentais que autorizam o uso, por analogia, do mesmo termo, “evolução”, em ambas expressões. Isso permite que se aplique à dinâmica cultural modelos matemáticos importados da genética de populações que oferece, para tanto, uma “caixa de ferramentas” (RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone... Op. cit.*, p. 119).

<sup>50</sup> É importante observar que não se trata, simplesmente, de afirmar a tese interacionista, que diz respeito ao *desenvolvimento*, mas sim a tese de que a *evolução* de determinados comportamentos deu-se em nichos construídos culturalmente.

<sup>51</sup> Ver os artigos de Lúcia Neco & Peter Richerson e de Pedro Da-Gloria, ambos neste volume.

<sup>52</sup> Ver o artigo de Rafael Bisso-Machado e outros neste volume.

<sup>53</sup> Boehm conjectura que a partir do momento que os indivíduos no grupo tiveram à sua disposição armas de caça, também podiam usá-las contra os indivíduos alfa, reduzindo assim a importância da força bruta, que até então era decisiva no exercício do poder. Tais avanços tecnológicos e, portanto, culturais, também teriam levado, a longo prazo, a uma diminuição na variabilidade fenotípica da espécie (BOEHM, C. Interactions of culture and natural selection among Pleistocene hunters. *In*: LEVINSON, S. & JAISON, P. (Eds.). *Evolution and Culture*. Cambridge (MA): The MIT Press, 2006. p. 86).

<sup>54</sup> BOEHM, C. *Op. cit.* p. 84; 88-99.

Richerson & Boyd argumentam, a meu ver de modo convincente, que a concepção evocada de cultura não consegue explicar a flexibilidade comportamental humana em toda sua amplitude. Para tanto, é necessário dar à cultura maior autonomia (inclusive com respeito ao ambiente), de modo a que funcione como um genuíno sistema de herança.<sup>49</sup>

### *A interdependência natureza-cultura*

Diversas características fenotípicas humanas podem ser explicadas como produtos de um processo evolutivo no qual a cultura desempenhou um papel causal.<sup>50</sup> Podem-se citar, como exemplo, modificações na dentição e no tamanho do trato intestinal que decorreram do domínio do fogo e do seu uso no cozimento de alimentos.<sup>51</sup>

O caso da tolerância à lactose é um dos efeitos fisiológicos melhor estudados da evolução de grupos humanos que domesticaram animais produtores de leite, o que compôs um ambiente seletivo cultural de tipo particular.<sup>52</sup>

Uma hipótese particularmente interessante para os tópicos explorados aqui é a da diminuição da variação morfológica que teria ocorrido entre hominíneos do Pleistoceno como consequência da adoção de normas igualitárias por seus grupos, por exemplo: na distribuição dos produtos da caça, no controle do poder político e no acesso a parceiros sexuais. Indivíduos de tipo *alfa*, com propensões dominadoras e que transgrediam as normas, eram punidos.<sup>53</sup> Os líderes do grupo eram mantidos fracos pelo controle social, de modo a que não extrapolassem o seu poder. Boehm chamou de “síndrome igualitária” a esse conjunto de normas e estratégias de conduta, que ainda são aplicadas em grupos de caçadores-coletores na atualidade.<sup>54</sup>

A coevolução gene-cultura também explicaria a maior corpulência dos Neandertais, comparados ao *Homo sapiens*. Especula-se que resultaria, entre outras causas, do fato daqueles não terem possuído armas de projeção à distância, como lanças, o que exigia maior aproximação da caça e mais força além, claro, de representar maior risco, sobretudo quando tinham como alvo grandes animais.<sup>55</sup>

Certas características fenotípicas comportamentais e suas bases psicológicas também são mencionadas como efeitos evolutivos de relações complexas entre as heranças genética e cultural. A TDH postula que a cultura foi uma das causas envolvidas na evolução de todo um equipamento psicológico que possibilitou a cooperação num círculo so-

<sup>55</sup> KLEIN, R. & EDGAR, B. *O despertar da cultura*. RJ: Zahar, 2004, p. 164.

<sup>56</sup> Para detalhes a respeito dessa psicologia social, ver o artigo “Conflito e cooperação e na evolução humana” neste volume.

<sup>57</sup> RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone... Op. cit.*, p. 8. Usando-se a distinção, que propuseram Elliott Sober e Ernest Mayr, entre *causas últimas* (ou remotas) – que atuam na evolução das espécies, na filogênese –, e *causas próximas* – que atuam na ontogênese dos seres vivos individuais (ver ABRANTES, P. (Org.). *Filosofia da Biologia. Op. cit.*, 2011) –, pode-se traduzir a referida tese da TDH da seguinte forma: a cultura é tanto uma causa próxima quanto uma causa última do comportamento dos agentes humanos.

<sup>58</sup> RICHERSON, P. Human Nature. *Edge*, 6/05/2014. Em resposta à questão de 2014: “What scientific idea is ready for retirement?”. Descarregado de <http://edge.org/response-detail/25404>. Em comunicação pessoal, Richerson esclareceu que não se opõe a uma concepção “fraca” de natureza humana que aponte para a existência de adaptações genéticas associadas tanto à nossa capacidade para a cultura quanto a elementos da nossa psicologia social. Argumenta, contudo, que uma concepção “forte” de natureza humana, com um caráter essencialista, é inadmissível. Por isso, prefere dispensar completamente o uso da noção de natureza humana por prestar-se a tal equívoco.

<sup>59</sup> PLOTKIN, H. *Op. cit.*, p. 454; 460.

<sup>60</sup> Ver JABLONKA, E. & LAMB, M. J. *Evolution in four dimensions*. Cambridge (MA): The MIT Press, 2006. É instrutivo ver as nuances que Eva Jablonka e David Sloan Wilson introduzem em suas respostas, basicamente

cial cada vez mais amplo – em função do incremento demográfico dos grupos humanos, que se intensificou com a invenção da agricultura há, aproximadamente, onze mil anos. Essa psicologia social, produto em grande medida da própria cultura, possibilitou, por sua vez, maior eficiência em assimilar e transmitir variantes culturais.<sup>56</sup>

Essa teoria rejeita, então, a dicotomia natureza/cultura, já que variantes culturais não são vistas, unicamente, como causas do comportamento dos agentes e responsáveis, portanto, pela enorme diversidade de comportamentos observados nos grupos humanos. Richerson & Boyd defendem que a cultura atuou, também, como uma causa na evolução da espécie *Homo sapiens* – e esteve envolvida, portanto, no processo de seleção natural.<sup>57</sup> Entretanto, admitir esse duplo papel causal da cultura impede, em definitivo, que se possa falar, apropriadamente, de uma natureza humana (que remeta, especialmente, aos planos psicológico e comportamental)?

No meu entendimento, esses autores comprometem-se com a tese de que há universais no plano psicológico, a despeito de declarações em contrário. É sintomático, nesse sentido, que usem a expressão “instintos tribais” para se referirem a algumas das dimensões da nossa psicologia pró-social, embora defendam que tais instintos sejam produto de um processo de coevolução gene-cultura.<sup>58</sup>

### *Dissolvendo a dicotomia natureza/cultura?*

Plotkin aponta para a necessidade de se “expandir” a teoria da evolução de modo a que possa incorporar a cultura entre os fatores causais envolvidos na evolução de certas espécies, em especial daquelas que se situam na linhagem hominínea. Ele acredita que essa teoria expandida teria potencial para promover uma aproximação entre a biologia e as ciências sociais.<sup>59</sup>

Essa expansão vem-se dando em várias frentes (inclusive com a contribuição substancial de filósofos), das quais destacam-se: as investigações conceituais e empíricas sobre diversas modalidades de herança, incluindo a epigenética; sobre a seleção em múltiplos níveis; e, também, tentativas de se integrar evolução e desenvolvimento.<sup>60</sup>

Acrescentem-se a esse rol os trabalhos que enfatizam a relevância da construção de nichos no processo evolutivo, aprofundando a crítica, já clássica, ao adaptacionismo feita por Gould & Lewontin.<sup>61</sup> Odling-Smee & colaboradores, por exemplo, defendem que haja, além de uma herança ge-

afirmativas, à questão: “A evolução explica a natureza humana?”, em que pressupõem uma teoria expandida da evolução. Essa questão lhes foi colocada, e também a outros especialistas, em um painel promovido pela Templeton Foundation: <http://www.templeton.org/evolution/> (acessado em 18/06/2014).

<sup>61</sup> GOULD, S. J. & LEWONTIN, R. The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: a critique of the adaptationist programme. In: SOBER, E. (Ed.). *Conceptual issues in evolutionary biology*. Cambridge (MA): The MIT Press, 1995, p. 73-90.

SEPÚLVEDA *et al.* Adaptaçionismo. In: ABRANTES, P. (Org.). *Filosofia da Biologia*. *Op. cit.* p. 162-192.  
ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. *Op. cit.* p. 287.

<sup>62</sup> ODLING-SMEE, F. J.; LAND, K. & FELDMAN, M. *Niche construction: the neglected process in evolution*. Princeton: Princeton University Press, 2003, p. 14; p. 245. É controverso o uso do termo “herança”, por esses autores, de modo a abranger legados ecológicos (ver ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. *Op. cit.*, p. 287-90). Richerson & Boyd, por seu lado, resistem a assimilar a cultura ao ambiente, argumentando que a evolução cultural é um processo que tem autonomia com respeito à evolução biológica e aos legados ecológicos; eles dão como exemplo o caso da dinâmica tecnológica (*Op. cit.*, 2005, p. 10-11; p. 29).

<sup>63</sup> O artigo de GOULD & LEWONTIN, por exemplo, foi motivado pela polêmica em torno da sociobiologia de Wilson (ver SEGERSTRÅLE, U. *Op. cit.* 2001).

<sup>64</sup> INGOLD, T. Why four why’s? A response to my critics. *Cultural Dynamics*, v. 8, n. 3, p. 377-86, 1996.

nética e de uma herança cultural, também uma “herança ecológica” que cria ambientes seletivos diferenciados para as sucessivas gerações.<sup>62</sup>

Pode-se defender que essas propostas em biologia não foram, inicialmente, motivadas pelos desafios colocados pela evolução humana<sup>63</sup>; mas o debruçar-se sobre este último processo certamente levou a aprofundá-las e, em certos casos, a radicalizá-las.

A TDH, como eu a entendo, já propõe essa expansão, tanto por invocar dois sistemas de herança envolvidos na evolução humana, como por apontar para os efeitos da conexão entre esses sistemas. Além disso, a seleção no nível do grupo é postulada para explicar, por exemplo, a cooperação em grupos humanos. Essa expansão, ao menos no caso dessa teoria, não compromete a estrutura básica que nos foi legada pela *grande síntese*.

Ingold argumenta, entretanto, que um tratamento adequado da evolução humana requer uma abordagem que leve em conta as trajetórias de desenvolvimento dos indivíduos, e como estão implicadas na própria evolução das populações. Este programa ambicioso, que segue os moldes da chamada “evo-devo”, propõe-se a acoplar os processos de desenvolvimento dos organismos à evolução das suas respectivas espécies.

Ingold enfatiza que não se trata, simplesmente, de reafirmar a tese interacionista.<sup>64</sup> Ele é da opinião, além disso, que mesmo a postulação de dois sistemas de herança (genética e cultural) não consegue lidar com toda a complexidade do caso humano, e que mudanças substanciais precisam ser feitas no arcabouço mesmo da teoria sintética da evolução.<sup>65</sup>

Nisso ele vai além da “evo-devo”, conduzindo-o a abraçar uma abordagem mais radical nas suas implicações ontológicas: a teoria dos sistemas de desenvolvimento (TSD).<sup>66</sup>

Essa teoria propõe uma visão processual da unidade de evolução, que incluiria todo o sistema de desenvolvimento. Ela pode ser assim resumida:

- 1) os genes interagem com muitos outros fatores (recursos) no *ciclo de vida* de um organismo, não tendo um papel privilegiado; ou seja, o ponto de vista do gene<sup>67</sup> é descartado radicalmente;
- 2) não somente os genes mas, também, os demais fatores envolvidos no desenvolvimento são considerados portadores de informação;

<sup>65</sup> INGOLD, T. “People Like Us”: the concept of the anatomically modern human. *Op. cit.* p. 386.

<sup>66</sup> GRIFFITHS, P. & GRAY, R. *Op. cit.* O foco da evo-devo é o desenvolvimento morfológico, enquanto que a TSD inclui o desenvolvimento psicológico e comportamental, o que põe em relevo a cultura como recurso da matriz ontogenética (KROHS, U. Philosophies of particular biological research programs. *Biological Theory*, v. 1, n. 2, p. 182-187, 2006).

<sup>67</sup> Ver SANTILLI, E. Níveis e unidades de seleção: o pluralismo e seus desafios filosóficos. In: ABRANTES, P. (Org.). *Filosofia da Biologia*. *Op. cit.* p. 193-210.

<sup>68</sup> GRIFFITHS, P. *Op. cit.*, p. 325.

<sup>69</sup> GRIFFITHS, P. & GRAY, R. *Op. cit.*, p. 141.

<sup>70</sup> INGOLD, T. Introduction to humanity. *Op. cit.* p. 8.

<sup>71</sup> INGOLD, T. From complementarity to obviation: on dissolving the boundaries between social and biological anthropology, archaeology and psychology. In: OYAMA, S.; GRIFFITHS, P. & GRAY, R. (Eds.). *Cycles of contingency: developmental systems and evolution*. Cambridge (MA): MIT Press, 2000. p. 255-279.

3) todo o conjunto de recursos do sistema de desenvolvimento (incluindo nichos construídos) é herdado, e não só o genoma;

4) o desenvolvimento de um organismo reconstrói-se, a cada geração, a partir dos recursos produzidos nos ciclos de vida anteriores.

Portanto, a evolução é vista pela TSD como a replicação diferencial de *ciclos de um processo de desenvolvimento*. Há uma grande mudança de perspectiva ao não se isolar, no processo evolutivo, o organismo do ambiente (físico, biológico, social e, nos casos pertinentes, cultural).

Vários autores ressaltam o caráter não-reducionista da TSD, já que esta nega que haja algum recurso, como o gene, ou um sub-conjunto de recursos, controlando todo o processo de desenvolvimento.<sup>68</sup>

Especialmente no caso humano, genes e culturas participam dos processos integrados de desenvolvimento e evolução, gerando características espécie-específicas, sobretudo no plano psicológico. As estruturas sociais, por exemplo, enquanto “elementos da cultura”, são requeridas para a “replicação estável de características psicológicas humanas evoluídas”.<sup>69</sup>

Ingold, adotando essa perspectiva, argumenta que “as capacidades são propriedades dos sistemas de desenvolvimento e não dos genes”, contrapondo-se aos que supõem a existência de uma capacidade especificamente humana para a cultura.<sup>70</sup> Tanto genes quanto cultura, enquanto fatores abstraídos do sistema de desenvolvimento, existem somente “no olho dos investigadores” – no caso, biólogos e antropólogos.

Somente uma perspectiva que integre desenvolvimento e evolução possibilita rever, segundo Ingold, as ontologias pressupostas pelas pesquisas nessas áreas, e romper as suas fronteiras. As duas concepções de humanidade que esse antropólogo distinguiu poderão, desse modo, ser vistas com uma única: “A despeito das restrições de Boas, não há nada errado em responder por este ou qualquer outro aspecto da forma cultural numa “base puramente biológica”, desde que a biologia em questão seja a do desenvolvimento, e não a genética”.<sup>71</sup>

## Conclusão

Griffiths distingue dois sentidos em que se pode entender “natureza humana”. O primeiro, que já apareceu no início deste artigo, corresponde a um padrão (ou estrutura) nas similaridades e diferenças entre os seres humanos.

O modo como a biologia de senso comum (*folk biology*) concebe a natureza humana é caracterizada por outra idéia: de que algo que nos é *interno* causa aquele padrão, o que mobiliza um *segundo* sentido de natureza humana. Griffiths avalia essa posição como essencialista, impedindo que se dê a devida importância ao desenvolvimento.<sup>72</sup>

Da perspectiva da TSD, não tem sentido excluir da natureza humana os fatores ambientais e culturais tomados como *externos* ao organismo, como faz a concepção de senso comum. A própria fronteira entre o que é interno e o que é externo deixa de fazer sentido. Na verdade, esses fatores são partes integrantes do sistema de desenvolvimento humano.

A causa do padrão de similaridade e de diversidade humana seria, portanto, o sistema de desenvolvimento como um todo. Desse modo afastamo-nos, de um só golpe, do fixismo, da teleologia no modo de conceber o desenvolvimento e a evolução, bem como dos resquícios do pensamento tipológico. Entretanto, isso não significa um afastamento da biologia: “A nossa natureza é plástica, mas ainda inteiramente passível de uma análise biológica”.<sup>73</sup>

Para fazer face à complexidade dos processos de desenvolvimento e de evolução no caso humano, uma revisão profunda da própria teoria sintética da evolução pode ser necessária, como Ingold pleiteia.<sup>74</sup> Eu não estou plenamente convencido disso, e ainda é cedo para avaliar até que ponto irão essas revisões. Apesar de muito instigante, a TSD está longe de ser consensual e tem recebido críticas, pelo seu holismo extremado, mesmo de filósofos, tradicionalmente mais afeitos à especulação.<sup>75</sup>

Tudo indica, contudo, que um maior intercâmbio entre a biologia evolutiva e as ciências sociais levará a modificações, mais ou menos profundas, nos esquemas teóricos que hoje gozam de consenso em cada um desses campos. Em particular, dicotomias como a de natureza/cultura serão deixadas para trás, como simples contingências na história dos nossos esforços para compreender o humano.

<sup>72</sup> GRIFFITHS, P. *Op. cit.*

<sup>73</sup> GRIFFITHS, P. *Op. cit.*, p. 328.

<sup>74</sup> INGOLD, T. *Humanity and animality. Op. cit.*

<sup>75</sup> STERELNY, D. & GRIFFITHS, P. *Sex and Death. An introduction to philosophy of biology.* Chicago and London: The University of Chicago Press, 1999. p. 108-109.

GODFREY-SMITH, P. On the status and explanatory structure of developmental systems theory. In: OYAMA, S.; GRIFFITHS, P. & GRAY, R. D. *Cycles of contingency: developmental systems and evolution.* Cambridge (MA): The MIT Press, 2001. p. 283-297.

MAMELI, M. Nongenetic selection and nongenetic inheritance. *Brit. J. Phil. Sci.*, v. 55, p. 35-71, 2004.

Paulo C. Abrantes é graduado em Física pela Universidade de Brasília, doutor em Filosofia pela Universidade de Paris I e professor associado do Departamento de Filosofia e do Instituto de Ciências Biológicas da UnB. É pesquisador do CNPq e coordenador do grupo de pesquisas em Filosofia da Biologia cadastrado no Diretório dos Grupos de Pesquisas do CNPq desde 2003. Destaca-se, em sua produção recente, a organização do livro *Filosofia da Biologia*.  
abrantes@unb.br

PRIMEIRAS TEORIAS  
SOBRE A EVOLUÇÃO HUMANA  
CÉREBRO AVANTAJADO *VERSUS* POSTURA ERETA,  
DO *ANTHROPITHECUS* AO *AUSTRALOPITHECUS*

---

*Nelio Bizzo*

Algumas publicações surgidas no período 1863-1925 levaram à descrição dos *Australopithecus africanus*. De um lado, no cerne das discussões sobre o tamanho do cérebro em macacos e humanos, parecia estar enraizada uma autoestima de inteligência brilhante em nós mesmos. De outro, a ideia de que a postura ereta poderia ter sido uma aquisição crítica que provocou o aumento do tamanho do cérebro estava baseada no pressuposto lamarckiano de que o aumento da utilização de um órgão tem influência direta em seu tamanho, e que essas modificações passariam a ser transmitidas por hereditariedade. Tal discussão foi acompanhada por certa tendência à “racialização” dos grupos humanos em bases étnicas, que acabou por contribuir para o desenvolvimento do eugenismo dos primeiros anos do século 20. A classificação dos fósseis “humanos” passava a ser influenciada pela classificação de características mais “simiescas” ou, ao contrário, mais “humanoides”, neles vistas, o que os tornaria mais assemelhados a certas “raças humanas”. A “lei da recapitulação” e seus críticos parecem ter desempenhado papel central nesse contexto.

## Introdução

A discussão sobre a origem da espécie humana tem marco inicial incerto na ciência moderna, mas muito provavelmente está ligada ao conhecimento de outras espécies primatas, o que impressiona até hoje quem observa de perto qualquer um dos chamados “grandes macacos”, como um orangotango, chimpanzé ou gorila. Na verdade, a percepção dessa semelhança está impregnada na cultura dos povos que tiveram longo contato com eles. Em uma das línguas faladas em Ruanda, o *Kinyarwanda*, o vocábulo que designa animais é utilizado para todas as espécies, mas não se aplica a primatas. O próprio nome “orangotango” significa, em um dos dialetos malaios, “homem da floresta”. No Japão, que tem uma espécie nativa de macaco (*Macaca fuscata*), o termo honorífico “san”, é utilizado na linguagem comum apenas para designar humanos e... macacos!<sup>1</sup>

A primeira referência escrita europeia sobre espécies muito parecidas com a nossa consta de um relato de Filippo Pigafetta (1533-1604), originalmente de 1591, mas republicada em Frankfurt em 1598, que mereceu o relato de Thomas Huxley em seu famoso livro *Man's place in Nature* (1863). O relato original adiantaria que “eles são incapazes de falar e seu entendimento não é maior do que o de outros animais” e seriam violentos, responsáveis pela morte de diversas pessoas e seriam muito fortes, pois “dez pessoas não têm força suficiente para segurar um pongo”.<sup>2</sup> A descrição do “engeco” não é clara na fonte original e Huxley acaba por concluir que talvez se tratasse de uma confusão com os filhotes dos chimpanzés, hoje classificados como *Pan troglodytes*. Na verdade, Huxley subestimara a capacidade de observação dos nativos, eis que provavelmente se tratava dos bonobos<sup>3</sup>, uma espécie diversa, *Pan paniscus*, descrita apenas em 1929.

O mais antigo relato sobre primatas dentro de uma perspectiva científica moderna é indubitavelmente o tratado do Dr. Edward Tyson<sup>4</sup>. O autor teria se graduado no *Corpus Christi College* da Universidade de Cambridge, em 1678 e se tornado *Fellow* do *College of Physicians* em abril de 1683 e posteriormente *Fellow* da *Royal Society*<sup>5</sup>. A opinião do Dr. Tyson é a de que, após sua dissecação, a semelhança com o ser humano, a partir da anatomia interna, era grande a ponto de se poder reconhecer nele a descrição dos assim chamados “povos pigmeus”, desde Homero. No entanto, enquanto os antigos teriam descrito uma forma de ser humano, Tyson certificava que se tratava de uma espécie muito semelhante, porém diferente.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> LEIMAN, A. Poor relations. *The Biologist*, 61(2):12-16, 2014.

<sup>2</sup> HUXLEY, T. H. *Evidence as to Man's Place in Nature*. [1863] s/l University of Michigan Press, 1959. p. 13.

<sup>3</sup> BIZZO, N. *Pensamento Científico: a natureza da ciência no ensino fundamental*. São Paulo: Melhoramentos. 2. ed. 2012. p. 115-116.

<sup>4</sup> TYSON, E. *A Philological Essay Concerning the Pygmies of the Ancients*. With a prefatory note by Bertram Windle [1699]. Boston: Indypublish, (s/d).

<sup>5</sup> WINDLE, B. Prefatory note [1894] s/p. In: TYSON, E. *A Philological Essay Concerning the Pygmies of the Ancients*. With a prefatory note by Bertram Windle [1699]. Boston: Indypublish, (s/d).

<sup>6</sup> TYSON, E. *Op. cit.*

Outra referência obrigatória sobre os estudos anatômicos comparativos entre o ser humano e os grandes macacos é Lineu, que criou a ordem Antropomorpha, na qual incluiu a todos, inclusive formas conhecidas apenas de relatos de viajantes e exploradores. É interessante que Huxley os menciona sem ter plena certeza que de fato não tenham existido, como *Homo caudatus*, um ser humano supostamente com cauda, que seria uma segunda espécie humana vivente, e *Satyris indicus*, mencionado por Lineu, o qual admitia talvez tratar-se de uma “terceira espécie humana”<sup>7</sup>. Assim, podemos afirmar que os estudos modernos sobre a origem do ser humano tiveram uma primeira fase na qual havia grande incerteza até mesmo das espécies primatas antropoides existentes.

<sup>7</sup> HUXLEY, T. H. *Op. cit.* p. 23.

### Em busca de evidências

O livro de Huxley aparecia logo após dois artigos publicados sobre fósseis humanos, do ano anterior (1862), artigos que têm contribuição seminal na questão da evolução humana em geral e, em particular, na questão da importância das evidências, mais do que valores e crenças. William Buckland tinha descoberto quarenta anos antes o que é reputado hoje como uma das maiores descobertas relativas ao Paleolítico Superior, um esqueleto em uma tumba ritual, com diversos adereços e um crânio de mamute. A descoberta foi descrita em seu livro sobre as evidências do Dilúvio, publicado naquele ano de 1823. No entanto, como se tratava nitidamente de um sepultamento, não havia possibilidade de aquilo ser uma prova do dilúvio bíblico; desse modo, suas crenças e valores se sobrepuseram às evidências concretas e a descoberta foi desprezada em grande parte.

A “teoria diluvial” do Reverendo William Buckland não era uma iniciativa isolada no seio da Igreja Anglicana; o Vaticano tinha tomado medidas que visavam defender a doutrina dogmática e moral católica, inclusive com a criação da Academia de Religião Católica em 1801.<sup>8</sup> Na mesma época, essa academia vaticana patrocinou conferências mensais no ano de 1821 para “combater os geólogos modernos, recitando uma memória a cada mês”<sup>9</sup>.

Os “diluvianistas apoloéticos”, como ficaram conhecidos na bibliografia especializada, compunham uma coleção de contribuições teóricas que incluíam estudos geológicos aprofundados com longa história na tradição anglicana, desde Thomas Burnet, William Whiston e John Woodward.<sup>10</sup> Nesse sentido, é relevante a obra do padre barnabita Ermenegildo Pini, que poderia ser rotulado como o “Cuvier ita-

<sup>8</sup> BIZZO, N. & OLIVEIRA, J. Giambattista Brocchi (1772-1826) e as paleoheteromorfias na alvorada do século XIX. *Filosofia e História da Biologia*, 7(2):281-303, 2012.

<sup>9</sup> BROCCHI, G. Anotação manuscrita no exemplar de sua biblioteca pessoal, junto ao artigo de Domenico Testa “Al abate D. Francesco Venini” (Terza Lettera Su i Pesci Fossili del Monte Bolca, 1794). Bassano del Grappa: s/e (circa 1823).

<sup>10</sup> GAUDANT, Jean. La querelle des trois abees (1793-1795): le Deibat entre Domenico Testa, Alberto Fortis et Giovanni Serafino Volta sur la signification des poissons pétrifiés du Monte Bolca (Italie). p. 159-206. In: TYLER, J. (Ed.). *Miscellanea Paleontologica*, VIII. Verona: Museo Civico di Storia Naturale, 1999.

liano”, diante de sua atuação política e científica, com vasta produção em diversas áreas, sobretudo na geologia, praticando uma “teologia racionalista” que se opunha aos geólogos modernos, mesmo católicos, como os abades Lazzaro Spallanzani e Alberto Fortis. Estes tinham relatado achados de fósseis humanos, o que convinha aos interesses religiosos, em uma época em que já estava bem estabelecido que certos tipos de fossilização ocorrem apenas em ambiente aquático. Escreveu Pini:

*55. Muitos outros foram os que anunciaram ter encontrado ossos humanos fósseis. Mas suas observações, assim como as de Spallanzani e Fortis (...), não são reconhecidas pela maior parte dos Geólogos, que insistem em negar sua insistência, alegando que os ossos ou não são humanos (...) ou não são fósseis, mas apenas impregnados de material estalactítico (...) com isso pretendem ter provado que, se houve uma inundação geral no globo terrestre, isso ocorreu antes que ele fosse habitado pela espécie humana, e que, portanto, o dilúvio Mosaico deve ser tomado como uma fábula. Trata-se de uma opinião precipitada tanto do fato como da consequência que dele se quer deduzir.<sup>11</sup>*

<sup>11</sup> PINI, E. Sugli animali fossili, Memoria Geologia. *Memorie della Società Italiana delle Scienze*, Tomo XII, Modena, 1805. p. 18-19.

Pini argumentava que era preciso reconhecer o aspecto lacunar dos achados fósseis, pois eram conhecidos grandes mamíferos carnívoros, mas os fósseis de suas presas ainda não haviam sido descobertos. Assim, cumpria admitir que eles se alimentavam de animais menores, e que seus fósseis haveriam de ser encontrados. No entanto, a quantidade relativa dos achados fósseis até aquela época não refletia, necessariamente, a situação das populações do passado. Como se vê, não se tratava de uma apologia criacionista ingênua, mas de uma teologia racionalista com base científica.

Mesmo conhecendo bem os trabalhos de Cuvier e a indiscutível extinção dos grandes mamíferos da época glacial, Buckland interpretou aqueles restos humanos achados numa caverna do sul do País de Gales como sendo de época romana, a conhecida “Red Lady of Paviland”. Com sua predisposição em interpretar toda e qualquer evidência na perspectiva do literalismo bíblico, Buckland deixava de lado evidências importantes para resguardar sua “teoria diluvial”. Isso explicaria a veemência dos ataques que a “teoria” de Buckland irá receber de um jovem que assistia a diversas de suas conferências na Universidade de Oxford, Charles Lyell, que:

*repudiava as tentativas de Buckland de colocar a Geologia a serviço da reconciliação com as Escrituras. O próprio Lyell não era anti-religioso; mas ele sentia que o status da Geologia como uma ciência respeitável estava sendo ameaçado pelo trabalho de Buckland.<sup>12</sup>*

<sup>12</sup> RUDWICK, M. J. S. *The meaning of fossils*. Chicago: Univ. Chicago Press, 2<sup>nd</sup> ed. 1976. p. 168.

O livro de Huxley aparecia pouco depois de outro, escrito pelo agora maduro e reconhecido geólogo, Charles Lyell, intitulado *The Geological Evidences of the Antiquity of Man: with remarks on Theories of the Origin of Species by Variation* (1863), no qual eram apresentados estudos detalhados de uma longa série de achados, desde os sambaquis de Santos no Brasil, até os mais recentes como os da caverna de Neanderthal. No entanto, Lyell dedica os últimos capítulos a discutir as “modificações da Teoria de Lamarck sobre as mudanças progressivas e transmutação [evolução] sugeridas por Mr Darwin em seu livro *Sobre a Origem das Espécies por Variação e Seleção Natural*”<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> LYELL, C. *The geological evidence of the antiquity of man*. [1863]. Mineola: Dover Editions, 2004. p. 2.

O livro de Lyell era aguardado com muita ansiedade. Como recém-premiado geólogo (recebera a medalha Copley em 1858), esperava-se que ele se posicionasse claramente no debate sobre a evolução, que tinha em Darwin, Huxley, Wallace (e, para alguns historiadores Herbert Spencer) a imagem do grupo que desafiava não apenas a visão teológica e tradicional das religiões, mas os cientistas mais reputados da época, como Richard Owen. No entanto, para desapontamento geral, inclusive de Darwin, o livro de Lyell não trazia esse posicionamento e, após a longa exposição das evidências conhecidas (“um simples resumo”, na opinião reservada de Darwin), declarava que a existência de uma ponte entre o ser humano e os animais era ainda desconhecida.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> BYNUM, W. F. Charles Lyell's *Antiquity of Man* and its critics. *Journal of the History of Biology*, 17(2): 153-187, 1984.

O livro de Huxley, por outro lado, vinha com uma linguagem veemente, porém acessível, pois queria ampliar seu público para muito além dos “latinistas de Oxbridge”, inclusive como estratégia mercadológica. Além do assunto picante, as vendas foram impulsionadas pela “ilustração inteligente” do frontispício (figura 1), com um “homem esqueletizado, tropeçando “à frente de seus parentes sombrios” formando um “trenzinho de macacos” se equilibrando no ar para não rastejar, como se estivessem em macabra “procissão para o Palácio”<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> DESMOND, A. *Huxley: from Devil's disciple to evolution high priest*. London: M. Joseph, 1997. p. 312.

Lyell citava e transcrevia longamente as opiniões de Huxley já publicadas, e este, por seu turno, citava as opiniões do colega para atestar o longo lapso de tempo que separava a época da vida de dois achados paleoantropológicos que ganharam posição central em seu próprio livro. O primeiro era de um fóssil humano que vivera na mesma época de rinocerontes lanosos e de mamutes, seguramente extintos; no outro caso, Huxley se amparava na autoridade de Charles Lyell para afirmar que se tratava de uma forma humana de “grande, embora incerta, antiguidade”<sup>16</sup>. Os livros de Lyell e Huxley, ambos de 1863, irão inaugurar uma

<sup>16</sup> HUXLEY, T. H. *Op. cit.* p. 140.

tendência que influenciará as teorias sobre evolução humana por décadas, século XX adentro, na forma de quatro características. A primeira é a legitimação das opiniões a partir de evidências concretas, que possam ser debatidas em sua consistência científica. Não basta apresentar um crânio, sendo necessário discutir as circunstâncias precisas do achado, os métodos utilizados para resgatá-lo, enfim, uma série de requisitos metodológicos que deverão validar a evidência. A segunda se apóia nos estudos anatômicos dos grandes macacos da fauna atual; mesmo entendendo que eles não sejam os ancestrais dos humanos (ao contrário do que indicava a “inteligente” ilustração do frontispício do livro de Huxley), podem oferecer elementos de parentesco próximo ou distante.

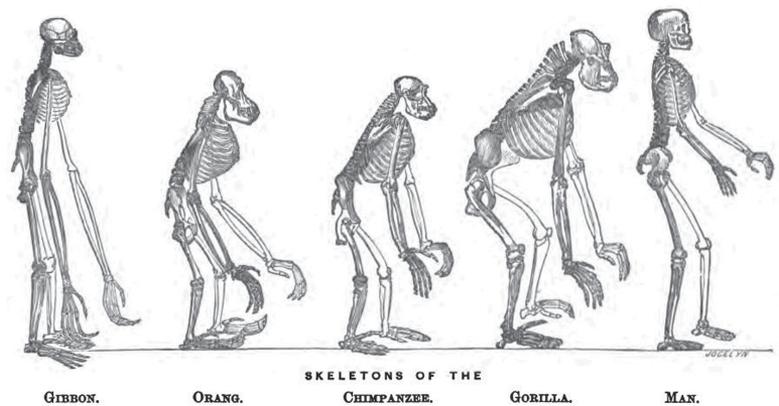


Figura 1: Ilustração do frontispício do provocante livro de Huxley “Man’s Place in Nature” (1863), com esqueletos fora de escala estampando o ícone mais conhecido da evolução humana

Outra característica apontava para a valorização dos estudos comparativos, seja com fósseis, seja com peças anatômicas de animais e seres humanos da atualidade, que passavam a ser realizados considerando uma certa hierarquia, implícita ou explícita, entre as raças humanas. Essa última tendência não pode ser imputada a Huxley isoladamente, mas trata-se de uma tendência muito mais ampla, que Peter Bowler insere no clima vitoriano que teria “inventado o progresso”, para utilizar a expressão utilizada no título do seu livro.<sup>17</sup> Lyell discute as diferenças ente os cérebros de “símios superiores” e o das “raças humanas inferiores”.<sup>18</sup> Por fim, a linguagem direta e simplificada de Huxley tinha um objetivo evidente, para além das circunstâncias mercadológicas do momento, qual seja, o de envolver o grande público na discussão de teorias científicas. De fato, as pri-

<sup>17</sup> BOWLER, P. *The invention of progress: the victorians and the past*. London: Blackwell Publ., 1990.

<sup>18</sup> LYELL, C. *Op. cit.* p. 71.

meiras mil cópias publicadas em janeiro de 1863 logo se esgotaram, reaparecendo em novas edições continuamente. Em julho do mesmo ano, surgia a edição estadunidense.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> MONTAGU, A. Introduction to Ann Arbour Paperbacks edition, p. 1-5. In: HUXLEY, T. H. *Evidence as to Man's Place in Nature*. [1863] s/l University of Michigan Press, 1959.

### A singularidade humana deslocada: do cérebro à postura ereta

Enquanto o debate seguia concentrado na anatomia do cérebro ao final daquela década de 1860, alguns cientistas, como Haeckel, Schaaffhausen e Charles Darwin empreendiam outro caminho, entendendo que a postura ereta trazia a chave para explicar diversas outras modificações indiretas, como os processos mastoídeos do crânio humano, ausentes em chimpanzés e no orangotango. A postura ereta implicaria maior uso de certas partes, enquanto outras, ao contrário, se atrofiariam; coerentemente com a teoria hereditária da pangênese de Darwin, essas modificações trariam consequências evolutivas, uma vez que se tornariam hereditárias.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> GEISON, G. L. Darwin and heredity: the evolution of his hypothesis of pangenesis. *J. Hist Med Allied Sci*, XXIV (4):375-411, 1969.

BIZZO, N. A teoria genética de Charles Darwin e sua oposição ao mendelismo. *Filosofia e História da Biologia*, 3:317-333, 2008.

Para Darwin, o cérebro isoladamente não poderia responder pela humanização de primatas, mas sim de maneira articulada com a postura ereta e a consequente liberação de mãos e braços. O verdadeiro bipedalismo, que não existe em chimpanzés, gorilas e orangotangos, teria como efeito deixar livres os membros superiores e, assim, mudanças no cérebro poderiam resultar em maior destreza manual. Esta, uma vez em uso, implicaria maior desenvolvimento cerebral. Escreveu Darwin:

*Na medida em que os antepassados do homem iam sempre mais assumindo a posição ereta, com as mãos e os braços sempre mais modificados de maneira a tornarem-se capazes de agarrar e aptos para outros fins, com os pés e as pernas transformados ao mesmo tempo qual base firme e meio de locomoção, deviam fazer-se necessárias outras mudanças infinitas de estrutura. (...) É difícil decidir até que ponto essas modificações correlatas constituem o resultado da seleção natural e até que ponto são o resultado dos efeitos hereditários do aumento do uso de certas partes ou da ação de uma parte sobre a outra.*<sup>21</sup>

<sup>21</sup> DARWIN, C. *A origem do homem*. [1871]. São Paulo: Hemus Editora, 1982. p. 69.

Assim, as mãos livres permitiam fabricar utensílios e armas para combater inimigos. Isso teria tornado desnecessários os grandes caninos e as grandes dimensões das mandíbulas de nossos antepassados simiescos, antes de adquirirem a postura ereta, responsável por modificações indiretas que reduziam certas partes. Junto com a fabricação de utensílios e armas, a vida social se desenvolveu e, com ela, a cultura, a arte e a linguagem.

*No desenvolvimento do intelecto deve ter-se realizado um grande passo, tão logo entrou em uso a semi-arte e o semi-instinto da linguagem, de vez que o continuado uso da linguagem deve ter agido no cérebro e provocado um efeito hereditário o qual, por sua vez, deve ter agido no melhoramento da linguagem.*<sup>22</sup>

<sup>22</sup> DARWIN, C. *Op. cit.*, p. 702.

Assim, era apresentada a ideia original de transferir do cérebro para a postura ereta a marca distintiva da hominização, a qual teria gerado modificações orgânicas as mais diversas, com impacto direto no tamanho do cérebro. Isso, evidentemente, só podia ser concebido pela admissão do efeito hereditário do uso e desuso das partes, com o qual concordavam Darwin e Haeckel. Essa mudança de foco parece ter sido envolvida pelas críticas que se abateram sobre a teoria hereditária de Darwin e a versão lamarckista do processo evolutivo defendida por Haeckel. Darwin chegou a escrever, na apresentação de sua *Origem do Homem*, que se a obra de Haeckel, de 1868, *Natürliche Schöpfungsgeschichte* [traduzido para o inglês como *History of Creation* em 1870] tivesse aparecido antes, ele provavelmente não teria escrito aquele livro sobre a espécie humana.

Haeckel explicava as vantagens da seleção artificial em espartanos e índios norte-americanos, que praticavam o infanticídio, e os prejuízos trazidos pela “seleção médica” das “nações civilizadas”, nas quais se prolonga a vida de sífilíticos e todos os tipos de doentes, que acabavam por incorporar os efeitos hereditários dessa decadência orgânica, o que prejudicava as novas gerações; ele ainda criticava a influência da Igreja Católica e os benefícios para a humanidade da pena de morte para todos os “criminosos incorrigíveis e degradados”.<sup>23</sup> Da mesma forma, Darwin repetia os malefícios das práticas hospitalares, e até mesmo da vacinação, que teria “salvo um grande número daqueles que, por sua débil constituição física, não teriam em tempo resistido à varíola” o que permitia a reprodução dos “membros fracos das sociedades civilizadas”.<sup>24</sup>

A passagem é precedida de referências expressas a outros pensadores, entre eles William R. Greg, citando em especial uma publicação no *Frazer's Magazine*, de setembro de 1868, o conhecido ensaio de Alfred. R. Wallace publicado na *Anthropological Review* de 1864, e a “grande obra” de Francis Galton, *Hereditary Genius* (1869), considerada a obra fundadora de Eugenia (mesmo que ainda sem este nome). Darwin diz que, além da concordância com as ideias de Haeckel, “muitas de minhas observações foram extraídas destes três autores”<sup>25</sup>.

<sup>23</sup> HAECKEL, E. *The history of creation or the development of the earth and its inhabitants by the action of natural forces*. [1876], Sixth New English Edition (1914) p. 175-178. [versão eletrônica disponível em: <http://www.geology.19thcenturyscience.org/books/1876-Haeckel-HistCrea/Vol-1/htm/doc.html>, acesso em 12/06/2014].

<sup>24</sup> DARWIN, C. *Op. cit.*, p. 161-162.

<sup>25</sup> DARWIN, C. *Op. cit.*, p. 161.

Portanto, é neste contexto que devem ser entendidas tais observações, que se mantêm no marco das antigas discussões sobre raça que sobrepunham aspectos biológicos e culturais. Na imprensa da época, a referência ao termo “raça” aparecia frequentemente em contexto de litígio, como que a contrapor duas naturezas étnicas irreconciliáveis. No cenário do mais recente conflito bélico de fundo étnico ocorrido na Europa, os Bálcãs, essa década de 1860 é marcada por discussões sobre as delimitações dos estados nacionais sob o domínio dos Habsburgo. Na Dalmácia, que tinha pertencido ao domínio da República de Veneza desde o século XV até a entrada de Napoleão no Vêneto em 1797, os jornais falam na erradicação da “raça italiana”. Essa categoria estava intimamente ligada ao uso da língua, uma vez que se questionava o ensino ministrado em italiano nas cidades, como Zara (hoje Zadar). O principal jornal nacionalista da Dalmácia, *Nazionale* (depois *Narodni List*) escrevia em editorial de 18 de dezembro de 1867, que o uso da língua italiana era “o símbolo do domínio estrangeiro, símbolo das raças privilegiadas (...)”<sup>26</sup>.

Nesse clima intelectual de “racialização”, a herança das características adquiridas de certa forma vinha a amenizar aquilo que nos parece hoje mais chocante do ponto de vista moral, visto que esse conceito de raça, a sobrepor natureza biológica e cultura, permitia certa plasticidade, tornando imprecisos os limites de demarcação entre indivíduos de “raças” diversas. No ensaio de W. R. Greg do qual Darwin diz ter “retirado observações”, ele diz:

*Como as circunstâncias do entorno, climáticas e geológicas, variam e são modificadas, variações correspondentes (como as que aparecem acidentalmente na descendência de todas as criaturas) nos habitantes de cada distrito surgem subitamente, aumentam, se difundem e passam a ser permanentes.*<sup>27</sup>

Isso explicaria o ajuste permanente e perfeito dos organismos às condições climáticas: a seleção natural atuava diretamente sobre o revestimento do corpo, no caso dos “animais inferiores”, mas não no caso humano; daí a razão da “raça branca”, naqueles tempos, dominar, nas regiões equatoriais, as “raças negras”, as quais estariam mais bem adaptadas ao clima; porém, “um cérebro maior” seria de mais utilidade do que uma pele naturalmente protegida contra as queimaduras do sol.<sup>28</sup>

No outro caso que servia de inspiração a Darwin, a obra de Francis Galton, também havia uma clara demanda teórica pela herança das características adquiridas. De fato,

<sup>26</sup> NAZIONALE, Redattori, 18/12/1867 apud MONZALI, L. *Italiani in Dalmazia: dal Risorgimento all Grande Guerra*. Firenze: Casa Editrice Le Lettere (2004, ristampa 2011). p. 50.

<sup>27</sup> GREG, W. R. On the failure of “Natural Selection” in the case of Man. *Fraser’s Magazine*, (Sept.): 353-362, 1868. p. 353.

<sup>28</sup> GREG, W. R. *Op. cit.* p. 357.

a reedição de *Hereditary Genius*, de 1892, trouxe um prefácio no qual Galton justificava a manutenção da linha central da obra e, em especial de sua dependência da herança das características adquiridas. Como sabemos, anos antes o trabalho de August Weismann, que tinha sido de grande aceitação, contrariava frontalmente as hipóteses de transmissão hereditária de caracteres adquiridos. Galton se perguntava se “influências hereditárias muito pequenas”, acumuladas durante muitas gerações, “sempre na mesma direção” poderiam afetar as qualidades da espécie.<sup>29</sup> Ele admitia que os questionamentos levantados por Weismann aplicavam-se “mais diretamente a herança de mutilações acidentais e comportamentos adquiridos”, mas não tinham descartado totalmente a possibilidade da transmissão de caracteres adquiridos, mesmo que fosse, “no máximo, extremamente pequena”.<sup>30</sup>

<sup>29</sup> GALTON, F. *Hereditary Genius*. 2ª edição. Londres: John Murray, 1892. p. XIV.

<sup>30</sup> GALTON, F. *Op. cit.* p. XIX-XX.

Ao mesmo tempo em que Haeckel defendia a herança das características adquiridas, ele defendia como lei geral a geração espontânea (“Archigonia”) ao lado da geração parental (“Tocogonia”). No primeiro caso, exemplificava com os Monera, que “mal mereceriam a designação de organismos”, pois não possuiriam órgãos. Eles seriam:

*absolutamente nada além de plasma amorfo ou protoplasma, isto é, da mesma matéria albuminosa de carbono que, em infinitas combinações, é encontrado em todos os organismos, como essência do infalível assento do fenômeno da vida. Eu tive a oportunidade de dar uma descrição detalhada e um desenho do Bathybius e outros Monera em meu trabalho “Monographie der Moneren” de 1870.*<sup>31</sup>

<sup>31</sup> HAECKEL, E. The history of creation... *Op. cit.* p. 190.

O grande destaque dado à geração espontânea tinha chamado a atenção de Huxley, que dedicou considerável esforço em suas pesquisas empíricas ao tema, tendo descrito o famoso “organismo” *Bathybius haeckelii* em homenagem àquele que antevira sua existência. Como sabemos, o caso provocou grande repercussão, inclusive quando erros de procedimento e exageros foram bem conhecidos, no início dos anos 1880, mesmo que Haeckel jamais o tenha admitido.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> RUPKE, N. *Bathybius haeckelii* and the psychology of scientific discovery. *Studies in History and Philosophy of Science*, part A, 7(1)53-62, 1976.

Ao lado da geração espontânea, que geraria “protoplasma” em lodo oceânico, Haeckel dedicava um capítulo inteiro (IX) à discussão das “Leis da transmissão por herança”, no qual ele admitia que todo o complicado fenômeno poderia ser reduzido ao fato de que o organismo novo se origina de uma parte do protoplasma original dos pais.<sup>33</sup> Essa “regra geral” do mundo vivo permitiria diferenciar

<sup>33</sup> HAECKEL, E. The history of creation... *Op. cit.* p. 206.

duas formas de transmissão, a dos caracteres *herdados* e a dos caracteres *adquiridos*. Dizia Haeckel:

*Essa distinção depende do extremamente importante fato de que os indivíduos de todas as espécies animais e plantas podem transmitir aos seus descendentes não apenas aquelas qualidades recebidas por herança por eles próprios, mas também as qualidades peculiares e individuais que eles adquiriram durante suas próprias vidas. Estas últimas são transmitidas por herança progressiva e as primeiras por herança conservativa.*<sup>34</sup> (ênfase nossa)

<sup>34</sup> HAECKEL, E. The history of creation... *Op. cit.* p. 211.

<sup>35</sup> HAECKEL, E. The history of creation... *Op. cit.* p. 212.

<sup>36</sup> BISHOP, B. E. Mendel's opposition to evolution and to Darwin. *Journal of Heredity*, 87:205-213, 1996.  
BIZZO, N. & EL-HANI, C. N. Darwin and Mendel: evolution and genetics. *Journal of Biological Education*, 43(3): 108-114, 2009,  
CALENDER, L. A. Gregor Mendel: an opponent of descent with modification. *History of Science*, 26:41-75, 1988.

Ao tratar da “herança conservativa”, Haeckel aborda uma particularidade, que seria a chamada “lei da herança interrompida ou latente”, na qual os filhos não herdam características dos pais, mas dos avós. Essa lei seria “ativa principalmente entre animais inferiores e plantas”.<sup>35</sup> Não seria demais lembrar que, nesse mesmo ano de 1870, quando da edição do livro de Haeckel na Inglaterra, já eram conhecidos os experimentos de Mendel, inclusive por Darwin<sup>36</sup>, cujos resultados se explicavam inteiramente pela “herança conservativa”, sem qualquer espaço para a “herança progressiva” de Haeckel. Ao mesmo tempo, há que se lembrar que em março de 1870 Darwin estava passando uma temporada em Londres com seu primo Francis Galton, realizando experimentos de circulação cruzada entre cobaias brancas e pretas, esperando, com isso, comprovar experimentalmente sua Teoria da Pangênese. No entanto, os resultados foram desastrosos. Numa carta de Emma, esposa de Charles Darwin, dirigida à filha Henrietta, que visitava o pai em Londres, ela alertava a filha a ser cuidadosa ao conversar com o pai, evitando perguntar-lhe sobre os resultados de seus experimentos com cobaias:

*Os experimentos de F. Galton estão fracassando, o que é um terrível desapontamento para eles dois. F. Galton disse que estava doente de ansiedade até que a gestação terminasse, e agora uma odiosa criatura comeu todos os filhotes, e outra teve uma ninhada perfeitamente normal. Ele deseja que seu experimento seja mantido em sigilo porque pretende dar-lhe continuidade e teme que riam dele, portanto não faça nenhuma alusão ao caso.* (Carta de Emma Darwin para Henrietta Darwin, 19/03/1870)<sup>37</sup>

<sup>37</sup> LITCHFIELD, H. E. *Emma Darwin, wife of Charles Darwin: a century of family letters*. Cambridge: Cambridge University Press, 1908. v. ii, p. 230.

Assim, vê-se que os mecanismos que procuravam explicar como o cérebro humano se tornara grande, como consequência quase imediata da postura ereta, passaram por questionamentos profundos na época mesma em que foram propostos. Haeckel, Huxley e Darwin acertavam em parte,

ao enfatizar o aspecto evolutivo da hominização, mas erravam ao propor mecanismos que pudessem explicá-lo. Huxley acertava ao apontar as semelhanças anatômicas entre seres humanos e símios antropoides da fauna atual, mas errava ao enfatizar a geração espontânea como explicação definitiva para a origem da vida. Darwin, mesmo se reduzisse essa ocorrência a alguma oportunidade do passado de uma “poça quente”, acreditava nos efeitos quase imediatos da postura ereta e Haeckel, por seu turno, defendia exageradamente os “erros” de ambos.

### A singularidade humana restabelecida: o cérebro de volta a seu lugar

As críticas à Teoria da Pangênese e a desmoralização da geração espontânea universal dos Monera, com a valorização dos trabalhos de August Weismann já na década de 1880, trouxeram de volta para uma base mais tradicional os evolucionistas que procuravam explicar a hominização. Era necessária uma explicação para o cérebro humano, tão diferente daquele dos grandes macacos da fauna atual, pelo menos em tamanho, mas que não estivesse baseada na “herança progressiva” de Haeckel, tão elogiada por Darwin.

Em edições posteriores de seu *The History of Creation*, Haeckel comentou a teoria do germoplasma de Weismann, referindo-se a uma publicação de 1889, acrescentando que ela enfrentara a oposição de “Virchow, Kölliker, Detmer, Eimer, Herbert Spencer e outros”, dentre os quais ele próprio. Faltariam provas empíricas para a separação das células germinativas e somáticas, além do que, segundo ele, a teoria de Weismann inviabilizaria totalmente o pensamento evolutivo, tornando impossível, por exemplo, explicar o mimetismo.<sup>38</sup> Da mesma forma, a geração espontânea de maneira geral, e em especial o caso do *Bathybius heackeli*, já não eram tomados seriamente pelos cientistas do século XX, mas Haeckel insistia em sua concretude.<sup>39</sup> Assim, Haeckel se recusava a admitir a falência de seus maiores postulados teóricos, embora ainda restasse a sua “Lei Biogenética Fundamental”, como veremos adiante.

A grande descoberta de 1891, quando foi desenterrado o *Anthropithecus erectus*, descrito pelo médico Eugene Dubois, trazia de certa forma a oportunidade de redimir certas ideias de Ernst Haeckel. Dubois seguira suas recomendações, baseadas na similaridade do orangotango com a nossa espécie, e afirmava que o sudoeste asiático teria sido o berço da humanidade. Isso teria feito Dubois se decidir a passar anos naquela região, mesmo em meio a um conflito bélico.<sup>40</sup>

<sup>38</sup> HAECKEL, E. The history of creation... *Op. cit.*, p. 233-235.

<sup>39</sup> HAECKEL, E. The history of creation... *Op. cit.*, p. 414.

<sup>40</sup> BOWLER, P. *Theories of Human evolution: a century of debate 1844-1944*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1989. p. 68.

O nome específico escolhido por Dubois era outra homenagem àqueles paladinos do bipedalismo como chave para a hominização. Tudo o que fora achado se resumia a uma calota craniana, mais parcial do que as conhecidas até então, em especial de Engis e Neanderthal, e um fêmur, que não era possível dizer com certeza que pertencesse ao mesmo indivíduo, embora Dubois não duvidasse disso. Mesmo que não tivesse a preclara indicação de um quadril de criatura bipedal, como de fato tinha, Dubois não duvidava que aquela criatura tinha andar ereto, daí seu nome *Anthropithecus erectus*. Mais tarde, Dubois reconsiderou o volume do cérebro, originalmente calculado em cerca de 700 centímetros cúbicos, para 900 centímetros cúbicos (ou algo mais), e rendeu-se a Haeckel, achando que as indicações apontavam para uma criatura menos simiesca, e o termo *Pithecanthropus erectus* foi adotado. Apenas em 1944 seu nome atual seria proposto (*Homo erectus*), confirmando o cálculo mais vantajado do cérebro do fóssil de Dubois: ele pertenceria ao mesmo gênero ao qual pertence nossa espécie.

No entanto, Eugene Dubois era um médico apaixonado por paleontologia, e não um paleoantropólogo profissional. Além disso, não tinha seguido os procedimentos já tradicionais de documentação do achado, nem tampouco publicado sua descoberta no mais prestigioso veículo científico da época. Por fim, apresentou seu achado como a redenção da tese do bipedalismo para uma seleta platéia incrédula, na qual havia o consenso de que o fóssil seria o de um macaco quadrúpede de cérebro avantajado. O fêmur, diziam alguns, nada tinha a ver com o fragmento de crânio, ou pelo menos, pela documentação da descoberta, ninguém poderia saber a quem pertencia. Virchow via nele cicatrizes de cuidados clínicos, o que comprovaria sua origem recente, tese ridicularizada por Haeckel, com base em opiniões de paleontólogos e até mesmo de caçadores!<sup>41</sup> Apesar do aplauso de Haeckel<sup>42</sup>, a rejeição do trabalho de Dubois pela comunidade científica foi quase unânime. Tal rejeição só foi amenizada após o trabalho do paleontólogo alemão, Gustav Schwalbe, um dos seguidores de Haeckel, que obtivera a permissão de Dubois para realizar uma réplica da calota craniana em 1897.

A descoberta de Dubois enfrentou grave revés na reunião anual da *Geological Society* de Londres, em dezembro de 1912, quando foi anunciada a descoberta, finalmente, do ser meio macaco, meio humano, com as características esperadas pelos cientistas: grande cérebro, porém mandíbula primitiva forte. Os caninos faltavam, contudo, no

<sup>41</sup> HAECKEL, E. *A origem do homem* [1903]. São Paulo: Global, 2. ed., 1989. p. 28.

<sup>42</sup> BOWLER, P. *Op. cit.* p. 35.

ano seguinte, uma busca mais cuidadosa no local da descoberta acabou por revelar caninos grandes, que se encaixavam perfeitamente na mandíbula e que eram indubitavelmente do padrão simiesco, e não humano. Esse extraordinário achado passou a ser o ponto central em torno do qual todas as demais descobertas acabaram por ser comparadas e seu nome científico revelava sua importância: *Eoanthropus dawsoni*, uma referência à aurora da humanidade e seu “descobridor”, Charles Dawson (1864-1910). Embora enfrentasse crescente descrédito ao longo dos anos 1930, e grave questionamento na década seguinte<sup>43</sup>, apenas em 1953, como é bem sabido, caía por terra o Homem de Piltdown: fragmentos de crânio de nossa espécie tinham sido meticulosamente colocados na mina de calcário, ao lado de fósseis (verdadeiros) de outras criaturas, junto a uma mandíbula de orangotango<sup>44</sup>.

<sup>43</sup> BOWLER, P. *Op. cit.* p. 37.

<sup>44</sup> BOWLER, P. *Op. cit.* p. 35-37.

### A postura ereta volta à cena?

Seguidores de Haeckel, como Gustav Schwalbe, conferiam grande importância ao *Pithecanthropus erectus* de Dubois e aos neandertais, os quais, pela virada do século, já tinham sido encontrados em número suficiente para colocar por terra a tese de outro desafeto do grupo, Rudolf Virchow, médico e antigo professor de Haeckel, que se opusera à evolução depois de se envolver em atividade político-partidária. Com sua grande autoridade na medicina, reputara a descoberta do crânio Neanderthal como uma patologia de humanos modernos. A multiplicação dos achados fósseis demonstrava claramente como seu juízo sobre eles estava completamente errado.

Schwalbe aplicara as ideias progressivistas de Haeckel de maneira rigorosa, traçando uma trajetória retilínea entre grandes macacos, *Pithecanthropus*, neandertais e humanos modernos. A descoberta do Homem de Piltdown, com grande crédito conferido a ele pela ciência anglo-saxônica, na Grã Bretanha e nos Estados Unidos, era um dos grandes obstáculos para a aceitação da tese de que a postura ereta tinha tido, de fato, grande importância para a hominização. Isso explica a razão de o grupo de Schwalbe ter acolhido calorosamente o anúncio da descoberta de um novo fóssil, batizado de *Australopithecus africanus*, por Raymond Dart, catedrático de anatomia da Universidade de Witwatersand, na África do Sul, na prestigiosa revista *Nature*, no ano de 1925.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> BOWLER, P. *Op. cit.* p. 164.

O relato, de imediato, noticiava que o berço da humanidade, ao contrário do que pensavam os defensores do

Homem de Piltdown, não tinha sido a Europa, muito menos a Inglaterra, tampouco a Ásia, como tantos imaginavam; Raymond Dart situava o centro de gravidade das origens humanas no continente que mais sofrera com o colonialismo europeu. Além disso, nas publicações que se seguiram, o professor Dart afirmava que a criança tinha a capacidade da fala e tinha postura ereta. Desta feita, as afirmações provinham de um anatomista, educado na Inglaterra, no University College de Londres. Até mesmo um de seus mais famosos professores, Grafton Elliot Smith, aconselhou-o diretamente a mudar de opinião.<sup>46</sup> Felizmente, nem eles nem mesmo outras grandes autoridades que se manifestaram com veemência, conseguiram dissuadi-lo.

<sup>46</sup> STANFORD, C. *Como nos tornamos humanos*. Rio de Janeiro: Elsevier & Campus, 2004. p. 24.

O descrédito lançado sobre o *Australopithecus africanus* manteve relação inversa com a valorização do Homem de Piltdown; à medida em que novas evidências eram levantadas contra o fóssil inglês, em especial questionando a relação dos fragmentos do crânio com a mandíbula e desta com os caninos, todos achados em diferentes momentos, ganhava força a ideia de que o andar ereto talvez fosse mais importante do que o cérebro avantajado, e o fóssil africano fosse, de fato, o mais antigo da série hominídea. A descrição original de Dart não apenas enfatizava o andar ereto, deduzido a partir dos elementos anatômicos do crânio (como a localização do *foramen magnum*), mas também se baseava em elementos da morfologia das circunvoluções cerebrais daquela criança, que o fóssil permitia antever. Esse conjunto de razões lhe dava um sólido fundamento para argumentar que a criança era definitivamente humana.

Descobertas posteriores, na década de 1930, acrescentaram evidências de que a postura ereta precedera o cérebro avantajado na linhagem hominídea, conferindo crescente credibilidade ao achado de Dart. Na verdade, apenas com as descobertas dos anos 1970, em especial do conhecido exemplar Lucy, um legítimo *Australopithecus afarensis* de postura ereta e pequeno cérebro, a postura ereta passou a ser valorizada adequadamente. No entanto, a primeira evidência indiscutível de bipedalismo em hominídeos remonta a 3,7 milhões de anos, após a descoberta das pegadas fósseis, em Laetoli, em 1976, por Mary Leakey, quando a capacidade craniana dos hominídeos da mesma época, como *Australopithecus afarensis*, variava entre 380 e 430 centímetros cúbicos. Registre-se, no entanto, que os caninos dessa espécie, bem como o tamanho de sua mandíbula, se apresentavam notavelmente reduzidos em relação aos grandes macacos da atualidade,<sup>47</sup> conforme previsto por Darwin.

<sup>47</sup> JOHANSON, D. C. & EDEY, M. A. *Lucy: os primórdios da humanidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 354-356.

A ideia de que nossos ancestrais hominídeos eram frágeis fisicamente, mas muito espertos e inteligentes, fez parte de uma saga de autoexaltação que seduziu o ego humano durante mais de um século. Assim, pequenos macacos indefesos, porém inteligentes, teriam se destacado dos demais de animais de primeira grandeza (os “primatas”, como os definiu Lineu). Desde os questionamentos do Duque de Argyll, que duvidava que a seleção natural tivesse atuado no ser humano, diante de sua fragilidade física, esse argumento era utilizado tanto por aqueles que defendiam como os que criticavam a seleção natural atuando na espécie humana.<sup>48</sup>

<sup>48</sup> DARWIN, C. *Op. cit.* p. 80-81.

### Recapitulacionismo: ascensão e queda

Com a geração espontânea desacreditada, sobretudo pela crescente indústria alimentícia, a admissão do mendelismo e da Teoria Cromossômica da Herança, restava pouco dos mecanismos originais de Haeckel. No entanto, sua influência no desenvolvimento de teorias sobre a evolução humana não deixou de ser ainda muito presente, por conta de sua “Lei Biogenética Fundamental”, ou “Teoria da Recapitulação”, como a maioria preferia, que se tornara, ao final do século XIX, um dos poucos “consensos biológicos”, sendo “amplamente aceita como o princípio preeminente para traçar filogenias”.<sup>49</sup>

<sup>49</sup> GOULD, S. J. *The structure of evolutionary theory*. Cambridge (MA) and London: The Belknap Press, 2002. p. 353.

Na verdade, mais do que inferir filogenias, a “teoria da recapitulação” de Haeckel passara a ser utilizada nos mais diferentes contextos, até mesmo na psicologia do desenvolvimento, mas, por volta de 1914, era reconhecido que sua credibilidade deveria ser revista, em especial no mundo anglo-saxão. Sem entrar no mérito de fatores extracientíficos, diante do grande conflito mundial que se configurava, é emblemático que se reconhecesse que a “teoria da recapitulação” tinha se tornado uma base teórica unânime. No entanto, “rumores recentes” indicavam que, mesmo no campo em que havia sido originalmente apresentada, tornava-se claro que “o princípio tinha sido formulado sem os devidos cuidados” e que a teoria da recapitulação não poderia ser vista nem mesmo como uma “hipótese útil”, havendo “enorme e evidente incerteza sobre o grau de verdade que ela possa conter”.<sup>50</sup>

<sup>50</sup> DAVIDSON, P. E. *The recapitulation theory and human infancy*. New York: Teachers' College, Columbia University, 1914. p. 2.

A recapitulação tinha levado a nascente psicologia a ver a infância como uma sucessão de fases evolutivas pelas quais a humanidade tinha passado, de quadrúpedes a bípedes sem capacidade de fala (o *Pithecanthropus alalus*), para depois adquiri-la, mas ainda assim sem saber bem o que

<sup>51</sup> HAECKEL, E. *A origem do homem*. Op. cit. p. 50.

dizer (*Homo stupidus*), para então atingir a plena sapiência (*H. sapiens*).<sup>51</sup> Mas, diante dos profundos questionamentos dirigidos à teoria que sustentava essa visão de infância, percebia-se que se tinha “construído castelos de areia”.

Com efeito, o desenvolvimento da embriologia havia sugerido, pelo menos desde o início do século XIX, que existia certa correspondência entre os estágios de desenvolvimento embriológico de animais da fauna atual e as formas adultas de espécies extintas. Essa percepção pode ser encontrada em diversos pensadores anteriores a Haeckel, desde a “Lei de Semelhança Embriônica” de Carl Ernst Von Baer. O próprio Haeckel, ao escrever o necrológio de Fritz Müller, reconhecia que seu trabalho em Santa Catarina, estudando as formas larvais de crustáceos e outros animais marinhos, ajudara a fundamentar

*solidamente uma ideia significativa, que foi explicada através da teoria da descendência, a qual já fora mencionada no começo do nosso século por Lorenz Oken, Friedrich Meckel e outros filósofos naturais mais antigos, sem entretanto firmá-la: a concepção de que a a filogênese da espécie está contida de forma incompleta na ontogênese. Ao mesmo tempo, Fritz Müller provou que a concordância da estrutura corporal das formas jovens, comuns a todos os animais de uma classe rica em formas, pode ser explicada através da herança de uma forma primitiva comum, enquanto que as diferenças no seu desenvolvimento embrionário são explicáveis como adaptações a condições específicas. Expandi esta teoria em meu Morfologia Geral (1866) e tentei mostrar que ela, como lei biogenética fundamental, tem a mais alta importância no desenvolvimento de todos os organismos, sem exceção. Na minha Teoria Gastrea (1872) acredito ter aportado a prova de que ela explica, justamente, o começo da história dos metazoa, da forma mais simples, no sentido de que todas as etapas da gastrulação são repetições herdáveis de processos correspondentes na sua filogenia.*<sup>52</sup>

<sup>52</sup> HAECKEL, E. Necrológio de E. Haeckel dando notícia da morte de Fritz Müller em Desterro, Brasil, publicado em Ein Nachruf. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, v. 31, p. 156-173, 1897, p. 241-271. In: MÜLLER, F. *Para Darwin (Für Darwin, 1864)*. Tradução de Luiz Robeto Fontes e Stefano Hagen. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2009. p. 165-166.

Mesmo que se tenha anunciado a ruína desse conjunto de ideias, tidas como “lei fundamental”, “teoria” ou mesmo “hipótese sem utilidade”, seria ocioso tentar mostrar que ela se tenha tornado realmente desimportante, até nossos dias, em que pesem as críticas em diversas frentes, mas principalmente em seu “campo original”. A ideia singela de que a “ontogênese recapitula a filogênese”, associada a uma certa “hierarquia racial”, que se tornara verdadeiro consenso no mundo branco de estirpe europeia na segunda metade do século XIX e início de século XX, permitia classificar

fósseis de hominídeos a partir do conhecimento, mesmo que superficial, do desenvolvimento fetal humano e de outros primatas. Além disso, permitia aproximar os diferentes tipos raciais das formas “mais primitivas” ou “mais evoluídas”.

Não é de se espantar que tenham surgido hipóteses que procuravam conciliar as evidências disponíveis, “buscando distinguir cuidadosamente as adaptações adquiridas recentemente”, dos caracteres mais “fundamentais e não adaptativos”, que seriam uma indicação segura da “ancestralidade evolutiva”. Assim, Hermann Klaatssch, que também tinha sido aluno do orientador de doutorado de Haeckel, Karl Gegenbaur (a quem Klaatssch se referia como “o mais sábio de todos os anatomistas vivos”), propunha traçar uma distinção rigorosa entre o tipo humano moderno e os neandertais, rompendo com a linearidade de descendência de Schwalbe. Ele publicou, em 1910, uma defesa da distinção rigorosa entre a linhagem evolutiva ligada ao orangotango, que teria dado origem às raças humanas “mongólica” e “caucasóide”, e a linhagem evolutiva ligada aos grandes macacos africanos, que teria dado origem aos tipos “neandertaloides” e a certas outras raças atuais que incluíam os negros nativos da África e da Austrália. Os grandes macacos da atualidade seriam as “pontas dos ramos” da árvore evolutiva dos primatas.<sup>53</sup>

<sup>53</sup> BOWLER, P. *Op. cit.* p. 144-147.

No entanto, essa mesma lógica impedia a compreensão mais profunda das rotas evolutivas possíveis, uma vez que o desenvolvimento embrionário era visto como uma repetição apenas das formas *adultas* de estágios mais primitivos. Isso constrangeu profundamente o pensamento evolutivo, restringindo as hipóteses sobre a origem da espécie humana, tornando-as alinhadas com ideologias racistas e o movimento eugênico em pleno vigor na Europa da época.

Walter Garstang publicou artigos especializados a partir de 1894, criticando o pensamento recapitulacionista, o qual impedia que se entendesse como adaptações específicas das formas larvais embrionárias podem ser alvo da seleção natural, com consequências evolutivas. E, assim, Garstang apresentou à Sociedade Lineana, naquele ano de 1921, um *paper* no qual utilizou pela primeira vez o termo “pedomorphose”. A partir dessa nova forma de conceber a ontogênese, “que não recapitula a filogênese, mas a cria”,<sup>54</sup> ele introduziu a ideia de que adaptações em formas larvais ou nos primeiros estágios de vida poderiam ter não apenas uma importância muito grande sobre os adultos, mas sobre todo o curso da evolução futura do grupo considerado.

<sup>54</sup> HARDY, A. C. Introduction. In: GARSTANG, W. *Larval Forms*. Oxford: Basil Blackwell, 1962. p. 1-21.

<sup>55</sup> GARSTANG, W. The morphology of the Tunicata, and its bearing in the Phylogeny of the Chordata. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 72:51-187, 1928.

<sup>56</sup> GARSTANG, W. *Op. cit.* p. 62.

<sup>57</sup> RAFF, R. A. Origins of metazoan body plans: the larval revolution. In: TELFORD, M. J. & LITTLEWOOD, D. T. J. (Eds.). *Animal Evolution: genomes, fossils and trees*. Oxford: Oxford University Press, 2009. p. 43-51.

#### Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Pesquisa da USP – Núcleo de Pesquisa em Educação, Divulgação e Epistemologia da Evolução (EDEVO/Darwin) –, ao CNPq, à FAPESP à Faculdade de Educação, ao Museu de Zoologia (USP) e à Università Degli Studi di Padova.

Nelio Bizzo é biólogo e trabalha questões de ensino de biologia amparando-se em estudos históricos, em especial sobre o pensamento evolutivo. Seu doutorado foi realizado com fontes originais, incluindo acesso a manuscritos e biblioteca pessoal de Charles Darwin, na Inglaterra. Atualmente investiga a geologia na transição dos séculos XVIII e XIX, em especial o trabalho de Giambattista Brocchi, considerado o “Darwin italiano”. É coordenador científico do núcleo de pesquisa EDEVO-Darwin.

bizzo@usp.br

Em outro artigo, Garstang<sup>55</sup> apresentou uma interpretação inteiramente nova para a origem dos Tunicados, vistos tradicionalmente como membros degenerados da linhagem evolutiva que deu origem aos cordados. Para ele, as formas adultas eram simplesmente exemplares típicos dos ancestrais dos cordados, seres sedentários com estágio larval que explicava a dispersão dos indivíduos na área geográfica ocupada. Se a seleção natural tivesse atuado em suas formas larvais, de maneira a prolongar-lhes a duração da fase larval e, eventualmente, desenvolver os órgãos sexuais, ou seja, por pedomorfose e neotenia, seria possível explicar a origem dos cordados de uma maneira inteiramente diferente daquela dos recapitulacionistas. Garstang dizia:

*Em vista destes fatos, posso repetir que a teoria da recapitulação baseada nos estágios adultos está morta, e portanto não mais nos limita e deforma o estudo da filogenia. Em vez de assumir que as fases de determinada ontogenia representem uma sucessão comprimida de ancestrais adultos, vou simplesmente assumir (1) que, em condições semelhantes em uma ontogenia, ovo, larva e adulto herdaram ou tendem a preservar os caracteres de ovo, larva, e adulto de uma ontogenia anterior; (2) que, em vez de novos caracteres tenderem a surgir apenas no final da ontogenia, que eles podem surgir em qualquer fase da sequência da ontogenia; e (3) que, em vez de os novos caracteres tenderem sempre a empurrar o seu caminho para trás na ontogenia, que eles podem se estender em estágios adjacentes em qualquer sentido, seja retrocedendo a partir do adulto para a larva e o embrião (tachygenesis), seja para a frente para o adulto a partir do embrião e da larva (pedomorfose).<sup>56</sup>*

Estudos de biologia molecular e genômica têm confirmado essa hipótese para a origem dos cordados, bem como a ideia geral de que a seleção natural atua também na fase larval, com consequências evolutivas. Afinal, a maioria dos filós não tem um único plano corporal.<sup>57</sup>

# EVOLUÇÃO HUMANA

## UMA HISTÓRIA DE OSSOS E DNA

---

*Fabício R. Santos*

Os estudos sobre a evolução humana instigam a curiosidade de leigos e cientistas ávidos por informações acerca de nossas origens. Afortunadamente, estamos em uma época repleta de evidências fósseis, morfológicas e moleculares sobre o passado de nossa espécie, o que permite a reconstrução de cenários históricos que não vislumbrávamos no século XX. A origem africana de nossa linhagem, hipótese levantada por Darwin e Huxley no século XIX, está agora bem estabelecida, embora a data de divergência de nossa linhagem irmã, a dos chimpanzés, seja ainda um ponto em debate. Inúmeros achados fósseis demonstraram a coexistência de quatro a oito espécies da linhagem humana em alguns períodos nestes últimos 6 milhões de anos. Estudos genéticos, incluindo sequências de genomas humanos atuais e antigos, têm permitido detalhar um pouco mais a origem recente do *Homo sapiens*, revelando que houve hibridização interespecífica com Neandertal e Denisovanos e que quase fomos extintos ao redor de 65 mil anos atrás.

A espécie humana, o *Homo sapiens*, é apenas uma entre as quase 1,8 milhões de espécies catalogadas pela Ciência na biodiversidade terrestre que, além de outras peculiaridades, consegue refletir sobre nossas próprias origens. Em um passado recente, nossa curiosidade era saciada por muitas religiões com seus diferentes mitos sobre a origem humana. Entretanto, nos dias de hoje, as ciências históricas nas áreas de paleoantropologia, arqueologia, linguística e genética, encaram os fatos e nos trazem narrativas científicas que ficam mais detalhadas e complexas a cada década de investigação. Nossa história nos aproximou dos outros seres vivos que também resultaram dos 3,5 bilhões de anos de evolução biológica no planeta Terra. Nossa espécie emerge na África ao redor de 200 mil anos atrás, mas aqueles caçadores-coletores vieram a ocupar todo o Velho Mundo, a Oceania e o Novo Mundo apenas nos últimos 60 mil anos. Tratava-se de uma espécie muito inteligente de primata que ocupou inúmeros ambientes e lugares distantes sem utilizar a escrita ou fundar cidades, e com muito poucas manifestações culturais da humanidade atual. Nos últimos milênios, principalmente a partir do início do sedentarismo e da agricultura há 12 mil anos, nossa espécie seguiu o atalho rápido da evolução cultural num ritmo que ultrapassa os limites intelectuais de um humano comum, dependente de uma vida em sociedade que dita as regras do jogo. Além disso, apenas nos últimos 26 mil anos estamos aparentemente sozinhos, sem outra espécie competidora que seja equivalente à nossa do ponto de vista intelectual. Em resumo, somos uma espécie peculiar de primata descendente de uma linhagem que, nestes últimos 6 milhões de anos, sobrepujou todos os seus adversários diretos, também dominadores do ambiente ao seu redor. Desvendar nosso passado evolutivo pode ser útil para entendermos o presente e vislumbrar o futuro da humanidade.

### **A ordem Primata e a origem antiga da linhagem humana**

O *Homo sapiens* é uma espécie de antropoide da ordem Primata, que inclui espécies de dois grandes grupos taxonômicos: os Strepsirrhini (lêmures, lórisés e gálagos) e os Haplorrhini (tarsos e antropoides). Em comparação a outros mamíferos, os primatas possuem várias características compartilhadas, como cérebro desenvolvido, face pequena com olhos projetados para frente, duas mamas, dedos oponíveis nas mãos e nos pés que permitem agarrar, unhas ao invés de garras em muitas espécies, capacidade para ficar ereto etc.

A ordem Primata pertence à superordem Euarchontoglires, formando o clado Euarchonta junto com as ordens Scandentia (tupaias) e Dermoptera (colugos). As análises filogenéticas mais recentes consideram a ordem Dermoptera como grupo irmão atual dos Primatas (figura 1). Alguns táxons extintos de Primatas, os Adapiformes e Omomiformes, revelam grande diversidade de espécies fósseis (>200) no Eoceno e Mioceno, entre 55 e 33 milhões de anos atrás (*Maa*). Estes dois grupos são relacionados, respectivamente, aos Strepsirrhini e Haplorrhini.

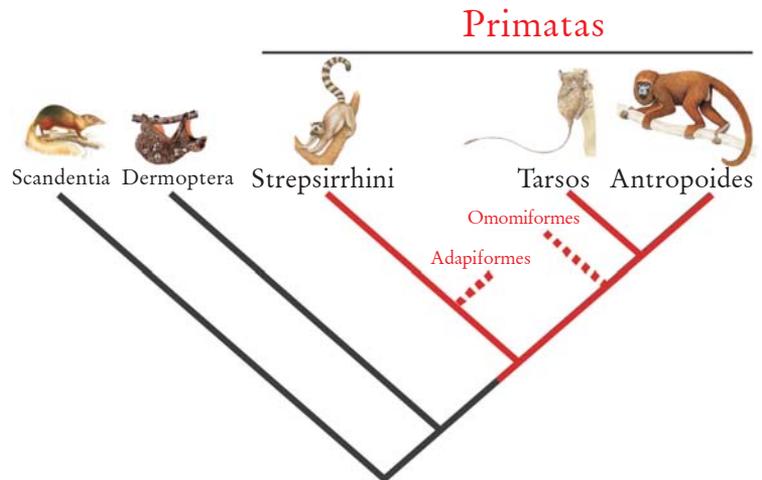


Figura 1: Filogenia dos Primatas atuais e grupos extintos relacionados

Apesar da relativa riqueza de registros de fósseis de Primatas durante o Eoceno, de maneira geral, a quantidade de fósseis úteis para a reconstrução detalhada da filogenia do grupo é muito pequena. Por exemplo, o *Aegyptopithecus* de 35 *Maa* é um dos poucos antropoideos Catarríneos utilizados para datar a divergência inicial dos macacos do Velho Mundo. Também não foram encontrados fósseis que permitam datar precisamente a divergência entre macacos do Velho Mundo (Catarríneos) e do Novo Mundo (Platirríneos). Por tal escassez, os tempos de divergência entre grupos de Primatas podem estar muito subestimados na paleontologia, já que estudos genéticos apontam geralmente datas bem mais antigas<sup>1</sup>. Assumindo datas recentes, inconsistências biogeográficas dificultam a explicação da ocorrência dos Platirríneos na América do Sul, por exemplo, já que este continente se separou da África há 100 milhões de anos. No entanto, alguns achados paleontológicos recentes sugerem uma origem mais antiga dos Primatas Haplorrhini para o sudeste asiático<sup>2</sup>, bem anterior a 56 *Maa*.

<sup>1</sup> WILLIAMS, B. A.; KAY, R. F. & KIRK, E. C. New perspectives on anthropoid origins. *PNAS*, 107(11):4.797-4.804, 2010.

<sup>2</sup> NI, X. *et al.* The oldest known primate skeleton and early haplorhine evolution. *Nature*, 498, 60-64, 2013.

<sup>3</sup> HUXLEY, Thomas Henry. *Evidence as to Man's place in nature*. London: Williams & Norwood, 1863.

<sup>4</sup> DARWIN, Charles. *The Descent of man and selection in relation to sex*. London: John Murray, 1871.

Em 1863, Thomas Huxley<sup>3</sup> escreveu a primeira obra dedicada exclusivamente à evolução da espécie humana, apresentando vários dados relativos à relação de ancestralidade comum com outros primatas (figura 2). Posteriormente, em 1871, Darwin publicou suas análises no livro *A ancestralidade humana*<sup>4</sup>, no qual deduziu: "...como estas duas espécies (chimpanzé e gorila) são consideradas os parentes mais próximos do homem, isto torna muito mais provável que nossos primeiros ancestrais teriam vivido também na África". Naquele momento, não era conhecido cientificamente nenhum fóssil de homínido da linhagem humana, mas, como veremos, a dedução que Darwin elaborou em 1871 foi amplamente corroborada por dados fósseis, morfológicos e genéticos.

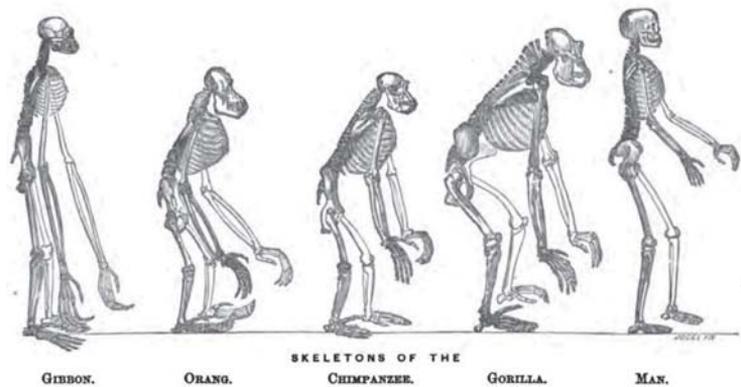


Figura 2: Comparações de esqueletos dos grandes símios sem cauda. Figura do livro *Evidências do lugar do homem na Natureza* de Thomas Huxley (1863)<sup>5</sup>. Os esqueletos não estão em escala proporcional ao tamanho de cada espécie

<sup>5</sup> HUXLEY, Thomas Henry. *Op. cit.*

A sistemática atual dos antropóides está muito bem resolvida a partir da análise cladística de dados morfológicos e moleculares que surgiram nos anos 1990 (figura 3). Diferente da classificação antiga que incluía o homem em uma família exclusiva, Hominidae, atualmente ela inclui também os chimpanzés, o gorila e o orangotango.

A filogenia da figura 3 representa a história de diversificação e os tempos estimados de divergência entre as espécies de homínidos. Inúmeras evidências morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e genéticas indicam parentesco mais próximo entre homens e chimpanzés, do que destes com gorilas ou orangotangos. A comparação dos genomas de nossa espécie e os dos chimpanzés (que são duas espécies existentes) resulta em 1 a 2% de diferenças nos genes alinhados, que são menores do que as diferenças médias

<sup>6</sup> WILDMAN, D. E. *et al.* Implications of natural selection in shaping 99.4% nonsynonymous DNA identity between humans and chimpanzees: Enlarging genus *Homo*. *PNAS*, 100 (12): 7.181-7.188, 2003.

observadas entre os genomas de cavalos e zebras (4%), ambas espécies do gênero *Equus*. Por causa dessa discrepância, o grupo do Prof. Morris Goodman dos EUA sugeriu que chimpanzés deveriam pertencer também ao gênero *Homo*.<sup>6</sup> Entretanto, uma eventual mudança do gênero do chimpanzé (*Pan*) para *Homo* implicaria também que todas as espécies ancestrais da linhagem humana (figura 3) teriam de ser realocadas no gênero *Homo*; por exemplo, *Australopithecus afarensis* se tornaria *Homo afarensis*.

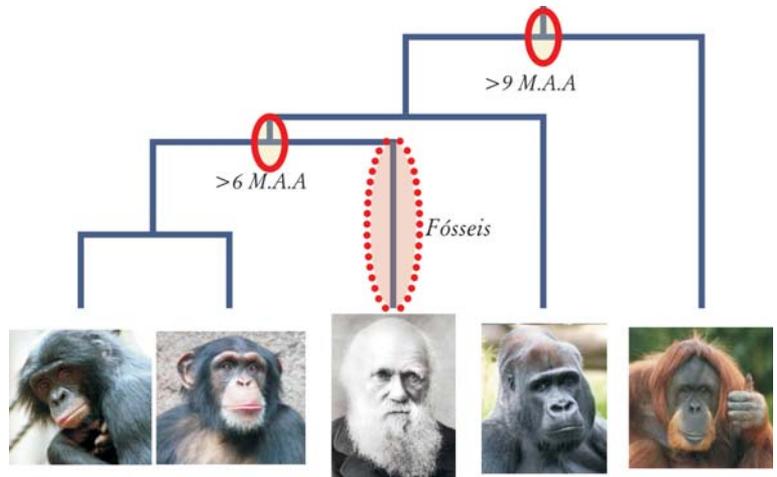


Figura 3: História filogenética dos hominídeos ressaltando os tempos de divergência entre algumas linhagens (elipses fechadas) e a ocorrência de fósseis relacionados com a linhagem humana (elipse pontilhada). As espécies representadas (da direita para esquerda) são: *Pan paniscus* (bonobo ou chimpanzé pigmeu), *Pan troglodytes* (chimpanzé comum), *Homo sapiens*, *Gorilla gorilla* (gorila) e *Pongo pygmaeus* (orangotango)

## Paleoantropologia

A Paleoantropologia é de grande importância para o estudo da ancestralidade humana devido à grande riqueza de evidências fósseis. Vários hominídeos ancestrais ou relacionados ao nosso passado evolutivo foram e estão sendo descobertos a todo o momento. A motivação para tantos achados é a busca de nossas origens através dos fósseis.

Notavelmente, há muito mais fósseis relacionados mais proximamente à nossa espécie do que qualquer outra linhagem de primata (figura 3). Isto se deve ao fato de a linhagem humana ter-se diferenciado das demais espécies de primatas pela ocupação dos mais diversos ambientes, dos desertos às montanhas, dos trópicos aos círculos polares

etc, o que não se deu com nossos “primos”, os chimpanzés e os gorilas, que até hoje permanecem na floresta equatorial africana. O domínio da floresta equatorial chuvosa não é propício à fossilização, mas em ambientes mais secos como savanas, desertos, cavernas etc, a fossilização é muito mais provável. Essa diferença de ocupação de habitats explica a descoberta de fósseis relacionados à nossa espécie, enquanto que as linhagens ancestrais dos chimpanzés e dos gorilas não apresentam fósseis que permitam detalhar seu passado.

Há mais de 20 espécies fósseis descritas que estão relacionadas com a linhagem humana, como ancestrais diretos ou espécies que compartilham ancestrais recentes conosco. Estes fósseis (figura 4) possuem muitas características derivadas que são compartilhadas com o homem moderno, mas inexistentes nos chimpanzés e outros primatas. Por exemplo, características do esqueleto associadas à adaptação ao bipedalismo, incluindo estruturas modificadas na coluna, bacia, crânio, membros e pés.

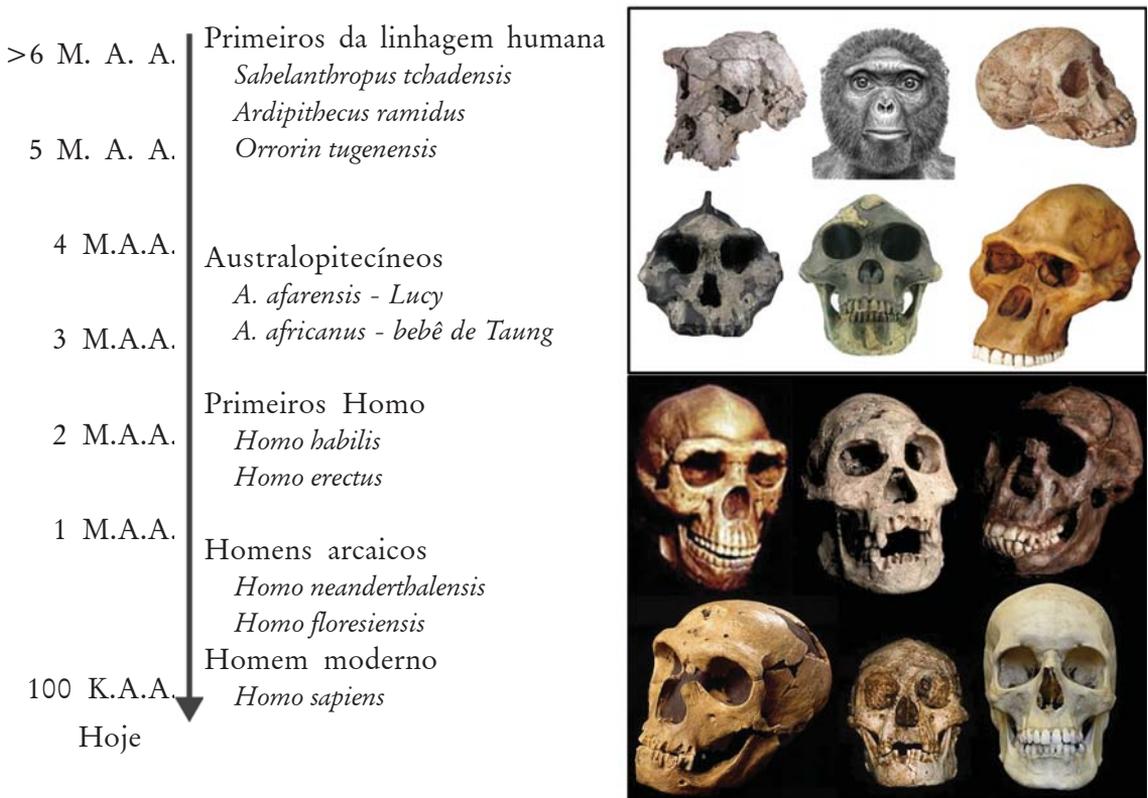


Figura 4: Espécies de hominídeos da linhagem humana. Várias espécies se diversificaram nestes últimos 6 a 7 milhões de anos, após a separação entre a linhagem humana e a dos chimpanzés

Vários fósseis de homínídeos foram descritos na linhagem humana (figura 4), todos datados nos últimos 7 milhões de anos. De todos os encontrados na África, aqueles que estão mais provavelmente relacionados à nossa ancestralidade direta são das espécies: *Sabelanthropus tchadensis* de 6,5 *Maa*, *Australopithecus afarensis* de 4,5 a 3,5 *Maa*, *Homo habilis* de 2 a 1,8 *Maa* e *Homo erectus* de 1,8 a 0,2 *Maa*.

A descoberta do *Sabelanthropus tchadensis* (figura 5) causou inicialmente grande controvérsia. Trata-se do fóssil de uma espécie que vivia no espaço de transição entre floresta e savana (atual Chade) e que sugere uma divergência mais antiga entre as linhagens do homem e dos chimpanzés (~ 7 *Maa*). Uma estrutura modificada na base do crânio indicava postura ereta, apontando o homem do Toumai ou *S. tchadensis* como ancestral direto de toda a linhagem humana. No entanto, novas escavações e estudos comparativos estão sendo executados para investigar detalhadamente a questão.

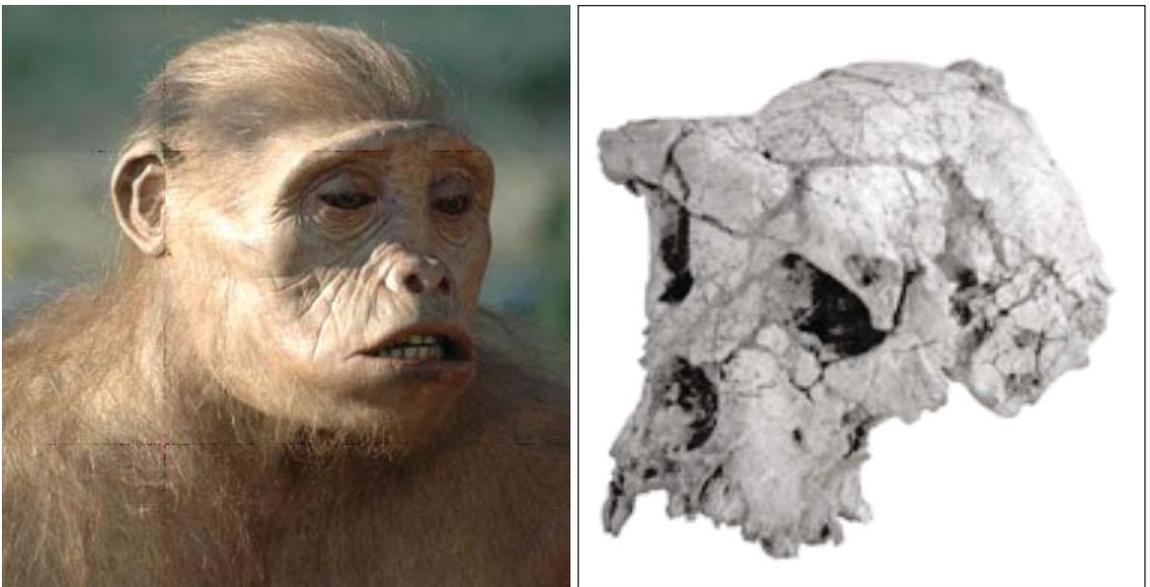


Figura 5: Reconstrução facial e fóssil do crânio de *Sabelanthropus tchadensis* (~6,5 milhões de anos atrás)

Outro provável ancestral direto da espécie humana é o *Australopithecus afarensis* (figura 6), que viveu em período de 4 a 3 *Maa* e foi o primeiro esqueleto completo de homínídeo antigo encontrado na África. Apesar de ter um cérebro do tamanho parecido com o de um chimpanzé (~400cm<sup>3</sup>), os ossos da bacia, da coluna vertebral, do crânio e dos pés também indicam postura ereta e bipedalismo.

Outros achados fósseis mais antigos indicam que o bipedalismo parece ter sido o que realmente permitiu a diferenciação inicial de nossa linhagem em relação à dos chimpanzés, desmistificando a ideia do início do século XX de que a inteligência seria a diferença primária e direcionadora da evolução humana em relação aos seus parentes primatas mais próximos.



*Figura 6: Crânio fóssil de Australopithecus afarensis*

A linhagem humana foi muito mais diversa no passado. Análises comparativas das estruturas corporais de inúmeras espécies fósseis mostram que muitas delas não devem ser nossos ancestrais diretos, apesar de terem ancestrais comuns mais recentes conosco, do que com os chimpanzés. Por exemplo, *Paranthropus aethiopicus*, *P. boisei* e *P. robustus* (figura 7) possuem estruturas únicas que indicam especialização a diferentes nichos alimentares. As espécies do gênero *Paranthropus* apresentam adaptações a hábitos vegetarianos que permitem o aproveitamento de grãos e tubérculos muito duros, por isso foram reconhecidos como “quebra-nozes”. Como nossa espécie não herdou tais adaptações a hábitos vegetarianos estritos, além de outras carac-

terísticas ósseas, as espécies do gênero *Paranthropus* são excluídas da nossa ancestralidade direta. As várias espécies da linhagem humana do passado provavelmente se diversificaram com relativo sucesso porque tinham algumas adaptações-chave, como bipedalismo e inteligência (em relação a outros mamíferos), mas, por causa da competição por nichos alimentares, tenderiam a especializar-se em recursos não utilizados pelas espécies equivalentes.

*Paranthropus robustus*  
2 M.A.A.



*Paranthropus boisei*  
2,3 M.A.A.



Figura 7: Duas espécies fósseis de hominídeos do gênero *Paranthropus*

A existência de inúmeras espécies de hominídeos bípedes, muitos deles coexistindo na mesma época e local, e similarmente inteligentes (figura 8), nos leva a várias reflexões sobre o passado de nossa linhagem e sobre a nossa existência atual. A linhagem humana ocupou ambientes diferentes da floresta equatorial e foi muito bem sucedida evolutivamente nos últimos 6 milhões de anos. Com o aumento do cérebro e a diversificação de espécies, principalmente a partir de 2 Maa, houve uma provável especialização a nichos particulares, com o uso cada vez mais importante do intelecto para a obtenção de recursos alimentares por meio da caça e da coleta, na fuga de predadores, para a vida em sociedade etc. Há 26 mil anos, extinguíram-se os Neandertais (*Homo neanderthalensis*) na Europa, que conviviam desde 40 mil anos atrás (Kaa) com os Cro-Magnon (*Homo sapiens*, homem moderno que veio da África); da mesma

forma, há 13 mil anos, também se extinguiu o Homem de Flores (*H. floresiensis*), na Indonésia. As evidências fósseis e alguns registros arqueológicos indicadores de um comportamento social similar entre essas espécies sugerem uma potencial competição interespecífica por recursos obtidos através do uso do intelecto e da cognição do meio ambiente. A competição pode ser exemplificada pelas disputas registradas por território e outros recursos entre populações humanas no período histórico, quando populações indígenas foram aniquiladas (ou quase) por populações dominadoras (conquistadores). Vale lembrar que algumas populações indígenas foram consideradas pelos conquistadores europeus nos séculos XVI e XVII como “outra raça ou espécie inferior”, como no caso dos aborígenes da Austrália e da Tasmânia, uma discriminação que persistiu até o início do século XX.

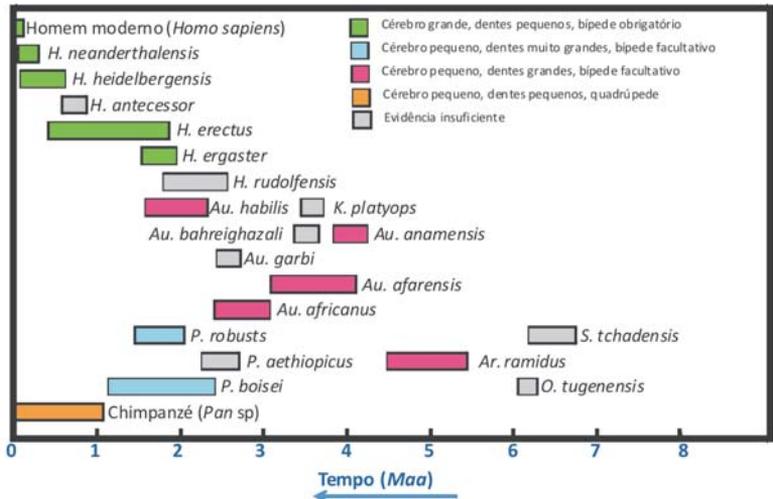


Figura 8: Cronologia da ocorrência de várias espécies da linhagem humana descritas para os últimos 7 milhões de anos. Várias espécies de homínídeos bípedes coexistiram em determinados momentos, mas apenas uma espécie em cada período foi ancestral direto do homem moderno

Dentre os homínídeos fósseis conhecidos, todos são encontrados exclusivamente na África entre 6,5 e 1,8 Maa. A partir de 1,8 Maa, algumas variedades de *H. erectus* (*H. ergaster*, *H. heidelbergensis*, *H. antecessor* etc) com volumes cerebrais acima de 850 cm<sup>3</sup> passam também a ser encontradas na Europa e Ásia (figura 9). Isto indica a África como centro de origem e diversificação dos primeiros homínídeos, mas também demonstra uma história de dispersão fora da África em diferentes momentos a partir de 1,8 Maa.



Figura 9: Mapa de ocorrência de várias espécies fósseis da linhagem humana descritas para os últimos 7 milhões de anos. Em vermelho, espécies exclusivamente africanas, em verde, as espécies (ou complexos de espécies) que eram encontradas tanto na África quanto Eurásia, e em azul, espécies recentes derivadas de variantes de *Homo erectus* na Europa e na Indonésia

A paleoantropologia considera atualmente *Homo erectus* como um complexo de várias espécies portando cérebros grandes e nomes diferentes, abrangendo fósseis de 2 Maa a 200 Kaa, e que ocuparam diferentes partes da África, Ásia e Europa (figura 10). As formas mais antigas da África e da Europa são muitas vezes chamadas de *Homo ergaster*, possuindo cérebros um pouco menores ( $\sim 900\text{cm}^3$ ) do que as formas mais recentes, tal como o *Homo heidelbergensis* da Europa ( $\sim 1.190\text{cm}^3$ ) ou o *Homo rhodesiensis* ( $\sim 1.230\text{cm}^3$ ) da África (figura 10). Por causa dos tamanhos dos cérebros que se superpõem aos tamanhos encontrados atualmente em alguns humanos modernos, estas espécies mais recentes de *H. erectus* já foram chamadas de *H. sapiens* arcaico, juntamente, por exemplo, com o *Homo neanderthalensis* da Europa e do Oriente Médio.

O complexo de espécies do *Homo erectus* está no cerne da discussão sobre a origem do homem moderno, o *Homo sapiens* (figura 11). Nesta discussão também está sempre presente o homem de Neandertal, que para a maior parte dos pesquisadores seria descendente do *H. erectus* europeu ou *H. heidelbergensis*, mas não seria ancestral dire-

to do homem moderno (*H. sapiens*). Para uma minoria de pesquisadores defensores do Modelo Multirregional de origem do *H. sapiens* (ver abaixo), o homem de Neandertal seria o ancestral do moderno homem europeu, assim como outras variedades de *H. erectus* da Ásia seriam ancestrais dos homens modernos asiáticos.

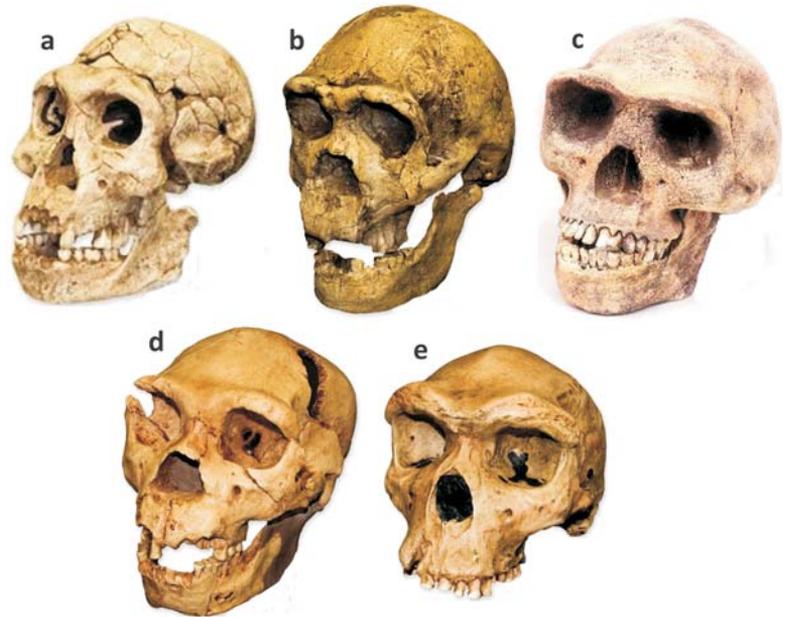


Figura 10: O *Homo erectus* é atualmente considerado um complexo de espécies. Nesta figura são apresentadas diferentes variedades temporais e geográficas: a) *H. erectus* ou *H. ergaster* de 1,8 *Maa* de Dmanisi, Geórgia, Europa; b) *H. erectus* ou *H. ergaster* de 1,7 *Maa* de Koobi Fora, Quênia, África; c) *H. erectus* ou *H. pekinensis* de 700 *Kaa* de Zhoukoudian, China, Ásia; d) *H. erectus* ou *H. heidelbergensis* de 350 *Kaa* de Atapuerca, Espanha, Europa; e) *H. erectus* ou *H. rhodesiensis* de 300 *Kaa* de Kabwe, Zâmbia, África

Independente da interpretação do registro fóssil acerca da origem do homem, todos os pesquisadores aceitam que o homem anatomicamente moderno (*Homo sapiens*) apareceu inicialmente na África. Os fósseis mais antigos do rio Omo, na Etiópia, foram datados ao redor de 190 *Kaa* (figura 11). Os crânios recuperados demonstram todas as características presentes no homem, embora apresentem ossos um pouco mais robustos e cérebros um pouco maiores do que a média atual. Recentemente, estudos paleoantropológicos<sup>7</sup> demonstraram que a espécie humana apresentou uma redução de até 10% da massa cerebral nos últimos 10 mil anos, hoje com média de 1.350cm<sup>3</sup>. Os maiores

<sup>7</sup> HAWKS J. Selection for smaller brains in Holocene human evolution. <http://arxiv.org/abs/1102.5604>, 2011.

volumes cerebrais registrados estão na espécie do homem de Neandertal (*H. neanderthalensis*) de 80 a 30 *Kaa*, com média de 1.450cm<sup>3</sup>, e entre os *H. sapiens* da Europa (homem de Cro-Magnon) de 30 a 20 *Kaa*, que possuíam um volume médio de 1.500cm<sup>3</sup> de cérebro.

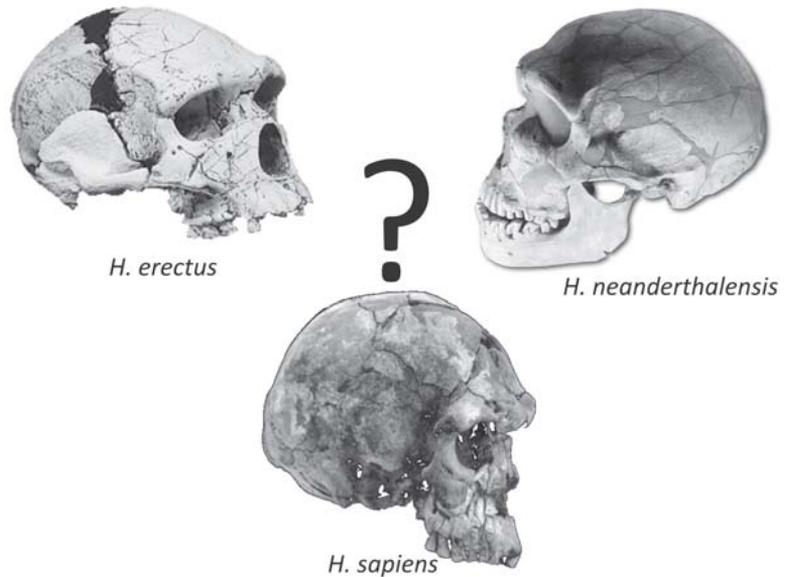


Figura 11: O *Homo sapiens* mais antigo foi encontrado na África, no vale do rio Omo na Etiópia, e possui várias características morfológicas no crânio que o definem como homem anatomicamente moderno. Na figura, um crânio de *H. sapiens* da Etiópia é comparado com um *H. erectus* africano e o *H. neanderthalensis* europeu. Estudar a relação entre estas três espécies é essencial para a compreensão da origem do homem moderno.

## Origens do homem moderno

Nossa espécie é de origem recente, datando ao redor de 200 mil anos, fato este corroborado por vários estudos de genética e paleoantropologia. O homem moderno, tendo em vista todas as populações atuais, pertence à espécie *Homo sapiens*, também conhecida pelos paleoantropólogos como “homem anatomicamente moderno”. Alguns raros pesquisadores sustentam a ideia de que os homens atuais deveriam ser considerados uma raça ou subespécie, o *Homo sapiens sapiens*, pois consideram que o homem de Neandertal seria outra raça extinta recentemente, o *Homo sapiens neanderthalensis*. No entanto, dados arqueológicos, paleoantropológicos e pesquisas genéticas atuais (ver a seguir) apontam para uma separação bem antiga destas duas linha-

gens que, embora tenham convivido por 10.000 anos na Europa, não se hibridizaram de maneira significativa. Portanto, são consideradas na nomenclatura científica como duas espécies distintas, *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis*.

### *Hipóteses alternativas: o Modelo Multirregional e o Modelo fora da África Recente*

A história da nossa espécie é objeto de investigação de várias disciplinas que se baseiam nos vestígios deixados pelos humanos no passado. Como vimos no tópico anterior, a paleoantropologia descobriu uma série de evidências fósseis que foram úteis para demonstrar a origem africana da linhagem humana. Mas, também dispomos atualmente de várias outras disciplinas que se complementam para detalhar um pouco mais esta história, principalmente no que diz respeito à origem de nossa espécie e como ela povoou todos os continentes. Assim, evidências de arqueologia, genética e linguística se somam aos dados de antropologia física (morfologia e paleoantropologia).

No entanto, a origem do homem moderno, ou seja, a transição de *Homo erectus* para *Homo sapiens*, configura-se como a questão mais debatida nesses estudos multidisciplinares. Há dois modelos diferentes que interpretam as evidências disponíveis de formas distintas quanto à origem da espécie humana, embora ambas considerem a África como o berço da humanidade.

O *Modelo Multirregional* (ou fora da África antiga) indica que a espécie *H. sapiens* se originou a partir dos vários *H. erectus* e de seus descendentes que já estavam na Ásia e Europa há pelo menos 1,8 milhão de anos. O *Modelo Fora da África Recente* (ou da substituição) considera que este homem moderno se originou há apenas 200 mil anos, na África, exclusivamente a partir do *H. erectus* africano.

Nossa espécie, o *Homo sapiens* aparece no registro fóssil ao redor de 190 *Kaa* na Etiópia, nordeste da África. Os ossos fósseis, principalmente crânios, são identificados por uma série de características anatômicas que, para a maioria dos paleoantropólogos, indica o aparecimento do homem anatomicamente moderno e, por isto, nossa espécie é considerada muito recente em termos evolutivos, segundo o *Modelo Fora da África Recente* – figura 12). Migrações de homens anatomicamente modernos saídos da África ocorreram a partir 60 *Kaa*, culminando com o aparecimento do homem moderno na Europa (homem de Cro-Magnon) ao redor de 40 *Kaa*, quando foi contemporâneo do homem

de Neandertal. Portanto, neste modelo, os homens modernos substituem as populações dos descendentes de *H. erectus* que já habitavam também Europa e Ásia, tal como o Neandertal.



Figura 12: Modelo Fora da África Recente para a origem do homem moderno. As populações nativas de cada continente se originaram da linhagem de *Homo erectus* africano há 200 mil anos, ocupando os demais continentes nos últimos 60 mil anos.

O *Modelo Multirregional*, por sua vez, dita que estes homens anatomicamente modernos teriam surgido paralelamente em distintos pontos do planeta, originados das populações de *Homo erectus* que, desde 1,8 *Maa*, teriam saído da África para a Ásia e a Europa (figura 13). A morfologia anatômica moderna também surgiu ao redor de 190 *Kaa* na África, mas isto não marcaria a origem de nossa espécie, que teria uma origem mais antiga, ao redor de 1,8 *Maa*, quando os fósseis destes hominídeos eram conhecidos como *Homo erectus*. Os raros defensores deste modelo reivindicam que todas as populações de *Homo erectus* situadas na África, Ásia e Europa teriam desenvolvido um cérebro maior e características anatômicas modernas comuns porque havia um alto fluxo gênico entre elas nos distintos continentes. Neste modelo, o homem de Neandertal não teria sido extinto e substituído pelo homem moderno, mas seria seu ancestral imediato, mais especificamente, ancestral dos europeus modernos.

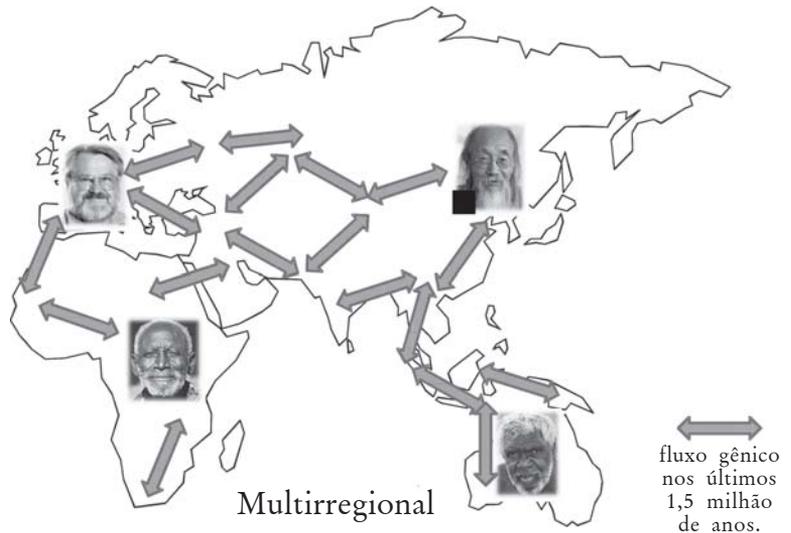


Figura 13: Modelo Multirregional para a origem do homem moderno. As populações nativas de cada continente se originaram da linhagem de *Homo erectus* que estava em cada local e evoluíram como uma única espécie por causa de um grande fluxo gênico inter e intracontinental

### *Evidências genéticas do primeiro homem moderno e o povoamento dos continentes*

Os vestígios investigados pela genética residem nos genomas das populações humanas que registram nosso passado na forma de variações de sequências de DNA nos cromossomos. A análise destas variações é usada para traçar as migrações das populações e a origem de nossa espécie. No entanto, os movimentos migratórios iniciados pelas explorações marítimas no final do século XV desencadearam um processo de miscigenação que foi altamente intensificado através do aprimoramento de vários meios de transporte. Para a genética de populações, as migrações representaram o aumento do fluxo gênico entre diferentes grupos étnicos de diferentes continentes, um fator que mascara o registro histórico preservado no genoma das populações formadas antes da Era Contemporânea. As populações indígenas (nativas ou aborígenes) se mantiveram isoladas por vários milênios após se terem estabelecido nos cinco continentes durante nossa pré-história. As evidências atuais indicam que o povoamento dos vários continentes pelo homem moderno teria ocorrido durante os últimos 60 mil anos e se dado a partir da África, local de origem do homem moderno. Para desvendar o nosso passado pré-histórico

através da genética, faz-se necessário analisar o DNA de populações indígenas ou aborígenes que representam o legado genético da época anterior aos movimentos migratórios dos últimos 500 anos. Dessa forma, nos estudos genético-evolutivos, são analisadas, por exemplo, populações isoladas de Portugal e Inglaterra que representam os aborígenes da Europa ou de índios amazônicos e andinos que são aborígenes das Américas. Não há registro histórico (escrito) de muitos movimentos migratórios antigos de nossa espécie, portanto, as evidências genéticas devem ser comparadas e complementadas com outros estudos da arqueologia, linguística, etnologia e paleoantropologia.

Atualmente, muitas evidências genéticas da evolução humana se baseiam em marcadores genéticos uniparentais que reconstróem a história das linhagens maternas, representadas pelos variantes de DNA mitocondrial (DNAMt), e das linhagens paternas, com dados de variações do cromossomo Y. Estas linhagens são segmentos de DNA passados ao longo das gerações que não sofrem influência da recombinação, pois são regiões efetivamente haploides, isto é, possuem uma única cópia (Y), ou único tipo (DNAMt), por genoma, ao contrário dos pares cromossômicos de 1 a 22. Consequentemente, estes segmentos de DNA são herdados de apenas um dos genitores: o cromossomo Y é sempre herdado do pai pelos filhos e o DNA mitocondrial é sempre herdado da mãe pelos filhos e filhas (figura 14). Por tais características, as linhagens do Y e DNAMt acumulam variações genéticas sequencialmente ao longo das gerações, uma propriedade que permite o mapeamento de rotas migratórias e determinação do local de origem de nossa espécie, por exemplo. Além disso, sabendo-se que haverá mais mutações quanto mais gerações se passarem, pode-se fazer uma datação da origem destas linhagens e, consequentemente, inferir uma data aproximada da origem da nossa espécie. As linhagens maternas (matrilinhagens) e linhagens paternas (patrilinhagens) podem contar histórias distintas, mas complementares sobre a evolução do homem moderno.

Os estudos de linhagens começam com a caracterização das variações (mutações) em diferentes posições do Y e do DNAMt. A combinação dos estados alélicos nas diferentes posições é conhecida como haplótipo, que determina um tipo específico de cromossomo Y ou DNAMt. Os haplótipos correspondem de fato a indivíduos e cada população pode ser então definida por um conjunto de haplótipos. A genética de populações utiliza-se da relação genealógica entre os haplótipos e de sua distribuição nas popula-

ções de diferentes regiões do planeta para traçar a pré-história humana, elucidando as rotas migratórias até nossa mais remota origem.

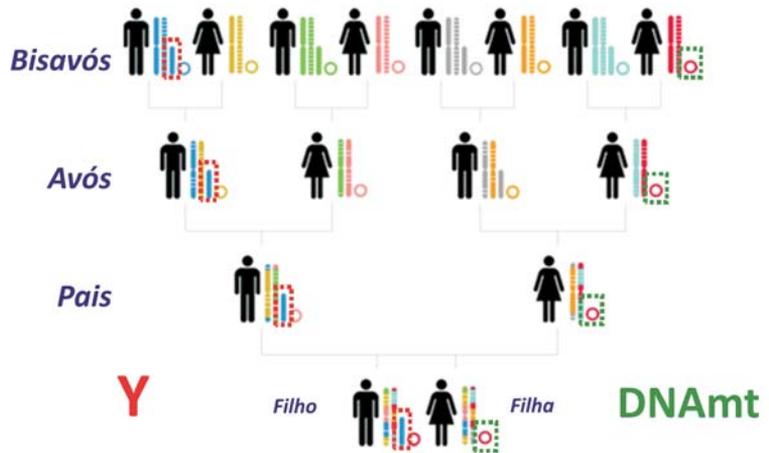


Figura 14: Herança dos marcadores uniparentais paternos (Y – quadrados vermelhos) e maternos (DNAMt – quadrados verdes). Os cromossomos autossômicos são representados pelos pares coloridos grandes, o cromossomo Y é o pequeno e o DNA mitocondrial é representado pelos círculos coloridos.

O grupo do Dr. Alan Wilson do Havaí, nos EUA, publicou há três décadas o primeiro estudo célebre com linhagens maternas em evolução humana<sup>8</sup>. A análise do DNAMt de populações indígenas de todos os continentes indicou uma origem africana e recente (menos de 200 mil anos) para a nossa espécie, estudo que ficou conhecido como a busca da “Eva mitocondrial”. Posteriormente, com o estudo de variações do cromossomo Y humano em populações nativas humanas, vários grupos confirmaram nossa origem africana recente, ao redor de 150 *Kaa*, hipótese chamada metaforicamente de “Adão genético”. Ambas as linhagens paterna e materna se complementaram, indicando uma origem recente na África (figura 15).

Outro estudo recente do Projeto Genográfico ([www.genographic.com](http://www.genographic.com))<sup>10</sup> gerou e analisou dados de genomas mitocondriais completos em várias populações nativas africanas. Foi reafirmada a origem da espécie humana na África ao redor de 190 mil anos atrás, provavelmente no nordeste africano, próximo da Etiópia. Também ficou demonstrado que pelo menos 2/3 de toda a história do homem moderno se deu exclusivamente na África (entre 190-60 *Kaa*), e que o homem se espalhou para os demais continentes apenas

<sup>8</sup> CANN, R. L.; STONEKING, M. & WILSON, A. C. Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature*, 325(6099): 31-36, 1987.

<sup>9</sup> SANTOS, F. R.; BIANCHI, N. O. & PENNA, S. D. Worldwide distribution of human Y-chromosome haplotypes. *Genome Res.*, 6:601-611, 1996.

<sup>10</sup> BEHAR, D. M. *et al.* The Dawn of Human Matrilineal Diversity. *Am. J. Hum. Genet.*, 82(5):1.130-1.140, 2008.

nos últimos 60 mil anos (figura 15). Este e vários outros estudos genéticos também atestam um momento crucial na história passada da humanidade, quando, ao redor de 65 *Kaa*, houve um grande declínio populacional que quase levou nossa espécie à extinção<sup>11</sup>. As análises genéticas de reconstrução paleodemográfica sugerem que toda a população humana deste período do final do Pleistoceno foi reduzida a apenas mil indivíduos. Alguns pesquisadores apontam como possíveis causas as mudanças climáticas abruptas do Pleistoceno e a explosão do supervulcão Toba da Indonésia. A erupção do Toba, há ~70 mil anos, teria coberto o céu de cinzas por uma década ou mais, o que produziu um “inverno vulcânico” e afetou drasticamente várias espécies animais e vegetais no Velho Mundo, colocando a espécie humana à beira da extinção.

<sup>11</sup> AMBROSE, S. H. Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and differentiation of modern humans. *J. Hum. Evol.*, 34(6):623-651, 1998.



Figura 15: Mapa das migrações humanas mostrando a origem do homem na África há ~200 mil anos, com posterior povoamento dos demais continentes a partir da África, iniciando há 60 mil anos

### *Paleoantropologia molecular: genomas modernos e antigos*

Outra abordagem recente da genética, a arqueologia molecular, tem permitido o estudo do DNA de alguns fósseis não mineralizados e bem preservados, por exemplo, em ambientes frios e secos, e solos congelados. Nestes estudos utilizou-se o DNA antigo ainda preservado em ossos de homens de Neandertal, inicialmente apenas para gerar sequências de DNAm, mas em alguns espécimes conseguiram também gerar sequências parciais do genoma nuclear. Os Neandertais eram provavelmente muito inteligentes, com o cérebro em média maior do que o dos humanos

atuais. O *Homo neanderthalensis* é normalmente considerado como uma espécie com evolução separada da nossa, pelo menos dentro do modelo Fora da África Recente. Isto significa que os homens de Neandertal não seriam nossos ancestrais diretos, mas contemporâneos dos ancestrais de europeus (os Cro-Magnon). No entanto, para a Teoria Multirregional, menos aceita, o homem de Neandertal seria ancestral direto das populações do homem moderno que hoje habitam a Europa. Portanto, estudos de DNA do homem de Neandertal podem revelar detalhes importantes para compreender qual dos modelos de origem do homem moderno é mais adequado.

A partir de ossos antigos foi possível recuperar e sequenciar o DNAm de três exemplares de Neandertal no final do século XX. Os primeiros estudos<sup>12</sup> do grupo do Dr. Svante Paabo, da Alemanha, demonstraram que o Neandertal não se encaixava como possível ancestral, mas, sim, como um grupo de indivíduos de uma linhagem separada do homem moderno há pelo menos 500 mil anos (figura 16). Inúmeros estudos de genomas antigos foram publicados nos últimos dois anos, inclusive a análise de genomas completos de Neandertais<sup>13</sup> e de outra linhagem da Sibéria, proxima-mente relacionada aos Neandertais, chamada de Denisovanos<sup>14</sup>. As análises destes genomas antigos demonstraram que ocorreu alguma hibridização interespecífica entre o homem moderno e as linhagens de Neandertal e Denisovanos, provavelmente na região do Oriente Médio e Ásia Central, ao redor de 100 mil anos atrás. Isto resultou em um legado genético de menos de 4% de alelos derivados de outras espécies no genoma dos homens modernos, encontrados principalmente nas populações nativas (indígenas) de regiões de fora da África subsaariana.

A identificação de algumas variações gênicas derivadas de Neandertais e Denisovanos levou a vários novos estudos e questionamentos. Por exemplo, por que não há mais genes de Neandertais entre os indígenas europeus se os humanos modernos conviveram entre 40 e 26 *Kaa* na Europa? Uma possível explicação é que estas linhagens já tinham isolamento reprodutivo completo neste período, mas não em épocas anteriores a 100 *Kaa*. Outras pesquisas recentes indicaram que provavelmente os genes neandertais persistiram porque tiveram alguma importância adaptativa, por exemplo, variantes relacionadas à adaptação ao frio na Ásia e Europa. No entanto, as conclusões ainda são preliminares e muitas novidades devem surgir ainda nesta década.

<sup>12</sup> KRINGS, M. *et al.* Neanderthal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell*, 90(1):19-30, 1997.

<sup>13</sup> PRÜFER K. *et al.* The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains. *Nature*, 505 (7481):43-49, 2014.

<sup>14</sup> MEYER M. *et al.* A High-Coverage Genome Sequence from an Archaic Denisovan Individual. *Science*, 338 (6104):222-226, 2012. Os Denisovanos são encontrados na região dos Montes Altai, sul da Sibéria, e são conhecidos apenas por pequenos fragmentos ósseos, portanto, ainda não puderam ser descritos do ponto de vista morfológico.

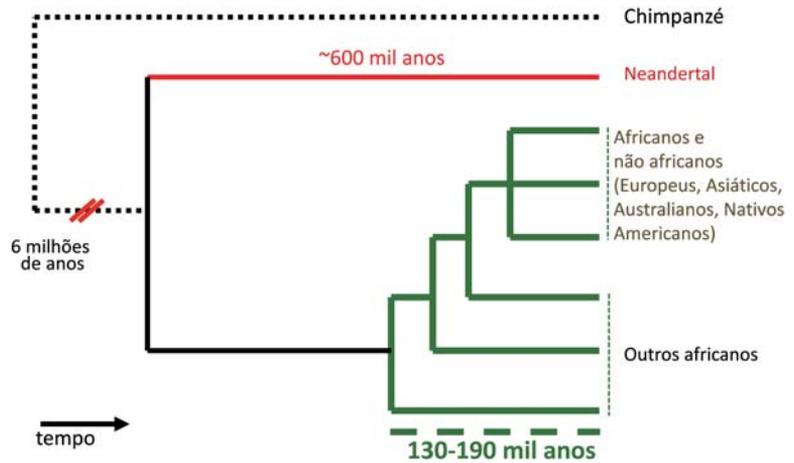


Figura 16: Filogenia do DNAmT do Neandertal em relação à espécie humana.

### *Diferenças biológicas entre populações continentais na espécie humana*

As diferenças biológicas encontradas entre os vários povos da Terra são marcantes e foram utilizadas no passado para a atribuição de indivíduos a distintas “raças” humanas. Um estudo do fim do século XIX feito pelo alemão Ernest Haeckel, um cientista com um grande viés lamarckista, sugeria a existência de doze “raças” humanas derivadas de uma população originada no “Paraíso”, para ele, próximo às ilhas Maldivas, no Oceano Índico<sup>15</sup>.

Em biologia evolutiva, sistemática e taxonomia, o termo “raça” é uma subdivisão da espécie, equivalente ao termo subespécie, embora nos processos de seleção artificial e domesticação de animais, raças veterinárias podem ter inúmeros outros significados. A “raça” na biologia evolutiva resulta de processos de divergência populacional, principalmente por seleção natural e deriva genética. Este termo é mais apropriadamente aplicado a populações (ou grupos) geograficamente restritas que possuem um isolamento reprodutivo significativo em relação a outras populações. Portanto, “raças” biológicas surgem no caminho da especiação, sendo muitas vezes reconhecidas como espécies incipientes. Nas espécies silvestres em que existem subespécies (raças) bem definidas, estas têm geralmente uma origem muito antiga (milhões de anos), com populações apresentando grande divergência genética acumulada durante várias gerações de isolamento. Nas espécies reconhecidas de acordo com o conceito biológico de espécie, a diferenciação de subespécies deve

<sup>15</sup> HAECKEL, Ernst Heinrich. *The Evolution of Man: a popular scientific study*. New York: G. P. Putnam, 1905.

resultar no início da formação de algumas barreiras reprodutivas. É o caso do chimpanzé, espécie dividida em três subespécies (raças) que, à primeira vista para nós, são muito semelhantes. Outras divisões populacionais claras são também encontradas entre os gorilas e os orangotangos, mas não na espécie humana. Entre nossa espécie e o chimpanzé, ou entre chimpanzé e gorila, o isolamento reprodutivo é completo e espera-se que algumas dificuldades reprodutivas apareçam entre subespécies de primatas, gerando um fenômeno deletério chamado de depressão exogâmica. No entanto, não há qualquer indício de que existam barreiras reprodutivas entre quaisquer indivíduos de populações humanas nativas (indígenas, não miscigenadas) de diferentes continentes.

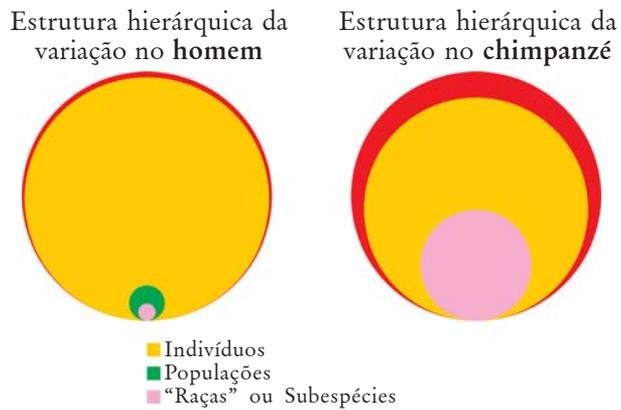


Figura 17: Hierarquia das diferenças genéticas no homem e no chimpanzé, ressaltando a porcentagem das variações que ocorre entre indivíduos (laranja), entre populações (verde) e entre "raças", agrupamentos geográficos ou subespécies (rosa). A diversidade genética total está representada em vermelho



**Cada espécie e população reconhece mais diferenças entre aqueles do seu mesmo grupo.**

Uma pesquisadora trabalhando com chimpanzés consegue facilmente discriminar todos os indivíduos que ela estuda pela aparência.

No início do século XVI, os portugueses não conseguiam ver diferenças físicas entre japoneses e chineses, o que era uma grande ofensa para eles. Da mesma forma, os japoneses registraram que os portugueses recém-chegados, tinham todos a mesma aparência.

Figura 18: Reconhecendo semelhanças e diferenças nas espécies

Com o avanço do projeto genoma humano (e outras espécies de símios) e a descrição de muitas variações de sequências, verificou-se que a nossa espécie, o *Homo sapiens*, possui uma variabilidade genética muito menor do que as outras espécies de grandes símios, principalmente o chimpanzé. Isto reflete o fato de que o homem moderno surgiu em um tempo mais recente (~200 mil anos atrás) do que os demais símios, e, portanto, pouca variabilidade foi acumulada em nossa espécie, resultando em menor divergência genética entre as populações. A divergência em nossa espécie pode ser analisada observando-se a partição da variabilidade genética em diferentes níveis: dentro das populações ou individualmente, entre as populações e entre os grupos geográficos/continentais, que seriam as supostas “raças” (figura 17). Para todos os dados genéticos utilizados, observa-se em média uma grande variabilidade interindividual, uma menor variabilidade interpopulacional e uma variabilidade insignificante entre grupos continentais (indígenas) na espécie humana. Os dados indicam que não há divergência suficiente (significativa) para identificar raças biológicas (subespécies) na espécie humana tal como existe, por exemplo, nos chimpanzés, uma linhagem antiga (mais de 1 milhão de anos), cuja divergência entre populações e agrupamentos geográficos é muito maior e significativa (figura 17), embora os chimpanzés estejam restritos a uma floresta africana e a espécie humana esteja distribuída por todos os continentes.

De qualquer maneira, nossa espécie possui algumas características mais comuns em indivíduos nativos (indígenas) de certos continentes. Muitas das diferenças aparentes refletem a ocupação de regiões do globo com clima, relevo, umidade e fontes de alimentos diferentes. Isto se deve principalmente às migrações humanas nos últimos 60 mil anos, quando alguns de nossos ancestrais deixaram a África. Variações neutras ou adaptativas sutis foram fixadas em diferentes povos continentais, tais como a pigmentação da pele com mais melanina, que confere proteção à radiação solar, ou com menos melanina, que permite a síntese de mais vitamina D na pele em situações de pouca iluminação solar. Este tipo de variação adaptativa não é tão aparente nos grandes-símios (chimpanzé, gorila e orangotango), justamente porque o ambiente onde vivem é relativamente homogêneo, a floresta tropical, portanto estão sujeitos a pressões seletivas muito parecidas. Outras diferenças que notamos em nossa própria espécie se devem a aspectos psicológicos de reconhecimento do grupo (figura 18), por isto ressaltamos desigualdades, mesmo que muito pequenas, na espécie humana.

Fabrcio R. Santos é biólogo, geneticista, doutor em Bioquímica e Biologia Molecular pela Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, onde atua como professor titular de Evolução Biológica no Departamento de Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas.

fsantos@icb.ufmg.br

# HUMANITY'S ORIGINS

---

*Bernard Wood*

This contribution sets out three “origins” problems within paleoanthropology. Where and when did the hominin clade originate, and what distinguished the first hominins from non-hominin close relatives? Where and when did the genus *Homo* originate, and what distinguished the most primitive taxon in that genus from members of other closely related genera? Where and when did modern humans originate? Attempts to come up with a satisfactory answer to all three of these “origins” problems are hampered by a paucity of fossil evidence and by a growing realization that recovering phylogeny is complicated because shared morphology does not always mean shared evolutionary history.

One of Charles Darwin's many achievements is that he began the process of converting the Tree of Life (TOL) from a religious metaphor into a biological reality. All types of living organisms, be they animals, plants, fungi, bacteria, or viruses, are at the end of twigs that reach the surface of the TOL, and all the types of organisms that have ever lived in the past are situated somewhere on the branches and twigs within the tree. The types of creatures alive today are a small fraction of those that have lived in the past and most of the branches within the TOL stop before they reach the surface. Those belong to organisms that are extinct. Darwin was a forceful proponent of the idea that we, modern humans, are just one of the many types of life on the surface of the TOL. The extinct organisms on the branches just beneath the surface of the TOL that connect us directly to the base of the TOL are the ancestors of modern humans, and the ones on nearby extinct branches are our close relatives.

A very long version of humanity's origins would be an evolutionary journey that starts approximately three billion years ago at the base of the TOL with the simplest form of life, and then passes into the relatively small section of the tree that contains all animals, and then into the even smaller section that contains all the animals with backbones. Around 400 million years ago (mya) we would have entered the section of the tree that contains vertebrates with four limbs, then around 250 mya into the branch that contains the mammals, and then into successively smaller branches that contain, respectively, the primates, the monkeys and apes, and then just the great apes. Sometime between 15 and 12 mya the journey would take us into the small branch that gave rise to modern humans and the living African apes. Between 11 and 9 mya the branch for the gorillas split off to leave a slender branch consisting of the ancestors and extinct close relatives of chimpanzees and bonobos (chimps/bonobos) and modern humans. Around 8 to 5 mya this very small branch split into two twigs. At its root is the creature that was the most recent common ancestor of chimps/bonobos and modern humans. One of the two twigs ends on the surface of the TOL with the living chimps/bonobos; the other leads to modern humans.

For our version of humanity's origins we will take a much shorter evolutionary journey, one that starts at the base of the twig of the TOL that leads to modern humans, and use that branch point as our "origin". Seen from a

distance, the 8 to 5 million years-long twig of the TOL that leads to modern humans looks straightforward, but when examined more closely it has its own branching points that lead to smaller twigs that do not reach the surface of the tree. These extinct twigs represent organisms that are our close relatives, but they are not our ancestors. Researchers familiar with the fossil record suggest that a major branching point in the evolutionary history of the section of the TOL that leads to modern humans, the species *Homo sapiens*, occurred more than two million years ago, and maybe closer to three million years ago when our own genus *Homo*, originated. So a second, even shorter, version of humanity's origins would focus on the base of the twig that contains all the species included in the genus *Homo*.

The third and shortest version of humanity's origins involves looking at the tip of the modern human twig of the TOL in even greater detail. A few researchers claim that *Homo* has no branches, in which case all the species that have come to be recognized within *Homo*, such as *Homo habilis*, *Homo erectus*, and Neanderthals (i.e., *Homo neanderthalensis*) are all ancestors of modern humans. But most researchers interpret the fossil evidence differently and suggest that there is at least one, and maybe more, branches within the *Homo* twig of the TOL. In this scenario, the most recent branching event on the *Homo* twig was the one that gave rise to modern humans and to Neanderthals.

This contribution will briefly review the latest scientific evidence for all three versions of the origin of humanity, starting with the one furthest back in time. This latter task means looking at the evidence for when, where, and in what circumstances, did the twig, or clade, that leads to modern humans and to all our extinct recent ancestors and close relatives split off from the rest of the TOL?

## The Origin of the Modern Human Clade

In the 19<sup>th</sup>C, the relationships between two types of living animal could only be assessed on the basis of how similar they were in terms of their gross morphology. For instance, how much of their skeletal anatomy and how many soft tissue structures (e.g., muscles, nerves, etc.) did they share? The assumption was that the more closely they resembled each other, the closer their "natural" relationship. One of the first people to undertake a systematic review of the differences between modern humans and the apes, in this case the gorilla and the chimpanzee, was

Thomas Henry Huxley. He summarized his views in an essay entitled *On the Relations of Man to the Lower Animals* that formed the central section of a book *Evidence as to Man's Place in Nature* published in 1863.<sup>1</sup> In that essay he concluded that the morphological differences between modern humans and the gorilla (and also the chimpanzee) were less marked than the differences between the gorilla and the orangutan and gibbon. It was on the basis of this evidence that Darwin, in *The Descent of Man* in 1871, suggested that because the African apes were morphologically closer to modern humans than the apes from Asia, the ancestors of modern humans were likely to be found in Africa.

Despite Huxley's prescient observations made 150 years ago, until recently it was usual for modern humans to be distinguished from the great apes at the level of the family. Traditionally, the non-human great apes (i.e., orangutans, gorillas, and chimpanzees/bonobos) were included in the family Pongidae, with a separate family, the Hominiidae, accommodating modern humans. That is the reason why modern humans, and all the extinct close relatives of modern humans judged to be more closely related to modern humans than to any other living taxon, are called "hominids".

During the first half of the 20<sup>th</sup>C, developments in immunology and biochemistry enabled the search for evidence about the nature of the relationships between modern humans and the great apes to be shifted from traditional macroscopic morphology to the morphology of molecules. The earliest attempts to use proteins to determine the relationships among primates were made just after the turn of the century, but it was in the early 1960s when Morris Goodman and Emil Zuckerkandl began to use molecular methods to address the relationships among the great apes and modern humans.<sup>2</sup> Morris Goodman used what was then the new technology of immunology, specifically a process called immunodiffusion, to investigate what one of the proteins in clotted, albumin, suggested about the affinities of monkeys, apes and modern humans. He found that the patterns produced by modern human and chimpanzee albumin in the immunodiffusion gels were identical, and from this he concluded that the structure of the albumins were, to all intents and purposes, also identical.<sup>3</sup> Emil Zuckerkandl investigated another much larger molecule, hemoglobin, found in red blood cells. He used enzymes to break up the protein component of hemoglobin into its

<sup>1</sup> HUXLEY, T. H. *Evidence as to Man's Place in Nature*. London: Williams and Norgate, 1863.

<sup>2</sup> ZUCKERKANDL, E.; JONES, R. T. & PAULING, L. A Comparison of Animal Hemoglobins by Tryptic Peptide Pattern Analysis. *Proceedings of National Academy of Science*, 46:1349-60, 1960.

GOODMAN, M. Immunology of the Primates and Primate Evolution. *Annals New York Academy of Science*, 102:219-234, 1962.

GOODMAN, M. Man's Place in the Phylogeny of the Primates as Reflected in Serum Proteins. p. 204-234. In: WASHBURN, S. L. (Ed.). *Classification and Human Evolution*. Chicago: Viking Fund. Publ., 1963.

ZUCKERKANDL, E. Perspectives in Molecular Anthropology. p. 243-272. In: WASHBURN, S. L. *Op. cit.*

<sup>3</sup> GOODMAN, M. Man's Place in the Phylogeny of the... *Op. cit.*

component peptides, and then used a method called starch gel electrophoresis to separate them. When he did that, he found the same as Goodman had for albumin; the patterns the peptides belonging to modern humans, chimpanzee and gorilla made in the gel were indistinguishable.<sup>4</sup>

The protein components of hemoglobin, and a protein molecule like albumin, consist of a string of amino acids. In some cases the type of amino acid, and their order, is critical for the function of that molecule, but in many instances one amino acid can be substituted for another without changing the function of the protein. In the 1960s, Vince Sarich and Allan Wilson exploited these minor variations in the type and sequence of amino acids to determine the evolutionary history of the protein molecules, and based on this could infer the evolutionary history of the taxa whose proteins had been sampled.<sup>5</sup> They also found that modern humans and the African apes, and in particular modern humans and the chimpanzee, were very closely related and in a later paper in the 1970s, Mary-Claire King and Alan Wilson suggested that 99% of the amino-acid sequences of chimps and modern humans were identical.<sup>6</sup>

The discovery by James Watson and Francis Crick of the structure of DNA, and the subsequent discovery by Crick and others of the nature of the genetic code, showed that it was the sequence of bases in the DNA molecule that determined the nature of the proteins manufactured within a cell. This meant that the affinities between organisms could be pursued at the level of DNA (i.e., at the level of the genome), which eliminated the need to rely on morphological proxies, be they traditional morphology or the morphology of proteins, for information about how closely two types of animals were related. The DNA within the cell is located either within the nucleus as nuclear DNA (nDNA) or within the mitochondria as mitochondrial DNA (mtDNA). Comparisons between the DNA of organisms can be made using two methods. Before DNA sequencing was possible on a large enough scale, genomes were compared using DNA hybridization, a method that compares the entire DNA, but at a relatively crude level. In the early days of DNA sequencing, it was only possible to determine and compare the base sequences of relatively small amounts of DNA. So before it was possible to sequence whole genomes, DNA hybridization was used to tell researchers “a little about a lot” of DNA, whereas the early sequencing methods could be used to tell you “a lot

<sup>4</sup> ZUCKERKANDL, E. Perspectives in... *Op. cit.*

<sup>5</sup> SARICH, V. M. & WILSON, A. C. Immunological Time Scale for Hominid Evolution. *Science*, 158: 1200-1203, 1967.

<sup>6</sup> KING, M.-C. & WILSON, A. C. Evolution at Two Levels in Humans and Chimpanzees. *Science*, 188:107-116, 1975.

about a little piece” of DNA. Nowadays technological advances mean that whole genomes can be sequenced at an impressive level of detail. They provide “a lot” of information about “all of” the DNA.

Sequencing is favored because knowledge about the type of differences between the base sequences provides clues about how easy, or difficult, it is to generate the observed differences, and thus what can be concluded about the generation of those differences. This is because not all base changes are equivalent. For example, base changes called transitions (“A to G” and “T to C”) readily switch back and forth, whereas transversions (“A to C” and “T to G”) switch back and forth less readily. Thus, transversions are more reliable indicators of “genetic distance”. Initially, only hybridization methods were applied to the living great apes and modern humans, but once sequencing became possible on a large-scale, hybridization methods were completely superseded by sequencing methods. Information from both nuclear and mtDNA has provided overwhelming evidence in favor of the hypothesis that modern humans and chimpanzees and bonobos are more closely related to each other than modern humans, chimpanzees and bonobos are to the gorilla. When these differences are calibrated using the best paleontological evidence for the split between the apes and the Old World Monkeys, and if the DNA differences are assumed to be neutral, then this predicts that the hypothetical common ancestor of modern humans and chimpanzees and bonobos lived between about 8 and 5 mya, and probably closer to 5 than to 8 mya.<sup>7</sup> When other, even older, calibrations are used, the predicted date for the split is also somewhat older.

<sup>7</sup> BRADLEY, B. Reconstructing Phylogenies and Phenotypes: A Molecular View of Human Evolution. *Journal of Anatomy*, 212:337-353, 2008.

Thus, there is now overwhelming evidence that chimpanzees and bonobos are the closest living relatives of modern humans, and it is very likely that the modern human twig, or clade, separated from the rest of the TOL approximately 6-5 million years ago. Because chimpanzees and bonobos are both only found in Africa, Africa is likely to have been the continent where the modern human clade emerged. This is consistent with claims that the earliest evidence for extinct creatures that *might* belong to the modern human clade comes from Africa. So it looks as if Darwin's 1871 prediction was correct. Also, given the abundant evidence for a closer relationship between *Pan* and *Homo* than between *Pan* and *Gorilla* (see above), many researchers take the view that the human clade does not

need to be distinguished in the Linnaean hierarchy at the level of the family. The researchers who have come to that conclusion mostly now use the family Hominidae for *all* of the great apes (including modern humans), and they use a lower level distinction, the subfamily, for just *Pan* and *Homo*. In that case the subfamily Homininae is used for *Pan* and *Homo* combined, with *Pan* and *Homo* each being a tribe within the Linnaean hierarchy. So the human clade is referred to as the tribe Hominini, and the individuals and taxa within it are referred to as “hominins”. In this scheme, chimpanzees and bonobos are referred to as the tribe Panini, and the individuals and taxa within it are referred to as “panins”. This is the terminology I will use for the rest of this essay.

### The Origin of the Genus *Homo*

The most widely used genus concept is the one suggested by Ernst Mayr, who proposed that a genus should consist of “one species, or a group of species of common ancestry, which differ in a pronounced manner from other groups of species and are separated from them by a decided morphological gap”.<sup>8</sup> He also suggested that the species in a genus must “occupy an ecological situation which is different from that occupied by the species of another genus, or, to use the terminology of Sewall Wright, they occupy a different adaptive plateau”.<sup>9</sup> Thus, according to Mayr, a genus is a group of species of common ancestry that is adaptively both homogeneous and distinctive. Wood and Collard suggested that Mayr’s definition of the genus should be modified so that only clades should qualify, and they saw no reason why the shared adaptive zone had to be unique. For Wood and Collard<sup>10</sup> all genera must be a clade, but for the reasons set out above, not all clades are genera.

There are two options for putting the principles of genus identification (i.e., an adaptively coherent clade) into practice. You can either start in the present, or in the past. If one starts in the present, and adopts the “top down” option, one begins with the type species. In the case of the genus *Homo*, one takes stock of the derived morphology and behavior of *H. sapiens*, decides on the cardinal features and behaviors one will use to determine the adaptive zone of *H. sapiens*, and then choose a way of generating hypotheses about which species should be included in the *Homo* clade (the technical term for this is monophyly). Then one works backwards into the past, and by applying the same two tests to each hominin taxon one encounters (i.e., starting from the

<sup>8</sup> MAYR, E. Taxonomic Categories in Fossil Hominids. *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology*, 15:109-118, 1950. p. 110.

<sup>9</sup> MAYR, E. *Op. cit.* p. 110.

<sup>10</sup> WOOD, B. A. & COLLARD, M. C. The Human Genus. *Science*, 284: 65-71, 1999.

present, they are *H. neanderthalensis*, *H. heidelbergensis*, *H. erectus* and *H. habilis*), it is asked whether there is reliable evidence that the taxon is in the same adaptive zone (i.e., reliable qualitative or quantitative proxies of important behaviors) and in the same clade as *H. sapiens*?

If the “bottom up” approach is adopted, one has to make a subjective judgment about whereabouts in the past one should start to pick up the trail leading to *Homo*. One then works towards the present applying the tests set out above to the hominin taxa that are encountered. The difference between this approach and the “top down” option is that the evidence is sketchier, and thus the likelihood that one can satisfy the “reliability” criterion of the two tests, monophyly and adaptive coherence, is diminished.

Ironically, there have been very few attempts to formally assess the relationships of modern humans with respect to *H. neanderthalensis* and *H. erectus*. Eldredge & Tattersall<sup>11</sup> included all three taxa in the cladogram<sup>12</sup> presented in their seminal paper that pioneered the application of cladistic methods to hominin relationships. However, the authors did not carry out a formal analysis of the relationships among the taxa, nor did they refer to any specific characters when considering the merits of different branching patterns (called cladograms) for expressing the relationships among the pre-modern *Homo* taxa within the hominin clade. Since most researchers then considered the hypothesis of monophyly of later *Homo* (i.e., *H. sapiens*, *H. neanderthalensis*, *Homo heidelbergensis*, *H. erectus*) to be so well supported, the matter was not considered to require formal investigation. Although there are grounds for adding *H. habilis* to the *H. sapiens*, *H. neanderthalensis*, *H. heidelbergensis*, and *H. erectus* clade, I think even the supporters of such an interpretation would accept that the evidence for doing so is not as strong as the evidence for including *H. neanderthalensis* and *H. erectus* within the clade that includes modern humans. Thus, as far as relationships are concerned, there seem to be two options. One either draws the lower boundary of the genus *Homo* so that it includes *H. habilis*, or one draws it beneath early African *H. erectus* so that it excludes *H. habilis*.

As far as adaptive grade is concerned, the problem is more complicated. If the criteria are restricted to what can be deduced about the adaptive grade of a taxon from its morphology, then it could be argued that if the combination of a modern human-sized brain and obligate long range

<sup>11</sup> ELDREDGE, N. & TATTERSALL, I. Evolutionary Models, Phylogenetic Reconstruction, and Another Look at Hominid Phylogeny. p. 218-242. In: SZALAY, F. S. (Ed.). *Approaches to primate paleobiology*. New York: Karger, 1975.

<sup>12</sup> See ELDREDGE, N. & TATTERSALL, I. *Op. cit.*, fig. 4.

bipedalism are the criteria, then the boundary of *Homo* would be set so that it includes *H. heidelbergensis*, but not *H. erectus* or *H. floresiensis*. If a modern human body shape and obligate bipedalism of any form are deemed to be the criteria, then the boundary would be set so that *Homo* would include early African *H. erectus*, but not *H. habilis*.<sup>13</sup>

But even that solution results in a hominin genus that embraces a substantial range of life histories.<sup>14</sup> If *H. habilis* is included in *Homo* for relationship reasons, this poses problems for any genus definition that insists on adaptive coherence, for the same genus would include taxa with a range of cranial, dental and postcranial morphology and relative size relationships (including very different semi-circular canals and limb strength proportions) that imply different dietary and locomotor adaptations. Furthermore, the adaptive strategies of *H. habilis* are probably closer to the adaptive strategy of the type species of the genus *Australopithecus* (i. e., *Au. africanus*) than they are to *H. sapiens*, the type species of *Homo*.

## The Origin of Modern Humans

Just what are the features of the cranium, jaws, dentition and the postcranial skeleton that are only found in *H. sapiens*, and what are the limits of living *H. sapiens* variation? How far beyond these limits, if at all, should we be prepared to go and still be prepared to assign the fossil evidence to *H. sapiens*? These are simple enough questions, to which one would have thought there would be ready answers, yet the assembly of a set of morphological criteria for “modern humanness” is a surprisingly difficult task, and little progress has been made since W. W. Howells’ seminal study of modern human cranial variation.<sup>15</sup> Using a comprehensive sample of modern human cranial measurements, Howells showed that the totality of variation as measured in Mahalanobis D<sup>2</sup> distances among his 28 groups is comparable to the distance that separates all modern human crania from his relatively small sample of Neanderthal crania. Small-bodied modern humans tend to have smaller crania, but overall there is very little among-sample difference in the overall size of the modern human cranium. Howells comments that modern human crania share a “... universal loss of robustness,” and goes on to write that within modern humans “variation in shape seems to be largely located in the upper face, and particularly the upper nose and the borders of the orbits”.<sup>16</sup> Others have attempted to specify

<sup>13</sup> HAEUSLER, M. & McHENRY, H. M. Body Proportions of *Homo habilis* Reviewed. *Journal of Human Evolution*, 46:433-465, 2004.

HAEUSLER, M. & McHENRY, H. M. Evolutionary Reversals of Limb Proportions in Early Hominids? Evidence from KNM-ER 3735 (*Homo habilis*). *Journal of Human Evolution*, 53:383-405, 2007.

<sup>14</sup> ROBSON, S. L. & WOOD, B. A. Hominin Life History: Reconstruction and Evolution. *Journal of Anatomy*, 219:394-425, 2008.

<sup>15</sup> HOWELLS, W. W. *Cranial Variation in Man: A Study by Multivariate Analysis of Pattern of Differences Among Recent Human Populations*. Cambridge, MA: Harvard, 1973.

HOWELLS, W. W. *Skull Shapes and the Map: Craniometric Analysis of Modern Homo*. Cambridge, MA: Harvard, 1989.

<sup>16</sup> HOWELLS, W. W. *Skull Shapes and the Map... Op. cit.* p. 83.

<sup>17</sup> STRINGER, C. B.; HUBLIN, J. J. & VANDERMEERSCH, B. The Origin of Anatomically Modern Humans in Western Europe. p. 51-135. In: SMITH, F. & SPENCER, F. (Ed.). *The Origins of modern humans: A world survey of the fossil evidence*. New York: Alan R. Liss, 1984.

DAY, M. H. & STRINGER, C. B. Les restes crâniens d'Omo-Kibish et leur classification à l'intérieur du genre *Homo*. *L'Anthropologie*, 95:573-594, 1991.

<sup>18</sup> LAHR, M. M. *The Evolution of Modern Human Diversity: A Study of Cranial Variation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

- <sup>19</sup> LIEBERMAN, D. E. Sphenoid Shortening and the Evolution of Modern Human Cranial Shape. *Nature*, 393: 158-162, 1998.
- <sup>20</sup> SPOOR, F.; O'HIGGINS, P.; DEAN, C. & LIEBERMAN, D. E. Anterior Sphenoid in Modern Humans. *Nature*, 397:572, 1999.
- <sup>21</sup> LIEBERMAN, D. E.; McBRATNEY, B. M. & KROVITZ, G. The Evolution and Development of Cranial Form in *Homo sapiens*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99:1.134-1.139, 2002.
- <sup>22</sup> HILLSON, S. *Dental Anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- <sup>23</sup> TRINKAUS, E. Neanderthal Limb Proportions and Cold Adaptation. p. 187-224. In: STRINGER, C. B. (Ed.). *Aspects of Human Evolution*. London: Taylor and Francis, 1981.
- <sup>24</sup> HOLLIDAY, T. W. Body Size and Proportions in the Late Pleistocene Western Old World and the Origins of Modern Humans. Unpublished Doctoral Dissertation. University of New Mexico, Albuquerque, 1995.
- <sup>25</sup> RUFF, C. B.; TRINKAUS, E. & HOLLIDAY, T. W. Body Mass and Encephalization in Pleistocene *Homo*. *Nature*, 387:173-176, 1997.
- <sup>26</sup> PEARSON, O. M. Postcranial Remains and the Origins of Modern Humans. *Evolutionary Anthropology*, 9:229-247, 2000.
- <sup>27</sup> RUFF, C. B.; TRINKAUS, E. & HOLLIDAY, T. W. Body Mass... *Op. cit.*
- <sup>28</sup> PEARSON, O. M. Has the Combination of Genetic and Fossil Evidence Solved the Riddle of Modern Human Origins? *Evolutionary Anthropology*, 13, 4:145-159, 2004.
- <sup>29</sup> WHITE, T. B. *et al.* Pleistocene *Homo sapiens* from Middle Awash, Ethiopia. *Nature*, 423:742-747, 2003.
- <sup>30</sup> McDOUGALL, I.; BROWN, F. H. & FLEAGLE, J. G.

acceptable ranges of morphometric variation for the cranium of *H. sapiens*,<sup>17</sup> but the authors conceded that a sample need comply with only ca. 75% of the defining characteristics in order to qualify for inclusion in *H. sapiens*. In a more recent review of variation in regional samples of modern human crania, Lahr<sup>18</sup> emphasized that regional peculiarities should not be incorporated into criteria for inclusion in *H. sapiens*. Lieberman<sup>19</sup> distilled existing cranial definitions of *H. sapiens* and suggested that to be regarded as "anatomically modern human," crania need to have "a globular braincase, a vertical forehead, a diminutive brow ridge, a canine fossa and a pronounced chin". Others suggested that all these features may be related in one way or another to a reduction in facial projection<sup>20</sup>, and Lieberman *et al.*<sup>21</sup> suggested that what modern human crania really have in common is an unusually globular neurocranium.

Dentally, the postcanine teeth of modern humans are notable for the absolutely and relatively small size of their crowns, and for a reduction in the number of cusps and roots<sup>22</sup>; presumably this would also be the same for fossil representatives of *H. sapiens*. As for the postcranial skeleton in comparison with Neanderthals and what little is known of the postcranial skeleton of *H. heidelbergensis*, anatomically modern humans have elongated distal limb bones<sup>23</sup>, limbs that are long relative to the trunk<sup>24</sup>, a relatively narrow trunk and pelvis, and low body mass relative to stature.<sup>25</sup> Many of these traits cause the earliest fossil modern humans (e.g., those from Skhul and Qafzeh) to resemble living modern humans from hot, arid climates, and the contrasts in postcranial morphology between modern humans and Neanderthals probably have more to do with the uniqueness and distinctiveness of Neanderthal morphology than with the ability of researchers to define the distinctive characteristics of *H. sapiens*.<sup>26</sup> In summary, compared to their more archaic immediate precursors, modern humans are characterized postcranially by their reduced body mass,<sup>27</sup> their more linear physique, and a distinctive pelvic shape that includes a short, stout, pubic ramus, and a relatively large pelvic inlet.<sup>28</sup>

So when and where do we see the earliest evidence of modern human morphology in the fossil record? The simple answer is Africa, where at two sites in Ethiopia, the ca. 170 ka Herto site<sup>29</sup> and the ca. 190 ka site at Omo-Kibish<sup>30</sup>, there is good evidence of modern human-like crania. There is also molecular evidence that is consistent with a ca. 300-200 ka African origin for modern humans.<sup>31</sup>

## Conclusions

The three choices provided by fossil and molecular evidence for humanity's origin – ca. 6-5 mya for the origin of the human clade, ca. 2 to 3 million years ago for the origin of our own genus, or ca. 200 thousand years ago for the origin of modern human morphology – are not the only ones available. Modern humans are distinguished from all other living animals by their behavior as well as by their morphology. The extent of our behavioral uniqueness has almost certainly been exaggerated, and the more that is found out about the behavior of other primates, and especially the behavioural repertoire of the great apes, the more researchers realize that our distinctiveness is a matter of degree rather than kind.<sup>32</sup> Archaeologists try diligently, but not always successfully, to seek for evidence of symbolism and language in the archaeological record, but there is accumulating evidence that just as modern human *morphology* seems to be emerging in Africa, modern human behaviour may do so as well, but intriguingly the evidence for the latter may antedate the former.<sup>33</sup> So there is no simple answer to the deceptively simple question “what are the origins of humanity”? It depends on the aspect of our humanity that the questioner wants to stress. If it is what makes us different from our closest living relatives, chimpanzees and bonobos, then the origins of those features date back to at least five million years ago. If it is our own species, then we are still thinking about several millions years ago. But if it is the origin of the way we look today, then the time elapsed shrinks to two hundred thousand years ago. If the question refers to the acquisition of apparently unique aspects of our behaviour, such as our complex human language, the questioner will be disappointed for there is no obvious proxy in the fossil or archaeological records for language ability. If it is the origin of complex tool manufacture, then that came relatively late in our evolutionary history, but not as late as had been assumed. Remember, also, that the actual time of origin of any trait must be *at least as old* as the first evidence for it in the fossil or archaeological records. The latter are minimum estimates and must be viewed as hypotheses ripe for testing by the acquisition of new evidence. We should all resist the temptation to include the word “earliest” in the title of a paper announcing a fossil or archaeological discovery.

Stratigraphic Placement and Age of Modern Humans from Kibish, Ethiopia. *Nature*, 433:733-736, 2005.

<sup>31</sup> PEARSON, O. M. Has the Combination of... *Op. cit.*

<sup>32</sup> HASLAM, M. *et al.* Primate Archaeology. *Nature*, 460: 339-344, 2009.

<sup>33</sup> McBREARTY, S. & BROOKS, A. S. The Revolution That Wasn't: a New Interpretation of the Origin of Modern Human Behavior. *Journal of Human Evolution*, 39:453-563, 2000.

**Bernard Wood** is University professor of Human Origins and director of the Center for the Advanced Study of Human Paleobiology at George Washington University; he is also adjunct senior scientist at the National Museum of Natural History. He joined Richard Leakey's first Koobi Fora exploration and excavations at Lake Turkana, Kenya, and has done research in paleoanthropology ever since.

[bernardawood@gmail.com](mailto:bernardawood@gmail.com)

# EVOLUÇÃO DA HISTÓRIA DE VIDA HUMANA

---

*Pedro Da-Gloria*

O conceito de história de vida é crucial para entendermos a diferença entre humanos e nossos parentes biológicos mais próximos, os grandes símios. História de vida é entendida aqui como a quantidade de energia alocada em cada uma das fases de vida do organismo, desde o nascimento até a morte, incluindo o crescimento, a primeira reprodução e o envelhecimento. Investigamos o registro fóssil da nossa linhagem a fim de traçar as origens do nosso ciclo de vida, que inclui extenso período de maturação e aprendizado, aumento da longevidade e diminuição do intervalo entre nascimentos. Parâmetros do registro fóssil, tais como formação dos dentes, tamanho do crânio e massa corpórea, indicam que esse padrão de história de vida começou a aparecer há cerca de 2 milhões de anos, com o *Homo erectus*. Porém, foi somente há menos de 100 mil anos, já com o *Homo sapiens*, que o atual padrão efetivamente surgiu. A partir deste momento, a interação entre biologia e cultura teve papel central na nossa história de vida.

## Introdução

A teoria da evolução biológica tem um papel crucial no entendimento das origens morfológicas e comportamentais de nossa espécie. A partir da construção dessa teoria no século XIX<sup>1</sup>, os humanos foram aproximados às outras espécies animais. Nossa origem passou a ser entendida como o resultado de modificações biológicas ao longo do tempo, e não como uma criação especial e pronta. Todavia, a trajetória evolutiva de nossa espécie ainda hoje gera intenso debate científico.<sup>2</sup> Qual a origem de nossas diferenças em relação aos nossos parentes biológicos mais próximos? Qual o papel da cultura e do ambiente nesse processo?

Neste capítulo nos deteremos especificamente à história de vida. Tal conceito pode ser entendido como a quantidade de energia que é alocada em cada uma das fases de vida do organismo, desde o nascimento até a morte, incluindo ritmo de aumento de peso, idade de desmame, erupção dentária, crescimento do cérebro, primeira reprodução, menopausa e envelhecimento. Essa alocação de energia influi diretamente na probabilidade de sobrevivência e na reprodução diferencial dos organismos envolvidos.<sup>3</sup> A estratégia de alocação de energia nos humanos é bastante particular, sendo intimamente ligada às nossas características morfológicas e comportamentais, tais como cérebro grande, extenso período de aprendizagem, alta expectativa de vida e grande cuidado parental. Para entender nossas singularidades, é preciso saber primeiro o que nos diferencia de nossos parentes biológicos mais próximos, e em seguida saber quando essas mudanças apareceram durante a evolução da nossa linhagem.

## História de vida nos grandes símios

Com base em dados morfológicos e genéticos, os primatas vivos que mais se assemelham aos humanos modernos são os grandes símios (orangotangos, gorilas e chimpanzés). Especificamente, os chimpanzés (*Pan* sp.) são os primatas viventes mais semelhantes a nós, com sua separação de nossa linhagem entre 5 e 7 milhões de anos. Um pouco mais antiga é a separação com os gorilas (*Gorilla* sp.), entre 6 e 8 milhões de anos, e ainda mais antiga é a separação com os orangotangos (*Pongo* sp.), entre 12 e 15 milhões de anos.<sup>4</sup> Esses três grupos, portanto, são bons modelos comparativos para entendermos a história de vida humana.

Dentre esses três grupos, os gorilas são aqueles que mais se distanciam do padrão de desenvolvimento dos hu-

<sup>1</sup> DARWIN, C. *A origem das espécies*. [1859] Rio de Janeiro: Ediouro, 1987.

<sup>2</sup> TATTERSALL, I. *Masters of the planet: The search for our human origins*. New York: Palgrave Macmillan, 2012.

<sup>3</sup> STEARNS, S. *The evolution of life histories*. Oxford: Oxford University Press, 1992.

<sup>4</sup> GLAZKO, G. V. & NEI, M. Estimation of divergence times for major lineages of primate species. *Molecular Biology and Evolution*, 20(3): 424-434, 2003.

manos modernos. São eles os maiores primatas viventes, com machos chegando a pesar mais de 200kg. O seu crescimento é relativamente rápido, com a primeira reprodução ocorrendo por volta dos 10 anos de idade. Além disso, apresentam alto dimorfismo sexual, ou seja, os machos são bem maiores que as fêmeas. Os chimpanzés, por outro lado, caracterizam-se por um dimorfismo sexual mais moderado, com machos cerca de 20% mais pesados que as fêmeas e massa corpórea menor, com indivíduos selvagens pesando entre 30 e 40kg. Os orangotangos, por sua vez, têm um período de crescimento e desenvolvimento mais extenso entre esses três grandes símios com primeira reprodução por volta de 16 anos e extensão de vida chegando ao máximo de 60 anos.<sup>5</sup>

Em comparação com os grandes símios, os humanos modernos são extremados quanto ao tempo de crescimento e desenvolvimento. Usando caçadores-coletores viventes como modelo, a média do primeiro filho é ao redor de 20 anos.<sup>6</sup> Além disso, os humanos têm o maior tempo de gestação, com média de 270 dias, cerca de 10 dias a mais que os orangotangos.<sup>7</sup> Já os bebês humanos são proporcionalmente maiores que os de outros primatas. Um recém-nascido da nossa espécie apresenta em média 6% da massa corpórea de um adulto, enquanto um recém-nascido de outros grandes símios tem cerca de 3% da massa corpórea de um adulto.<sup>8</sup> A dentição é outro elemento importante para a inferência de padrões de história de vida. Nos grandes primatas, o primeiro molar erupciona antes dos dentes anteriores, ao passo que nos humanos o incisivo erupciona simultaneamente ao primeiro molar. Esse último padrão é comum em primatas com desenvolvimento mais lento.<sup>9</sup> Além disso, o primeiro molar erupciona mais tardiamente em humanos, por volta de 6 anos de idade, enquanto nos grandes símios com vida selvagem isso ocorre entre 3 e 4 anos. É interessante notar que o tempo de formação do esmalte dentário é relativamente semelhante tanto para nós como para os grandes símios, porém, há atraso na formação da raiz do dente em humanos, resultando em um atraso em nossa erupção dentária.<sup>10</sup>

A extensão de vida em humanos é também bem maior que em grandes símios, chegando frequentemente a cerca de 70 anos em populações tradicionais, mas podendo atingir 120 anos em sociedades modernas. As condições de vida nas sociedades humanas atuais (por exemplo, baixa mortalidade) podem explicar parte dessa alta longevidade, porém a presença de indivíduos acima de 60 anos em sociedades tradicionais humanas nos leva a pensar em explicações evo-

- <sup>5</sup> ROBSON, S. L. *et al.* The derived features of human life history. In: HAWKES, K. & PAINE, R. R. (Orgs.). *The evolution of human life history*. Santa Fe: School of American Research Press, 2006. p. 17-44.
- <sup>6</sup> KAPLAN, H. *et al.* A theory of human life history evolution: diet, intelligence, and longevity. *Evolutionary Anthropology*, 9:156-184, 2000.
- <sup>7</sup> ROBSON, S. L. *et al.*, *Op. cit.*
- <sup>8</sup> De SILVA, J. M. A shift toward birthing relatively large infants early in human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 108:1.022-1.027, 2011.
- <sup>9</sup> SMITH, B. H. "Schultz's rule" and the evolution of tooth emergence and replacement patterns in primates and ungulates. In: TEAFORD, M. F. *et al.* (Orgs.). *Development, function and evolution of teeth*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 212-227.
- <sup>10</sup> MACHO, G. A. & WOOD, B. A. The role of time and timing in hominid dental evolution. *Evolutionary Anthropology*, 4:17-31, 1995.

lutivas de longo prazo. Apesar de ser bem estabelecido que animais em cativeiro têm extensão de vida maior que animais selvagens, chimpanzés em geral raramente passam dos 50 anos de vida.<sup>11</sup>

Apesar das diferenças citadas anteriormente, o fim do período reprodutivo nas fêmeas humanas e nas fêmeas de grandes símios é semelhante, ao redor dos 40 anos, quando normalmente a última cria é gerada. Tal similaridade está ligada à forma de produção dos gametas femininos. A formação dos oócitos, que posteriormente irão se diferenciar em óvulos, ocorre antes do nascimento. Milhões deles são formados, porém apenas poucas centenas são efetivamente diferenciadas em células passíveis de serem fecundadas. A perda desses oócitos ocorre por um processo chamado de atresia, que é relacionado a interações hormonais entre os órgãos reprodutivos e o sistema nervoso central. Uma vez que os oócitos diminuem em quantidade para cerca de mil, a diferenciação deles em óvulos é interrompida, e inicia-se então a menopausa. A ocorrência da menopausa por volta dos 50 anos em grandes primatas e humanos indica que o número de oócitos produzidos antes do nascimento é uma característica compartilhada em todos esses grupos, podendo ser um fator limitante para a extensão da reprodução além dessa idade.<sup>12</sup> Todavia, os humanos apresentam uma característica peculiar: sobrevivem além desse limite etário. Esse fato requer uma explicação evolutiva, uma vez que as mulheres não teriam mais função reprodutiva direta após a menopausa. Com efeito, esse período de vida pós-reprodutivo nas mulheres tem sido alvo de muito debate, gerando inúmeras teorias evolutivas. Por exemplo, Kristen Hawkes propõe que o período pós-reprodutivo nas mulheres foi selecionado para aumentar a probabilidade de sobrevivência de seus netos, uma vez que o desenvolvimento estendido das crianças humanas necessita de intenso cuidado parental.<sup>13</sup>

Tendo em vista que os humanos modernos apresentam extensão do período de crescimento e desenvolvimento, seria previsível que todas as etapas da história de vida fossem igualmente estendidas. Isso é observado, por exemplo, no caso da erupção dentária do primeiro molar em humanos, que acontece por volta dos seis anos de idade. Já nos outros grandes primatas, a erupção do primeiro molar ocorre antes dos cinco anos.<sup>14</sup> Esse mesmo atraso de desenvolvimento nos humanos ocorre também na idade da menarca (primeira menstruação) e na idade da primeira reprodução, que acontecem mais tarde que em grandes símios. No entanto, dois marcadores de história de vida têm uma mu-

<sup>11</sup> GURVEN, M. & KAPLAN, H. Longevity among hunter-gatherers: A Cross-Cultural Examination. *Population and Developmental Review*, 33(2): 321-365, 2007.

<sup>12</sup> PECCEI, J. C. Menopause: Adaptation or epiphenomenon? *Evolutionary Anthropology*, 10:43-57, 2001.

<sup>13</sup> HAWKES, K. Grandmothers and the evolution of human longevity. *American Journal of Human Biology*, 15:380-400, 2003.

<sup>14</sup> KELLEY, J. & SCHWARTZ, G. T. Dental development and life history in living African and Asian apes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107:1.035-1.040, 2010.

dança não esperada em humanos: idade do desmame e intervalo entre nascimentos. O primeiro deles consiste na idade em que a mãe interrompe a amamentação, introduzindo outros alimentos na dieta da prole. Em sociedades caçadoras-coletoras modernas, o desmame ocorre entre 2 e 3 anos de idade, enquanto em chimpanzês isso se dá entre 4 e 5 anos. Esse período tem grande relevância para futuras gestações, pois a amamentação causa alta demanda energética na mulher, gerando mudanças hormonais que inibem a ovulação.<sup>15</sup> Ao desmamar a prole mais cedo que outros grandes primatas, os humanos abrem a possibilidade de ter mais filhos com menor intervalo entre eles. No entanto, o atraso da maturação e o desmame mais cedo fazem com que crianças humanas sejam ainda dependentes dos pais após o desmame, o que não acontece nos outros grandes símios. Essa fase pós-desmame, entre 3 e 7 anos, conhecida como segunda infância (*childhood*), é exclusiva de humanos.<sup>16</sup>

A segunda infância apresenta uma série de características que a torna única em humanos modernos. 1º) Conforme foi mencionado, a prole continua mantendo certo grau de dependência dos adultos. Como a mãe normalmente se engaja em outra gravidez após o desmame, o cuidado da prole é feito com a ajuda de uma rede de suporte composta por pai, avó, filhos mais velhos, entre outros parentes. A diminuição do intervalo entre nascimentos permite que mais crianças sejam geradas, estimulando os filhos mais velhos a cuidarem dos mais novos. A natureza da interação social em humanos acentua a conexão entre as pessoas e estabelece redes familiares de suporte às crianças. Daí a preferência das mulheres por homens que invistam em cuidado parental por um período prolongado. 2º) O período da segunda infância é marcado por uma estabilização da taxa de crescimento corpóreo que permite a alocação da energia no crescimento do cérebro. Durante a primeira e segunda infância, tal crescimento em nossa espécie ocorre em ritmo acentuado, ao passo que nos chimpanzês, por exemplo, o cérebro desacelera seu crescimento logo após o nascimento. A segunda infância, portanto, permite que tenhamos um cérebro maior sem comprometimento do crescimento corpóreo. 3º) A segunda e a fase juvenil (entre 7 anos e a puberdade) permitem que a criança humana tenha mais tempo para aprender uma série de comportamentos essenciais para sua vida adulta sem que tenham que lidar com crescimento corpóreo acelerado ou com mudanças nos hormônios sexuais, que serão desencadeadas somente no começo da adolescência (puberdade).<sup>17</sup>

<sup>15</sup> EMERY THOMPSON, M. E. *et al.* The energetics of lactation and the return to fecundity in wild chimpanzees. *Behavior Ecology*, 23: 1.234-1.241, 2012.

<sup>16</sup> BOGIN, B. & SMITH, B. H. Evolution of the human life cycle. In: STINSON, S. *et al.* (Orgs.). *Human biology: An evolutionary and biocultural perspective*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2012. p. 515-586.

<sup>17</sup> LEIGH, S. R. Evolution of human growth. *Evolutionary Anthropology*, 10:223-236, 2001.  
BOGIN, B. Modern human life history: The evolution of human childhood and fertility. In: HAWKES, K. & PAINE, R. R. (Orgs.). *The evolution of human life history*. Santa Fe: School of American Research Press, 2006. p. 197-230.  
BOGIN, B. & SMITH, B. H. *Op. cit.*

O desenvolvimento humano apresenta uma outra fase exclusiva, chamada de adolescência, que compreende um intervalo de 5 a 10 anos entre as mudanças hormonais desencadeadas na puberdade e a finalização do crescimento, que culmina com o início da vida reprodutiva. Essa fase inclui outra característica única de humanos, ou seja, o pico de crescimento. Tal pico consiste no aumento abrupto da taxa de crescimento, desencadeada por mudanças hormonais durante a adolescência, permitindo que os humanos tenham uma taxa de crescimento corporal reduzida durante a infância e a fase juvenil, mas, ainda assim, apresentando maior massa corpórea que os chimpanzés. Além disso, o intervalo entre puberdade e início da vida reprodutiva, definido como adolescência, propicia o aprendizado de práticas sociais e culturais que preparam o indivíduo para a vida adulta.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> LEIGH, S. R. *Op. cit.*  
BOGIN, B. & SMITH, B.  
H. *Op. cit.*

Em síntese, a história de vida humana difere da dos grandes símios por apresentar prolongamento do crescimento e desenvolvimento, incluindo ocorrência mais tardia da erupção do primeiro molar, da menarca e da primeira reprodução. Além disso, há um atraso do envelhecimento somático, ocasionando maior extensão de vida. Todavia, com a manutenção da idade de cessação da reprodução nas mulheres, surge um período pós-reprodutivo. Por outro lado, diminuem a idade de desmame e do intervalo entre nascimentos. Essa mudança faz com que humanos tenham maior número de filhos com uma primeira infância mais curta, ao passo que se alongam a segunda infância e a fase juvenil, além do surgimento da adolescência e do pico de crescimento. O fator crucial nessa estratégia de vida é o sucesso reprodutivo em um ambiente de baixa mortalidade e alta demanda de aprendizado social. A seguir, investigaremos as evidências fósseis do surgimento desses traços ao longo da evolução da nossa linhagem.

### **Primeiros hominínios**

Estimativas genéticas mostram que a linhagem que deu origem à nossa espécie se separou da linhagem dos chimpanzés entre 5 e 7 milhões de anos atrás<sup>19</sup>. Devido à proximidade genética entre essas espécies, nossa linhagem tem sido classificada na tribo hominini, distinta da tribo dos chimpanzés, os panini. Dessa forma, o termo hominínio será adotado aqui para todas as espécies da linhagem humana que viveram depois da separação com a linhagem dos panínios.

Até recentemente, não havia um fóssil sequer no período estimado geneticamente para a separação entre essas

<sup>19</sup> GLAZKO, G. V. & NEI, M.  
*Op. cit.*

duas linhagens. Nos últimos vinte anos, porém, inúmeras descobertas mudaram esse quadro. O fóssil mais antigo de hominínio é, hoje, considerado o crânio achado no Chade, na África central, classificado como *Sabelanthropus tchadensis* e datado entre 7 e 6 milhões de anos atrás. Ele apresenta uma capacidade craniana próxima ao de um chimpanzé, porém já com indícios de uma postura bípede.<sup>20</sup> Os segundos fósseis mais antigos, classificados como *Orrorin tugenensis*, são fragmentos de mandíbula e fêmur achados no Quênia e datados de 6 milhões de anos. Há evidências de que o fêmur é de um indivíduo também com postura bípede.<sup>21</sup> Por fim, fragmentos de dentes e ossos encontrados na Etiópia constituem o gênero *Ardipithecus*, datado entre 5,7 e 4,4 milhões de anos atrás. Recentemente, um fóssil bastante completo de *Ardipithecus ramidus* foi achado também na Etiópia, permitindo o cálculo de sua capacidade craniana e massa corpórea, que eram semelhantes às dos chimpanzés modernos.<sup>22</sup>

Na ausência de fósseis juvenis que forneçam evidências diretas sobre os padrões de história de vida dessas espécies, a massa corpórea e a capacidade craniana podem ser usadas para estimar esses padrões. Usando correlações obtidas de primatas viventes, menor tamanho cerebral e menor massa corporal tendem a predizer histórias de vida aceleradas, tais como menor tempo de desenvolvimento e extensão de vida.<sup>23</sup> Os primeiros hominínios apresentavam tais parâmetros próximos ao de chimpanzés atuais, sugerindo que esse seria o padrão encontrado no nosso ancestral comum com os panínios. A partir dos representantes desses primeiros hominínios, um novo grupo morfológicamente distinto, chamado de ‘australopitecíneos’, surgiu na nossa linhagem.

## Australopitecíneos

Os australopitecíneos são compostos por três gêneros: *Australopithecus*, *Kenyanthropus* e *Paranthropus*. O primeiro representante desse grupo foi encontrado em camadas estratigráficas datadas em 4,2 milhões de anos: o *Australopithecus anamensis*.<sup>24</sup> Os australopitecíneos sofreram diversificação a partir de 3 milhões de anos, quando várias espécies conviveram no leste e no sul da África.<sup>25</sup> As espécies do gênero *Australopithecus* são os *Au. anamensis*, *Au. Afarensis*, *Au. africanus*, *Au. sediba* e *Au. garhi*. O gênero *Kenyanthropus* é representado por uma espécie chamada de *K. platyopis*, conhecida por um crânio datado de 3,5 milhões de anos. O gênero *Paranthropus*, por sua vez, é repre-

<sup>20</sup> BRUNET, M. *et al.* A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature*, 418:145-151, 2002.

<sup>21</sup> SENUT, B. *et al.* First hominid from the Miocene (Lukeino Formation, Kenya). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences*, 332:137-144, 2001.

<sup>22</sup> WHITE, T. D. *et al.* *Ardipithecus ramidus* and the paleobiology of early hominids. *Science*, 326:75-86, 2009.

<sup>23</sup> SMITH, B. H. Dental development as a measure of life history variation in primates. *Evolution*, 43:683-688, 1989. SMITH, R. J. *et al.* Ontogeny of australopithecines and early Homo: evidence from cranial capacity and dental eruption. *Journal of Human Evolution*, 29:155-168, 1995.

<sup>24</sup> LEAKEY, M. G. *et al.* New four million-year-old hominid species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya. *Nature*, 376:565-571, 1995.

<sup>25</sup> KLEIN, R. *The human career: Human biological and cultural origins*. 3. ed. Chicago: The University of Chicago Press, 2009.

sentado por três espécies que ocorreram na África entre 2,5 e 1,0 milhão de anos, chamadas de *P. aethiopicus*, *P. boisei* e *P. robustus*. Essas espécies fazem parte dos australopitecíneos robustos, uma vez que apresentam estruturas cranianas que indicam intenso poder de mastigação, tais como crista sagital, ossos faciais e dentes molares grandes (megadontia), com esmalte dentário muito espesso. Apesar da diversidade em questão, cabe discutir a história de vida dos australopitecíneos em conjunto, uma vez que dados específicos sobre cada uma das espécies ainda são muito escassos.

Os parâmetros mais acessíveis da história de vida em fósseis são a massa corpórea e o tamanho cerebral. Os australopitecíneos apresentam massa corpórea entre 30 e 50kg, ou seja, dentro do espectro dos primeiros hominínios e dos chimpanzés atuais. Todavia, o dimorfismo sexual desse grupo é bem mais acentuado que em humanos modernos e panínios. O *Au. afarensis*, que tem um conjunto fóssil mais numeroso, apresenta machos com cerca de 45kg e fêmeas com cerca de 30kg. Tal diferença contrasta, por exemplo, com os membros de *Ardipithecus*, que apresentam indivíduos com cerca de 50kg e com pouco dimorfismo sexual. O padrão de massa corpórea dos australopitecíneos mostra uma interessante mistura entre tamanho corporal de chimpanzés e dimorfismo sexual de gorilas.<sup>26</sup> As implicações desse padrão misto para a história de vida de australopitecíneos ainda precisam ser melhor compreendidas. O segundo parâmetro acessível em fósseis é a capacidade craniana. Os valores encontrados em australopitecíneos, variáveis entre 350 e 550cm<sup>3</sup>, são muito próximos dos valores de chimpanzés, que atingem por volta de 400cm<sup>3</sup>. As capacidades cranianas mais altas encontram-se em australopitecíneos mais recentes, como, por exemplo, nos *P. robustus*.<sup>27</sup> Mesmo neste último caso, o tamanho cerebral é muito mais próximo dos grandes símios do que dos humanos modernos, que possuem capacidade craniana de 1.350cm<sup>3</sup>. Dessa forma, os grandes símios são ainda os melhores modelos para entender o padrão de história de vida dos australopitecíneos.

Usando estimativas de capacidade craniana e massa corpórea de adultos, a massa corpórea de recém-nascidos de *Ardipithecus* e australopitecíneos foi estimada.<sup>28</sup> O primeiro grupo mostra recém-nascidos com cerca de 3% da massa corpórea da mãe, como em chimpanzés, enquanto o segundo grupo apresenta bebês com cerca de 6% da massa da mãe, semelhante aos humanos atuais. Esses resultados indicam que algumas mudanças de história de vida na direção do padrão humano já haviam ocorrido em australopite-

<sup>26</sup> PLAVCAN, M. J. Sexual size dimorphism, canine dimorphism, and male-male competition in primates: Where do humans fit in? *Human Nature*, 23:45-67, 2012.

<sup>27</sup> SKINNER, M. M. & WOOD, B. The evolution of modern human life history. In: HAWKES, K. & PAINE, R. R. (Orgs.). *The evolution of human life history*. Santa Fe: School of American Research Press, 2006. p. 321-400.

<sup>28</sup> De SILVA, J. M. *Op. cit.*

cíneos. Crianças maiores representam um desafio para a gestação e o transporte da criança pela mãe. Essa mudança pode estar relacionada a um hábito mais terrestre, ao uso das mãos para carregar as crianças e a um maior investimento do pai na criação da prole.

A erupção dentária é um elemento muito importante na inferência de história de vida a partir dos fósseis. Como dito anteriormente, a erupção do primeiro molar tem forte correlação com o ritmo de desenvolvimento em primatas.<sup>29</sup> Por outro lado, poucos fósseis juvenis de australopithecíneos estão disponíveis no registro fóssil. Nesses poucos casos, espécimes juvenis têm erupção do primeiro molar ao redor de três anos, como em chimpanzés. Da mesma forma, o ritmo de formação do esmalte dentário, assim como a ordem de erupção dos dentes, é semelhante ao padrão de grandes símios, com os primeiros molares erupcionando primeiro.<sup>30</sup> Como uma exceção, o gênero *Paranthropus* apresenta a mesma sequência de erupção dentária que os humanos modernos, com os primeiros molares erupcionando ao mesmo tempo que os incisivos. Por outro lado, mesmo sendo indivíduos megadônticos, a formação do esmalte e a erupção do dente ocorre mais rapidamente que em humanos modernos, com o primeiro molar erupcionando aos três anos de idade.<sup>31</sup> Esses estudos se beneficiaram de técnicas para a medição do tempo de formação do esmalte dentário, tais como a contagem de *perikymata*, macroscopicamente, e as estrias marrons de Retzius, microscopicamente.<sup>32</sup> Em síntese, mesmo considerando que existem variações entre espécies de australopithecíneos, a evidência aponta para uma ordem de erupção e um tempo de formação do esmalte próximos ao padrão dos grandes símios.

## Gênero *Homo*

O surgimento do gênero *Homo* a partir dos australopithecíneos é envolto de intenso debate. Tradicionalmente o nosso gênero tem sido definido pela habilidade de usar ferramentas de pedra e pelo aumento da capacidade craniana. O *Homo habilis*, devido ao ligeiro aumento do cérebro, com cerca de 600cm<sup>3</sup>, e sua associação com a indústria lítica Olduvaiense, é o representante mais antigo do nosso gênero. Os fósseis mais antigos de *Homo habilis* datam de cerca de 2,4 milhões de anos atrás e foram encontrados na Etiópia.<sup>33</sup> Todavia, há intensa discussão sobre quantos tipos morfológicos existem realmente nessa espécie, resultando na classificação de alguns fósseis em outra espécie, tal como o crânio KNM-ER 1470 como *Homo rudolfensis*.<sup>34</sup> Já ou-

<sup>29</sup> SMITH, B. H. *Op. cit.*

<sup>30</sup> SMITH, R. J. *et al. Op. cit.* LACRUZ, R. S. & RAMIREZ-ROZZI, F. V. Molar crown development in *Australopithecus afarensis*. *Journal of Human Evolution*, 58: 201-206, 2010.

<sup>31</sup> MACHO, G. A. & WOOD, B. A. *Op. cit.*

<sup>32</sup> SMITH, T. M. Incremental dental development: methods and applications in hominoid evolutionary studies. *Journal of Human Evolution*, 54:205-224, 2008.

<sup>33</sup> KIMBEL, W. H. *et al.* Systematic assessment of a maxilla of *Homo* from Hadar, Ethiopia. *American Journal of Physical Anthropology*, 103:235-262, 1997.

<sup>34</sup> LEAKEY, M. G. *et al.* New fossils from Koobi Fora in northern Kenya confirm taxonomic diversity in early *Homo*. *Nature*, 488:201-204, 2012.

tros pesquisadores defendem que os *H. habilis* sejam, na verdade, incluídos no gênero *Australopithecus*, uma vez que não apresentam uma série de características derivadas, tais como pernas mais longas e maior massa corpórea, encontradas em espécimes mais recentes de *Homo erectus*.<sup>35</sup>

O padrão de história de vida dos primeiros *Homo* mostra que ainda estavam próximos ao padrão de australopitecíneos. O crescimento do cérebro foi ligeiro em relação aos hominínios anteriores, ao passo que o tamanho corpóreo manteve-se inalterado. Há algumas evidências de aumento de massa em *Homo rudolfensis*, porém os poucos ossos do pós-crânio associados a essa espécie poderiam ser também de *Homo erectus*, uma espécie mais derivada.<sup>36</sup> Quanto aos marcadores dentais, a pouca evidência disponível coloca os primeiros *Homo* como similares aos grandes símios em termos de tempo de formação dos dentes.<sup>37</sup> Dessa forma, os marcadores de história de vida corroboram a ideia de que os primeiros *Homo* eram bem mais semelhantes aos australopitecíneos do que aos humanos modernos.

A maior transição morfológica ocorreu por volta de 1,8 milhão de anos, com o surgimento do *Homo erectus* no leste da África. Essa espécie apresentou um conjunto de características que a diferenciavam dos hominínios anteriores. Houve um aumento de massa corpórea para cerca de 60kg, muito semelhante aos valores modernos de *Homo sapiens*. Já o tamanho craniano apresentou um significativo aumento para cerca de 850cm<sup>3</sup> nos primeiros representantes da espécie, apresentando valores de até 1.225cm<sup>3</sup> em espécimes mais tardios.<sup>38</sup> Tais indivíduos com tamanho craniano maior apresentavam continuação do crescimento do cérebro após o nascimento, pois a pélvis da nossa linhagem tem uma limitação de tamanho para a passagem do crânio do bebê. É bem possível que o crescimento do cérebro durante o primeiro ano de vida tenha necessitado maior cuidado parental na primeira infância das crianças.<sup>39</sup> Além disso, os *Homo erectus* foram os primeiros hominínios a saírem da África, apresentando pela primeira vez uma proporção corporal moderna, com braços mais curtos e pernas mais longas. A diminuição do tamanho dos molares em comparação com os australopitecíneos, sugere mudanças na consistência da dieta. O consumo de carne e o início da manipulação do fogo devem estar envolvidos nessa transição, uma vez que essa combinação acarretou aumento da qualidade nutricional dos alimentos consumidos, diminuição do tempo de digestão e consequente alocação da energia extra adquirida para o crescimento do cérebro.<sup>40</sup>

<sup>35</sup> WOOD, B. A. & COLLARD, M. The human genus. *Science*, 284:65-71, 1999.

<sup>36</sup> KLEIN, R. *The human career...* Op. cit.

<sup>37</sup> DEAN, M. C. et al. Growth processes in teeth distinguish modern humans from *Homo erectus* and earlier hominins. *Nature*, 414:628-631, 2001.

<sup>38</sup> RIGHTMIRE, G. P. Brain size and encephalization in early to mid-Pleistocene *Homo*. *American Journal of Physical Anthropology*, 124: 109-123, 2004.

<sup>39</sup> LEIGH, S. R. Brain ontogeny and life history in *Homo erectus*. *Journal of Human Evolution*, 50:104-108, 2006.

<sup>40</sup> WRANGHAM, R. & CARMODY, R. Human adaptation to the control of fire. *Evolutionary Anthropology*, 19:187-199, 2010.

Como dito anteriormente, o aumento do cérebro é um excelente marcador de extensão do período de crescimento em mamíferos. Porém, devido ao aumento concomitante de massa corpórea, o aumento do quociente de encefalização não foi tão grande, uma vez que esse índice considera o tamanho do cérebro em relação à massa corpórea. De fato, estudos de tempo de formação e de erupção dentária mostram que os *H. erectus* apresentavam desenvolvimento mais lento que o dos humanos modernos. Um esqueleto achado na margem oeste do Lago Turkana no Quênia e datado de 1,5 milhão de anos tem revelado uma série de informações sobre o desenvolvimento em *H. erectus*. Com estatura de 1,6m, o garoto de Turkana, como é popularmente conhecido, serviu de base para estudos de formação do esmalte dentário. Esses estudos indicaram que o indivíduo tinha oito anos no momento de sua morte e que a erupção do seu primeiro molar aconteceu por volta de 4,5 anos, um pouco mais tardiamente do que nos australopitécneos, porém mais cedo que seis anos, como ocorre em humanos modernos. O mesmo resultado foi obtido em um espécime de *H. erectus* da ilha de Java na Indonésia.<sup>41</sup> Esse reduzido tempo de desenvolvimento tem importantes implicações para o período de maturação e aprendizado social. Humanos modernos requerem um período estendido de maturação, exigindo cuidado parental mais intenso, mas ao mesmo tempo possibilitando mais tempo para a aprendizagem cultural. Os dados gerados indicam que os representantes de *H. erectus* ainda não mostravam estratégia de vida semelhante à nossa.

A sequência da evolução do *H. erectus* gerou uma nova espécie há cerca de 600 mil anos na África, com um quociente de encefalização ainda maior, conhecida como *Homo heidelbergensis*. A capacidade craniana desses indivíduos ficava entre 1.100 e 1.325cm<sup>3</sup>, já se aproximando dos valores de humanos modernos. Na Europa, alguns pesquisadores reconheceram outra linhagem de hominínios classificada como *Homo antecessor*, derivada de *Homo erectus*, e que posteriormente originou o *Homo neanderthelensis*. A contagem de *perikymata* do esmalte dentário mostrou que o *H. heidelbergensis* e o *H. antecessor* ainda apresentavam taxas de deposição de esmalte dentário mais rápidas que em humanos modernos, sugerindo um ritmo de desenvolvimento relativamente mais acelerado.<sup>42</sup> Por outro lado, há cerca de 1 milhão de anos, o *H. antecessor* já apresentava a mesma ordem de erupção dentária que os humanos modernos, com erupção do primeiro molar por volta dos seis anos.<sup>43</sup>

<sup>41</sup> DEAN, M. C. *et al.* *Op. cit.*

<sup>42</sup> RAMIREZ-ROZZI, F. V. & BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. Surprisingly rapid growth in Neanderthals. *Nature*, 428:936-939, 2004.

<sup>43</sup> BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. *et al.* New immature hominin fossil from European Lower Pleistocene shows the earliest evidence of a modern human dental development pattern. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107:11.739-11.744, 2010.

## Surgimento do *Homo sapiens*

O surgimento da espécie *Homo sapiens* marca o aparecimento de diversas características morfológicas de humanos modernos. O esqueleto com morfologia moderna mais antiga é considerado o crânio de Omo, encontrado na Etiópia e datado em 195 mil anos.<sup>44</sup> Fora da África há crânios modernos datados em 120 mil anos em Israel, com capacidade craniana de cerca de 1.350cm<sup>3</sup>. Enquanto a morfologia esquelética moderna aparece na África há cerca de 200 mil anos, na Europa as evidências arqueológicas de comportamento moderno datam a partir de 40 mil anos, documentadas amplamente por pinturas rupestres, enterramentos com acompanhamentos funerários elaborados, diversidade de ferramentas, objetos em osso, instrumentos compostos, estatuetas, objetos decorativos e uso de ocre para pintura. Essas manifestações pareciam ter surgido de maneira abrupta, no registro europeu, com a chegada do *Homo sapiens*. No entanto, estudos recentes no continente africano têm mostrado que o aparecimento de traços culturais modernos ocorreu gradualmente em sítios na África<sup>45</sup>, com especial destaque para os sítios de Blombos e Pinnacle Point na África do Sul. A principal característica dos registros arqueológicos encontrados nesses sítios é a ocorrência de comportamentos simbólicos. A atribuição de significado a objetos e a posterior articulação desses símbolos em redes de significado constitui uma característica única dos seres humanos. No caso dos sítios africanos, são encontrados objetos de decoração corporal pintados com ocre, instrumentos compostos e plaquetas com sinais abstratos datadas de mais de 70 mil anos.<sup>46</sup>

Enquanto os comportamentos simbólicos eram observados na África, indivíduos com morfologia distinta viveram na Europa e oeste asiático a partir de 200 mil anos. Tratava-se de indivíduos mais robustos, corpos mais compactos e maior tamanho craniano que o dos humanos modernos. Por outro lado, embora fossem exímios caçadores e muito bem adaptados a climas frios, não se caracterizavam pela elaboração cultural observada no *H. sapiens*. Classificados como *Homo neanderthalensis*, esses indivíduos não apresentavam muitos dos comportamentos simbólicos vistos nos indivíduos africanos classificados como *H. sapiens*. Alguns pesquisadores argumentam que os neandertais também tinham comportamentos simbólicos<sup>47</sup>, como o enterramento de seus mortos e o uso de ocre, porém, a maioria dos pesquisadores acredita em uma diferença de grau entre o compor-

<sup>44</sup> McDOUGALL, I. *et al.* Stratigraphic placement and age of modern humans from Kibish, Ethiopia. *Nature*, 433:733-736, 2005.

<sup>45</sup> McBREARTY, S. & BROOKS, A. S. The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of Human Evolution*, 39:453-563, 2000.

<sup>46</sup> HENSHILWOOD, C. S. *et al.* Engraved ochres from the Middle Stone Age levels at Blombos Cave, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 57:27-47, 2009.

<sup>47</sup> ZILHÃO, J. *et al.* Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107: 1.023-1.028, 2010. Ver artigo de J. Zilhão no presente volume.

- <sup>48</sup> KLEIN, R. Whither the Neanderthals? *Science*, 299: 1.525-1.527, 2003.
- <sup>49</sup> GREEN, R. E. *et al.* A Draft sequence of the neanderthal genome. *Science*, 328:710-722, 2010.
- <sup>50</sup> SMITH, T. M. *et al.* Dental evidence for ontogenetic differences between modern humans and Neanderthals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107:20.923-20.928, 2010. Mas ver resultado diferente em: GUATELLI-STEINBERG, D. *et al.* Anterior tooth growth periods in Neanderthals were comparable to those of modern humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 102:14.197-14.202, 2005.
- <sup>51</sup> SMITH, T. M. *et al.* Earliest evidence of modern human life history in North African early *Homo sapiens*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104: 6.128-6.133, 2007.
- <sup>52</sup> GUATELLI-STEINBERG, D. Recent studies of dental development in Neanderthals: implications for Neanderthal life histories. *Evolutionary Anthropology*, 18:9-20, 2009.
- <sup>53</sup> AUSTIN, C. *et al.* Barium distributions in teeth reveal early-life dietary transitions in primates. *Nature*, 498:216-219, 2013.
- <sup>54</sup> GUNZ, P. *et al.* A uniquely modern human pattern of endocranial development. Insights from a new cranial reconstruction of the Neanderthal newborn from Mezmaiskaya. *Journal of Human Evolution*, 62:300-313, 2012.
- <sup>55</sup> PONCE DE LEÓN, M. S. *et al.* Neanderthal brain size at birth provides insights in to the evolution of human life history. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 105:13.764-13.768, 2008.
- <sup>56</sup> MARTÍN-GONZÁLEZ, J. A. *et al.* Differences between

tamento do *H. sapiens* e o do *H. neandertalenses*.<sup>48</sup> Recentemente, ficou evidenciado através de estudos de DNA antigo que os neandertais cruzaram com os sapiens, transmitindo cerca de 1 a 4% do seu material genético para populações modernas da Europa, Ásia e Oceania.<sup>49</sup> Ainda assim, a origem africana da grande maioria da população moderna continua sendo o paradigma dominante.

O contraste entre parâmetros de história de vida de sapiens e neandertais tem revelado importantes diferenças entre eles. Em termos de massa corpórea e tamanho do cérebro, os neandertais apresentam valores ligeiramente mais altos. Todavia, como o quociente de encefalização é calculado em relação à massa corpórea, como foi dito anteriormente, ambas as espécies têm valores muito similares, sugerindo que teriam padrões de histórias de vida muito semelhantes. No entanto, estudos que estimam a taxa de formação do esmalte dentário dessas espécies têm mostrado que os neandertais caracterizam-se por um desenvolvimento dental mais rápido que os sapiens, e similar a espécies mais antigas como o *H. antecessor* e o *H. heidelbergensis*.<sup>50</sup> O registro mais antigo do padrão completo de formação dentária de humanos modernos foi encontrado em um espécime do norte da África datado de 160 mil anos e classificado como *H. sapiens*.<sup>51</sup> Alguns pesquisadores alertam que uma taxa de formação rápida do dente não é sinônimo de desenvolvimento rápido em todos os outros parâmetros de história de vida.<sup>52</sup> Um dado adicional para essa discussão é o cálculo do momento do desmame em neandertais usando sinais químicos de bário do esmalte dentário. Os espécimes de neandertais analisados mostraram desmame muito rápido, por volta de um ano.<sup>53</sup> O desenvolvimento craniano em neandertais também é distinto dos sapiens<sup>54</sup>, incluindo crescimento mais acelerado do cérebro no primeiro ano de vida<sup>55</sup>. De fato, a evidência disponível sugere um rápido desenvolvimento dentário e cerebral em neandertais, mas com lento crescimento em estatura, resultando em indivíduos mais baixos.<sup>56</sup> Esse padrão distinto poderia estar relacionado a um ambiente altamente estressante e com alta mortalidade em neandertais<sup>57</sup>, o que estaria selecionando indivíduos que atingissem rapidamente a idade reprodutiva. Essa diferença de história de vida entre sapiens e neandertais pode ter sido um fator crucial durante a competição entre eles na Europa, uma vez que um período prolongado de desenvolvimento permite maior tempo de aprendizado, desde que em um ambiente de baixa mortalidade. De fato, um estudo aponta que os sapiens tinham densidade popula-

Neandertal and modern human infant and child growth models. *Journal of Human Evolution*, 63:140-149, 2012.

- <sup>57</sup> TRINKAUS, E. Neanderthal mortality patterns. *Journal of Archaeological Science*, 22: 121-142, 1995. Mas ver resultado diferente em: GUA-TELLI-STEINBERG, D. *et al.* Prevalence and the duration of linear enamel hypoplasia: a comparative study of Neandertals and Inuit foragers. *Journal of Human Evolution*, 47:65-84, 2004.
- <sup>58</sup> MELLARS P. & FRENCH J. C. Tenfold population increase in Western Europe at the neandertal-to-modern human transition. *Science*, 333:623-627, 2013.
- <sup>59</sup> CASPARI, R. & LEE, S. H. Older age becomes common late in human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 101:10.895-10.900, 2004.
- <sup>60</sup> CASPARI, R. & LEE, S. H. Is human longevity a consequence of cultural change or modern biology? *American Journal of Physical Anthropology*, 129:512-517, 2006.
- <sup>61</sup> KONISBERG, L. W. & HERRMANN, N. P. The osteological evidence for human longevity in the recent past. In: HAWKES, K. & PAINE, R. R. (Orgs.). *The evolution of human life history*. Santa Fe: School of American Research Press, 2006. p. 267-306.
- <sup>62</sup> BOCQUET-APPEL, J. & DEGIOANNI, A. Neanderthal demographic estimates. *Current Anthropology*, 54(S8): 202-213, 2013.
- TRINKAUS, E. Late Pleistocene adult mortality patterns and modern human establishment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 108:1.267-1.271, 2011.

cional dez vezes maior que os neandertais quando ambos viviam na Europa entre 40 e 30 mil anos, quando os neandertais foram extintos.<sup>58</sup>

A longevidade é outro ponto de investigação sobre a história de vida. Calculou-se a proporção de adultos jovens (15 a 30 anos) e maduros (acima de 30 anos) no registro fóssil usando australopitecíneos e representantes do gênero *Homo*<sup>59</sup>. A partir desses cálculos, observou-se que a proporção de indivíduos mais velhos aumenta abruptamente no conjunto fóssil de *H. sapiens* durante a chegada deles na Europa por volta de 40 mil anos. Esses valores evidenciam o primeiro momento da evolução humana em que muitos indivíduos chegam a idades superiores a 30 anos. Ainda mais interessante é o fato de que *H. sapiens* anatomicamente modernos, porém datados de antes de 40 mil anos, apresentavam número de adultos maduros ainda baixo, na mesma proporção de neandertais. Esses resultados sugerem que a anatomia humana moderna, que surgiu por volta de 200 mil anos atrás, não foi decisiva nessa mudança de longevidade, mas sim a aquisição de um pacote cultural que levou a uma diminuição da mortalidade e a um aumento de longevidade em sapiens modernos.<sup>60</sup> Todavia, a inferência de perfis paleodemográficos é bastante difícil e repleta de limitações e vieses.<sup>61</sup> Análises posteriores empregando métodos e amostras distintas, permitiram observar que o perfil paleodemográfico de neandertais era semelhante ao de populações contemporâneas de sapiens, mesmo durante a explosão cultural há 40 mil anos.<sup>62</sup> Dessa forma, ainda não há consenso sobre a diferença de longevidade entre neandertais e sapiens. O consenso que surge é que maior longevidade em humanos modernos apareceu tardiamente no registro fóssil, talvez somente a partir de 40 mil anos.

Em síntese, o surgimento dos humanos modernos reúne o pacote completo que caracteriza a história de vida humana, ou seja, extensos períodos de desenvolvimento e grande longevidade. Por outro lado, o aparecimento desse padrão moderno de história de vida não coincide completamente com o aparecimento da anatomia moderna. A aquisição de capacidade simbólica e a acumulação de inovações culturais foram essenciais para a expansão do *H. sapiens* por todo o globo.

## Considerações finais

A reconstrução da história de vida a partir de fósseis de hominínios não é uma tarefa simples. Há diversas limitações nas correlações entre desenvolvimento dentário e

- <sup>63</sup> ROBSON, S. L. *et al.* *Op. cit.*  
GUATELLI-STEINBERG, D. 2009. *Op. cit.*  
SMITH, T. M. Teeth and human life-history evolution. *Annual Review of Anthropology*, 42:191-208, 2013.
- <sup>64</sup> LEIGH, S. R. & BLOMQUIST, G. E. Life history. In: CAMPBELL, C. J. *et al.* (Orgs.). *Primates in perspective*. New York: Oxford University Press, 2007. p. 396-407.
- <sup>65</sup> SCHWARTZ, G. Growth, development and life history through out the evolution of Homo. *Current Anthropology*, 53(S6):395-408, 2012.  
SMITH, T. M. Teeth and human life-history... *Op. cit.*
- <sup>66</sup> BOGIN, B. & SMITH, B. H. *Op. cit.*  
KUZAWA, C. W. & BRAGG, J. M. Plasticity in human life history strategy: implications for contemporary human variation and the evolution of genus *Homo*. *Current Anthropology*, 53(S6):369-382, 2012.

#### Agradecimentos

Este artigo não seria possível sem a Bolsa Jovem Pesquisador concedida pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, 2014/03424-9).

**Pedro Da-Gloria** é graduado em Biologia, mestre em Genética e Biologia Evolutiva e doutor em Antropologia. Atualmente é pesquisador associado ao Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos da Universidade de São Paulo.  
da-gloria@ib.usp.br

períodos de desenvolvimento, assim como no uso de correlações derivadas de primatas em geral para interpretar padrões de espécies mais próximas entre si.<sup>63</sup> Por exemplo, a expectativa de que humanos tivessem idade de desmame mais tardia que a de outros grandes símios devido ao seu período estendido de desenvolvimento não é observada, quebrando as expectativas geradas pelas correlações. Alguns pesquisadores propõem que os diversos parâmetros da história de vida sejam divididos em módulos relativamente independentes.<sup>64</sup> Somado a essas limitações, o registro fóssil é ainda muito escasso, preservando apenas as partes mais duras, além de raramente preservar fósseis juvenis.

Apesar das dificuldades, o número de fósseis de hominínios tem crescido, junto com o surgimento de novas técnicas de medição de parâmetros de história de vida a partir dos dentes de hominínios fósseis.<sup>65</sup> Os dados tendem a gerar um quadro geral sobre a evolução da nossa história de vida. Os primeiros hominínios, os australopitecíneos e os primeiros *Homo* têm mostrado um padrão de história de vida muito próximo dos grandes símios. Ainda assim, é possível notar peculiaridades de algumas espécies, como o alto dimorfismo sexual de *A. afarensis*, o rápido desenvolvimento dental dos molares grandes de *Paranthropus* e o grande tamanho dos recém-nascidos de australopitecíneos. As mudanças na direção do padrão humano começam a surgir, efetivamente, só em *H. erectus*, com o crescimento do cérebro e o aumento de massa corpórea. Todavia, é somente com o surgimento do *H. sapiens* que o padrão moderno é atingido, tanto no que se refere ao desenvolvimento dental quanto ao cerebral. Diversos estudos têm mostrado diferenças entre sapiens e neandertais, com os primeiros apresentando desenvolvimento dental e cerebral mais lento, o que pode ter sido a origem da vantagem adaptativa dos sapiens sobre os neandertais.

Por fim, é crucial enfatizar a importância da interação entre biologia e ambiente na história de vida dos hominínios.<sup>66</sup> De fato, variações no ambiente natural e cultural geraram e continuam gerando variações no nosso ciclo de vida. Portanto, a interação entre cultura e biologia torna-se essencial para entendermos nossa própria história, incluindo as aceleradas mudanças de estilo de vida ocorridas nos últimos milênios e sua contribuição para manter em andamento a evolução da nossa história de vida.

# A INDÚSTRIA LÍTICA DOS HOMINÍNEOS DO PLIOCENO AO PLEISTOCENO

---

*Lucas Henriques Viscardi*  
*Maria Cátira Bortolini*

A característica mais marcante dos humanos talvez seja sua complexa manifestação cultural. Desde a produção das primeiras ferramentas líticas, os hominíneos nos deixaram em registro arqueológico a materialização de sua cultura. Discutem-se aqui, sinteticamente, contextos arqueológicos dos diversos períodos que abrangem o Paleolítico e a Idade da Pedra. Questões sobre a possível utilização de ferramentas pelos gêneros anteriores ao *Homo* também são abordadas. Dentre todos os hominíneos, talvez nenhum outro tenha recebido mais estereótipos que os Neandertais e nenhum outro mais prestígio que o *Homo sapiens*. Tendo em vista as opiniões divergentes, vale apresentar o complexo cenário do encontro dessas duas espécies na Europa, e mostrar de que forma os novos achados questionam a sugestão de que os Neandertais teriam uma suposta inferioridade cognitiva.

## A tecnologia hominínea

Lucrécio, um filósofo romano, sugeriu que a origem do homem era definida pelo uso de ferramentas líticas e de madeira, seguindo-se uma linha temporal que levou aos utensílios de ferro. Baseado, provavelmente, neste filósofo da antiguidade, o dinamarquês Christian Thomsen, em 1836, propôs dividir a história em três grandes épocas: Idade da Pedra, Idade do Bronze e Idade do Ferro. Em 1865, o inglês John Lubbock instiga a sociedade acadêmica a abandonar termos bíblicos ('ante' e 'pós-diluvianos') e a adotar os termos técnicos: *Paleolítico* (Idade da Pedra Lascada) e *Neolítico* (Idade da Pedra Polida). A transição entre esses períodos foi chamada de *Mesolítico*. Hoje o Paleolítico é dividido em três intervalos temporais: *Paleolítico Inferior* (2-0,3 milhões de anos- Mya), *Médio* (300-40 mil anos-Kya) e *Superior* (40-10 Kya).<sup>1</sup> Contudo, visto que o surgimento das tecnologias líticas ao longo do tempo não ocorreu de forma homogênea, terminologias distintas são utilizadas para se referir a esses períodos na África, norte da África e Eurásia. Por exemplo, enquanto na Eurásia e norte da África utiliza-se o termo *Paleolítico*, na África utiliza-se o termo *Idade da Pedra*<sup>2</sup> (ver tabela 1).

<sup>1</sup> DALGALARRONDO, P. *Evolução do Cérebro: sistema nervoso, psicologia e psicopatologia sob a perspectiva evolucionista*. Porto Alegre: Artmed, 2011, 461 p.

<sup>2</sup> LEWIN, R. *Human Evolution. An Illustrated Introduction*. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 284 p.

<sup>3</sup> DALGALARRONDO, P. *Op. cit.*  
LEWIN, R. *Op. cit.*

Tabela 1: Terminologia e intervalo de tempo aproximados das tecnologias líticas da Eurásia e África<sup>3</sup>.

Eurásia	Intervalo	Tempo Geológico	África	Intervalo <sup>2</sup>
Paleolítico Inferior	2-0,3 Mya	Plioceno <sup>a</sup> / Pleistoceno Inferior <sup>b</sup>	Idade da Pedra Antiga	2,6 Mya-300 Kya
Paleolítico Médio	300-40 Kya	Pleistoceno Médio <sup>c</sup> / Pleistoceno Superior <sup>d</sup>	Idade da Pedra Média	300-60 Kya
Paleolítico Superior	40-10 Kya	Pleistoceno Superior	Idade da Pedra Tardia	60-10 Kya

<sup>a</sup>5-1,8 Mya; <sup>b</sup>1,8-0,780 Mya; <sup>c</sup>780-126 Kya; <sup>d</sup>126-11 Kya.  
Mya= milhões de anos antes do presente; Kya= mil anos antes do presente

Associações de uma determinada tecnologia lítica com uma determinada espécie de hominíneo (subfamília de primatas bípedes, composta por todos os ancestrais diretamente relacionados com os humanos modernos, excluindo qualquer ramo ascendente ao chimpanzé) raramente podem ser feitas. Muitas tecnologias líticas sofrem influência de culturas adjacentes e/ou sobrepõem-se umas às outras devido a eventos de migração, ou mesmo adotam uma nova tradição. Dessa forma, não se pode pretender que seja fácil apontar qual espécime fez qual artefato, salvo quando este é encontrado junto com restos mortais.

## Habemus cultura

A fabricação e o uso de ferramentas constituem-se em peças-chaves para inferirmos a presença de cultura nas espécies de hominíneos.<sup>4</sup> Existem inúmeras definições de cultura; uma das mais antigas, mas ainda pertinente, é a do antropólogo britânico Edward B. Tylor (1832-1917): “cultura é todo o complexo que inclui conhecimento, crenças, arte, moral, direito, costumes e quaisquer outros hábitos e capacidades adquiridos pelo homem enquanto membro de uma sociedade”<sup>5</sup>. Desse modo, a ausência de ferramentas não implica ausência de cultura, pois existem vários meios pelos quais a cultura se manifesta, tal como através de danças e cantos carregados de significados abstratos e simbólicos que não deixam qualquer tipo de registro.<sup>6</sup> Um conceito extremamente importante na arqueologia, e que amplia o conceito de cultura, é o de *chaîne opératoire* (cadeia operatória), que contribui para caracterizar a tradição tecnológica de um determinado grupo. A cadeia operatória é o estudo do material lítico que abrange desde a aquisição da matéria-prima, sua redução, lascamento, uso e descarte, todos esses elementos carregados de marcas culturais.<sup>7</sup>

### Paleolítico Inferior (Parte I): a garganta de Olduvai e a origem do gênero *Homo*

Dentro da arqueologia, uma das pressuposições clássicas para a definição do gênero *Homo* é sua capacidade de produzir ferramentas.<sup>8</sup> Os primeiros instrumentos líticos datam de aproximadamente 2,6 Mya, coletados na Etiópia.<sup>9</sup> Todavia, tais ferramentas não se encontram em contexto arqueológico com nenhuma espécie conhecida, o que dificulta a identificação do fabricante. Além disso, neste período muitas espécies de hominíneos coabitavam a África, dentre as quais o *Australopithecus garhi*, o *Australopithecus africanus*, o *Australopithecus sediba*, o *Paranthropus aethiopicus*, o *Paranthropus boisei*, o *Paranthropus robustus*, o *Homo habilis* e o *Homo rudolfensis*.<sup>10</sup> Indivíduos pertencentes às duas últimas espécies citadas, por serem dotados de grande volume cerebral e pela análise da morfologia da mão de um provável *H. habilis*, são apontados como os prováveis fabricantes da primeira indústria lítica, conhecida como *Olduvaiense* (figura 1). Há cerca de 1,8 Mya, os australopithecíneos (*Australopithecus* e *Paranthropus*) foram extintos, restando apenas os integrantes do gênero *Homo*, na África, de modo que se pode atribuir a estes as ferramentas encontradas no registro arqueológico a partir de então<sup>11</sup>.

<sup>4</sup> LEWIN, R. *Op. cit.*  
De WAAL, F. B. M. Cultural Primatology Comes of Age. *Nature*, v. 399, p. 635-636, 1999.

<sup>5</sup> De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*

<sup>6</sup> LEWIN, R. *Op. cit.*

<sup>7</sup> BAR-YOSEF, O. & BELFER-COHEN, A. Following Pleistocene Road Signs of Human Dispersal Across Eurasia. *Quaternary International*, v. 285, p. 30-43, 2013.

<sup>8</sup> AMBROSE, S. H. Paleolithic Technology and Human Evolution. *Science*, v. 291, p. 1.748-1.753, 2001.

<sup>9</sup> De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*  
ARSUAGA, J. L. O Colar do Neandertal: em busca dos primeiros pensadores. São Paulo: Editora Globo, 2005. 349 p.  
SEMAW, S. et al. 2.6-Million-Year-Old Stone Tools and Associated Bones from OGS-6 and OGS-7, Gona, Afar, Ethiopia. *Journal of Human Evolution*, v. 45, p. 169-177, 2003.

<sup>10</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*  
SEMAW, S. et al. *Op. cit.*

<sup>11</sup> De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*

<sup>12</sup> BAR-YOSEF, O. & BELFER-COHEN, A. *Op. cit.*  
WHITEN, A.; SCHICK, K. & TOTH, N. The Evolution and Cultural Transmission of Percussive Technology: Integrating Evidence from Paleoanthropology and Primatology. *Journal of Human Evolution*, v. 57, p. 420-435, 2009.

ASFAW, B. *et al.* *Australopithecus garhi*: A New Species of Early Hominid from Ethiopia. *Science*, v. 284, p. 629-635, 1999.

<sup>13</sup> NONAKA, T.; BRIL, B. & REIN, R. How do Stone Knappers Predict and Control the Outcome of Flanking? Implications for Understanding Early Stone Tool Technology. *Journal of Human Evolution*, v. 59, p. 155-167, 2010.

<sup>14</sup> LEWIN, R. *Op. cit.*  
SEMAW, S. *et al.* *Op. cit.*

<sup>15</sup> BAR-YOSEF, O. & BELFER-COHEN, A. *Op. cit.*

Essa indústria lítica rapidamente distribuiu-se pelo corredor do vale Rift (Leste da África). Em ~1,4 Mya, ela já era amplamente utilizada na África e Eurásia<sup>12</sup>, adquirindo gradualmente maior variabilidade em sua morfologia e matéria-prima<sup>13</sup>. Os artefatos líticos são representados por seixos de pedras vulcânicas, selecionados cuidadosamente e toscamente lascados, obtendo-se como produto característico raspadores e talhadores (*choppers*).<sup>14</sup> Apesar de, por muito tempo, os arqueólogos considerarem os *choppers* como a marca da cultura *Olduvaiense*, há dúvidas se não seriam, na verdade, resto dos seixos utilizados para obtenção de lascas, sendo a própria lasca a verdadeira ferramenta. A despeito de dúvidas se tais artefatos teriam outra origem que não humana, estudos comparando a indústria lítica *Olduvaiense* com ferramentas produzidas por bonobos (*Pan paniscus*) apontaram distinções claras entre os artefatos, enfatizando a “humanidade *olduvaiense*”.<sup>15</sup>



Figura 1: Chopping tool Olduvaiense; © Trustees of the British Museum (<http://www.britishmuseum.org/>).

<sup>16</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*  
SEMAW, S. *et al.* *Op. cit.*  
WHITEN, A.; SCHICK, K. & TOTH, N. *Op. cit.*  
ASFAW, B. *et al.* *Op. cit.*

Devido à presença de restos fósseis de animais com marcas de cortes, acredita-se que o uso de ferramentas foi estabelecido devido a sua necessidade num contexto de dieta baseada em carne, embora outros usos não possam ser descartados.<sup>16</sup> Além disso, alguns sítios arqueológicos apresentam ossos de animais com padrões que indicam terem sido quebrados por golpes de “pedras martelo”, sobre uma

<sup>17</sup> WHITEN, A.; SCHICK, K. & TOTH, N. *Op. cit.*

<sup>18</sup> ARSUAGA, J. L. *Op. cit.*  
SEMAW, S. *et al. Op. cit.*

<sup>19</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*

<sup>20</sup> BRUNER, E.; MANZI, G. & ARSUAGA, J. L. Encephalization and Allometric Trajectories in the genus *Homo*: Evidence from the Neandertal and Modern Lineages. *PNAS*, v. 100, p. 15.335-15.340, 2003.

<sup>21</sup> DALGALARRONDO, P. *Op. cit.*  
LEWIN, R. *Op. cit.*  
BRUNER, E.; MANZI, G. & ARSUAGA, J. L. *Op. cit.*

<sup>22</sup> DALGALARRONDO, P. *Op. cit.*  
LEWIN, R. *Op. cit.*  
AMBROSE, S. H. *Op. cit.*

<sup>23</sup> ARSUAGA, J. L. *Op. cit.*

<sup>24</sup> ARSUAGA, J. L. *Op. cit.*

<sup>25</sup> SEMAW, S. *et al. Op. cit.*

base de pedra, com função de bigorna.<sup>17</sup> Tal técnica permite o acesso a um recurso extremamente importante, rico em gordura e proteína: o tutano.<sup>18</sup> No entanto, as carcaças seriam obtidas através da caça ou os hominíneos seriam carniceiros oportunistas, como os abutres e hienas? Não existe consenso, mas a hipótese mais aceita é de que esses hominíneos eram carniceiros oportunistas. Independentemente, seja por caça ou aproveitamento de carcaças (ou mesmo ambos, pois não são mutuamente excludentes), a cooperação social era extremamente necessária, tendo em vista a constante exposição dos hominíneos a riscos inevitáveis ao realizarem tais empreitadas.<sup>19</sup>

Se por um lado havia riscos, por outro a obtenção de proteínas e gorduras de origem animal permitiu adquirir a energia necessária para sustentar e, assim, desenvolver cérebros maiores, um processo conhecido como “encefalização”, fenômeno particularmente marcante no gênero *Homo*.<sup>20</sup> O resultado pode ser constatado pelo fato de nossa espécie possuir um cérebro três vezes maior que o dos nossos parentes vivos mais próximos: os chimpanzés (*Pan troglodytes*) e bonobos.<sup>21</sup>

Analisando os moldes da parte interna do crânio (*endocast*) das espécies do gênero *Homo*, observam-se duas características notáveis em relação às espécies antecedentes: (1) a expansão do neocórtex; e (2) a assimetria no formato cerebral, conhecida como lateralização, associada à produção de ferramentas pela destreza manual. Neste caso, percebe-se um aumento do hemisfério esquerdo do cérebro em comparação ao direito devido ao predominante uso da mão direita, sendo que tal característica não é observada em chimpanzés.<sup>22</sup> Já a expansão do neocórtex, por ser uma área envolvida com a cognição, estaria indicando uma maior complexidade na socialização.<sup>23</sup>

### Mas então... apenas os *Homo* produziram ferramentas líticas?

As duas espécies de Australopithecíneos que apresentam maiores indícios de produção de ferramentas líticas são o *A. garhi* e o *A. sediba*. Na Etiópia, encontraram-se ossos possivelmente esmagados por uma ferramenta lítica em contexto arqueológico com o *A. garhi*.<sup>24</sup> A anatomia de mão e pulso do *A. sediba*, por sua vez, permite especular sobre sua capacidade de fabricar ferramentas.<sup>25</sup> Vale lembrar que, na década de 1960, os pesquisadores Leakey L., Napier J. e Tobias P. basearam-se na anatomia de uma provável mão de

*H. habilis* para propor que este era o fabricante da indústria *Olduvaiense*. De qualquer modo, as sugestões de que os australopitécneos fabricavam ferramentas não estão livres de controvérsias.<sup>26</sup>

## Paleolítico Inferior (Parte II): as inovações do *Homo erectus*

No início do Pleistoceno, por volta de 1,8 Mya, pela primeira vez um hominíneo saiu do continente africano. Este evento, conhecido como Saída da África I (ou *Out of Africa I*), é marcado pela migração do *H. erectus* para a Eurásia e Oceania.<sup>27</sup> Apesar do *H. erectus* ser normalmente associado a uma nova tecnologia lítica do Paleolítico Inferior, conhecida como *Acheulense*, essa tecnologia surge na África entre 1,7-1,5 Mya e lá se mantém, aparecendo tardiamente na Europa (~500 Kya) e oeste asiático.<sup>28</sup> Como não é encontrada no leste asiático, acredita-se que o fato se deva, provavelmente, ao isolamento geográfico das populações que migraram para fora da África anteriormente, carregando a tecnologia *Olduvaiense*.<sup>29</sup> Outras hipóteses são apresentadas, como a “hipótese do bambu”, que, apesar de um tanto especulativa, sugere o amplo uso do bambu no leste asiático, onde, por sua versatilidade para ser transformado em lança, facas e cestas, seria preferível à cultura *Acheulense*.<sup>30</sup>

A indústria *Acheulense* é caracterizada pela produção de bifáceis (figura 2) em forma de lágrima (conhecidos como machados-de-mão, ou *hand axes*) e cutelos líticos, variando em seu tamanho entre 10 e 17 centímetros.<sup>31</sup> Sua funcionalidade específica ainda é muito debatida, justamente por ser uma ferramenta muito versátil e útil para trabalhar em diversas situações e sobre diversos materiais, sendo muitas vezes referido como o “canivete suíço” do Paleolítico Inferior.<sup>32</sup> Em comparação com a tecnologia *Olduvaiense*, exige-se uma capacidade cognitiva maior para produção destes bifáceis, pois é necessário uma pré-concepção da peça antes de iniciar o lascamento, ao invés de uma simples procura por um gume cortante.<sup>33</sup> Entretanto, a tecnologia *Olduvaiense* se mantém presente até o fim do Paleolítico Inferior, devido, provavelmente, ao fato de estar associada a uma atividade funcional diferenciada da *Acheulense*.<sup>34</sup>

Curiosamente, o surgimento da espécie do *H. erectus* não se associa apenas ao primeiro evento de migração em nível continental dos hominíneos, mas também à caça sistemática e ao uso do fogo.<sup>35</sup> Os primeiros indícios de uma

<sup>26</sup> KIVELL, T. L. et al. *Australopithecus sediba* Hand Demonstrates Mosaic Evolution of Locomotor and Manipulative Abilities. *Science*, v. 333, p. 1.411-1.417, 2011.

<sup>27</sup> BAR-YOSEF, O. & BELFER-COHEN, A. *Op. cit.*  
AO, H. et al. New Evidence for Early Presence of Hominids in North China. *Scientific Reports*, v. 3, 2013. Disponível em: [www.nature.com/srep/2013/130815/srep02403/full/srep02403.html](http://www.nature.com/srep/2013/130815/srep02403/full/srep02403.html). Acesso em 15 de fevereiro de 2014.

<sup>28</sup> DALGALARRONDO, P. *Op. cit.*  
De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*

<sup>29</sup> LEWIN, R. *Op. cit.*  
WHITEN, A.; SCHICK, K. & TOTH, N. *Op. cit.*

<sup>30</sup> BAR-YOSEF, O. & BELFER-COHEN, A. *Op. cit.*

<sup>31</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*  
WHITEN, A.; SCHICK, K. & TOTH, N. *Op. cit.*

<sup>32</sup> De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*

<sup>33</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*

<sup>34</sup> De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*

<sup>35</sup> De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*

tecnologia sugestiva de caça sistemática datam de ~400 Kya e provêm de lanças de arremesso feitas de madeira encontradas no sítio de *Schöningen*, Alemanha, associadas com carcaças de mais de 10 cavalos.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> THIEME, H. Lower Palaeolithic Hunting Spears from Germany. *Nature*, v. 385, p. 807-810, 1997.



Figura 2: Biface Acheulense; © Trustees of the British Museum (<http://www.britishmuseum.org/>).

Após a saída da África, ao longo do Pleistoceno (~1,8 -~0,1 Mya), os hominíneos enfrentaram ao menos quatro grandes glaciações: Gunz, Mindel, Riss e Würm. Assim, ao deixarem seu berço de origem, os hominíneos enfrentaram grandes desafios e obstáculos impostos pelos novos ambientes e temperaturas. Dessa forma, o uso do fogo seria uma ferramenta muito útil para enfrentar tais adversidades. Sinais do uso do fogo pelos hominíneos de forma oportunista, ou seja, a partir de combustões naturais, datam de ~1,5 Mya.<sup>37</sup> Por outro lado, evidências do uso do fogo em situações controladas provêm de um sítio arqueológico *Acheulense* em Israel (BenotYa'aqov), datado de aproximadamente 700 Kya, onde microlâminas foram supostamente alteradas pelo calor de uma fogueira montada com 6 espécies diferentes de árvores.<sup>38</sup> Fogueiras no norte da África, também em contexto *Acheulense*, foram datadas de ~1 Mya.<sup>39</sup> Porém, os registros mais aceitos para o uso do fogo de forma controlada indicam períodos bem mais recentes (~300~400 Kya), séculos após a saída da África.<sup>40</sup> Vale destacar que o fogo pode ser utilizado, por exemplo, para aquecer rochas e facilitar seu lascamento, sendo um forte indicativo da presença de elaborada cognição nesses hominíneos.

<sup>37</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*

<sup>38</sup> GOREN-INBAR, N. *et al.* Evidence of Hominin Control of Fire at GesherBenot Ya'aqov, Israel. *Science*, v. 304, p. 725-727, 2004.

<sup>39</sup> BERNA, F *et al.* Microstratigraphic Evidence of In Situ Fire in the Acheulean Strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape Province, South Africa. *PNAS*, v. 109, p. E1215-E1220, 2012.

<sup>40</sup> ROEBROEKS, W. & VILLA, P. On the Earliest Evidence for Habitual use of Fire in Europe. *PNAS*, v. 108, p. 5.209-5.214, 2011.

## Paleolítico Médio e a Idade da Pedra Média

Por volta de 300 Kya, houve uma aceleração cultural e tecnológica na Eurásia e África Subsaariana, fenômeno que demarca o Paleolítico Médio e a Idade da Pedra Média, que se estendeu até ~45 Kya na Eurásia e até ~60 Kya na África, respectivamente.<sup>41</sup> De forma geral, as tecnologias do Paleolítico Médio caracterizam-se pelas técnicas de preparação e redução de núcleos. Algumas das técnicas representativas deste período são a Prismática e a de *Levallois*. Em consideração à técnica Prismática, está baseada na produção de lâminas; após o primeiro lascamento, o núcleo é levemente modificado, ou preservado sem modificação, para a produção de mais lâminas. Algumas datações indicam a existência da técnica há ~240 Kya no Quênia<sup>42</sup> e ~330 Kya na caverna de Tabun (Oriente Próximo)<sup>43</sup>. Diferente da técnica Prismática, que tem seu ápice no Paleolítico Superior, a técnica de *Levallois* (figura 3) é considerada por alguns como um símbolo do Paleolítico Médio. Nesta, o núcleo é trabalhado, obtendo-se uma superfície superior plana e uma superfície inferior convexa. Golpeando o núcleo com a angulação correta, é obtida uma lasca grande e fina, normalmente convexa, seguindo a forma do contorno do núcleo preparado. Sucessivamente, o núcleo pode ser retocado e mais lascas podem ser obtidas até seu esgotamento.<sup>44</sup> Este flexível sistema de redução de núcleos serviu como base para a alta diversidade dos sistemas técnicos do oeste europeu durante o período do Paleolítico Médio e Superior, bem como auxiliou na emergência da subsequente produção sistemática de lâminas do Paleolítico Superior.<sup>45</sup> Ressalte-se que lâminas são lascas, no mínimo, duas vezes mais longas do que largas.<sup>46</sup>

No Paleolítico Médio, também encontramos os primeiros indícios de ferramentas compostas, ou seja, processadas através de um conjunto de unidades tecnológicas: uma haste ou cabo com um inserto de pedra, além de um material ligante. Ferramentas como uma lança com ponta de pedra, por exemplo, foram encontradas tanto em sítios Neandertais (*Homo neanderthalensis*) quanto em sítios *Homo sapiens*.<sup>47</sup> Novas datações mostram que Neandertais produziam ferramentas compostas há ~200 Kya, através da queima da casca de bétula para sintetizar uma espécie de cola.<sup>48</sup> O Paleolítico Médio dos Neandertais é também caracterizado pela tecnologia *Musteriense*, em homenagem à caverna de *Le Moustier*, França.<sup>49</sup> Os Neandertais seguem utilizando a técnica de *Levallois* até o início do Paleolítico Superior.<sup>50</sup>

<sup>41</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*

<sup>42</sup> BAR-YOSEF, O. & KUHN, S. L. The Big Deal About Blades: Laminar Technologies and Human Evolution. *American Anthropologist*, v. 101, p. 322-338, 1999.

<sup>43</sup> WHITEN, A.; SCHICK, K. & TOTH, N. *Op. cit.*  
ASFAW, B. *et al. Op. cit.*

<sup>44</sup> De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*

<sup>45</sup> MEIGNEN, L. Levantine Perspectives on the Middle to Upper Paleolithic Transition. *Archaeology Ethnology & Anthropology of Eurasia*, v. 40, p. 12-21, 2012.

<sup>46</sup> LEWIN, R. *Op. cit.*

<sup>47</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*  
BURKE, A. Spatial Abilities, Cognition and the Pattern of Neanderthal and Modern Human Dispersals. *Quaternary International*, v. 247, p. 230-235, 2012.

<sup>48</sup> GOREN-INBAR, N. *Op. cit.*

<sup>49</sup> De WAAL, F. B. M. *Op. cit.*

<sup>50</sup> BAR-YOSEF, O. & KUHN, S. L. *Op. cit.*



Figura 3: Na esquerda, o núcleo de *Levallois*; à direita, a lasca originada do núcleo; © Trustees of the British Museum (<http://www.britishmuseum.org/>).

<sup>51</sup> WADLEY, L. *et al.* Middle Stone Age Bedding Construction and Settlement Patterns at Sibudu, South Africa. *Science*, v. 334, p. 1.388-1.391, 2011.

D'ERRICO, F. *et al.* Additional Evidence on the Use of Personal Ornaments in the Middle Paleolithic of North Africa. *PNAS*, v. 106, p. 16.051-16.056, 2009.

<sup>52</sup> YELLEN, J. E. *et al.* A Middle Stone Age Worked Bone Industry from Katanda, Upper Semliki Valley, Zaire. *Science*, v. 268, p. 553-556, 1995.

<sup>53</sup> WADLEY, L. *et al.*, *Op. cit.*

<sup>54</sup> HENSHILWOOD, C. S. *et al.* A 100,000-Year-Old Ochre-Processing Workshop at Blombos Cave, South Africa. *Science*, v. 334, p. 219-222, 2011.

ROEBROEKS, W. *et al.* Use of Red Ochre by Early Neandertals. *PNAS*, v. 109, p. 1.889-1.894, 2012.

Concomitante ao período da primeira expansão do *Homo sapiens* pelo globo, conhecida como Saída da África II (*Out of Africa II*), o continente africano, especialmente a África do Sul e o Oriente Médio, presenciaram a emergência de diversas inovações tecnológicas e simbólicas. Entre ~135-~80 Kya, pode ser destacada a criação e uso de contas de conchas, muitas vezes pigmentadas, gravações em materiais rochosos, pedras tratadas com calor e alguns indícios do uso de armadilhas, bem como arcos e flechas.<sup>51</sup> Observam-se, também, os primeiros trabalhos em osso, como arpões e adagas dentilhadas no sítio de Katanda, datado de mais de ~90 Kya.<sup>52</sup> Além destas inovações, outros achados na África do Sul (sítio de Sibudu) apontam para o manejo de solos (queima controlada) há aproximadamente 73 Kya, útil na manutenção de plantas, incluindo aromáticas, com suposto uso como inseticidas e larvicidas. Tal técnica teria sido incrementada por volta de 58 Kya, indicando crescimento demográfico.<sup>53</sup>

O uso de ocre (terra ou pedra contendo óxidos ou hidróxidos de ferro vermelhos ou amarelos), ao longo da Idade da Pedra Média e do Paleolítico Médio, é amplamente difundido entre os grupos de *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis*.<sup>54</sup> Conchas, provavelmente usadas como recipientes para produzir/guardar o pigmento, e materiais líticos

pigmentados são encontrados em contexto com o *Homo sapiens* há ~100 Kya, no sítio arqueológico da caverna de Blombos (África do Sul).<sup>55</sup> Neste mesmo local, surgem blocos de ocre com gravações em forma de losangos, datadas de ~70 Kya, indicando clara representação simbólica.<sup>56</sup> Em contexto Neandertal, o uso do ocre pode ser ainda mais antigo. No sítio de *Maastricht-Belvédère* já foram descobertos indícios de seu uso por volta de 200-250 Kya.<sup>57</sup> Vale lembrar que é comum associar corantes, como o ocre, a práticas culturais simbólicas, como visto acima. Porém, sua funcionalidade pode ir além. Por exemplo, a pintura corporal pode também ser usada para repelir insetos. Ainda, o possível uso como medicamento, adesivo, conservante de alimentos e substância útil para curtir peles, sugere que as interpretações sobre a(s) utilidade(s) deste material devem ir além da associação com simbolismos.<sup>58</sup>

### O Paleolítico Superior: a História dos *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens* na Europa

O Paleolítico Superior é marcado na história da humanidade por diversos fatores, sendo notável a grande dispersão do *Homo sapiens* pela Europa, Ásia e Oceania, entre aproximadamente 50-30 mil anos atrás.<sup>59</sup> Um fato destacado neste contexto é que a arqueologia moderna tem revisado o modelo de migração “*Out-of-Africa II*”. Este modelo propõe que os humanos modernos, ao saírem da África, substituíram todas as populações de humanos arcaicos encontrados em sua rota de migração<sup>60</sup>, dentre os quais os Neandertais, que habitavam a Europa e algumas partes da Ásia. Sendo consideradas espécies distintas, eventos de hibridização entre *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* eram considerados impossíveis ou, no máximo, muito raros. Atualmente, com novas tecnologias de investigação e análise da Paleogenética, traços de miscigenação entre humanos modernos e arcaicos foram encontrados.<sup>61</sup> Por exemplo, estima-se que 1-4% do genoma de europeus e asiáticos modernos teria origem Neandertal.<sup>62</sup> Por outro lado, os Denisovianos (humanos arcaicos que habitaram a região da caverna de Denisova, na Sibéria, por volta de 30 Kya) teriam contribuído com 4-6% do genoma dos modernos melanésios.<sup>63</sup> A partir desses achados, o modelo *Out-of-Africa II* sofreu alterações, pois a miscigenação entre grupos de humanos arcaicos e modernos passou a ser considerada como um evento bastante plausível.

<sup>55</sup> HENSHILWOOD, C. S. *et al.*, *Op. cit.*

<sup>56</sup> HENSHILWOOD, C. S. *et al.* Emergence of Modern Human Behavior: Middle Stone Age Engravings from South Africa. *Science*, v. 296, p. 1.278-1.280, 2002.

<sup>57</sup> ROEBROEKS, W. *et al.* *Op. cit.*

<sup>58</sup> ROEBROEKS, W. *et al.* *Op. cit.*

<sup>59</sup> AMBROSE, S. H. *Op. cit.*  
ZILHÃO, J. & TRINKAUS, E. Troubling the Neandertals: A Replay to Langbroek's! The Trouble With Neandertals”. *Archaeological Dialogues*, v. 8, p. 135-145, 2001.

<sup>60</sup> ZILHÃO, J. Modernos y Neandertales en la Transición del Paleolítico Medio al Superior em Europa. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Nueva época. Prehistoria y Arqueología*, 1, p. 47-57, 2008.

<sup>61</sup> PINHASI, R. *et al.* Revised Age of Late Neanderthal Occupation and the End of the Middle Paleolithic in Northern Caucasus. *PNAS*, v. 108, p. 8.611-8.616, 2011.

<sup>62</sup> GREEN, R. E. *et al.* A Draft Sequence of the Neandertal Genome. *Science*, v. 328, p. 710-722, 2010.

<sup>63</sup> REICH, D. *et al.* Genetic History of an Archaic Hominin Group from Denisova Cave in Siberia. *Nature*, v. 468, p. 1.053-1.060, 2010.

Tendo coexistido e se miscigenado durante o Paleolítico Superior, teriam os Neandertais e humanos modernos as mesmas habilidades cognitivas? O Paleolítico Superior foi especialmente marcado por manifestações artísticas. O *Homo sapiens* é, sabidamente, uma espécie capaz de expressar-se através de simbolismos. No entanto, a capacidade cognitiva dos Neandertais é controversa, de modo que sua relação com o simbólico também é questionada.<sup>64</sup>

Tradicionalmente, no início do século XX, o Paleolítico Superior era associado unicamente ao *Homo sapiens* e conhecido pela divisão cronológica das seguintes fases: *Chatelperronense*, *Aurinhacense*, *Gravetiense* (~30-~24 Kya), *Solutrense* (~24-~18 Kya), *Magdalenense* (~18-~12 Kya) e *Aziliense* (~11-~9 Kya).<sup>65</sup> Na década de 1960, Leroi-Gourhan identificou dentes de Neandertais nas camadas estratigráficas associadas à tecnologia *Chatelperronense* no sítio francês *Grotte du Renne*<sup>66</sup>, quebrando assim o paradigma de tecnologia moderna como associada unicamente ao *Homo sapiens*. Hoje, apesar de mais achados darem apoio a essas conclusões<sup>67</sup>, ainda há críticas em relação ao contexto estratigráfico do sítio, questionando a relação do *Chatelperronense* com os Neandertais<sup>68</sup>. Além disso, alguns arqueólogos argumentam que, mesmo que os Neandertais tivessem produzido tais artefatos, estes não teriam sido produzidos de maneira independente e original, e sim resultariam do contato com humanos modernos.<sup>69</sup>

De forma geral, o Paleolítico é marcado por trabalhos de polimento e perfuração sobre osso, marfim, galhada, conchas e pedras, a fim de transformá-los em uma variedade de objetos, como projéteis, arpões, furadores e agulhas. Pela primeira vez também são observadas incontestáveis manifestações de arte e simbolismo, representadas pelas pinturas rupestres e uma expansão no uso de ornamentos, bem como enterramentos, muitas vezes com oferendas, normalmente associados a sítios de humanos modernos. Recentemente, em 2012, a Arqueologia trouxe dados que sugerem que as pinturas rupestres estariam também associadas aos Neandertais: o *Panel de las Manos*, na caverna de *El Castillo* na Espanha.<sup>70</sup> Como o nome do sítio indica, trata-se de uma caverna com magníficas ilustrações, incluindo muitas mãos, pintadas provavelmente com a técnica de soprar a tinta como um aerógrafo (figura 4). Um estudo recente de nosso grupo de pesquisa envolvendo, por sua vez, a comparação de genomas, vai na mesma direção: revela que os Neandertais e os Denisovianos são virtualmente idênticos aos humanos modernos no que diz respeito à porção codificadora de

<sup>64</sup> PERESANI M, et al. An Ochered Fossil Marine Shell From the Mousterian of Fumane Cave, Italy. *PLoS ONE*, v. 8, p. e68572. 2013.

<sup>65</sup> LEWIN, R. *Op. cit.* JOCHIM, M.; HERHAHN, C. & STARR, H. The Magdalenian Colonization of Southern Germany. *American Anthropologist*, v. 101, p. 129-142, 1999.

<sup>66</sup> BAR-YOSEF, O. & BORDES, J. Who Were the Makers of Châtelperronian Culture? *Journal of Human Evolution*, v. 59, p. 586-593, 2010.

<sup>67</sup> HUBLIN, J. et al. Radiocarbon Dates from the Grotte du Renne and Saint-Césaire Support a Neandertal Origin for Châtelperronian. *PNAS*, v. 109, p. 18.743-18.748, 2012.

<sup>68</sup> ZILHÃO, J. *Op. cit.* GREEN, R. E. et al. *Op. cit.* BAR-YOSEF, O. & BORDES, J. *Op. cit.*

<sup>69</sup> LEWIN, R. *Op. cit.* HENSHILWOOD, C. S. & MAREAN, C. W. The Origin of Modern Human Behavior: Critique of the Models and Their Test Implications. *Current Anthropology*, v. 44, p. 627-651, 2003. MELLARS P. Neanderthals and the Modern Human Colonization of Europe. *Nature*, v. 432, p. 461-465, 2004.

<sup>70</sup> ZILHÃO, J. et al. Symbolic Use of Marine Shells and Mineral Pigments by Iberian Neandertals. *PNAS*, v. 107, p. 1.023-1.028, 2010. PIKE, A. W. G. et al. U-Series Dating of Paleolithic Art in 11 Caves in Spain. *Science*, v. 336, p. 1.409-1.413, 2012.

162 genes, bem como outras regiões genômicas associadas à cognição. Ou seja, pode-se sugerir que as bases biológicas para o desenvolvimento de cultura simbólica e arte também estavam presentes em espécies humanas arcaicas.<sup>71</sup>

<sup>71</sup> PAIXÃO-CÔRTEZ, R. V. *et al.* The Cognitive Ability of Extinct Hominins: Bringing Down the Hierarchy Using Genomic Evidences. *American Journal of Human Biology*, v. 25, p. 702-705, 2013.

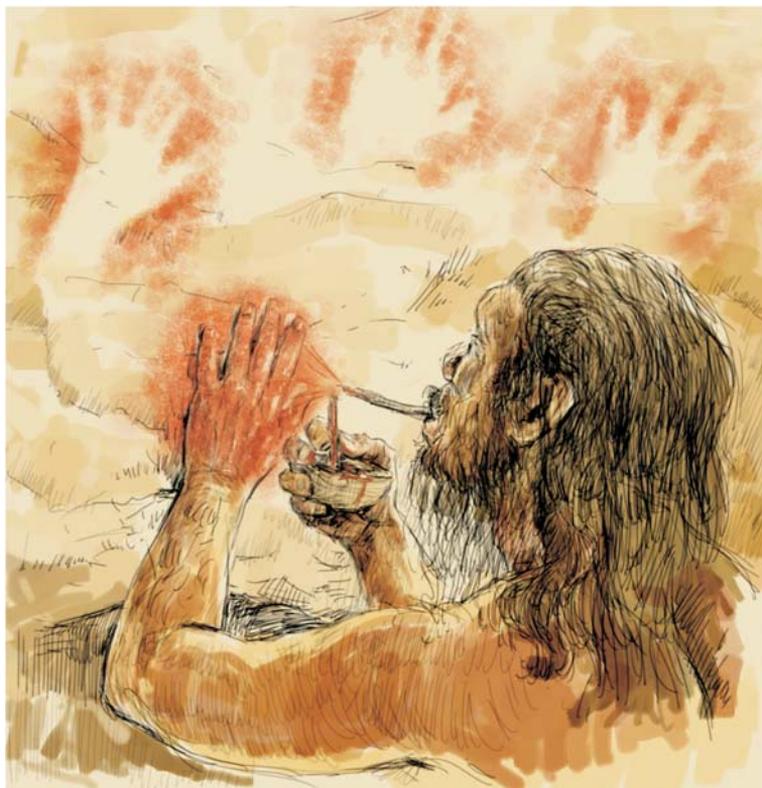


Figura 4: Ilustração retratando o momento em que o *Panel de las Manos* foi produzido por um possível homem de Neandertal. Por Emiliano Bellini.

Lucas Henriques Viscardi é arqueólogo e mestrando em Genética e Biologia Molecular pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

viscardi.lucas@hotmail.com

Maria Cátira Bortolini é professora associada do Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. É bióloga, com Mestrado e Doutorado em Genética e Biologia Molecular pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

maria.bortolini@ufrgs.br

Concluindo, é inegável que há ~2,5 milhões de anos, com a origem do gênero *Homo*, um novo capítulo de nossa história natural foi escrito. Surge um gênero único em sua capacidade de ultrapassar barreiras ecológicas e conquistar o mundo através de sua tecnologia. Apresentamos a antiguidade das manifestações culturais humanas e os principais questionamentos sobre os períodos Paleolítico e da Idade da Pedra. Atualmente, cada vez mais, a pesquisa arqueológica vem recebendo auxílio de outras áreas do conhecimento, dentre as quais a Genética. Isso indica que os estudos sobre evolução humana deverão alicerçar-se na integração de conhecimentos vindo tanto das ciências naturais quanto das humanas. Sempre é oportuno lembrar que elementos estudados por ambas as áreas contribuem para esclarecer nossa humanidade.

# WAS HUMAN EVOLUTION DRIVEN BY PLEISTOCENE CLIMATE CHANGE?

---

*Lúcia Neco*  
*Peter J. Richerson*

Modern humans are probably a product of social and anatomical preadaptations on the part of our Miocene australopithecine ancestors combined with the increasingly high amplitude, high frequency climate variation of the Pleistocene. The genus *Homo* first appeared in the early Pleistocene as ice age climates began to grip the earth. We hypothesize that this co-occurrence is causal. The human ability to adapt by cultural means is, in theory, an adaptation to highly variable environments because cultural evolution can better track rapidly changing environments than can genes. High resolution ice and sediment cores published in the early 1990s showed the last ice age was characterized by high amplitude millennial and submillennial scale variation, exactly the sort of variation mathematical models suggest should favor a costly capacity for culture. More recent cores suggest that over the last several 100 thousand year glacial cycles the amount of millennial scale variation has increased rather dramatically in parallel with increases in hominin brain size and sophistication of the artifacts they made.

## Introduction

The evolution of the human species presents a hard problem for the science of evolution to solve. The evolution of our large brain and associated complex technology and large scale social organization was a spectacularly successful adaptation, at least in the late Pleistocene and Holocene. Yet vertebrates with generically rather similar nervous systems<sup>1</sup> and many other complex adaptations, like camera style eyes and internal skeletons, evolved 350 million years ago. One way to explain such a late evolution of the human adaptation is to assume that the evolution of complex features like the human brain is a very slow process. However, many modern studies of evolution suggest that it is actually quite fast on the geological time scale.<sup>2</sup> Another explanation is that the sorts of environments that might favor the human adaptation did not occur until quite recently, geologically speaking. The challenges of a highly variable environment might result insufficiently strong selection pressure to favor the sort of problem solving that would require a large brain. The Pleistocene environment with its high amplitude, rapid variation in climate is potentially the geologically unique environment that could favor our large brains. The argument in this paper is that the Pleistocene environment was indeed what selected for the human brain and the culture it produces.

## Preadaptations and Human Uniqueness

The first part of the argument relies on the understanding of some unique preadaptations that explain how the evolution of human culture in the Pleistocene might be possible. Hill *et al.*<sup>3</sup> stress bipedalism and the potential to cover larger geographical areas. Bipedalism is linked to the possibility to carry more objects with less cost and to develop hands specialized for tool use. The long apeline span opened up opportunities to learn to use tools to extract otherwise unavailable resources from the environment. These preadaptations in turn favored the evolution of a capacity to adapt to environmental variation using the cultural transmission of ever more complex technology. Human subsistence eventually came to depend upon toolkits so complex that no one individual could hope to reinvent more than a small fraction of them.<sup>4</sup> Similarly, our australopithecine ancestors probably lived in fairly large groups, something like those of chimpanzees and bonobos. Our lineage was preadapted to evolve complex social insti-

<sup>1</sup> STRIEDTER, G. F. *Principles of Brain Evolution*. Sinauer, 2005.

<sup>2</sup> THOMPSON, J. N. *Relentless Evolution*. Chicago: University of Chicago Press, 2013.

<sup>3</sup> HILL, K.; BARTON, M. & HURTADO, A. M. The emergence of human uniqueness: Characters underlying behavioral modernity. *Evolutionary Anthropology*, 18:174-187, 2009.

<sup>4</sup> BOYD, R.; RICHERSON, P. J. & HENRICH, J. The cultural niche: Why social learning is essential for human adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (Supplement 2): 10.918-10.925, 2011. <http://www.pnas.org/content/108/suppl.2/10918.abstract>

- <sup>5</sup> BURKART, J. M.; HRDY, S. B. & VAN SCHAIK, C. P. cooperative breeding and human cognitive evolution. *Evolutionary Anthropology*, 18: 175-186, 2009.
- <sup>6</sup> MOFFETT, M. Human Identity and the Evolution of Societies. *Human Nature*, 24 (3):219-267, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s12110-013-9170-3>
- <sup>7</sup> HENRICH, J. Demography and cultural evolution: Why adaptive cultural processes produced maladaptive losses in Tasmania. *American Antiquity*, 69(2):197-214, 2004. KLINE, M. A. & BOYD, R. Population size predicts technological complexity in Oceania. *Proceedings of the Royal Society B*, 277:2.559-2.564, 2010.
- <sup>8</sup> KLEIN, R. G. *The Human Career: Human Biological and Cultural Origins*. Chicago: University of Chicago, 2009.
- <sup>9</sup> BARRETT, H. C. A hierarchical model of the evolution of human brain specializations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(Supplement 1): 10.7333-10.740. 2012. <http://www.pnas.org/content/109/suppl.1/10733.abstract>
- <sup>10</sup> READER, S. M. & LANDAU, K. N. Social intelligence, innovation, and enhanced brain size in primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 99:4.436-4.441, 2002.
- <sup>11</sup> ZACHOS, J. et al. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science*, 292(5517): 686-693, 2001. <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/292/5517/686> e <http://www.sciencemag.org>
- <sup>12</sup> JERISON, H. J. *Evolution of the Brain and Intelligence*. New York: Academic Press, 1973.
- <sup>13</sup> TENNIE, C.; CALL, J. & TOMASELLO, M. Ratcheting up the ratchet: on the evolution of cumulative culture. *Philosophical Trans-*

tutions, perhaps beginning with cooperative child rearing. Culturally transmitted social institutions led to the evolution of extensive cooperation first with extended families and then with non-kin.<sup>5</sup> Eventually, human societies became regulated by institutions so efficiently that we can cooperate with people who are only known to us by their social status, societies that Moffett<sup>6</sup> calls “anonymous.” The simplification of culture apparent on isolated islands suggests that fairly large social networks are necessary to support culture of the complexity apparent in the late Pleistocene and Holocene.<sup>7</sup> These preadaptations mostly evolved since the separation of the hominin lineage from that of the other apes (5-6 million years ago (mya)) but before the evolution of our genus 2-2.6mya.<sup>8</sup> If our environment driven hypothesis is correct we must be able to point to environmental changes over the last 2.6 mya that might plausibly have favored the evolution of very large brains and the complex cultures they support.

### Climate variation in the Pleistocene

The Pleistocene climate is potentially an important factor in the evolution of the very large human brain and also an important step in the development of a culture. Large brains support cognitive systems for contingent behavioral responses to variable environments using some combination of norms of reaction<sup>9</sup>, and open-ended innovation, individual learning, and social learning<sup>10</sup>. The Pleistocene ice ages are the culmination of an irregular trend toward cooler, drier and more variable climates over the course of the Cenozoic. Cooling was least marked at the equator but increased low latitude aridity led to deserts, grasslands, and arid woodlands with their extensive small-scale mosaicism.<sup>11</sup> A general trend toward larger brains occurred in many mammalian lineages during this period<sup>12</sup> although absent our critical preadaptations for tool use and sociality no other species appears to have evolved a capacity for the cumulative evolution of complex cultural adaptations<sup>13</sup>.

Our understanding of the Pleistocene environment derives from proxy data recovered from ice and ocean sediment cores, and other datable deposits.  $\delta^{18}\text{O}$  and pollen grains are examples of these paleoclimate proxies.<sup>14</sup>  $\delta^{18}\text{O}$  is expressed as deviations from a standard sample in parts per thousand of the ratio of the main natural heavy isotope of oxygen to the most abundant isotope  $^{16}\text{O}$ .  $\delta^{18}\text{O}$  is sensitive mainly to the volume of ice in glaciers because a molecule

actions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364 (1528):2.405-2.415, 2009. <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/364/1528/2405.abstract>

- <sup>14</sup> BRADLEY, R. S. *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*. Third Edition. New York: Academic Press, 2013.
- <sup>15</sup> OPDYKE, N. D. Mammalian migration and climate over the last seven million years. In: VRBA, E. S. et al. (Eds.). *Paleoclimate and Evolution, With Emphasis on Human Origins*. New Haven: Yale University Press, 1995.
- <sup>16</sup> KLEIN, E. & LACHIÈZE-RAY, M. *The Quest for Unity: The Adventure of Physics*. Oxford: Oxford University Press., 1999.
- KLEIN, R. G. *The Human Career: Human Biological and Cultural Origins*. Chicago: University of Chicago. 2009.

with an atom of the heavier isotope has a lower vapor pressure than the more common molecules with two lighter atoms. Hence, as ice volume increases the heavier atoms disproportionately remain in the oceans and the lighter ones are disproportionately distill into the atmosphere to be precipitated and stored in the polar ice sheets. Pollen grains rain out into lakes and coastal oceans providing a rough picture of the prevailing local vegetation which in turn is sensitive to paleoenvironment.

Glacial cycles are identified utilizing these proxies. Figure 1, depicts the development of glacial climates since the mid-Miocene. Our genus *Homo*, marking the beginnings of brain size increase and dependence on stone tools, evolved during a time when the climate changed from the domination of a 23 thousand year (ky) cycle to one dominated by a higher amplitude 41ky cycle. Nevertheless, this change, by itself, probably did not favor cultural evolution or the increase of brain size to support it. The variation presented in these cycles are rather slow to require costly adaptations for phenotypic flexibility. It could be accommodated by humans due to genetic changes and range shifts.

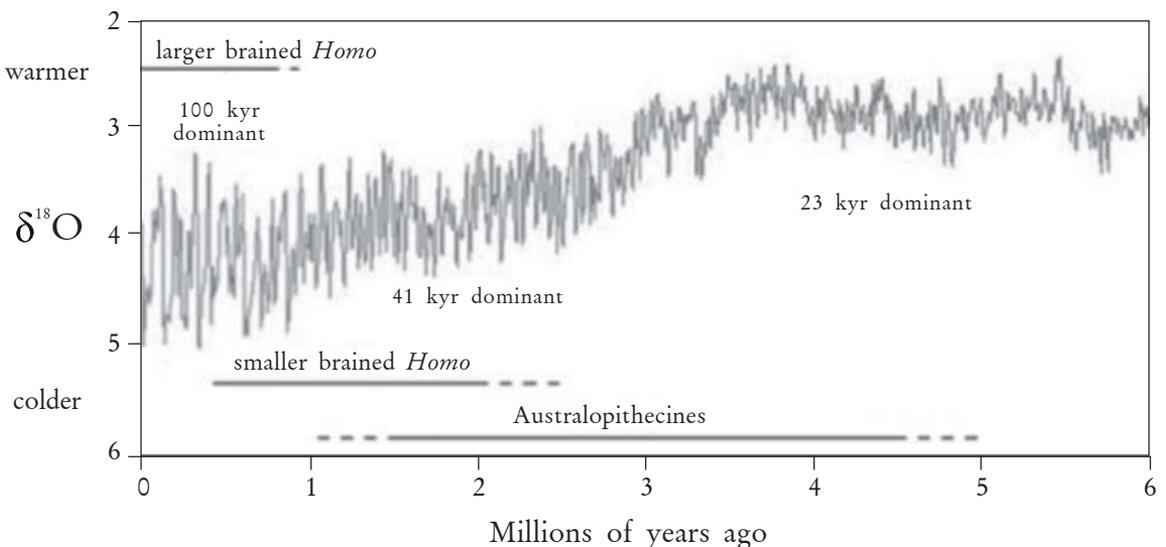


Figure 1: A composite marine core record of climate deterioration since the mid-Miocene. Periods during which different orbital quasi-cycles dominate the variation in  $\delta^{18}\text{O}$  are indicated. The time lines for important groups of hominine taxa are indicated. The line for small-brained *Homo* includes *H. rudolfensis*, *erectus*, and *ergaster*. The line for large-brained *Homo* includes *H. heidelbergensis*, *neanderthalensis*, and *sapiens*. Redrawn from Opdyke<sup>15</sup>; Hominin time lines adapted from Klein & Lachièze-Ray<sup>16</sup>. See also deMenocal<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> deMENOCA, P. B. African climate change and faunal evolution during the Pliocene-Pleistocene. *Earth and Planetary Science Letters*, 220:3-24, 2004.

<sup>18</sup> BOYD, R. & RICHERSON, P. J. *Culture and the Evolutionary Process*. Chicago: University of Chicago Press, 1985.

<sup>19</sup> DITLEVSEN, P. D.; SVENSMARK, H. & JOHNSEN, S. Contrasting atmospheric and climate dynamics of the last-glacial and Holocene periods. *Nature*, 379(29 February): 810-812, 1996.

<sup>20</sup> BOND, G. *et al.* Correlations between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice. *Nature*, 365 (9 September): 143-146, 1993.

Theoretical models<sup>18</sup> suggest that individual learning and similar mechanisms of phenotypic flexibility are advantageous when environments are changing so rapidly in space or time that individuals' environments are only weakly correlated with that of their parents or cultural models. If environmental change is sufficiently slow, animals will adapt genetically or shift their ranges. A costly system of social learning is most adaptive under conditions of high amplitude variation at medium time scales. Small-scale fad and fashion changes occur on an annual time scale whereas major Holocene trends in social organization and technology have unfolded on the time scale of millennia. The coupling of individual learning and choice-making to an inheritance system based on imitation and teaching allows cultural adaptations evolve much more swiftly than is possible by the genetic system. The last glacial is notable for having much variation at millennial and submillennial time scales as seen in figure 2. Note how variable the climate was in the Pleistocene compared with the last 11,500 years of the Holocene. Paleoeological reconstruction is less well advanced than paleoclimate reconstruction. We do not yet have much information on conditions in the critical region of tropical Africa where so much hominin evolution occurred. Ambitious attempts to rectify this important data gap are under way.

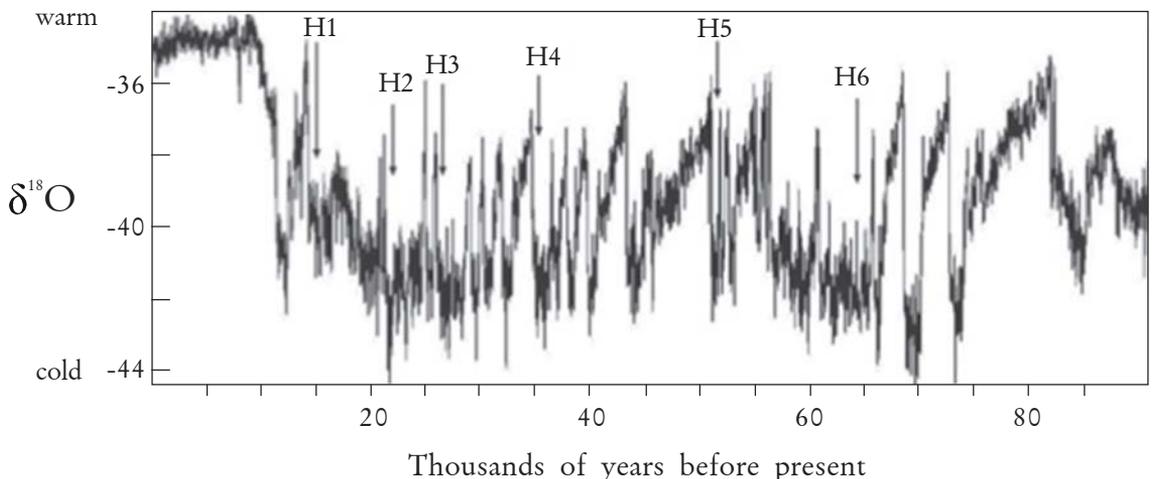


Figure 2: The Greenland ice paleotemperature proxy record. These data are filtered (averaged) using a 150 yr. low-pass filter so that variations on the time scale of 150 years and less are not portrayed. The Holocene is the little-varying last 11,000 years. The Heinrich events, when large volumes of ice-rafterd debris from the North American Glacier were deposited in the western North Atlantic, are noted as H1-H6. Redrafted after Ditlevsen, Svensmark & Johnsen<sup>19</sup> and Bond *et al.*<sup>20</sup>.

## Implications for human evolution

The Pleistocene climate variation must have been a challenge in terms of survival for all species. Our critical preadaptations probably led to our uniquely large brain and the capacity for complex cumulative cultural traditions that this brain makes possible.<sup>21</sup> Consequences of this period in the human history can be tracked also by the development of tool use and the repeated range expansion of hominins out of Africa.

The relationship between the earth's climate variation and human evolution is reflected in the increase of brain size in this period. Paleoclimatologists have begun to obtain high resolution records beyond the last glacial-interglacial cycle. A marine core from the eastern Atlantic off Iberia covering 4 100,000 year glacial-interglacial cycles<sup>22</sup>, and the EPICA Dome C ice core from Antarctica covering 8 glacial-interglacial cycles<sup>23</sup>, are the longest high resolution cores to date. They trace how the millennial scale variability of climate evolved in the middle and late Pleistocene. In the figure 3, abrupt climate events depicted by these cores suggest a relation with events of increase in brain size.<sup>24</sup> As the number of abrupt changes in the cores increases, so does human brain size.

Brain size is significant because brains are expensive organs. In an adult, the brain consumes ~16% of total metabolism against 5% for mammals with average brain size.<sup>25</sup> Normally, small brains will be favored by natural selection. However, in complex or variable environments, big brains might be adaptive. Jerison's<sup>26</sup> fossil brain endocast data suggested that many mammalian lineages besides humans evolved larger brains rapidly in the Pleistocene, though the resolution of this record is far poorer than the Ash and Gallup one in figure 3. The hypothesis that human brain size increase was responding to the selective pressures exerted by increases in millennial and sub-millennial climate is thus supported by the available data. As the spatial and temporal resolution of the data continues to improve it will be tested ever more rigorously.

The more specific hypothesis here is that increasing human brain size supported increasingly complex cultural adaptations as climate variation increased. An alternative hypothesis is that big brains supported individual intelligence rather than the social intelligence born of passing good ideas on by cultural transmission coupled with marginal improvements by individuals. In the cultural scenario, individuals might not be much, if any, smarter at the individual

<sup>21</sup> RICHERSON, P. J. & BOYD, R. Built for speed: Pleistocene climate variation and the origin of human culture. In: TONNEAU, F. & THOMPSON, N. S. (Eds.). *Perspectives in Ethology 13: Evolution, Culture, and Behavior*. Kluwer Academic/Plenum, 2000.

<sup>22</sup> MARTRAT, B. *et al.* Four climate cycles of recurring deep and surface water destabilizations on the Iberian margin. *Science*, 317(5.837): 502-507, 2007.

<sup>23</sup> LOULERGUE, L. *et al.* Orbital and millennial-scale features of atmospheric CH<sub>4</sub> over the past 800,000 years. *Nature*, 453(7193):383-386, 2008. <http://dx.doi.org/10.1038/nature06950> e [http://www.nature.com/nature/journal/v453/n7193/supinfo/nature06950\\_S1.html](http://www.nature.com/nature/journal/v453/n7193/supinfo/nature06950_S1.html)

<sup>24</sup> RICHERSON, P. J. & BOYD, R. Rethinking paleo-anthropology: A world queerer than we supposed. In: HATFIELD, G. & PITTMAN, H. (Eds.). *Evolution of Mind, Brain, and Culture*. University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, 2013. p. 263-302.

<sup>25</sup> AIELLO, L. C. & WHEELER, P. The expensive-tissue hypothesis: The brain and the digestive system in human and primate evolution. *Current Anthropology*, 36(2):199-221, 1995.

<sup>26</sup> JERISON, H. J. *Op. cit.*

<sup>27</sup> BOYD, R.; RICHERSON, P. J. & HENRICH, J. *Op. cit.*

<sup>28</sup> RICHERSON, P. J. & BOYD, R. Rethinking paleo-anthropology... *Op. cit.*

<sup>29</sup> MARTRAT, B. *et al. Op. cit.*

<sup>30</sup> LOULERGUE, L. *et al. Op. cit.*

<sup>31</sup> ASH, J. & GALLUP, G. Paleoclimatic Variation and Brain Expansion during Human Evolution. *Human Nature*, 18(2):109-124, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/s12110-007-9015-z>

level than our marginally cultural Pliocene Australopithecine ancestors<sup>27</sup>. (Note that, though opposed, these are not mutually exclusive hypotheses.) Understanding the challenges presented by living in the drier, more open environments of the Pleistocene is critical to testing this claim. Pleistocene environments were more dynamic, but also more productive of large game, than the closed canopy forests from Miocene. Richerson & Boyd<sup>28</sup> suggest three adaptive challenges that can be associated with this environment. The first one is how to take large herbivores and acquire other resources regularly in open spaces infested with many large carnivores that can easily outrun humans. Second is dealing with an uncertain environment with constant changes. Finally, the maintenance of a complex cultural system is a problem when populations are too small.

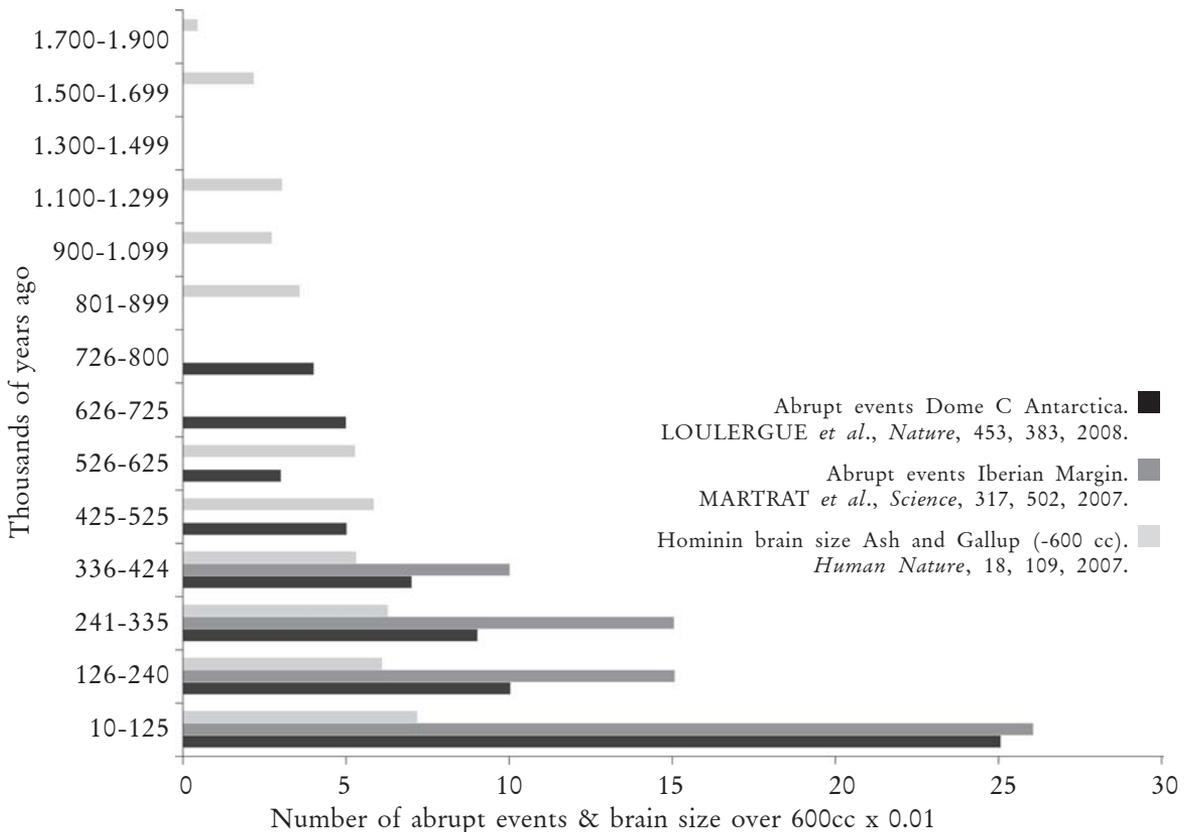


Figure 3: Number of abrupt events per glacial cycle and human brain size increase. Gray bars: sea-surface temperature in the Eastern Atlantic off Iberia. Martrat *et al.*<sup>29</sup>. Black bars: Atmospheric methane concentration estimated from bubbles trapped in the EPICA Dome C ice core from Antarctica. Loulergue *et al.*<sup>30</sup>. Number of abrupt events indicated by original authors in both cases. Open bars: Human brain size increase above ape baseline of 600 cc. Sample sizes per time bin range from two to twenty-seven. A single outlier in the 726-800 bin not plotted<sup>31</sup>.

<sup>32</sup> AIELLO, L. C. & WHEELER, P. *Op. cit.*

<sup>33</sup> HILL, K.; BARTON, M. & HURTADO, A. M. *Op. cit.*

<sup>34</sup> ELTON, S.; BISHOP, L. C. & WOOD, B. Comparative context of Plio-Pleistocene hominin brain evolution. *Journal of Human Evolution*, 41:1-27, 2001.

<sup>35</sup> KLEIN, R. G. *Op. cit.*

<sup>36</sup> PERREAULT, C. The pace of cultural evolution. *PLoS ONE*, 7(9): e45150. 2012. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0045150>

Game is a potential source of the protein and fat needed to grow and support a larger brain. As Aiello & Wheeler<sup>32</sup> note, humans have apparently traded off the length of our gut (also expensive tissue). Short guts require energy dense foods. In addition to game, people often consume nutrient dense seeds and tubers that are unavailable to other herbivores. Gut size and brain size thus likely coevolved. Better technology led to more efficient hunting and gathering, which led to more nutrient dense diets, which permitted still larger brains and shorter guts. We have met this challenge through the emergence of the tool use that was in turn allowed through the emergence of bipedalism (discussed in the first section). Humans specialize in acquiring a suite of “extracted” resources that are largely unavailable to primate competitors.<sup>33</sup> Elton *et al.*<sup>34</sup> present data suggesting that early tool using hominins, but not the coexisting savanna dwelling ancestor of the gelada baboon, underwent cranial expansion in the early Pleistocene.

If tool use was an important proximate reason why large brains became progressively more important in the Pleistocene, then we should see a reasonably tight relationship between toolkit complexity and brain size. Klein’s<sup>35</sup> paleoanthropology textbook summarizes the evidence, which is depicted schematically in figure 4. Toolkit complexity does in fact follow roughly the same trajectory as brain size increases and increases in climate variation. Note that the rate of evolution of the toolkit appears to increase during the last 200,000 years, culminating in the Upper Paleolithic after 50 kya, when the diversity of the materials utilized to make tools, such as bones, ivory and shells, and their variety and sophistication more generally, reaches levels observed among living stone age people studied by ethnographers.

Dealing with the variable environment, the second challenge, is possible through our capacity of social learning. Currently, direct tests of this part of the cultural adaptation hypothesis are difficult due to the poor spatial and temporal resolution of the paleoecological and paleoanthropological records. We just don’t know in any comparative detail how humans and less cultural species responded to the increasing variability of the climate. This problem is widely recognized by both sets of specialists and work to improve the record is ongoing on many fronts. In the meantime, it is possible to estimate empirically rates of cultural evolution at different time scales using a large number of archaeological time series and compare them to rates of genetic evolution.<sup>36</sup> Cultural change occurs faster across

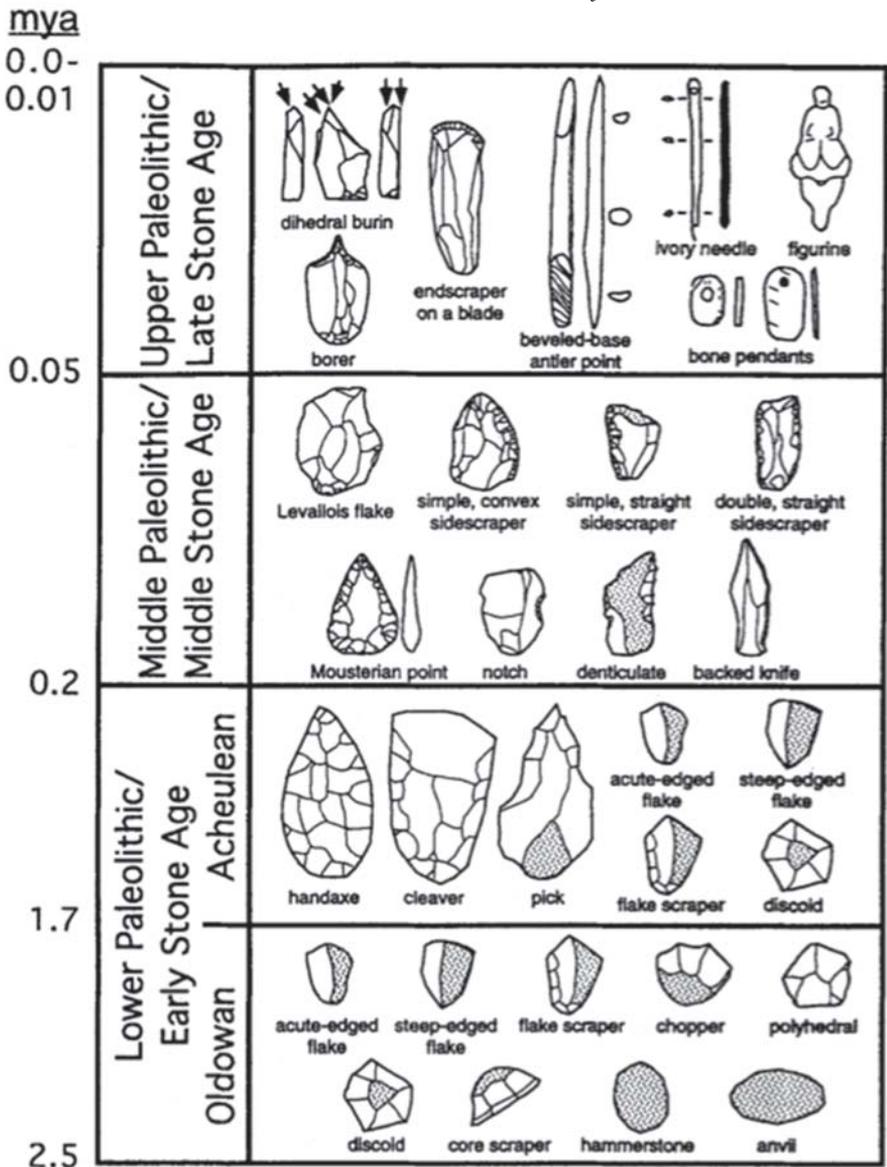


Figure 4: Stone tools increased in complexity during the Pleistocene. The rate of increase in complexity increased in the last 200,000 years and bone, antler, and ivory tools became common after 50,000 years ago. From Klein<sup>37</sup>.

the most of the range of time scales resolved by the archaeological data. Interestingly, they do converge at the very shortest time scales estimated from microbial populations. Human fads and fashions evolve on annual time scales, much as flu viruses do. Thus we can imagine that when the environments of the last ice age depicted in figure 2 underwent their extremely abrupt changes (often nearly instantaneous within the limits of resolution of the cores, a few years to a few decades), humans could rapidly construct revised adaptations by using individual learning to discover better practices and trading various individual discoveries

<sup>37</sup> KLEIN, R. G. *Op. cit.*

on a short time scale over large areas by social learning. Thus no one individual would have to bear more than a small fraction of the cost of individual learning and yet complex new adaptations could evolve quickly.

<sup>38</sup> HENRICH, J. *Op. cit.*

The third challenge is the maintenance of complex cultures as a foundation for rapid innovation. In very small populations, stone age toolkits tend to simplify.<sup>38</sup> Parts of toolkits that might be re-purposed and recombined for new

tasks tend to disappear. This phenomenon may explain some of the subtleties of the relationship between brain size and toolkit complexity. Both anatomically Modern People and Neandertals usually made Middle Paleolithic tools before 50 kya, although Southern Africa appears to have short-lived regional exceptions to this generalization.<sup>39</sup> Perhaps temporary increases in population before 50 kya and more permanent ones after 50 kya allowed toolkit complexity to progressively accumulate.

Expansion of the human population outside Africa may also be a result of this development. Atkinson, Gray & Drummond<sup>40</sup> used mtDNA to track the size of human population in 8 regions of the globe across the time. They conclude that the first expansion occurred around 52kya to Southern Asia. Not long after, the expansion reaches Northern and Central Asia (~49 kya), Europe (~42 kya) and Middle East (~40 kya). The last expansion, matching with the last glacial maximum (~20 kya), seems to occur to the Americas (~18 kya). The period 60-10 kya have been the most variable detected in the high resolution climate record. Perhaps humans did not so much get smarter around 50 kya as become numerous enough to evolve and sustain more complex toolkits than before. The population increase in turn might have resulted from humans being more effective competitors for the top carnivore niche in a highly variable environment where cultural adaptations were especially useful to track those fluctuations. Using cultural strategies to exploit extracted resources might tell a similar story.

### Conclusion: Macroevolutionary explanations

To explain large scale evolutionary trends and events, such as we described here, the commonest, often tacit, hypotheses proposed are *internalist*. In this approach, brain size increase would be taken to happen at slow rates, limited by complex relations between genotypes and phenotypes. Many specific mutations and recombinations would have needed to occur and be tested by selection to get on the brain that we have today. A long time is thus required to evolve a structure complex as our brain. We think that this internalist argument is wrong.<sup>41</sup> Our brain size more than doubled in two million years and to judge from responses to artificial selection strong selection could accomplish such an increase in an even shorter period of time. What internal preconditions selection did probably require

<sup>39</sup> JACOBS, Z. *et al.* Ages for the Middle Stone Age of Southern Africa: Implications for human behavior and dispersal. *Science*, 322:733-735, 2008.

<sup>40</sup> ATKINSON, Q. D.; GRAY, R. D. & DRUMMOND, A. J. mtDNA variation predicts population size in humans and reveals a major southern Asian chapter in human prehistory. *Molecular Biology and Evolution*, 25(2):468-474, 2008.

<sup>41</sup> RICHERSON, P. J. & BOYD, R. Rethinking paleo-anthropology... *Op. cit.*

for human culture to evolve were the anatomical and social preadaptations for tool use and cooperation furnished by our bipedal ape ancestors. The australopiths had upright posture for millions of years before the first stone tools appear during the climate deterioration of the late Pliocene, suggesting that the preadaptations alone were not sufficient to favor a highly cultural adaptation.

The externalist sort of hypotheses seek a large environmental change to explain big evolutionary events. The onset of the Pleistocene climate variation 2.6 mya set in motion evolution in many lineages and reorganized the earth's biomes repeatedly by range changes. These changes are certainly candidates to do explanatory work in human evolution. Some paleobiologists have long argued that natural selection is a powerful force on the geological time scale.<sup>42</sup> So the idea that selection for increasingly sophisticated social learning could track ongoing increases in millennial and submillennial scale climate variation with relatively short lags is not farfetched. Internalist and externalist are competing but not mutually exclusive hypotheses. We have developed a strongly externalist hypothesis here in part because we think that such hypotheses are too-often neglected in the study of human evolution. But we also appeal to internalist ideas of preadaptation to account for why only our lineage responded climate variation with adaptation by complex cumulative culture.

We hope to have convinced the reader that externalist hypotheses are generally important in macroevolutionary explanation. Microevolutionists certainly typically find that the organisms they study are responding to ongoing environmental changes.<sup>43</sup> Such studies suggest to authors like Walker and Valentine that internal limitations on organic evolution can exert themselves only on relatively small time scales. On the other hand, failures of complete convergence of plant and animal form in the various biogeographic realms suggest that historical contingency and hence internal limitations of some kind exist on long time scales. Only creatures in our lineage came to have such a large dependence on cultural adaptations. The question of what regulates the tempo and mode of evolution is an old but still an open one. The evolution of the hominins and the environments we evolved in is the focus of an unusual amount of attention and yet the macroevolutionary issues are mostly neglected.

<sup>42</sup> WALKER, T. D. & VALENTINE, J. W. Equilibrium models of evolutionary species diversity and the number of empty niches. *American Naturalist*, 124:887-899, 1984.

<sup>43</sup> THOMPSON, J. N. *Op. cit.*

Lúcia C. Neco é graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia, estagiária do Laboratório de Ensino, Filosofia e História da Biologia e bolsista da CAPES do Programa Ciência sem Fronteiras na Universidade da Califórnia, Davis, Estados Unidos. [lucia.neco@hotmail.com](mailto:lucia.neco@hotmail.com)

Peter J. Richerson is Distinguished Professor Emeritus in the Department of Environmental Science and Policy at the University of California –Davis. His research focuses on the processes of cultural evolution. He published with Robert Boyd, *Culture and the Evolutionary Process and Not By Genes Alone: How Culture Transformed Human Evolution*, an introduction to cultural evolution aimed at a broad audience. His recent publications used theoretical models to try to understand some of the main events in human evolution. [pjricherson@ucdavis.edu](mailto:pjricherson@ucdavis.edu)

A EMERGÊNCIA DA LINGUAGEM,  
DA ARTE E DO PENSAMENTO SIMBÓLICO  
UM TESTE NEANDERTAL DAS HIPÓTESES EM CONFRONTO

---

*João Zilhão*

**E**m relação às origens do simbolismo, é corrente a explicação segundo a qual as esculturas do Aurignacense do sul da Alemanha fazem prova de capacidades cognitivas “modernas”, aparecidas pela primeira vez na evolução humana em resultado da especiação do *Homo sapiens*, e permitindo compreender a sua rápida expansão de África para a Eurásia e concomitante extinção de formas humanas arcaicas (como, por exemplo, os neandertais). Os factos arqueológicos contradizem este ponto de vista, uma vez que há abundantes provas da existência de tais capacidades “modernas” em populações não *sapiens*, sugerindo que a linguagem, “pensamento simbólico” por definição, é provavelmente tão antiga quanto o género humano. As causas da explosão artística que se documenta na Europa a partir de há cerca de 40.000 anos, em que se integra o nascimento da arte figurativa, não serão assim de natureza cognitiva mas histórica, relacionadas com o crescimento demográfico e a intensificação das redes de interacção social.

## Introdução

Os últimos cinquenta anos de investigação científica estabeleceram, com poucas dúvidas, que os mais antigos antepassados do homem apareceram em África há cerca de dois milhões de anos. Pouco tempo depois, estas populações de *Homo erectus* expandiram-se para a Eurásia. Há cerca de um milhão e meio de anos já tinham alcançado a ilha indonésia de Java, mas ainda demoraria algum tempo para a Europa ser ocupada de forma estável.

A evidência mais antiga vem da Península Ibérica, onde os fósseis do designado *Homo antecessor* datam de há aproximadamente um milhão de anos. Os fósseis africanos coevos são escassos, mas, no seu conjunto, as provas indicam uma tendência para o crescimento do cérebro humano (com correlativas mudanças na morfologia do crânio) por toda a extensão do Velho Mundo. Os geneticistas têm relacionado estas mudanças com um segundo surto de migração para fora de África, representado arqueologicamente pela expansão do tecnocomplexo Acheulense, cujo artefacto lítico de referência é o chamado biface.

O isolamento geográfico subsequente levou à diferenciação destas populações acheulenses em duas linhagens. Na Europa e Ásia ocidental, há cerca de quinhentos mil anos, o *Homo erectus* deu origem aos neandertais. Na mesma altura, em África, o *Homo erectus* deu origem ao *Homo sapiens* (ou homem moderno), o qual, há cerca de cinquenta mil anos, no âmbito de um terceiro *Out of Africa*, se teria espalhado pela Eurásia, Austrália e, por último, Américas.

Estes *sapiens* africanos são comumente considerados como os antepassados de todos os seres humanos, mas permanece controverso o papel desempenhado pelos neandertais eurasiáticos na evolução da humanidade. O seu nível de separação taxonómica, a real dimensão da sua diferenciação biológica, comportamental e cultural, e o seu destino último, estão entre os tópicos mais escaldantes da Paleoantropologia. Os neandertais já não existem, mas onde, quando, e como é que foram substituídos? E extinguíram-se sem descendência, ou foram assimilados pelas populações de humanos modernos em expansão, sendo também, portanto, em certo sentido, nossos antepassados?

Estas perguntas têm implicações fundamentais para a compreensão da emergência da arte, da linguagem e do pensamento simbólico na linhagem humana. A segregação geográfica prolongada dos dois *taxa* paleontológicos, *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*, e a substituição do primei-

ro pelo segundo, levam muitos a supor que estamos perante espécies biológicas verdadeiramente diferentes. E, como as definições de manual exigem que as espécies difiram tanto em comportamento como em morfologia, o corolário dessa suposição é que diferenças comportamentais significativas, com implicações cognitivas, devem ter separado as populações “anatomicamente modernas” das “arcaicas” suas contemporâneas, nomeadamente os neandertais.

A noção de que a separação existiu ao nível de espécie biológica articula-se com a especulação de que certas características mais complexas da cultura humana não documentadas no registo arqueológico do *Homo erectus* e de outros humanos primitivos – tais como a arte ou os rituais funerários – devem ter aparecido como consequência dos processos envolvidos na especiação dos *sapiens* africanos. No quadro desta hipótese de “Revolução Humana”, a ausência de tais características reflectiria a falta das capacidades cognitivas necessárias à sua expressão. Nesta perspectiva, só depois da aquisição dessas capacidades pelos primeiros “humanos modernos” é que os comportamentos correlativos correspondentes podiam ter sido externalizados de forma arqueologicamente visível, como efectivamente acabaria por acontecer.



Figura 1: Conchas perfuradas (tamanho: 7-10,5mm) de *Nassarius kraussianus* da Middle Stone Age de Blombos Cave, África do Sul.

Ao longo da última década, os arqueólogos têm podido obter provas empíricas concordantes com este paradigma em sítios da Palestina, de Marrocos e da África do Sul datados de há cerca de 75.000-100.000 anos: trata-se de objectos de adorno pessoal (contas de colar feitas de conchas marinhas perfuradas), nalguns casos encontrados em associação com restos esqueléticos do homem moderno (figura 1). No presente etnográfico, os adornos veiculam a

identidade social das pessoas – pertença a um grupo, gênero, idade, estado civil, etc. Lidar com estes sistemas simbólicos de apresentação e representação pessoais implica uso de linguagem e exige capacidades cognitivas desconhecidas entre os nossos mais próximos parentes vivos, os chimpanzés. Embora não esquecendo que, até à invenção da escrita, toda a evidência de linguagem é, e só pode ser, indirecta, nada disto é controverso. Mas será que a emergência de tais capacidades é tão recente quanto o postulado pela “Revolução Humana”?

Um dos maiores desafios empíricos que este paradigma tem pela frente é o de que o putativo evento de especiação responsável pela emergência do *Homo sapiens* teria ocorrido há uns 200.000 anos. Sendo assim, suscita-se uma questão óbvia: se o pensamento simbólico e a cognição moderna são simples subproduto dos processos biológicos envolvidos nesse evento de especiação, porque é que as primeiras manifestações da sua existência no registo arqueológico (como as contas de colar africanas, feitas de conchas marinhas) tardaram pelo menos 100.000 anos em aparecer? E porque é que foi necessário esperar outros 50.000 anos para que surgisse a arte figurativa (cujos exemplos mais antigos são as figurinhas de marfim animalistas, antropomórficas e teriantrópicas datadas de há 35-40.000 anos que têm sido encontradas em diferentes grutas da Suábia, no sudoeste da Alemanha) (figura 2)?



*Figura 2: Figurinha de cavalo esculpida em marfim do Airgnacense Evoluído da gruta de Vogelherd, sul da Alemanha, datada de há cerca de 35-37.000 anos atrás.*

O registo etnográfico também nos diz que o uso de objectos que veiculam informação sobre a identidade pessoal e social dos indivíduos que os transportam responde à possibilidade de encontros com estranhos ou pessoas com que nos cruzamos infrequentemente. Há duas boas razões para que assim seja: em primeiro lugar, sem alguma experiência anterior de interacção, o significado dos símbolos visuais não seria entendível pelos destinatários da respectiva exibição; em segundo lugar, não são necessários símbolos materiais para dar a conhecer a nossa identidade e filiação a familiares e conhecidos próximos. É muito possível, por conseguinte, que o surgimento de adornos no registo arqueológico reflecta a ultrapassagem de patamares demográficos acima dos quais é inevitável o aparecimento de redes de interacção social a longa distância (para efeitos de aliança, troca, acasalamento, etc.).

Neste quadro, a ausência de provas de uma cognição “moderna” anteriores aos últimos 100.000 anos não seria então prova da sua ausência entre os humanos anatomicamente “modernos” de épocas mais remotas; apenas significaria que, em tais épocas, a sua vida social ainda não teria efectuado uma “libertação da proximidade” geradora da necessidade de adquirir identidades simbólicas e formas de as exhibir. Mas, uma vez que admitimos que o aparecimento, no homem anatomicamente “moderno”, das primeiras provas materiais de uma cognição também ela “moderna”, se pode relacionar com processos sociais e não biológicos, temos a obrigação de nos perguntar em relação às populações mais antigas, nomeadamente às de *Homo erectus*, se a ausência de provas materiais de uma cognição “moderna” pode ser considerada prova da respectiva ausência real. Dado que os cérebros não fossilizam e a inferência de linguagem no Paleolítico é inevitavelmente um processo muito indirecto, não será possível que, cognitivamente, esses nossos mais antigos antepassados tenham sido também inteiramente humanos, isto é, dotados de características comportamentais tais como a linguagem e correspondentes implicações (paleontologicamente invisíveis) de natureza neurológica? Dito de outro modo: será que a linguagem e o pensamento simbólico apareceram nos primeiros e não nos últimos estádios da evolução humana, embora só mais recentemente tenham começado a exteriorizar-se de forma susceptível de preservação no registo material?

Dadas as provas genéticas e paleontológicas de que, há cerca de meio milhão de anos, o ramo europeu que originou os neandertais já se encontrava separado do tronco

comum africano, a arqueologia dos neandertais fornece o campo ideal para testar as diferentes teorias sobre o surgimento da linguagem e da cognição “moderna”. Se a tese da “Revolução Humana” está certa, então nem os adornos pessoais nem qualquer outra forma de arte deveriam ter existido entre os neandertais. Mas se existiram, então a “Revolução Humana” é refutada e temos de buscar formas alternativas de explicar a emergência desses comportamentos no registo arqueológico.

## Neandertalidade

A designação “neandertal” deriva do fóssil encontrado em 1856 numa gruta do vale de Neander, perto de Düsseldorf, chamada Kleine Feldhoffer. Contudo, os cientistas actuais não são os únicos para quem a palavra “neandertal” tem um significado bem definido. Em muitos países, sobretudo nos de língua inglesa, a palavra é de uso corrente na linguagem comum para desqualificar indivíduos indesejados, incluindo adversários políticos. Ao abrirmos um dicionário deparamo-nos imediatamente com estes significados alternativos. O *Cambridge On-line*, por exemplo, dá-nos os seguintes: 1) “relativo a um tipo de gentes primitivas que viveu na Europa e Ásia entre aproximadamente 150.000 e 30.000 anos atrás”; dito a propósito de “gente ou crenças muito fora de moda e resistentes à mudança”; 3) dito a propósito de “(gente) mal-educada e agressiva.”

De forma a perceber-se a persistente má reputação dos neandertais, temos de ter em conta que, em meados do século XIX, a evolução era concebida num quadro mental progressivista – o desenvolvimento direccional, a partir de um antepassado comum simples e primitivo, de formas de vida cada vez mais complexas e sofisticadas, culminando no ser humano. A evolução implicava ainda, como o próprio Darwin não deixaria de explicitar, que a humanidade tinha tido antepassados de tipo simiesco. Neste contexto, duas coisas eram, em retrospectiva, inteiramente previsíveis: em primeiro lugar, a predisposição para interpretar qualquer forma fóssil intermédia como “em parte símio/em parte humano”, não só no que respeita à sua morfologia mas também no que respeita ao seu comportamento; em segundo lugar, e porque as coisas só são o que são por oposição àquilo que não são, uma predisposição para imaginar a “animalidade” desses antepassados como consistindo em características que representassem o exacto oposto da “humanidade” tal como entendida pelos vitorianos.

As coisas pioraram ainda mais quando, pouco depois, ao preconceito progressivista se veio juntar o erro científico. Um dos primeiros esqueletos neandertais completos e articulados que se descobriu, faz agora cerca de 100 anos, é o da gruta de La Chapelle-aux-Saints, em França. O famoso antropólogo Marcelin Boule fez uma descrição clássica, e em muitos aspectos paradigmática, deste fóssil. Infelizmente, ele também diagnosticou como condição neandertal “normal” numerosas deformações artríticas desenvolvidas num estágio avançado da vida desse indivíduo já idoso. Em consequência, tanto na opinião da “rua” como na científica, generalizou-se a noção de que os neandertais tinham sido um ramo lateral, um beco-sem-saída da evolução, diferente dos verdadeiros humanos e inferior em relação a eles: em 1953, um famoso filme de Hollywood retratava ainda os neandertais como “meio-homem/meio-besta” (figura 3).

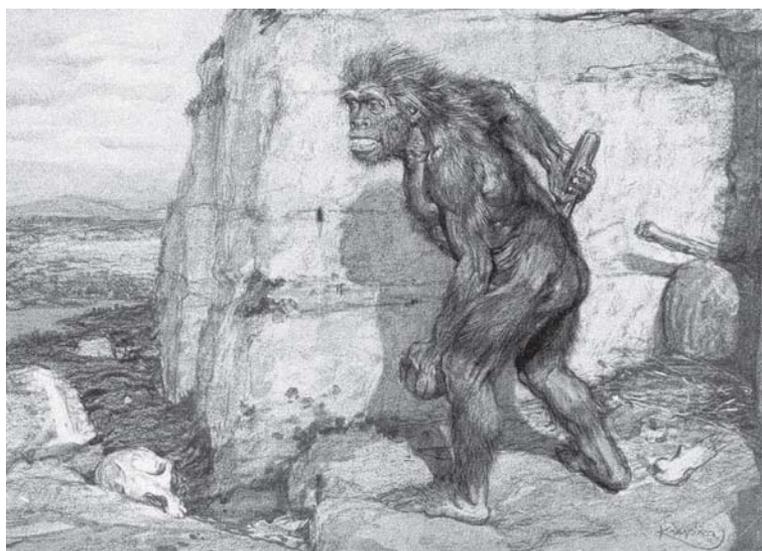


Figura 3: O Homem de Neandertal tal como reconstruído em princípios do século XX.

Nos anos sessenta, porém, esta visão dominante entrou em crise. Pôs-se a descoberto o erro de Boule, e passou a dar-se mais ênfase às implicações derivadas de um conjunto de esqueletos que haviam sido encontrados na Palestina nos anos trinta. Estes fósseis, recuperados em duas grutas do Monte Carmelo muito próximas uma da outra, mostravam uma anatomia intermédia, levando à sugestão de que a região teria funcionado como zona de miscigenação entre neandertais europeus e primeiros *sapiens*

africanos. Por outro lado, do ponto de vista arqueológico, vinha-se tornando cada vez mais evidente que, durante o período entre há 100.000 e 50.000 anos atrás, os dois grupos tinham andado a fazer basicamente as mesmas coisas. Os seus instrumentos de pedra eram indistinguíveis, e ambos tinham enterrado os seus mortos, prática que implica uma visão do mundo e crenças religiosas. Em resumo, as duas linhagens tinham comportamentos cujo nível de complexidade requeria o uso de linguagem e de símbolos, como seria de esperar tendo em contas as suas capacidades cranianas (os cérebros dos neandertais eram até maiores que os da humanidade actual).

Estes desenvolvimentos levaram muitos cientistas a interrogar-se se, em vez de um ramo lateral extinto, os neandertais não seriam antes uma variante regional da espécie humana e, como tal, antepassados directos dos europeus. Nesta perspectiva, designada como “Hipótese Multirregional”, a diversidade racial actual seria o resultado de uma continuidade de raízes profundas unindo as populações de hoje com as do nosso mais remoto passado. Teria existido um e um só evento *Out of Africa*, os europeus e asiáticos seriam os descendentes, através de uma série de mudanças morfológicas convergentes, dos primeiros colonizadores *Homo erectus* do planeta, e certas características físicas – tais como os narizes grandes dos europeus – seriam um exemplo da persistência de “sangue” neandertal na humanidade actual.

Nos anos oitenta, com o surgimento de uma nova linha de investigação – a genética das populações aplicada à Pré-História – esta visão dos neandertais como fundamentalmente humanos voltou a ser questionada. O estudo da variação do ADN mitocondrial das populações actuais levou à conclusão de que estamos todos muito proximamente relacionados, o que implica um antepassado comum recente, o qual teria vivido em África há cerca de 200.000 anos apenas. Como o ADNmt é herdado por via materna, esse antepassado comum foi designado Eva. Neste cenário, a descendência da Eva mitocondrial teria subsequentemente substituído os neandertais e outras populações arcaicas coevas da Eurásia, que se teriam assim extinguido, todas, e sem descendência. A partir de 1997, esta perspectiva foi reforçada pelos resultados da análise do ADNmtfóssil extraído do neandertal descoberto em 1856, a que se seguiriam, na década subsequente, os resultados preliminares da sequenciação do genoma de um outro indivíduo proveniente da gruta de Vindija, na Croácia.

A opinião científica maioritária viu nestes resultados a corroboração de que os neandertais eram filogeneticamente distantes e tinham pertencido a uma espécie diferente. Como tal, e não tendo passado por uma “Revolução Humana”, não teriam podido dispor de linguagem (ou, quando muito, dela apenas poderiam ter tido formas muito rudimentares). Mais ainda, não teriam conhecido formas de divisão do trabalho e de organização social além das estritamente necessárias à reprodução, e os supostos enterramentos neandertais não corresponderiam provavelmente a mais do que formas de remoção/eliminação de cadáveres desprovidas de qualquer significado religioso. Nestas circunstâncias, o resultado de situações de contacto só podia ter sido uma substituição total sem miscigenação: os “humanos” teriam visto os “neandertais” como parceiros sexuais impróprios, e a superioridade cognitiva dos nossos antepassados teria tido como consequência inevitável que, na competição pelos territórios e seus recursos, tivessem sido eles, e não os neandertais, a prevalecer.

### Paradigma perdido

A evidência empírica gerada pela última década de investigação falsificou os pilares em que assentava o conceito de “Revolução Humana”. Ironicamente, ao mesmo tempo que os arqueólogos que trabalhavam em África faziam descobertas que apoiavam a existência de cognição “moderna” dezenas de milhares de anos antes do *Out of Africa* dos filhos de Eva, os arqueólogos que trabalhavam na Europa também descobriam na cultura material dos neandertais eurasiáticos coisas que, contrariando os postulados da “Revolução Humana”, implicavam capacidades cognitivas e intelectuais complexas e sofisticadas.

Por exemplo, numa mina de lenhite da Alemanha, perto de Schöningen, três artefactos de grande importância, com cerca de 400.000 anos de idade, foram descobertos em escavações levadas a cabo entre 1994 e 1997. Feitos em madeira de abeto, compridos e aguçados, tinham espessura e peso máximos na parte da frente, adelgaçando gradualmente em direcção à extremidade oposta. Em todos estes aspectos, assemelham-se aos dardos usados nas modernas competições de atletismo, sugerindo que seriam usados mais como projecteis de arremesso à distância do que como lanças de combate corpo a corpo. O que implica ainda que as leis da balística a que respondem os dardos modernos já eram conhecidas dos pais fundadores da linhagem neandertal.

Neumark-Nord, outra mina de lenhite alemã, forneceu também um bom exemplo de artesanato neandertal sofisticado. A análise química de resíduos orgânicos aderentes a uma lasca de sílex recuperada em níveis datados de há mais de 100.000 anos mostrou que se tratava de um extrac-to de casca de carvalho macerada em água, como os que até aos dias de hoje se utilizaram no curtimento de peles para a manufactura de roupa e de calçado impermeável. Nos anos trinta, num abrigo sob rocha das imediações (o sítio de Ilsehöle), já se tinham aliás encontrado algumas sovelas de osso, datadas de há cerca de 40.000 anos, ou seja, da época em que os últimos neandertais habitavam a região. No seu conjunto, estes factos apontam para uma longa tradição no curtimento de peles para a fabricação de vestuário e outro equipamento.

Nada disto deveria surpreender-nos. Na Europa central da Idade do Gelo, onde, considerando o efeito do vento, as temperaturas médias de inverno variavam entre  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $-30^{\circ}\text{C}$ , não era possível sobreviver sem isolamento térmico artificial de boa qualidade. Os modelos termorregulatórios mostram que seria de  $-24^{\circ}\text{C}$  a temperatura externa mais baixa que um neandertal de fato e gravata teria sido capaz de suportar. Sem sequer essa protecção básica, só uma camada de gordura sob a pele com mais de 3cm de espessura podia proporcionar protecção equivalente. O peso dessa gordura, contudo, seria de cerca de 50Kg, uma quantidade que deixaria muito pouco disponível para perfa-zer com músculo, osso e outros tecidos um indivíduo nean-dertal com 80Kg de peso; ou, se adicionado aos 80Kg de um corpo musculado e escoreito, transformaria um macho de 1,65 m de altura média num indivíduo obeso, incapaz de obter a sua subsistência numa sociedade onde não havia dinheiro, automóveis ou centros comerciais. A implicação é clara: tal como os povos actuais que habitam em regiões subárticas, os neandertais devem ter possuído não só ves-tuário de boa qualidade como todo o restante equipamento sem o qual seria impossível sobreviver em tais ambientes.

Königsau, outra mina de lenhite alemã, forneceu in-dícios ainda mais probantes de que os neandertais eram realmente muito bons em Química. No decurso de escava-ções de salvamento realizadas em 1963-64 encontraram-se dois fragmentos de um mastique de casca de bétula utiliza-do para encabar ferramentas feitas em sílex, um dos quais preservava a impressão digital do neandertal que o tinha manipulado. A datação directa destes objectos pelo radio-carbono forneceu uma idade superior a 45.000 anos, e um

estudo da sua composição mostrou que não são produtos naturais sem modificação (como acontece com o betume usado no Próximo Oriente para os mesmos fins desde há pelo menos 200.000 anos). Pelo contrário, trata-se de uma matéria-prima sintética, artificial, a primeira que na história do homem alguma vez se fabricou. A sua produção fez-se através de uma combustão lenta, sem chama, ao longo de várias horas, processo que exige o respeito de um estrito protocolo de manufactura: com exclusão de oxigénio, e a temperatura muito controlada, entre 340°C e 400°C. Até hoje, a arqueologia experimental só conseguiu replicar esta técnica de manufactura utilizando tecnologias de fogo que não se encontram documentadas senão a partir do muito mais recente período Neolítico.

Esta evidência indica que, na realidade, os neandertais eram, do ponto de vista cognitivo, tão bem equipados quanto nós. Mas que dizer da sua biologia? Será que eram mesmo uma espécie separada? E terá a sua extinção final estado relacionada com o seu grau de afastamento no plano biológico?

O estudo da intersterilidade entre populações como função do tempo decorrido desde a divergência a partir de um antepassado comum sugere que o debate relativo ao estatuto taxonómico dos neandertais não é muito diferente da proverbial controvérsia bizantina sobre o sexo dos anjos. De entre as muitas linhagens de mamíferos para as quais estão disponíveis dados moleculares ou fósseis, é de 1,4 milhões de anos o tempo mínimo necessário para que se gere separação reprodutiva completa entre dois ramos que se encontrem em processo de diferenciação a partir de um antepassado comum. Este mínimo foi obtido para duas espécies de gazelas. Entre os grandes símios, incluindo o ser humano, o intervalo entre gerações é, contudo, pelo menos quatro vezes maior. Por isso, para o caso do género *Homo*, a implicação deste estudo é que não pode haver isolamento reprodutivo entre linhagens contemporâneas sem que tenham decorrido cinco a seis milhões de anos de divergência desde o momento da respectiva separação. Tal intervalo de tempo, porém, corresponde à amplitude total da vida evolutiva da família dos homínideos, e é pelo menos dez vezes a duração do intervalo que separa a época do contacto do momento em que se deu a diferenciação entre neandertais e modernos. Pelos padrões observados entre os mamíferos, portanto, os neandertais não eram, e não podiam ter sido, uma espécie biológica distinta.

Uma análise cuidadosa dos dados do ADNmt já era suficiente para mostrar a insustentabilidade da noção de que os neandertais eram uma espécie diferente. Tendo em conta que a diversidade interna das populações actuais de chimpanzés é superior à do conjunto que se obtém adicionando os neandertais à humanidade actual, a interpretação parcimoniosa dos dados do ADNmt não podia ser a de que os neandertais fossem uma espécie diferente mas sim a de que, pelos padrões dos Primatas, o homem é anormalmente homogéneo. Uma tal homogeneidade está de acordo com a hipótese de uma origem recente do homem moderno, mas não exclui a possibilidade de os neandertais e outros grupos arcaicos terem contribuído para o banco de genes de populações subsequentes. Os resultados dos estudos mais recentes, baseados no genoma nuclear, vieram confirmar isso mesmo, demonstrando que a miscigenação à época do contacto não só era esperável como aconteceu mesmo. Em consequência, as populações eurasiáticas actuais contêm uma proporção significativa de genes de origem neandertal.

### **Paradigma encontrado**

Até há cerca de dez anos, a presença de adornos em sítios arqueológicos da época dos últimos neandertais era reconhecida pelos apoiantes da “Revolução Humana” mas desconsiderada como simples resultado de uma “imitação sem compreensão” de comportamentos do homem moderno observados em situações de contacto. A analogia seguinte, proposta por um distinto arqueólogo britânico, tornou-se famosa: “se uma criança coloca um fio de pérolas estará provavelmente a fazer isso para imitar a mãe e não para simbolizar a sua riqueza, enfatizar o seu estatuto social, ou atrair o sexo oposto”.

Os estudos sobre a cultura castelperronense de França e do norte de Espanha, realizados a partir de 1998, mudaram radicalmente este panorama. Na Grotte du Renne, em França, os níveis castelperronenses produziram sovelas de osso idênticas às de Ilshöhle, mas com três diferenças: eram em quantidade muito superior; algumas apresentavam padrões decorativos regulares; e estavam associadas com objectos de adorno pessoal (figura 4). Estas descobertas foram publicadas nos primeiros anos da década de sessenta, mas o seu significado permaneceu ambíguo por causa das dúvidas sobre a autoria do Castelperronense. Em 1979, contudo, encontrou-se um esqueleto neandertal em contexto castelperronense no sítio francês de St. Césaire, e, em

1996, a associação foi confirmada por análises TAC à estrutura do ouvido interno preservada nos restos fragmentários da Grotte du Renne. Tornou-se assim claro que o Castelperronense, com a sua variada gama de adornos pessoais, era um desenvolvimento neandertal independente, ocorrido na Europa vários milhares de anos antes da imigração do homem moderno. A conclusão de que a sociedade neandertal estava simbolicamente organizada saiu ainda mais reforçada da análise dos vestígios de uso encontrados em centenas de pedaços de pigmento negro provenientes da gruta de Pech de l'Azé, outro sítio francês um pouco mais antigo. Essas análises concluíram que se tratava de lápis usados em pintura corporal.

#### FONTES CONSULTADAS

BOUZOUGGAR, A. *et al.* 82,000-year-old shell beads from North Africa and implications for the origins of modern human behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 104(24), 9.964-9.969, 2007.

CANN, R. L.; STONEKING, M. & WILSON, A. C. Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature*, 325, p. 31-36, 1987.

CONARD, N. J. A female figurine from the basal Aurignacian of HohleFels Cave in southwestern Germany. *Nature*, 459, p. 248-252, 2009.

D'ERRICO, F. The Invisible Frontier. A Multiple Species Model for the Origin of Behavioral Modernity. *Evolutionary Anthropology*, 12, p. 188-202, 2003.

D'ERRICO, F. *et al.* Neanderthal Acculturation in Western Europe? A Critical Review of the Evidence and Its Interpretation. *Current Anthropology*, 39, Supplement, p. 1-44, 1998.

ESWARAN, V.; HARPENDING, H. & ROGERS, A. R. Genomics refutes an exclusively African origin of

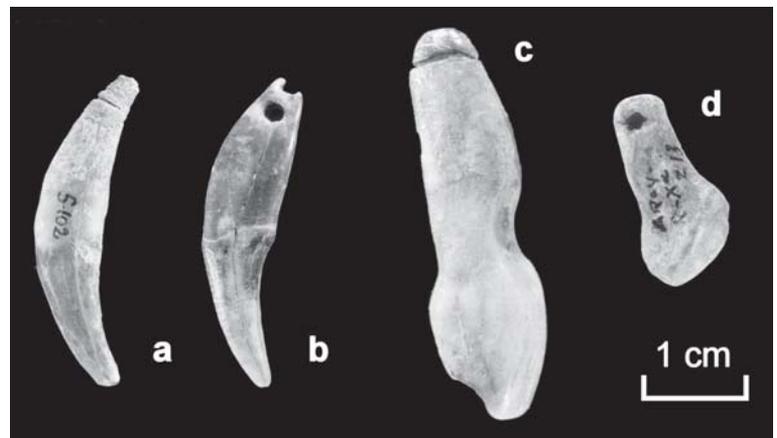


Figura 4: Pendentes de ossos e dentes de animais do Castelperronense da Grotte du Renne (França).

Em resumo: os neandertais tardios tinham alcançado um nível de desenvolvimento cultural idêntico àquele que está documentado entre os seus contemporâneos africanos. O que aconteceu quando estas duas tradições simbólicas finalmente se encontraram deveria por isso ser tratado sem quaisquer preconceitos. Será que as duas linhagens trocaram genes e memes? Ou será que se evitaram mutuamente como regra, acabando por daí resultar a extinção de uma delas?

As respostas devem ser encontradas na biologia e na cultura das populações do período pós-Contacto, as dos primeiros humanos modernos da Europa. Se nelas não encontrarmos contribuições dos neandertais, devemos concluir que interação e miscigenação foram triviais ou inexistentes. Mas, se tais contribuições forem visíveis, deveremos

humans. *Journal of Human Evolution*, 49(1)1-18, 2005.

EVANS, P. D. *et al.* Evidence that the adaptive allele of the brain size gene microcephalin introgressed into Homo sapiens from an archaic Homo lineage. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 103(48) 18.178-18.183, 2006.

FORSTER, P. Ice Ages and the mitochondrial DNA chronology of human dispersals: a review. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B*, 359, p. 255-264, 2004.

GILMAN, A. Explaining the Upper Palaeolithic Revolution. In: SPRIGGS, M. (Ed.). *Marxist Perspectives in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. p. 115-126,

GREEN, R. E. *et al.* A Draft Sequence of the Neandertal Genome. *Science*, 328, p. 710-722, 2010.

HENSHILWOOD, C. & MAREAN, C. The Origin of Modern Human Behavior. Critique of the Models and Their Test Implications. *Current Anthropology*, 44(5)627-651, 2003.

HOLLIDAY, T. W. Neanderthals and modern humans: an example of a mammalian syngameon? In: HARVATI, K. & HARRISON, T. (Eds.). *Neanderthals Revisited: New Approaches and Perspectives*. New York: Springer, p. 289-306, 2006.

HUBLIN, J.-J.; SPOOR, F.; BRAUN, M.; ZONNEVELD, F. & CONDEMI, S. A late Neanderthal associated with Upper Palaeolithic artefacts. *Nature*, 381, p. 224-226, 1996.

KLEIN, R. G. Whither the Neanderthals? *Science*, 299, p. 1.525-1.527, 2003.

KRINGS, M.; STONE, A.; SCHMITZ, R. W.; KRAINITZKI, H.; STONEKING, M. & PÄÄBO, S. Neandertal DNA Sequences and the Origin of Modern Humans. *Cell*, 90, p. 19-30, 1997.

então concluir que houve efectivamente interacção e miscigenação, independentemente de, subsequentemente, essas contribuições terem ou não acabado por perder-se.

Em 1998, a descoberta e escavação da sepultura de uma criança de cinco anos de idade no abrigo sob rocha de Lagar Velho, em Portugal, veio carrear provas de peso em favor da hipótese que uma escola de pensamento até então bastante minoritária vinha há vários anos advogando: a de que as populações de origem africana que se expandiram para a Europa se cruzaram com os neandertais autóctones, cujo desaparecimento teria assim resultado de um processo de assimilação em vez de representar um processo de extinção sem descendência. Essa criança, na verdade, apresentava um mosaico anatómico em que características modernas, como o queixo pronunciado e a abóbada craniana elevada, se combinavam com características reminiscentes ou mesmo distintivas dos neandertais e de outras populações arcaicas eurasiáticas, como a robustez dos ossos das pernas, as proporções do corpo (adaptadas ao frio, de tipo ártico), e vários outros pormenores da morfologia do crânio, mandíbula e dentição: sabendo-se que estas características são geneticamente herdadas, a sua presença implicava uma ancestralidade em parte neandertal. Em 2003-2005, pouco após a descoberta de Lagar Velho, a mesma equipa viria a descobrir na gruta romena de Oase dois fósseis com idêntica combinação de características anatómicas modernas e neandertais: a mandíbula de um jovem adulto e o crânio quase completo de um adolescente, datados de há 40.000 anos (ou seja, de momento, os mais antigos fósseis do homem moderno conhecidos na Europa) (figura 5).

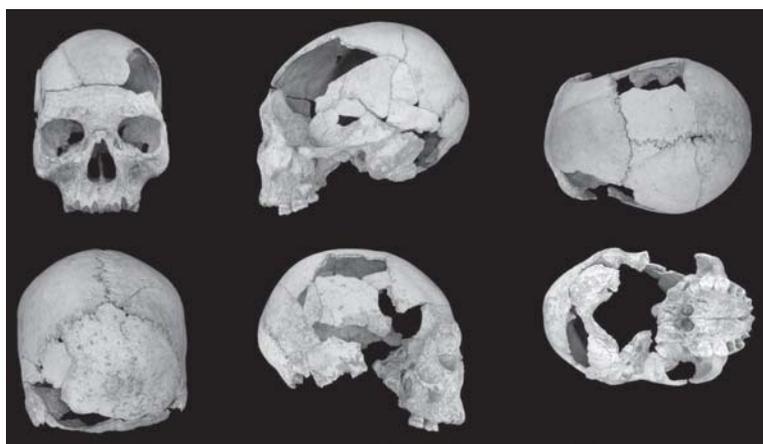


Figura 5: O crânio Oase 2.

KUHN, S. L.; STINER, M. C.; REESE, D. S. & GÜLEÇ, E. Ornaments of the earliest Upper Paleolithic: New insights from the Levant. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 98(13) 7.641-7.646, 2001.

LAHR, M. M. & FOLEY, R. Towards a Theory of Modern Human Origins: Geography, Demography, and Diversity in Recent Human Evolution. *Yearbook of Physical Anthropology*, 41, p. 37-176, 1998.

McBREARTY, S. & BROOKS, A. The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of Human Evolution*, 39, p. 453-563, 2000.

MELLARS, P. A. The Neanderthal Problem Continued. *Current Anthropology*, 40(3) 341-350, 1999.

MELLARS, P. A. & STRINGER, C. B. (Eds.). *The Human Revolution*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1989.

NOONAN, J. P. et al. Sequencing and Analysis of Neanderthal Genomic DNA. *Science*, 314, p. 1.113-1.118, 2006.

SHENNAN, S. Demography and Cultural Innovation: a Model and its Implications for the Emergence of Modern Human Culture. *Cambridge Archaeological Journal*, 11(1)5-16. 2001.

STRINGER, C. & GAMBLE, C. *In Search of the Neanderthals*. London: Thames and Hudson, 1993.

TEMPLETON, A. Out of Africa again and again. *Nature*, 416, p. 45-50, 2002.

TEMPLETON, A. Haplotype Trees and Modern Human Origins. *Yearbook of Physical Anthropology*, 48, p. 33-59, 2005.

TRINKAUS, E. Early Modern Humans. *Annual Reviews of Anthropology*, 34, p. 207-230, 2005.

Os dados arqueológicos estão de acordo com estas interpretações. O Protoaurignacense é uma cultura da Europa central e ocidental contemporânea dos fósseis de Oase e, como tal, a primeira entidade cultural do continente que pode ser atribuída com confiança ao homem moderno, como aliás decorre também da natureza dos seus objectos de adorno: na sua maioria, pequenas contas feitas de conchas marinhas de taxonomia diversa mas morfologia (em forma de cesta) semelhante às das conchas usadas nas culturas de homens modernos do Próximo Oriente e de África, onde esta tradição remonta até há uns 100.000 anos. Na comparação com estas culturas, no entanto, o Protoaurignacense apresenta algumas inovações, nomeadamente o uso de pendentes feitos de dentes de animais (sobretudo de veado e de raposa). Este tipo de pendentes é completamente desconhecido em África e no Próximo Oriente até há cerca de 40.000 anos, mas corresponde precisamente ao que se encontra nas culturas pré-Contacto dos neandertais (como o Castelperronense). A explicação parcimoniosa destes elementos de descontinuidade com a tradição africana de ornamentação pessoal é a de que o homem moderno os adquiriu em resultado do intercâmbio cultural com as sociedades indígenas europeias, neandertais, onde esses elementos primeiro apareceram.

## Conclusão

A implicação destas descobertas é que, no sentido estrito das suas formulações originais, a “Hipótese Multirregional” e a “Eva Mitocondrial” são hoje em dia obsoletas. No que diz respeito ao tempo e ao modo da evolução humana recente, as provas arqueológicas e paleontológicas favorecem modelos de “Assimilação” e refutam a ideia de que os neandertais eram uma espécie diferente. Mesmo para a linha dura dos apoiantes da tese da existência de uma separação fundamental entre *sapiens* e neandertais, as provas têm duas implicações importantes: primeiro, a de que a emergência independente de manifestações arqueologicamente visíveis de comportamento simbólico pleno, supostamente exclusivo dos *sapiens*, também se pode observar na trajectória evolutiva de outras “espécies” humanas; segundo, a de que os fundamentos biológicos/genéticos desse comportamento devem portanto ter aparecido no género humano ainda antes da separação entre as linhagens africana e europeia.

TRINKAUS, E. European early modern humans and the fate of the Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 104(18)7.367-7.372, 2007.

WOLPOFF, M. *Human Paleontology*. Ann Arbor: University of Michigan, 2002.

ZILHÃO, J. *Anatomically Archaic, Behaviorally Modern: The Last Neandertals and Their Destiny*. Amsterdam: Stichting Nederlands Museum voor Anthropologie en Praehistoriae, 2001.

ZILHÃO, J. Genes, Fossils and Culture. An Overview of the Evidence for Neandertal-Modern Human Interaction and Admixture. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 72, p. 1-20, 2006.

ZILHÃO, J. Neandertals and Moderns Mixed, and It Matters. *Evolutionary Anthropology*, 15, 183-195, 2006.

ZILHÃO, J. The emergence of ornaments and art: an archaeological perspective on the origins of behavioural “modernity”. *Journal of Archaeological Research*, 15, p. 1-54, 2007.

ZILHÃO, J. & D'ERRICO, F. The chronology and taphonomy of the earliest Aurignacian and its implications for the understanding of Neanderthal extinction. *Journal of World Prehistory*, 13(1)1-68, 1999.

ZILHÃO, J. & TRINKAUS, E. (Eds.). *Portrait of the Artist as a Child. The Gravettian Human Skeleton from the Abrigo do Lagar Velho and its Archaeological Context*. Lisboa: Instituto Português de Arqueologia, 2002. 610 pages. (Trabalhos de Arqueologia, 22).

ZILHÃO J. *et al.* The Peştera cu Oase people, Europe's earliest modern humans. In: MELLARS, P.; BOYLE, K.; BAR-YOSEF, O. & STRINGER, C. (Eds.). *Rethinking the Human Revolution*. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, 2007. p. 249-262.

Portanto, mesmo no quadro de perspectivas poli-específicas da evolução humana, o corolário da última década de descobertas empíricas é a refutação das explicações da emergência de “comportamentos modernos” como simples subproduto de um putativo evento de especiação ocorrido em África há cerca de 200.000 anos. Dito de outra maneira, quando a linhagem neandertal começou a divergir, há meio milhão de anos, o *hardware* para o pensamento simbólico já existia no cérebro humano. Esta conclusão tem mais dois corolários: em primeiro lugar, que a pesquisa dos processos genéticos e cognitivos subjacentes ao aparecimento da linguagem e do simbolismo na linhagem humana deve ser reorientada para as questões relacionadas com a diferenciação e evolução das populações de *Homo erectus*, entre há um e dois milhões de anos atrás; em segundo lugar, que a muito mais tardia emergência da prática da ornamentação pessoal representa um salto qualitativo no domínio da cultura, reflectindo factores demográficos e sociais.

O lugar-comum muitas vezes repetido segundo o qual os primeiros homens modernos da Europa teriam sido “artistas espantosamente precoces”, cuja cognição superior era suficiente para explicar o colapso dos neandertais, também está em contradição com os factos. As capacidades artísticas documentadas entre os primeiros europeus modernos não diferem das que se conhecem entre os últimos neandertais, e consistem simplesmente na marcação padronizada, com objectivos decorativos ou funcionais, de instrumentos de osso. A primeira arte figurativa (as pinturas de grutas e as figurinhas de marfim de França e do sul da Alemanha) só aparece, na realidade, uns cinco milénios após os primeiros indicadores arqueológicos e paleontológicos da imigração do homem moderno. Tal como para os objectos de adorno pessoal, a explicação para estes novos desenvolvimentos deve ser buscada nas transformações que nessa altura terão ocorrido nas sociedades, não nos cérebros.

O registo etnográfico abunda em exemplos de como a arte rupestre funciona em primeiro lugar como uma forma de atribuir/transmitir significados económicos, sociais e ideológicos a/sobre determinados lugares, e os milhares de petróglifos de ar livre do vale do Côa, em Portugal, mostram que assim deverá ter sido também no Paleolítico (figura 6). Portanto, a explicação parcimoniosa para o facto da arte só há cerca de 35.000 anos aparecer no registo arqueológico é que só então terá surgido a necessidade de sistemas de identificação/diferenciação social que se estendessem para além do indivíduo para abranger também as paisa-

gens e os recursos reclamados como território pelos diferentes grupos a quem as pessoas exibiam a sua pertença através da ornamentação do corpo. As figurinhas esculpidas, por sua vez, deverão corresponder a manifestações desse mesmo fenómeno ao nível do comportamento individual e doméstico.



*Figura 6:* A rocha 1 da Canada do Inferno, a primeira a ser descoberta, em princípios dos anos 90, no conjunto de arte rupestre do Vale do Côa, Portugal.

A necessidade de tais sistemas pode ser facilmente explicada como consequência do sucesso adaptativo, com a inovação tecnológica a gerar crescimento demográfico e implicando tanto uma maior competição entre grupos como uma maior regulação dessa competição. Num tal contexto, é fácil de compreender o valor adaptativo do aparecimento de comportamentos cerimoniais relacionados com a propriedade e os direitos sobre os recursos, e do desenvolvimento de mitos e sistemas de crenças religiosas relacionando esses direitos com antepassados reais ou míticos. Aí estão as origens da arte, e não numa mutação tardia habili-

**João Zilhão** é graduado em História, doutor em Arqueologia Pré-Histórica pela Universidade de Lisboa, investigador na Instituição Catalã para a Pesquisa e Estudos Avançados (ICREA) e professor da Faculdade de Geografia e História da Universidade de Barcelona, Espanha.

joao.zilhao@ub.edu

tando os humanos modernos com a capacidade do pensamento simbólico. O *hardware* correspondente deve ter estado disponível desde que o tamanho e a forma da caixa craniana entraram na amplitude de variação actual e o registo cultural documenta comportamentos que exigem a linguagem, isto é, pensamento simbólico por definição. Os fósseis indicam que, há meio milhão de anos, esse Rubicão já tinha sido atravessado. Daí para cá, tudo o resto é História.

O PENSAMENTO SIMBÓLICO COMPLEXO:  
ORIGENS E CONTROVÉRSIAS  
REFLEXÕES A PARTIR DE EVIDÊNCIAS DE  
ADORNOS, PRÁTICAS FUNERÁRIAS E ARTE

*Claudia Rodrigues-Carvalho*

“**H**umanos modernos”, “anatomia moderna” “mente moderna”, assim podemos encontrar nos textos sobre evolução humana referências qualitativas à nossa espécie. Ao termo “mente moderna” agrega-se o conceito de pensamento simbólico complexo. Para alguns pesquisadores, o pensamento simbólico sofisticado é exclusivo do *Homo sapiens*. De fato, várias manifestações simbólicas, especialmente associadas à arte, florescem a partir do período Paleolítico Superior (iniciado há cerca de 40 mil anos), principalmente no atual território europeu, produto dos primeiros *sapiens* que ocuparam a região.<sup>1</sup> Apesar disso, pesquisas vêm recuando no tempo e deslocando no espaço o aparecimento dessa característica. Pretendemos discorrer aqui sobre algumas das evidências que indicam um pensamento simbólico mais complexo a partir da tríade de adornos, práticas funerárias e arte, de forma a construir possíveis cenários, ainda que incompletos, desse desenvolvimento. Seleccionamos também algumas polêmicas em torno da antiguidade de algumas expressões culturais, como exemplo da diversidade de opiniões sobre o tema.

<sup>1</sup> MITHEN, S. J. *Pré-história da Mente: uma busca das origens da arte, da religião e da ciência*. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

## À guisa de introdução

Nossa espécie é a única representante no globo do gênero *Homo*, mas nem sempre foi assim no passado. Compensamos essa representação única com uma ampla distribuição geográfica e grandes populações. Mas se olharmos em retrospecto para nós e nossos ancestrais, podemos perceber que o longo processo evolutivo que resultou no surgimento do *Homo sapiens* ofereceu à nossa espécie características especiais, as quais desenvolvemos em um nível não visto entre nossos antepassados e espécies próximas.

No que diz respeito aos artefatos, por exemplo, nossa cultura material se expandiu, multiplicou. Novas armas de caça e defesa foram criadas, bem como estruturas habitacionais e utensílios diversos, elementos necessários ao cotidiano e à subsistência. Fazíamos mais e melhor do que outras espécies, ampliando os usos de diferentes matérias-primas.

Ao longo da trajetória evolutiva humana, não apenas continuamos a utilizar e modificar rochas, ossos, chifres, dentes, conchas e peles para nosso benefício; aprendemos também a produzir elementos a partir de diferentes combinações, como a cerâmica e os metais. Nesse ínterim também aprendemos a cultivar e a domesticar animais e desenvolvemos uma nova e fundamental forma de transmissão de conhecimento: a escrita. Continuamos acumulando conhecimentos e aprimorando o desenvolvimento tecnológico, talvez duas das principais características que resumem o sucesso da espécie.

Todo esse imbricado de conhecimento e inovações tecnológicas é o resultado de uma longa acumulação de processos biológicos e culturais. O surgimento dos primeiros primatas bípedes há cerca de seis milhões de anos (um pouco menos para os mais conservadores), no atual continente africano, pode ser considerado o ponto de partida dessa trajetória. Cerca de quatro milhões de anos se passaram até o surgimento de uma característica fundamental em todo esse processo: cérebros proporcionalmente maiores em relação ao tamanho corporal e provavelmente mais complexos. Tal evento representa o surgimento do gênero *Homo* e das espécies que iniciaram a confecção dos primeiros artefatos em rocha (*Homo habilis* e *Homo rudolfensis*). A tendência a cérebros maiores e mais complexos persistiu ao longo da trajetória do gênero até nossa espécie.

Sem grande aparato biológico para defesa e com uma estratégia reprodutiva de alto investimento (gestação lenta), nossos ancestrais dependiam de sua organização social e de

sua cultura material para a sobrevivência. Num cenário de extrema constrição ambiental, inteligência e imaginação, ainda que rudimentares, devem ter sido cruciais para a sobrevivência desses primeiros humanos. Memória, cognição, espacialidade, abstração, capacidade de comunicação e de transmissão de conhecimento foram, no alvorecer do gênero, elementos fundamentais que continuaram sendo aprimorados ao longo do tempo. Tais elementos foram fundamentais para o desenvolvimento do pensamento simbólico complexo.

De uma forma ampla e resumida, o que entendo por pensamento simbólico é a extrapolação dos elementos tangíveis do contexto natureza/matéria e a construção de uma visão de mundo para além desses elementos. Tal extrapolação existe, de fato, na construção das relações sociais, por exemplo, e precede sua materialidade expressa nos artefatos e nos vestígios de ações humanas pretéritas.

A partir desse conceito amplo do pensamento simbólico, percebe-se que seus elementos constitutivos estão presentes, ainda que de forma rudimentar, na confecção dos primeiros artefatos em rocha. O manipulador precisa reconhecer na rocha que vai transformar em ferramenta a possibilidade de sua forma final; precisa abstraí-la, imaginá-la, para decidir como irá trabalhar a peça de modo a obter seu artefato. Essas qualidades mentais estavam presentes entre os primeiros *Homo* e, provavelmente, refletem a manipulação de outras matérias-primas perecíveis ou não reconhecidas no registro paleoantropológico. Percebemos um avanço nesse processo com o surgimento do machado de mão *acheulense*, representante de uma indústria lítica que se desenvolveu há cerca de 1,6 milhões de anos pelo *Homo ergaster* e utilizada por outras espécies posteriores. Esses machados simétricos demandavam uma compreensão diferente do espaço, a própria noção de simetria e a criação de um modelo mental mais elaborado para a preparação do artefato.<sup>2</sup>

A indústria lítica característica dos Neandertais representa um novo patamar no que se refere à elaboração de artefatos líticos. A técnica *Levallois*, desenvolvida por esta espécie, implica na obtenção de peças a partir de um núcleo de rocha trabalhado. De acordo com Martín<sup>3</sup>, esta forma de produção que envolvia o uso de “*distintas etapas operativas y distintas técnicas*”<sup>4</sup>, não reflete apenas a materialização de uma imagem mental da peça, mas um processo de avaliação contínua onde cada etapa pode levar a diferentes tomadas de decisão, revelando uma forma diferente de processar informações e de encontrar soluções a partir de uma situação em andamento.

<sup>2</sup> COOK, J. *Ice age art. The arrival of the modern mind*. London: The British Museum Press, 2013.

<sup>3</sup> MARTÍN, F. D. *Breve Historia de los Neandertales*. Madrid: Nowtilus, 2013.

<sup>4</sup> MARTÍN, F. D. *Op. cit.* p. 219.

O desenvolvimento tecnológico dos Neandertais só é suplantado por nossa espécie e, mesmo assim, milhares de anos após seu surgimento. A indústria de lâminas amplia o rendimento da matéria-prima e, acompanhada pelo uso intensivo de outros materiais, permite o desenvolvimento de artefatos diversificados. Esses e outros elementos vêm sendo apontados como o resultado de modificações cerebrais significativas no *Homo sapiens*, não apenas em tamanho, mas em qualidade. O cérebro diferenciado do *Homo sapiens* provavelmente se desenvolveu por volta de 200 mil anos atrás, quando nossos ancestrais experimentaram um grande período de seca no continente africano. A população extremamente reduzida persistiu, em meio às intensas pressões ambientais, as quais selecionaram os mais resistentes, mais aptos e, possivelmente, os mais inteligentes.

Embora as mudanças tecnológicas possam auxiliar na compreensão do desenvolvimento das capacidades mentais, o pensamento simbólico complexo pode ser inferido também a partir de outras manifestações. No momento em que a parafernália associada às atividades básicas de subsistência deixa de ser o único elemento no registro arqueológico, estamos diante de uma nova maneira de conceber o mundo. Objetos de adorno, evidências de práticas funerárias e o surgimento do que tradicionalmente chamamos de ‘arte pré-histórica’, são alguns dos principais elementos indicativos do pensamento simbólico complexo. Tais manifestações estão carregadas de significado e refletem relações sociais e conhecimentos diversos, não apenas sobre a realidade tangível, material, mas sobre uma realidade construída. A expressão de sentimentos, ideias, hierarquia etc., não é mais exclusividade dos gestos, dos sons, e das palavras, também passa a ser explicitada pela cultura material.

## Adornos

Um adorno pessoal é mais do que um objeto ornamental. Não sabemos se os primeiros adornos foram confeccionados apenas como enfeites, um modo de atrair a atenção, o que em si, já sugere certa noção de estética e de comunicação. Contudo, podemos imaginar que, muito cedo, os mesmos já estariam imbuídos de significados mais complexos, ainda que voltados à atração de parceiros. Um dente de um animal feroz, por exemplo, pode indicar força, virilidade ou prestígio; carregá-lo junto ao peito seria uma forma de comunicar tais valores.

É claro que muitos adornos, quer sejam apenas enfeites, quer transmitam um significado maior, não deixaram

registro. Um colar de flores ou braceletes de vegetais não teriam persistido ao longo do tempo. Da mesma forma, o uso de pinturas corporais também não pode ser inferido diretamente pela arqueologia, mas pode ser sugerido pela presença de pigmentos como o ocre.

O que está em jogo não é apenas a matéria-prima, mas o tempo e investimento dedicados à sua obtenção/confecção. Um exemplo disso são as conchas encontradas na caverna de Qafzeh, Israel, datadas de 95 mil anos<sup>5</sup>, com remanescentes de ocre, e sugestão de que algumas foram enfileiradas ou penduradas. Essas conchas, com perfuração natural, foram coletadas a uma distância de 40 quilômetros, o que lhes confere um significado especial, quer tenham elas sido coletadas diretamente pelos ocupantes da região ou tenham sido obtidas por meio de redes de trocas. Cabe salientar que outro elemento importante para nossa discussão foi encontrado nessa caverna: sepultamentos. Embora os dados arqueológicos não permitam associar as conchas às práticas mortuárias, foram também evidenciadas sugestões de acompanhamento funerário.

O uso de conchas como adornos ou objetos simbólicos em épocas recuadas também é registrado em sítios na África e no Oriente Médio, como na caverna de Blombos, África do Sul, onde análises sugerem, inclusive, variações nos padrões de uso e arranjo das peças.<sup>6</sup> O mesmo sítio também revela o uso de ocre e fragmentos de ossos com gravações abstratas.<sup>7</sup>

Adornos e pigmentos são indicativos de uma transformação intelectual que pode não ter começado com nossa espécie. Neandertais, com quem possivelmente partilhamos um ancestral comum, também apresentam, entre os remanescentes de sua cultura material, restos de ocre e dióxido de manganês associados à produção de pigmentos. Sítios tardios também apresentam adornos elaborados sobre osso, conchas e dentes<sup>8</sup>, o que também faz parte do debate em torno da convivência entre Neandertais e humanos modernos, e de possíveis transmissões culturais. Tal debate, ganhou novos contornos desde a descoberta da contribuição de DNA neandertal à nossa espécie.<sup>9</sup>

O parentesco entre *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* ainda é motivo de discórdia entre especialistas, embora muitos pesquisadores sustentem que ambos descendem da espécie *Homo Heildelbergensis*.<sup>10</sup> Todavia, a hipótese de que tanto Neandertais como humanos modernos sejam subespécies de *Homo sapiens* (respectivamente, *Homo sapiens neanderthalensis* e *Homo sapiens sapiens*), não está

<sup>5</sup> BAR-YOSEF MAYER, D.; VANDERMEERSCH, B. & BAR-YOSEF, O. Shells and ochre in Middle Paleolithic Qafzeh Cave, Israel: indications for modern behavior. *Journal of Human Evolution*, 56:307-314, 2009.

<sup>6</sup> VANHAEREN, M. *et al.* Thinking strings: Additional evidence for personal ornament use in the Middle Stone Age at Blombos Cave, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 64:500-517, 2013.

<sup>7</sup> D'ERRICO, F. *et al.* Archaeological Evidence for the Emergence of Language, Symbolism, and Music – An Alternative Multidisciplinary Perspective. *Journal of World Prehistory*, 17:1-70, 2003.

<sup>8</sup> D'ERRICO, F. *et al.* *Op. cit.*

<sup>9</sup> VERNOT, B. & AKEY, M. J. Resurrecting Surviving Neandertal Lineages from Modern Human Genomes. *Science*, 343:2.017-2.021, 2014.

<sup>10</sup> TATTERSALL, I. How did modern human cognition evolve? In: COHEN, H. & STEMMER, B. *Consciousness and Cognition*. American Press, p. 3-17. 2007.

completamente descartada. Essa relação tão próxima que gera polêmica entre os pesquisadores, pode ser uma explicação para certos paralelos entre neandertais e humanos modernos.

As evidências atribuídas aos Neandertais que levam à sugestão de um pensamento simbólico complexo (por conseguinte próximo daquele desenvolvido pelos *sapiens*) são ainda alvo de críticas e debates. Em recente artigo em torno dessa controvérsia, Burdukiewicz<sup>11</sup> alerta sobre a tentativa de desumanização dos Neandertais, sugerindo que, de fato, essas populações não diferiam muito das demais populações existentes à época, que possuíam pensamento simbólico, sinais sugestivos do uso de adornos, sepultamentos intencionais e outros elementos em comum com os primeiros representantes de nossa espécie. Nesse sentido, Martín<sup>12</sup> questiona se as formas de expressão do pensamento simbólico dos Neandertais seriam distintas daquelas dos grupos de *sapiens* que ocuparam a Europa e que foram responsáveis por uma profusão de manifestações simbólicas a partir dos 40 mil anos. O autor ainda salienta que essas manifestações podem ser um fenômeno específico desses grupos, uma vez que manifestações semelhantes em outras regiões ocorreram tardiamente.

### Sepultamentos e práticas funerárias

Debates à parte, é importante avaliar qual o papel das práticas funerárias no desenvolvimento do pensamento simbólico. O sepultamento intencional em si não é, necessariamente, um indicativo do mesmo. Sepultamos por diferentes razões. O corpo sem vida atrai animais indesejáveis. A presença de um cadáver, dependendo da cultura, pode ser aceitável entre os vivos, mas em muitos casos pode ser motivo maior de pesar. Da mesma forma, o processo de decomposição pode não ser agradável aos olhos. Sendo assim, motivos práticos para o sepultamento podem ser inferidos aos grupos humanos do passado, da mesma forma que os temos hoje, independente de questões religiosas ou simbólicas.

As pistas para inferir motivações além das de ordem prática recaem sobre o que os sepultamentos revelam, para além do corpo físico. A primeira delas pode ser simplesmente a presença de ornamentos pessoais, mesmo aqueles que o morto carregava em vida. A segunda, pode ser a presença de acompanhamentos funerários<sup>13</sup>, indicativos de rituais ou de crenças que extrapolam a realidade cotidiana.

<sup>11</sup> BURDUKIEWICZ, J. M. The origin of symbolic behavior of Middle Palaeolithic humans: Recent controversies. *Quaternary International*, 326-327:398-405, 2014.

<sup>12</sup> MARTÍN, F. D. *Op. cit.*

<sup>13</sup> Neste caso, entendemos como acompanhamento funerário não apenas objetos depositados intencionalmente com o morto, mas também a presença de pigmentos, como o ocre, possíveis indicativos de práticas rituais.

A terceira, um pouco mais discutível, refere-se às formas de tratamento e deposição do corpo, especialmente no momento do sepultamento, um indicativo de intencionalidade, mas nem sempre um indicativo de ação simbólica, pelos motivos já expostos. Todavia, certos elementos permitem inferir possíveis crenças, como a recorrência em um mesmo sítio dos posicionamentos dos corpos, associados aos pontos cardeais, entre outros.

Uma dificuldade para a interpretação de acompanhamentos funerários é a sua identificação precisa como tal e não como objetos intrusivos no sepultamento.<sup>14</sup> Tal discussão permanece para muitos dos sugeridos acompanhamentos encontrados em sítios neandertais, e mesmo para alguns sítios de humanos modernos.

Reavaliações de sítios, contrárias a uma origem antiga do pensamento simbólico, seja para neandertais ou *sapiens*, são recorrentes, como atestam os trabalhos de Garret<sup>15</sup> discutindo diferentes sítios do paleolítico médio e propondo alternativas para as condições dos esqueletos encontrados. Da mesma forma, Sandgathe e colaboradores<sup>16</sup> ao reanalisarem as condições do sítio Roc de Marsall (França) consideram que não há evidências que possam assegurar o sepultamento intencional da criança Neandertal encontrada. No bojo dessas controvérsias encontram-se discussões sobre a interpretação dos processos pós-deposicionais (tafonômicos) dos esqueletos humanos e, eventualmente, dos remanescentes de fauna encontrados, releitura das condições estratigráficas e interpretações divergentes sobre os processos de formação dos sítios.

Um caso singular de debate sobre o pensamento simbólico complexo entre neandertais refere-se à descoberta de evidências de pólen associadas a um sepultamento (sepultamento IV) na caverna Shanidar, atual Iraque. Os grãos de pólen encontrados sugerem a presença de flores depositadas intencionalmente no sepultamento.<sup>17</sup> Este achado vem sendo alvo de críticas, uma vez que algumas das espécies estão presentes na atualidade. Dada a grande facilidade com que o pólen se dissipa pelo ar, os resultados são considerados, no mínimo, discutíveis por alguns pesquisadores.

Mas à medida que avançamos no tempo, inúmeros são os exemplos, entre os sepultamentos de *sapiens* no Paleolítico Superior em diante, de práticas funerárias simbolicamente constituídas, na crença de um mundo não limitado pelas restrições materiais, de um mundo após a morte. Alimentos, ornamentos, oferendas parecem expressar variadas construções místicas que podem incluir desde elementos

<sup>14</sup> BURDUKIEWICZ, J. M. *Op. cit.*

<sup>15</sup> GARGETT, R. H. Middle Palaeolithic burial is not a dead issue: the view from Qafzeh, Saint-Césaire, Kebara, Amud, and Dederiyeh. *Journal of Human Evolution*, 37:27-90, 1999.

<sup>16</sup> SANDGHATE, D. *et al.* The Roc de Marsal Neandertal child: A reassessment of its status as a deliberate burial. *Journal of Human Evolution*, 61:243-253, 2011.

<sup>17</sup> SOLECKI, R. S. Shanidar IV, a Neanderthal Flower Burial in Northern Iraq. *Science*, 190:880-881, 1975. LEROI-GOURHAN, A. The Flowers Found with Shanidar IV, a Neanderthal Burial in Iraq. *Science*, 190: 562-564, 1975.

para acompanhar o morto na sua “viagem” para outro mundo, mantê-lo nessa nova situação ou mesmo “apaziguar” seu “espírito”.

A despeito dos questionamentos, uma antiguidade anterior a 40 mil anos para o início de práticas funerárias simbólicas parece ganhar corpo no registro arqueológico. Alguns dos trabalhos citados, que levantam dúvidas sobre essa questão, não excluem a possibilidade de sepultamento intencional e de eventuais acompanhamentos funerários, apenas sugerem que não há elementos suficientes para confirmar sua existência. Retorno ao pensamento de Matín: talvez a explosão artística do Paleolítico Superior esteja orientando o olhar para uma, mas não a única, forma de expressão do pensamento simbólico complexo. Tal reflexão também pode ser válida para as práticas funerárias.

Quando acompanhamentos funerários indiscutíveis surgem no registro arqueológico, torna-se claro o estabelecimento de uma nova realidade, que incorpora entre seus elementos intangíveis, crenças e concepções sobre um mundo invisível, no qual rituais, signos e símbolos se conjugam, para conforto do morto e dos vivos.

O sítio de Sungir, na atual Rússia, revelou ao mundo um exemplo singular de sepultamentos intencionais elaborados. Três indivíduos foram evidenciados sepultados com roupas e milhares de contas produzidas em presas de mamute, dentes de foca como pingentes e outros acompanhamentos. Um dos indivíduos era um homem adulto. Os outros dois (um menino em torno de 12 anos e uma menina por volta dos dez anos)<sup>18</sup> estavam claramente associados: foram sepultados ao longo de um mesmo eixo, com o topo de suas cabeças se tocando. Ainda que suas datas estejam sob discussão<sup>19</sup>, uma antiguidade em torno de 26 mil anos é proposta para os sepultamentos. As contas encontradas no menino são cerca de um terço menores do que as encontradas com o adulto, sugerindo uma possível diferenciação nos ornamentos por idade.<sup>20</sup>

## Arte

Dentre todos os elementos remanescentes no registro arqueológico, talvez o mais significativo seja o que chamamos de “arte pré-histórica”. Não pretendo entrar na discussão sobre o significado da arte como entendemos na atualidade e as eventuais diferenças ou mesmo a ausência deste conceito no período Paleolítico. O foco aqui são representações onde o cunho estético (presentes em artefatos e manifestações culturais, associadas ou não ao cotidiano)

<sup>18</sup> COOK, J. *Op. cit.*

<sup>19</sup> KUZMIN, Y. V.; VAN DER PLICHT, J. & SULER-ZHITSKY, L. D. Puzzling radiocarbon dates for the upper paleolithic site of sungir (Central Russian Plain). *Radiocarbon*, 56(2)451-459, 2014.

<sup>20</sup> COOK, J. *Op. cit.*

pode ser secundário a uma necessidade clara de comunicação, de transmissão de ideias, conceitos, sinais. Neste caso, a pintura corporal sugerida pela presença de pigmentos em sítios pré-históricos, e adornos, não deixam de ser manifestações dessa “arte”. Mas gostaria de ressaltar algumas manifestações igualmente importantes e, possivelmente, criações únicas de nossa espécie. A arte rupestre e as esculturas (simpaticamente apelidadas de “arte portátil”), cujas representações mais conhecidas são originárias do Paleolítico Superior, na Europa.

Entre as mais antigas esculturas, o “homem com cabeça de leão” é emblemática. Com cerca de 40 mil anos de antiguidade, a estátua foi recuperada na caverna de Stadel, Sudoeste da Alemanha.<sup>21</sup> Esculpido em uma presa de mamute, a peça constitui-se num ser bípede com cabeça de leão. Não é possível saber o que significa. Pode tratar-se da representação de um homem com uma máscara de leão, ou de algo mais espetacular ainda: a representação de um ser que não tem existência no mundo real. Em ambos os casos, estamos diante de um objeto carregado de conteúdo simbólico. Quer represente um homem, um clã, uma divindade ou outra coisa, há um significado particular para o artista e para aqueles que o possuíam, perdido no correr do tempo. Outra escultura semelhante foi recuperada em um vale próximo<sup>22</sup> e seu descobridor considera que as populações de ambas áreas compartilhavam a mesma cultura, provavelmente com elementos xamânicos.

Esculturas de animais são igualmente fascinantes. Um conjunto significativo foi recuperado na caverna de Vogelherd, não muito distante do sítio onde foi encontrado o “homem com cabeça de leão”. Representações de bisão, mamute, grandes felinos e o famoso “Cavalo de Vogelherd”, com cerca de 35 mil anos, foram recuperados neste sítio, que também possui sepultamentos humanos, fogueira e restos esqueléticos de cavalos.<sup>23</sup>

Representações humanas são também encontradas dispersas pela Eurásia. As famosas “Vênus”, pequenas figuras femininas esculpidas em marfim, rocha ou mesmo produzidas em argila – como o exemplar de Dolni Vstonice (República Tcheca). A despeito de suas variações estilísticas, a recorrência da temática feminina sugere que crenças e mitos poderiam ser compartilhados por alguns dos grupos humanos que habitaram a região a partir dos 30 mil anos. A primeira representação feminina conhecida é mais antiga e foi encontrada em Hohle Fels, no sudoeste da Alemanha.<sup>24</sup> Elaborada a partir de presa de mamute, essa curiosa repre-

<sup>21</sup> TATTERSAL, I. *Op. Cit.*

<sup>22</sup> CONARD, N. J. Palaeolithic ivory sculptures from southwestern Germany and the origins of figurative art. *Nature*, 426:830-832, 2003.

<sup>23</sup> COOK, J. *Op. cit.*

<sup>24</sup> CONARD, N. J. A female figurine from the basal Aurignacian of Hohle Fels Cave in southwestern Germany. *Nature*, 459:248-252, 2009.

sentação feminina com cabeça extremamente reduzida em relação ao corpo e fartos seios, possui uma antiguidade em torno dos 35 mil anos, demonstrando que ainda há muito que entender sobre as representações antropomorfas no território europeu.

Para além das “Vênus”, representações masculinas também surgem no registro arqueológico, embora em menor número, assim como representações de partes do corpo, como seios e falos. O destaque de partes específicas da anatomia humana parece ser precedido pela representação feminina. Contudo, boa parte das “Vênus” encontradas destacam alguns elementos do corpo como seios, abdômen e nádegas, geralmente avantajados, em detrimento de membros e representações faciais.

Representações humanas e animais também são encontradas na Sibéria, especialmente no sítio de Malta. Porém, estudos recentes sugerem que as representações desses objetos estariam associadas à infância<sup>25</sup>, distinguindo-se das representações clássicas das “Vênus” europeias, geralmente associadas ao feminino e à fertilidade. Tal perspectiva ainda carece de maiores estudos, mas permitem sugerir a possibilidade de diferentes complexos culturais, com distintas representações e construções do mundo simbólico. Um elemento adicional é o fato de que existem sinais sugestivos do uso de vestimentas nas esculturas antropomorfas, em contraste com as Vênus que se apresentam com o corpo despido.

O que todas essas figuras representaram para esses grupos pode apenas ser especulado. É possível, todavia, perceber que a partir dos 40 mil anos novas formas de representação dessa realidade construída, simbólica, estão presentes entre os grupos humanos e podem ser reconhecidos por nós a partir do registro arqueológico.

Não é possível falar de arte pré-histórica sem considerar as representações elaboradas por nossos antepassados tendo como substrato paredes rochosas, seja em cavernas, seja ao ar livre. Pinturas e gravações estão presentes ao redor do mundo, realizadas por diferentes culturas ao longo do tempo. Pela extensão do tema, o foco neste artigo recai sobre as controvérsias e não sobre as pinturas em si, cuja beleza, estilística e variedade de interpretações demandaria uma revisão por demais extensa.

As primeiras remontam há cerca de 35 mil anos e foram encontradas na gruta de Chauvet, França. Considerando essa datação, cerca de 15 mil anos separam as obras de Chauvet das demais pinturas encontradas na Europa.

<sup>25</sup> SCHMIDT, I. V. The “Malta Realism”: on interpreting Siberian anthropomorphic figurines from the Upper Paleolithic. *Archaeology Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 38(3):50-57, 2010.

<sup>26</sup> PETTITT, P. Art and the Middle-to-Upper Paleolithic transition in Europe: Comments on the archaeological arguments for an early Upper Paleolithic antiquity of the Grotte Chauvet art. *Journal of Human Evolution*, 55: 908-917, 2008.

COMBIER, J. & JOUVE, G. Nouvelles recherches sur l'identité culturelle et stylistique de la grotte Chauvet et sur sa datation par la méthode du 14C. *L'anthropologie*, 118:115-151, 2014.

<sup>27</sup> PIKE, A. W. G. *et al.* U-Series Dating of Paleolithic Art in 11 Caves in Spain. *Science*, 336:1.409-1.413, 2012.

<sup>28</sup> ZÜCHNER, C. Comments and additional remarks on the paper by Jean Combiér and Guy Jouve: New investigations into the cultural and stylistic identity of the Chauvet Cave and its radiocarbon dating. *L'anthropologie*, 118:186-189, 2014.

<sup>29</sup> GONZÁLEZ-SAINZ, C. *et al.* Not only Chauvet: Dating Aurignacian rock art in Altxerri B Cave (northern Spain). *Journal of Human Evolution*, 65:457-464, 2013.

Obviamente, essa antiguidade tem sido amplamente questionada.<sup>26</sup> Todavia, datações por urânio em cavernas na Espanha<sup>27</sup>, incluindo-se a famosa Caverna de Altamira, sugerem que algumas pinturas, mais abstratas (discos, pontilhados etc.) possuem datações que superariam os 35 mil anos. Para os autores desse estudo, a arte parietal teria se iniciado, de fato, com as primeiras populações de sapiens que se estabeleceram na região e gradualmente teriam se desenvolvido até seu magnífico florescimento, por volta de 20 mil anos atrás. As cavernas teria sido revisitadas e novos “artistas” registrado suas obras junto à composições mais antigas. Tal perspectiva vem sendo postulada também para Chauvet.<sup>28</sup>

Não há expectativa para o fim do debate sobre a antiguidade dessas pinturas. A Caverna Altexerri B, na Espanha<sup>29</sup>, apresenta datas que remontam há 40 mil anos. Uma vez que essa antiguidade foi obtida a partir de ossos associados e não dos pigmentos – ainda que a análise estilística sugira alguma distinção entre as pinturas da caverna e outras posteriores –, não é possível afirmar que existam evidências incontestáveis da antiguidade da arte parietal.

No que diz respeito às pinturas, Chauvet se destaca pela presença de felinos, uma temática incomum nas pinturas de outras cavernas (mas presente em Alterexxi B). Na maioria das cavernas é possível vislumbrar elementos da fauna contemporânea aos pintores. Bisões, cavalos, renas, representações humanas, entre outras, estão registradas no interior dos espaços rochosos. Em algumas, como Altamira, o relevo rochoso foi aproveitado para definir formas. O uso de iluminação artificial nas áreas mais escuras e profundas, e de suportes para atingir setores mais elevados, é comprovado em muitos casos.

As diferentes visões interpretativas sobre as pinturas remontam aos seus primeiros achados e persistem até os dias de hoje. Todavia, se as narrativas nos escapam, é possível sugerir que as populações que as elaboraram partilhavam um elemento comum: a necessidade de expressão para além das palavras, para além do momento fugaz de expressão sonora.

## Considerações finais

No presente artigo tentei sumarizar algumas das discussões relativas ao surgimento do pensamento simbólico, pensamento esse que nos define enquanto espécie, ainda que não tenhamos sido os únicos a desenvolvê-lo. Boa parte das controvérsias recai sobre questões relativas à multidisci-

plinaridade das investigações sobre o passado. São discussões referentes ao contexto arqueológico, aos processos pós-deposicionais, à leitura dos perfis estratigráficos, aos métodos e procedimentos de datação e outras análises.

É possível também perceber que parte das controvérsias envolvem questionamentos aos modelos estabelecidos de explicação do surgimento do pensamento simbólico e de algumas de suas manifestações. Atribuir o pensamento simbólico complexo apenas ao *Homo sapiens*, vem sendo cada vez mais questionado. Todavia, mesmo no que diz respeito às evidências em nossa própria espécie, disputas e discussões questionam sua antiguidade. Muitos dos dados apresentados, todavia, parecem indicar que o pensamento simbólico em nossa espécie teria uma origem anterior à exuberância de manifestações que surgem ao longo do Paleolítico Superior, com expressões talvez mais modestas para os observadores atuais, mas igualmente repletas de significado. Conchas e pigmentos podem não ter o mesmo impacto de uma bela estatueta ou de uma cena pintada em uma caverna, mas podem ter sido tão importantes quanto estas para nossos ancestrais.

É relevante dar continuidade a esse debate. Saber quando o pensamento simbólico complexo começou pode ajudar a esclarecer muito sobre o processo evolutivo de nossa espécie e sobre nossas capacidades mentais mais abstratas. Como única espécie representante do nosso gênero, descobrir porque somos como somos e como nos tornamos assim, ainda é um dos nossos maiores desafios.

**Claudia Rodrigues-Carvalho** é graduada em Arqueologia pela Universidade Estácio de Sá e Doutora em Ciências pela Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz. É Bioantropóloga com ênfase em bioarqueologia do Departamento de Antropologia e docente do Programa de Pós-graduação em Arqueologia do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Bolsista do CNPq.

claudia@mn.ufrj.br

BETWEEN SKEPTICS  
AND ADAPTATIONISTS  
NEW PROSPECTS FOR HUMAN  
LANGUAGE EVOLUTION

---

*Telmo Pievani*

The debate on human language evolution is crystallizing around a diatribe that is likely to be sterile, between skeptics (well represented by a provocative recent paper by Hauser *et al.*) and adaptationists convinced that language is just an instinct or a modulus gradually evolved by natural selection as an “adaptation for” general functions of communication. In this paper we will critically analyze both positions and we will propose two cases as examples of a possible “third way”. In order to avoid this dichotomous impasse, we need to consider that now in the field we can count on an updated theory of evolution, an extended Neo-Darwinism more pluralistic in its explanatory patterns (ignored by both contenders), and on the enlargement of the empirical basis of evolutionary hypotheses, namely through the convergence of molecular, morphological, ecological and biogeographic data. With reference to the natural history of typically human language in strict sense, the “South African Final Wave” model and the “cascade of exaptations” model could be two promising applications of an updated theory of evolution. Such cases will be presented and discussed.

## The mystery of language evolution?

The debate around the evolution of language has been recently fomented by the chronicle of an alleged failure, titled in a very eloquent way: “The mystery of language evolution”<sup>1</sup>. We will focus here on the category of “mystery”, frequently adopted for human language in the history of evolutionary thought, but let us share briefly the contents of the paper before discussing them. The heaviest signer is certainly Noam Chomsky, but other very influential authors come together: the great Harvard geneticist Richard Lewontin, linguists Robert Berwick and Jeffrey Watumull, animal communication experts such as Michael J. Ryan and Marc D. Hauser, a well reputed scholar of language learning, Charles Yang, and Ian Tattersall, author of fundamental essays on human evolution. The scientific failure pointed by the article would have been that of those who have competed in the last four decades in any kind of evolutionary hypotheses on human language, but could not fill the gap that separates us from other animals.

“The richness of ideas is accompanied by a poverty of evidence”<sup>2</sup>, this is the severe sentence. We do not have explanations of how and why our linguistic computations and representations arose in natural history yet. The alleged poverty of evidence is analytically described in four main areas: 1) studies of communication in nonhuman animals (with no relevant parallels to human linguistic communication and no insights about the underlying biological capacities); 2) paleontological and archaeological evidence (too fragmentary and unable to provide clues about past selective pressures); 3) genetics of language (no connections between genes and linguistic processes will be discovered any time soon); 4) evolutionary mathematic modelling (based on unfounded assumptions and without operational empirical tests).

This view of human linguistic discontinuity is not surprising. In the past of some authors we find some excess of anti-Darwinism, which could led them to exaggerate the pessimism. This is not the only weak point of the article. The harshness of the analysis of anything published so far in the field of language evolution is pivoted by the first signing of Marc Hauser, whose speculations on the natural history of a human universal moral grammar did not always have a happy ending. In some cases, the underestimation of current researches is clearly unfounded: for instance, it is unfair to write that from the paleontological and archaeolo-

<sup>1</sup> HAUSER, M. D. *et al.* The mystery of language evolution. *Frontiers of Psychology*, vol. 5, May 2014, article 401, doi: 10.3389/fpsyg.2014.00401, 2014

<sup>2</sup> HAUSER M. D. *et al.* *Op. cit.*

<sup>3</sup> D'ERRICO, F. & STRINGER, C. Evolution, revolution or saltation scenario for the emergence of modern cultures. *Phil. Trans. Royal Soc.*, 366, p. 1.060-1.069, 2011.

<sup>4</sup> SOMEL, M.; LIU, X. & KHAITOVICH, P. Human brain evolution: transcripts, metabolites and their regulators. *Nature Neuroscience*, 14, p. 112-127, 2013.

gical record is still impossible to deduce information about mental representations, cognitive and computational tasks in our ancestors (belonging to our species or not). The palaeo-neurological studies of human endocasts, the advanced geometric morphometry and the cognitive archeology applied to the patterns of stone tools production are supplying a growing literature related to the evolution of intelligence and language in the *Homo* genus.<sup>3</sup> We have archaeological evidence of computational processes (i. e. combinatorial and compositional skills), associated with neurological specificities (i. e. globularity in *Homo sapiens* skulls and evolution of language-related areas), able to support valid hypotheses about, as a case study, the computational differences between *Homo sapiens* and *Homo neanderthalensis*. As for genetics, recently we have seen the first data on the molecular changes that altered neural development and led to the evolution of the peculiar structure of the *Homo sapiens* brain, even after the split from the common ancestor with Neanderthals.<sup>4</sup>

The main weaknesses of the provocative article are anyway related to the argumentative structure. The initial standard case of túngara frog is too simplistic when compared to the dualistic definition of the human faculty of language “in the narrow sense” (FLN) that comes immediately after (as opposed to the language faculty in the broad sense, FLB). Setting the premises about the “language phenotype” along such a dramatic gulf with anything else in nature, it will seem to anyone that there is an evolutionary ocean in between. The discontinuity between FLN and FLB is strongly rooted in their respective *a priori* definitions. The described vast linguistic differences between birds, non-human primates and *Homo sapiens* often appear a matter of degree rather than a qualitative, unbridgeable Rubicon.

The conditions so far tested in nonhuman animals are just necessary but not sufficient for language (FLN sense), Hauser *et al.* say. Though, integrating more and more “necessary conditions” or enabling pre-conditions, we have no theoretical and experimental reasons to suppose that, at some point in the history of hominins, articulated language in modern sense could have evolved. Otherwise we should say, as a logic consequence, that the peculiar evolution of human language, as a qualitative dramatic jump, escapes the normal continuity (although with different rhythms) of any evolutionary process according to the core of the current Neo-Darwinian research programme.

Here we approach the basic fallacy of the paper: its implicit subjection to a polemic target that is an old fashioned view of the theory of evolution, intended as a straw man. The enemy is not mentioned but transpires between the lines for anyone who knows the history of the debate: the strong (and naïve) adaptationism of evolutionary psychology and other approaches.<sup>5</sup> Hauser *et al.*<sup>6</sup> consider the language phenotype as a single trait and challenge the functionalistic and gradualistic attempts to reconstruct its evolution. They are right with respect to the straw man they keep in mind, but the actual theory of evolution in the field today is not reducible to that caricature. Two examples of this fallacy follow.

When the “biological capacity for language” is repeatedly distinguished from “its many possible functions” (such as communication and internal thought), Hauser *et al.* should make explicit in which alternative ways it is possible to have the evolution of a complex trait or behaviour without considering just functions and selective pressures. They did not, and in the final suggestions for future researches (confined in just a table) they simply list some faint empirical and methodological possible advancements. Secondly, in a crucial point of the paper we can see directly this polemic bias against enemies not mentioned. Oddly, Hauser *et al.* consider a bankruptcy the discovery of recent evolutionary specificities in *Homo sapiens*: autapomorphic changes in our anatomy (in the shape of the vocal tract in the human head)<sup>7</sup> and autapomorphic changes in our genome (the first alleles associated with speech have been isolated). In other words, we are beginning to know what recently distinguished *Homo sapiens* from other species of the *Homo* genus strictly related phylogenetically to us. This great result is presented as a defeat. But who is to defeat? Just an evolutionary biologist strongly convinced that everything in nature must be explained through a slow, gradual, adaptively fine-tuned process. Why should the understanding of what constitutes the recent uniqueness of our species be evaluated as a negative proof or bad news? Evolution is not necessarily synonymous with exhausting graduality over millions of years.

### Skeptics VS adaptationists: nothing else?

Are we doomed to choose between a mysterious mystical discontinuity of the “faculty of language in the narrow sense”, in one hand, and a desperately long adaptive evolution whose functional beginnings are already present

<sup>5</sup> PLOTKIN, H. *Evolution in Mind: An Introduction to Evolutionary Psychology*. London: Allen Lane & Penguin, 1997.

<sup>6</sup> HAUSER, M. D. *et al.* *Op. cit.*

<sup>7</sup> LIEBERMAN, D. E. *The Evolution of the Human Head*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 2011.

in frogs and sparrows? The paper tries to push us to take a position in a dichotomous conflict that does not exist in the facts: to be resigned to the mystery against the old glorious defenders of the orthodoxy. QED, while the *pars construens* of the paper (table 1) is quite nebulous (just a couple of interesting suggestions about neurological studies of animal communication in the wild). As expected, the reactions of the ultra-Darwinians in permanent service will be caustic and unrelated to the contents. Thus a perfect fight for the media is served.

How to escape this dichotomous setting and overcome the impasse? After all, Hauser *et al.*<sup>8</sup> make some good points. Methodologically, it is right to point out that the study of the remote causes of human behaviours should adhere to strict standards of experimental evolutionary biology *per se*, rather than relying on adaptationist “just-so stories” like much of evolutionary psychology (and evolutionary politics, evolutionary economy etc) has done so far (for two very effective and analytic critics of the evolutionary psychology literature: Buller<sup>9</sup> and Richardson<sup>10</sup>). The most advanced comparative studies analyzing the diffusion and history of different traits in primate phylogeny (according to the so-called “tree thinking”) which integrate molecular, morphological and biogeographic data show, beyond any doubt, that it is a mistake to consider the adaptive hypotheses as the only plausible ones.<sup>11</sup> Tree thinking is missing in language and human psychology studies, and the authors are right to emphasize it.

Furthermore, we can just appreciate the correction [of direction] in the Chomskyan school. Instead of blaming Darwin himself and improvidently declaring defunct Neo-Darwinism itself (which, in the meantime, shows off excellent health and evolution), now Chomskyans and allies criticize the contents, aims and methodologies of current evolutionary hypotheses about language, with some biased bitterness and some piecemeal proposes for empirical alternatives to the naïve adaptationism that have prevailed for decades. Nevertheless, in their *pars construens* they have forgotten important lines of evolutionary research (among others, genes-cultures coevolution, evo-devo, epigenetics, quantitative human behavioral ecology)<sup>12</sup> that could be very useful for future researches on language evolution. But the overall attempt of provoking a scientific debate is welcome after all.

In order to avoid the dichotomous impasse we need much more. Those who surrender to the mystery of mystic

<sup>8</sup> HAUSER M. D. *et al.* *Op. cit.*

<sup>9</sup> BULLER, D. J. *Adapting Minds: Evolutionary Psychology and the Persistent Quest for Human Nature*. Cambridge (MA): The MIT Press, 2005.

<sup>10</sup> RICHARDSON, R. C. *Evolutionary Psychology as Maladapted Psychology*, Cambridge (MA): The MIT Press, 2007.

<sup>11</sup> PIEVANI, T. *Evoluti e abbandonati. Sesso, politica, morale: Darwin spiega proprio tutto?* Torino: Einaudi, 2014.

<sup>12</sup> RICHERSON, P. J. & BOYD, R. *Not by Genes Alone*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005. NETTLE, D. *et al.* Human behavioral ecology: current research and future prospects. *Behavioral Ecology*, 24(5):1.031-1.040, 2013. FISHER, S. E. & RIDLEY, M. Culture, genes, and the human revolution. *Science*, 340:929-930, 2013.

discontinuity of language (FLN) and those who believe in a gradual, adaptive, and functional piece by piece implementation of a instinct or module of language, share both the insensibility toward two recently emerging phenomena in evolutionary fields<sup>13</sup>:

<sup>13</sup> PIEVANI, T. An evolving research programme: the structure of evolutionary theory from a Lakatosian perspective. In: FASOLO, A. (Ed.). *The Theory of Evolution and Its Impact*. New York: Springer-Verlag, 2012. p. 211-228.

- a) We have an updated theory of evolution, a so-called extended Neo-Darwinism, more pluralistic in its explanatory patterns and methodologically advanced;
- b) We have an enlargement of the empirical basis of evolutionary hypotheses, namely through the convergence of molecular, morphological, ecological and biogeographic data.

We will present in the following two cases of this possible new approach to evolutionary conundrums like language evolution (of course, without the ambition of being decisive). We would like to stress the methodological novelty of these researches, that could make obsolete the impasse between skeptics and adaptationists.

### The “South African Final Wave” model

Considering recent data from different disciplines like molecular biology and palaeontology – handled as pieces of a puzzle and elements of a model intended as an inference towards the best explanation – some scholars are exploring the possibility that the development of a fully articulated language (with its computational costs in terms of combinatorial and compositional recursion) favoured the key cultural innovations which, in turn, pushed the last population wave of *Homo sapiens* out of Africa about 60 to 50K ago. So, there could have been a causal correlation between the evolution of the specific language of *Homo sapiens*, the so-called “symbolic behaviour”, and the geographical globalisation of human populations.<sup>14</sup> Human biogeography could be the hidden side of a story that still needs to be completely disclosed by science.

<sup>14</sup> CAVALLI SFORZA, L. L. & PIEVANI, T. *Homo sapiens. The Great History of Human Diversity*. Turin: Codice Edizioni, 2012.

The first signs of symbolic behaviour come from Africa, and not from Europe as thought for a long time: in Blombos Cave, south of Cape Town, there are 75.000 year old pieces of ochre with engravings organised in a combinatorial pattern, as if representing a computation or a stylized figure<sup>15</sup>. In other South African sites, traces of ochre and decorative shells have been found, probably really ancient. Much later, in Europe, in Cro-Magnon *Homo sapiens* new and extremely innovative behaviours emerged. So it seems

<sup>15</sup> D'ERRICO, F. & STRIN-GER, C. *Op. cit.*

that we have a first “burst” of innovation in South Africa (or several bursts there), and, much later, new innovations with the arrival of the first *Homo sapiens* in Europe and Australia.

Investigating the recent *Homo sapiens* uniqueness (200.000 years ago) among the hominins of the genus *Homo*, we see three clear marks of innovation: 1) a global anatomy uniquely derived, mostly in the structure of the skull (globularization) and postcranial skeleton<sup>16</sup>; 2) the maximum of neotenic trend observed in dental and skull development (also compared with Neanderthals: a study on teeth finished in 2011 has shown that their development was slightly faster than ours, although not all data are consistent)<sup>17</sup>, associated with a supposedly extended genetic re-organisation; 3) and mainly, a very peculiar pattern of distribution of genetic diversity, a hint that was, until now, underestimated but has long-ranging bio-geographical consequences: genetic diversity inside our species is much less than in any other primate, and only an abrupt (or several abrupt) evolutionary “bottleneck” could explain this drop.<sup>18</sup> There are currently seven billion human beings on the planet and they have very limited genetic variance, proportionally less as one shifts away from the African continent.<sup>19</sup> This suggests that the entire human population could have descended from a small initial group which contained all our ancestors and which is currently thought to have numbered just a few thousand people.

Later, this original pioneering population which originated in the sub-Saharan region grew and spread, radiating new small founding groups which 60-50.000 years ago populated first the Old World, then Australia and the Americas, as inferred now from genome-wide patterns of variation.<sup>20</sup> The dynamics of expansion through subsequent shifts from the outer rim of the previous population generates a sequence of genetic drifts, an evolutionary step whereby the greater the distance from Africa, the fewer the average inner differences in any group of humans. This model, proposed by a network of geneticists led by Cavalli Sforza, is known as the “serial founder effect”, originating in Africa.<sup>21</sup>

This means that we now have two main results from human genetics: 1) a positive and strong correlation between the decrease in genetic variability and the distance from Africa; 2) human genetic diversity has a geographical maximum. In 2010, a group of geneticists completed a project on the genome of four elderly Bushmen hunter-

<sup>16</sup> BRUNER, E.; MANZI, G. & ARSUAGA, J. -L. Encephalization and allometric trajectories in the genus *Homo*: Evidence from the Neandertal and modern lineages. *PNAS*, vol. 100, n° 26, 15.335-15.340, 2003.

<sup>17</sup> SMITH, T. M. *et al.* Dental evidence for ontogenetic differences between modern humans and Neanderthals. *PNAS*, vol. 107, n° 49, p. 20.923-20.928, 2010.

<sup>18</sup> KAESSMANN, H. *et al.* Great ape DNA sequences reveal a reduced diversity and an expansion in humans. *Nature Genetics*, vol. 27, p. 155-156, 2001.

<sup>19</sup> RAMACHANDRAN, S. *et al.* Support from the relationship of genetic and geographic distance in human populations for a serial founder effect originating in Africa. *PNAS*, vol. 102, n. 44, p. 15.942-15.947, 2005.

<sup>20</sup> LI, J. Z. *et al.* Worldwide human relationships inferred from genome-wide patterns of variations. *Science*, vol. 319, n° 5.866, p. 1.100-1.104, 2008.

<sup>21</sup> DESHPANDE, O. *et al.* A serial founder effect model for human settlement out of Africa. *Proceedings of the Royal Society of London B*, vol. 276, p. 291-300, 2009.

<sup>22</sup> SCHUSTER, S. C. *et al.* Complete Khoisan and Bantu genomes from southern Africa. *Nature*, vol. 463, p. 943-947, 2010.

<sup>23</sup> HENN, B. M. *et al.* Hunter-gatherer genomic diversity suggests a southern African origin for modern humans. *PNAS*, vol. 108, n.º. 13, p. 5.154-5.162, 2011.

<sup>24</sup> HENN, B. M. *et al.* *Op. cit.*

<sup>25</sup> JACOBS, Z. & ROBERTS, R. G. Human history written in stone and blood. *American Scientist*, vol. 97, n.º. 4, p. 302-309, 2009.

<sup>26</sup> JACOBS, Z. & ROBERTS, R. G. *Op. cit.*

<sup>27</sup> JACOBS, Z. *et al.* Ages for the Middle Stone Age of southern Africa: Implications for human behaviour and dispersal. *Science*, vol. 322, p. 733-735, 2008.

<sup>28</sup> JACOBS, Z. & ROBERTS, R. G. *Op. cit.*

<sup>29</sup> JACOBS, Z. & ROBERTS, R. G. *Op. cit.*

gatherers, compared with a famous scion of Bantu farmers, Desmond Tutu.<sup>22</sup> The average individual variability among these South African genomes was extremely high. In particular, khoi-san languages speakers seem to be the closest to the initial phases of human diversification and spread: “Hunter-gatherer genomic diversity suggests a southern African origin for modern humans”.<sup>23</sup> This highest degree of diversity in a specific region indicates that new genetic variations have been able to accumulate over a very long time there: “African hunter-gatherer populations, with a maximum in southern Africa, continue to maintain the highest levels of genetic diversity in the world”<sup>24</sup>.

Where did the founders come from? Here archaeological data could join the molecular and biogeographic ones. According to Jacobs & Roberts<sup>25</sup> that used highly sophisticated methods of systematic dating of several sites in southern Africa, “two bursts of human innovation in southern Africa during the Middle Stone Age may be linked to population growth and early migration off the continent”. Thanks to the analytic reconstruction of geography and timing of the two cultures of Still Bay Points (between 71 and 70K ago) and Howieson’s Poort Points (between 65 and 60K ago), they outline the “ephemeral and punctuated nature of these bursts of technological and behavioural innovation”<sup>26</sup>.

The study is really innovative, because Jacobs & Roberts integrate biogeography, systematic dating, ecology, climate science and molecular data in new kinds of regional survey.<sup>27</sup> They believe that repeated pulses of demographic expansions and contractions, produced by environmental local changes, influenced the social networks and the capacity of cultural innovation in small groups of *Homo sapiens* during the Middle Stone Age in southern Africa. The typically modern symbolic behaviour could have originated in such a complex scenario of evanescent cultures associated with small hunter-gatherer populations.

But what is even more interesting is that these data seem coherent with molecular ones. Their results “hint at the possible role of population expansions in Africa as a trigger for these Stone Age innovations, and, maybe, for early migrations from Africa about 60K ago”.<sup>28</sup> In fact, “all mt-DNA lineages found outside Africa derive from just two haplogroups (M and N) that descend from the L3 haplogroup”<sup>29</sup>, and the youngest major African L3 haplogroup corresponds to an increase in population size between 86K and 61K, so within a time span exactly including

the Still Bay and Howieson's Poort cultures. Why did only one haplogroup (among the major four indigenous to Africa) show this success? According to Atkinson, Gray & Drummond,<sup>30</sup> forms of cultural innovation and increases in behavioural complexity by members of the L3 haplogroup gave them a competitive advantage in terms of group coordination, technological and communication efficiency, and mainly social cohesion<sup>31</sup>.

Expansions were the trigger for innovations, and vice versa, because technological and behavioural innovations needed an extended network of social contacts and exchanges to spread. In other phases, population contractions isolated smaller and fragmented hunter-gatherer communities, breaking the social and economic networks: that is why we see several bursts of ephemeral and local innovations, lasting just a few millennia. So, the geographical dispersion and the population size of the groups are underestimated and crucial factors with threshold-effects on behavioural innovation. In this scenario, Jacobs & Roberts<sup>32</sup> suppose that "a spark of human ingenuity" inside the groups of L3 carriers in East Africa was the catalyst for the loop between cultural innovations and demographic expansions in a group with unprecedented success: "that innovation encouraged social cohesion and the more efficient use of natural resources, prompting rapid population growth among this group of people. This population expansion may have, in turn, promoted more innovations, including the Still Bay and Howieson's Poort in southern Africa, and the migration of people out of Africa to the north"<sup>33</sup>.

A new model of modern human prehistory is emerging: it is possible that the "final wave" of people out of Africa, after the period of 60K, associated with the L3 haplogroup, was the bearer of the behavioural innovations that until now are associated with the so-called "symbolic revolution".<sup>34</sup> As it was already suggested by the Cambridge archaeologist Paul Mellars<sup>35</sup>, after the first dispersals of anatomically modern populations to Asia between 110 and 90K ago, major technological, social and economic changes occurred in Africa between 80 and 70K ago, associated with clear symbolic expressions, in a period of climatic and environmental changes. Those changes were followed by major population expansions in Africa from small source areas (like in the Still Bay and Howieson's Poort cultures) between 70 and 60K ago, and then by the dispersal of modern populations from Africa to Eurasia around 60K

<sup>30</sup> ATKINSON, Q. D.; GRAY, R. D. & DRUMMOND, A. J. Bayesian coalescent inference of major human mitochondrial DNA haplogroup expansions in Africa. *Proceedings of the Royal Society of London B*, vol. 276, p. 367-373, 2009.

<sup>31</sup> PIEVANI, T. Born to cooperate? Altruism as exaptation, and the evolution of human sociality. In: SUSSMAN, R. W. & CLONINGER, C. R. (Eds.). *Origins of Cooperation and Altruism*. New York: Springer, 2011. p. 41-61.

<sup>32</sup> JACOBS, Z. & ROBERTS, R. G. *Op. cit.*

<sup>33</sup> JACOBS, Z. & ROBERTS, R. G. *Op. cit.* p. 309.

<sup>34</sup> PIEVANI, T. The Final Wave. *Homo sapiens* biogeography and the evolution of language. *RIFL*, 203-216, 2012. Doi: 10.4396/20120618.

<sup>35</sup> MELLARS, P. A. Why did modern human populations disperse from Africa ca. 60,000 years ago? A new model. *PNAS*, vol. 103, p. 9.381-9.386, 2006.

ago. We can now add further substantiation to the interdisciplinary circumstantial evidence gathered so far.

When the “final wave” of *Homo sapiens* arrived, after 50-40K ago, the demographic balance with other recent human species (such as Neanderthals, *Homo floresiensis* and Denisova man) clearly favoured us. Neanderthals became extinct in the Iberian Peninsula around 30K ago, and *Homo floresiensis* 12K ago in the island of Flores. We know episodic expressions of symbolic behaviour in Neanderthals, but nothing compared with the systematic change in global behaviour and the cultural innovations observed in the later *Homo sapiens* populations during their diffusion into the Old World. The extinction of any other human species and the emergence of the complete modern human behaviour in *Homo sapiens*, with the trigger of the self-catalytic loop between expansion and cultural innovation, could be two causally related evolutionary phenomena: our species became more demographically invasive and increasingly competitive.<sup>36</sup>

As shown by the parallels in the tree of human genes and the tree of human languages,<sup>37</sup> the transmission of languages and genes are interestingly alike, but the analogy still remains highly disputed. According to the very controversial paper published in *Science* by Quentin Atkinson, “human genetic and phenotypic diversity declines with distance from Africa, as predicted by a serial founder effect in which successive population bottlenecks during range expansion progressively reduce diversity, underpinning support for an African origin of modern humans”<sup>38</sup>. Applying an analogous statistical analysis to the diversity of phonemes (the basic units of sound that differentiate words), it appears that a similar pattern may operate on human culture and language: “the number of phonemes used in a global sample of 504 languages is also clinal and fits a serial founder effect model of expansion from an inferred origin in Africa. This result, which is not explained by more recent demographic history, local language diversity, or statistical non-independence within language families, points to parallel mechanisms shaping genetic and linguistic diversity and supports an African origin of modern human languages”<sup>39</sup>.

Quite surprisingly, the point of view of genes and the point of view of phonemes tell the same story of human diversification. Some linguistic caveats need attention: 1) the unique origin of modern languages is not established in this way; 2) phonemic diversity is a weak statistical basis

<sup>36</sup> TATTERSALL, I. *Masters of the Planet*. New York: Palgrave Macmillan, 2012.

<sup>37</sup> CAVALLI SFORZA, L. L.; MENOZZI, P. & PIAZZA, A. *The History and Geography of Human Genes*. Princeton (NJ): Princeton University Press, 1994.

<sup>38</sup> ATKINSON, Q. D. Phonemic diversity supports a serial founder effect model of language expansion from Africa. *Science*, vol. 332, p. 346-349, 2011.

<sup>39</sup> ATKINSON, Q. D. *Op. cit.*

because it varies inside the languages in a wide range of regional variants (other methodologies are expected: through regional variants, or units of syntax); 3) the differences between biological evolution and linguistic evolution cannot be underestimated. However, the provisional matching of the two patterns is impressive, mostly because the evolution of language is associated for the first time with *Homo sapiens* biogeography.

According to Atkinson, the connection between language and the global expansion of cognitively modern humans is clear: “Truly modern language, akin to languages spoken today, may thus have been the key cultural innovation that allowed the emergence of these and other hallmarks of behavioural modernity and ultimately led to our colonization of the globe”<sup>40</sup>. As Mark Pagel incisively pointed out in his comment to Atkinson in *The New York Times*: “Language was central to human expansion across the globe. It was our secret weapon, and as soon we got language we became a really dangerous species”<sup>41</sup>.

### The “cascade of exaptations” model

In this model, based on a pluralistic and extended version of the Neo-Darwinian theory of evolution<sup>42</sup>:

- a) the evolutionary process is continuous (no qualitative and unsupported saltations), but with punctuated bursts of innovations in small populations, geographically located;
- b) there is a direct liaison between biological evolution and cultural evolution (with the latter grafted onto the former, but the latter being able to modify the ecological niches and so the frame of selective pressures acting on *Homo sapiens* populations – according to the “niche construction” model<sup>43</sup>;
- c) a growing interdisciplinary collection of evidence is unified through an inference towards the best explanation, stressing the role of biogeography in the evolution of cognitively modern human behaviour.

This is a revised version of the “exaptive hypothesis” about the emergence of cognitively modern humans,<sup>44</sup> though not involving a discontinuous and very recent “great leap forward” without geographical reference. The alleged time gap between *Homo sapiens* anatomical appear-

<sup>40</sup> ATKINSON, Q. D. Phonemic diversity supports a serial founder effect model of language expansion from Africa. *Science*, vol. 332, p. 346-349, 2011. p. 348.

<sup>41</sup> WADE, N. Phonetic clues hint language is Africa-born. *The New York Times*, April 14, 2011.

<sup>42</sup> PIEVANI, T. An evolving research programme... *Op. cit.*

<sup>43</sup> ODLING-SMEE, J.; LANDAU, K. N. & FELDMAN, M. W. *Niche Construction. The Neglected Process in Evolution*. Princeton (NJ): Princeton University Press, 2003.

<sup>44</sup> TATTERSALL, I. Human origins: Out of Africa. *PNAS*, vol. 106, n°. 38, p. 16.018-16.021, 2009.

ance (200.000 years ago in Eastern and Southern Africa) and the emergence of cognitively modern humans (75.000 years ago in Southern Africa) is possibly just an illusion due to a lack of evidence or to long periods during the Glaciations when human population shrunk in numbers. Other experts believe, instead, that our species always had the physical and cerebral potential to display such behaviours from the onset, but that a trigger was needed to release these resources (maybe related to the connection between the manipulation of stone-tools, social learning and the articulation of words)<sup>45</sup>. This process of “functional co-opting” is known by evolutionists as exaptation, whereby a structure evolved for a certain function (the former “pre-adaptation”) or as a side-effect of others (a spandrel) is then re-used for new functions in subsequent contexts.<sup>46</sup>

The acknowledgment of the importance of exaptive processes, from palaeontology to biochemistry, has now entered in textbooks and has recently been consecrated in *Nature*<sup>47</sup>, in a computational study carried out by the Zurich group of Andreas Wagner and Aditya Barve. They showed that considerable flexibility is hidden in metabolic networks, raising the idea that the functional nature of the co-optation of existing structures is widespread. Taking advantage of what you already have may be the secret of innovation.

Philip Lieberman<sup>48</sup> in 2006 had already suggested that functional co-optation and evolutionary by-products have played a role in language evolution. A very interesting “exaptational” theory for the evolution of syntax has been recently proposed by Tecumseh Fitch. Exaptation is frequently evoked in an anti-Darwinian Chomskyan sense, arguing that the most complex skills of human mind would have emerged as pure side-effects of other random modifications. This is a defensive interpretation (it admits some evolution, although not Darwinian) that trivializes the real meaning of the concept, which is not at all anti-Darwinian and does not entrust evolution to mere chance. Exaptive processes are divided into two categories, one quite moderate and one more radical: 1) the shift from a primary to a secondary function, through successive rearrangements, as described by Darwin in the sixth edition of *The Origin of Species* (and later defined as “pre-adaptation”); 2) the re-use and engagement of structures that evolved in the absence of a functional reason (spandrels), as initially side effects or structural effects.<sup>49</sup>

<sup>45</sup> DI VINCENZO, F. & MANZI, G. Social learning and origin of the language faculty by means of natural selection. *J. Anthropol. Sci.*, 91, p. 261-267, 2013.

<sup>46</sup> GOULD, S. J. & VRBA, E. S. Exaptation, a Missing Term in the Science of Form. *Paleobiology*, vol. 8, n<sup>o</sup>. 1, p. 4-15, 1982.

PIEVANI, T. Rhapsodic evolution: Essay on exaptation and evolutionary pluralism. *World Futures*, vol. 59, n<sup>o</sup>. 2, p. 63-81, 2003.

PIEVANI, T. & SERRELLI, E. Exaptation in human evolution: How to test adaptive vs exaptive evolutionary hypotheses. *Journal of Anthropological Sciences*, vol. 89, p. 1-15, 2011.

<sup>47</sup> BARVE, A. & WAGNER, A. A latent capacity for evolutionary innovation through exaptation in metabolic systems. *Nature*, 500, p. 203-213, 2013.

<sup>48</sup> LIEBERMAN, P. *Toward an Evolutionary Biology of Language*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 2006.

<sup>49</sup> PIEVANI, T. Rhapsodic evolution... *Op. cit.*

PIEVANI, T. *Introdução à Filosofia da Biologia*. São Paulo: Edições Loyola, 2010.

<sup>50</sup> PIEVANI, T. & SERRELLI, E. *Op. cit.*

In the first case, natural selection is always in action, not in the second. Through defined methodological criteria for the two categories, we must generate operationally testable hypotheses and avoid exaptive “just-so stories”.<sup>50</sup> Despite some polemic misunderstandings, the concept of exaptation in nature does not exclude that countless structures and behaviours are direct adaptations shaped by natural selection, whose agency is not under discussion. We have to compare, in each case, alternative models and select those best suited to the empirical data, constantly updated. It is a pluralistic approach to evolutionary mechanisms, processes and patterns. Thus leaving Darwin in peace, and seizing different nuances of the concept of exaptation, it is possible to understand the peculiar functional, structural and historical features of human linguistic syntax wired in our brain through an updated evolutionary toolkit. As a somehow provocative example, linguist Andrea C. Moro proposed an evolutionary hypothesis for human language (FLN) based on an initial contingency (such as a frozen historical accident) and then inertial channelling, with or without a functional pressure at the beginning and no function at all now (a sort of reversed spandrel, or “kataptation”).<sup>51</sup>

<sup>51</sup> MORO, A. C. ‘Kataptation’ or the QWERTY-effect in language evolution. *Frontiers in Psychology*, 2, p. 50. 2011.

Then, how to use this new and rich toolbox to re-configure the enigma of language evolution? An interesting proposal – methodologically at odds with the “pan-adaptationism” of evolutionary psychology – came out in 2012 from a seminal review written by Tecumseh Fitch, one of the leading experts in the field. An evolutionary biologist and cognitive scientist at the University of Vienna, he proposes to consider human language not as a monolithic trait, but as a collection of semi-independent components, each one having a possibly different evolutionary history.<sup>52</sup> Some structures might be very old and appeared before the genus *Homo*, being then re-adapted and “ex-apted” in new ecological niches during our phylogenetic trip. Others might be more recent and even typical of our species, namely the syntactic aspects of language.

<sup>52</sup> FITCH, W. T. Evolutionary developmental biology and human language evolution: Constraints on adaptation. *Evolutionary Biology*, 39, p. 613-637, 2012.

In other words, language is not a trait, but a mosaic of traits. Some basic elements of universal grammar precede the language, while others have been integrated later. This is the classical “continuity with innovation” proposed by Darwin: evolution of complex traits in humans needs continuity of the process and triggers of innovation. Some parts of the “language mosaic” are common to other species and are candidates to be the natural precursors of the

various forms of proto-languages that came before humanity (the building-blocks). It is clear that effective communication systems and proto-languages were already available to other species of genus *Homo*. The ecological and behavioral niche necessary to improve them perhaps was not only hunting, but also the (no longer physical) interactions between children and mothers through a musical and singsong proto-language.<sup>53</sup>

Other traits are species-specific and have marked human differences in our recent phylogeny, in terms of vocalization, syntax (combinatorial recursive operations) and semantics (sharing of meanings and theory of mind). A common feature of all these old and new components is to be the result – Fitch continues – of trade-offs between functional selective pressures on the one hand, and historical correlations and constraints (phylogenetic and development constraints) on the other. There are no more dichotomies between adaptations and constraints, continuity and discontinuity.<sup>54</sup> This is an example of the updated application of contemporary “evolutionary pluralism”.

According to this model, language is not a gradual refinement of increasing complexity, as repeatedly pointed out in Steven Pinker’s speculations, which stress only continuity. However, human language is not either the sudden emergence of a system already configured in its complexity and unusual near-optimality, as Chomsky and others still think, stressing only discontinuity. The third way assumes that the multiple factors of language may have evolved in different phylogenetic lines – some older, some newer – through gradual adaptations and exaptations, innovations and reconfigurations, until the current confluence of mechanisms that characterize the specific verbal language in *Homo sapiens*.

As for bipedalism, the search for a single ancestral function which the articulated language would be a specific “adaptation for” is likely to be illusory. Considering that bipedalism has more paleontological evidence due to anatomy, we have a wide range of different solutions adopted by various hominin species and not only one, with a number of morphological details to be compared. A similar feat for the language is prohibitive. Both bipedalism and language required anatomical reshaping, with structural constraints associated with. Both traits are costly and imperfect: as for bipedalism, abdomen is exposed in the front and many other ailments in the back are possible; as for language, the choking hazard. Their success, however, despite the cost, is

<sup>53</sup> FALK, D. *Finding Our Tongues*. New York: Basic Books, 2009.

<sup>54</sup> OKANOYA, K. Language, evolution and an emergent property. *Current Opinion in Neurobiology*, 17, p. 1-16, 2007.

a sign of the strong selective advantage they gave to our ancestors. The natural history of bipedalism is a “mosaic evolution”.<sup>55</sup> Likely the same is true for language.

These clues suggest that language evolution has been produced by an interaction between functional adaptations, exaptations and structural/developmental constraints: a “cascade” of adaptations and exaptations.<sup>56</sup> The descent of the larynx is not typical of *Homo sapiens*, but is found in many mammals (deer, gazelles, cats). It has the function to lengthen the vocal tract necessary to produce lower sounds, so striking fear by exaggerating their prowess and size. Then it is not an “adaptation for” language, but an exaptation for phonetic and linguistic secondary uses. The further secondary descent of larynx that occurs in human males in puberty may be reminiscent of the primary adaptation and not related to linguistic functionality, additional evidence of the original independence of this trait from language. The same could be true for the vocal imitation of complex sounds, recorded in other mammals and birds. These preexisting traits contribute today – as constraints or phantoms of past adaptations – to typically human language. They are no “adaptations for” human language. As François Jacob metaphorically wrote, they are old staff which become available for new purposes.<sup>57</sup> In his view, human language is a new recombination of already existing traits (i.e. sensory-motor neural regions related to gestural and imitation skills), some of which may be coopted, implemented and refined.

In these two cases, we see the rising features of an updated theory of evolution, an extended synthesis or extended Neo-Darwinism, totally ignored in Hauser *et al.*<sup>58</sup>. Fitch proposes that language is not a trait but an integrated set of traits, adopting mosaic evolution, tree thinking (i.e. detailed phylogenetic analyses) and a plurality of processes (evo-devo constraints, adaptations/exaptations). He undermines the mutually exclusive duality between gradualism and novelty, continuity and innovation. In both cases, we see an enlargement of the empirical basis for testing evolutionary hypotheses, namely the consilience of molecular, morphological, ecological, biogeographic data. This is “the real thing” emerging from the field, despite the mass-media success of the fights between skeptics and adaptationists.

<sup>55</sup> BERGER, L. The mosaic nature of *Australopithecus sediba*. *Science*, 340(6129), p. 163-165, 2013.

<sup>56</sup> FITCH, W. T. *Op. cit.*

<sup>57</sup> JACOB, F. Evolution and tinkering. *Science*, 196(4295), p. 1.161-1.166, 1977.

<sup>58</sup> HAUSER M. D. *et al.* The mystery of language... *Op. cit.*

**Telmo Pievani** is Associate Professor at the Department of Biology, University of Padua. He also teaches Anthropology and Bioethics. He is the author of 152 publications (<http://boa.unimib.it>), included several books. He is Director of “Pikaia”, the Italian website dedicated to evolution and philosophy of biology ([www.pikaia.eu](http://www.pikaia.eu)). With Niles Eldredge and Ian Tattersall, he was the Curator of the Italian edition of the International exhibition “Darwin 1809-2009” (Rome, Milan, Bari, 2009-2010; [www.darwin2009.it](http://www.darwin2009.it)). With Luigi Luca Cavalli Sforza he is Curator of the International exhibition “Homo sapiens. The Great History of Human Diversity”, dedicated to human evolution and the research project “genes, peoples and languages”, hosted in Rome, November 2011-April 2012, at the Palace of Expositions.

[dietelmo.pievani@unipd.it](mailto:dietelmo.pievani@unipd.it)

## COEVOLUÇÃO GENE-CULTURA

---

*Rafael Bisso-Machado*

*Tábita Hünemeier*

*Maria Cátira Bortolini*

Migrações, mudanças de hábitos e de práticas culturais representam importantes fontes de recente e inédita pressão seletiva na história evolutiva do Homo sapiens moderno. Desse modo, a coevolução entre genes e cultura se mostra como um fenômeno particularmente importante para a nossa espécie. Dificilmente o ser humano teria conseguido colonizar ambientes tão diversos, desde desertos arenosos até as regiões árticas, se tivesse dependido exclusivamente de adaptações biológicas. Cultura pode ser definida de várias formas e diferentes pesquisadores expandiram a abrangência do conceito para práticas e tradições observadas em espécies animais. Porém, é importante destacar que a cultura em nossa espécie é cumulativa e, portanto, bastante diferenciada das práticas e padrões que são transmitidos por aprendizagem e observação entre indivíduos de outras espécies animais. No contexto da coevolução de genes e cultura, a construção de nicho é fator determinante, pois refere-se à capacidade dos organismos de modificarem a pressão da seleção natural em seu meio ambiente e, assim, atuar como codiretores da sua própria evolução, bem como da de outras espécies.

## Cultura e evolução biológica do *Homo sapiens*

A palavra cultura, originalmente, fazia referência somente às atividades agrícolas desenvolvidas pelas sociedades humanas antigas. Esse significado, relacionado estritamente à atividade agrária, perdurou por séculos na sociedade ocidental. A ampliação do conceito para práticas relacionadas ao desenvolvimento humano de modo geral, que são transmitidas por pessoas socialmente próximas, surge com a helenização da sociedade romana, no século I a.C. Ainda assim, independente do significado material ou abstrato, ambas as acepções, em amplo sentido, remetem rigorosamente ao seu significado latino, que seria “aquilo que deve ser cultivado”.<sup>1</sup>

Em estudos acadêmicos, o conceito de cultura vem sendo utilizado de diversas maneiras por pesquisadores das diferentes áreas do conhecimento, tendo sido, inclusive, expandido para denominar práticas observadas em outras espécies de animais, além da nossa<sup>2</sup>. Neste texto, no entanto, o foco principal serão *Homo sapiens* e a utilização do seguinte conceito: “Cultura diz respeito à informação capaz de modificar o comportamento dos indivíduos, adquirida pelos membros de um grupo através de ensinamento, imitação e outras formas de transmissão social”.<sup>3</sup> Assim, no contexto do presente artigo, é pertinente ressaltar que a cultura tem sido considerada como um potente agente catalisador de nossa evolução biológica.<sup>4</sup> Como veremos adiante, vários estudos vêm mostrando que o valor adaptativo é influenciado pela cultura e que a evolução desta pode se dar de maneira muito mais rápida do que a biológica.

O *Homo sapiens* anatomicamente moderno originou-se no continente africano, tendo iniciado sua migração para os outros continentes entre 135.000-74.000 anos atrás<sup>5</sup>, ocupando todas as porções de terras disponíveis, com exceção da Antártida, ainda em épocas pré-históricas. Ao protagonizar tal empreitada, a espécie humana se deparou com ambientes muito diversos, e a cultura certamente contribuiu de maneira determinante para o sucesso desta migração e colonização. Nenhuma outra espécie teve tão ampla expansão geográfica e explorou nichos ecológicos tão diferentes quanto o *Homo sapiens*, única espécie dos primatas capaz de habitar desertos arenosos e regiões árticas, montanhas e vales, entre outros habitats extremos do planeta.

A cultura tem permitido que uma grande quantidade de conhecimento seja transmitida dentro e entre populações, num nível que seria praticamente impossível de ser

<sup>1</sup> BOSI, A. *A Dialética da Colonização*. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. 424 p.

<sup>2</sup> Ver revisão sobre o tema em BORTOLINI, M. C. Animais sociais, cognição cooperativa, evolução e cultura: O que nós temos a ver com isso? *Ciência & Ambiente*, v. 36, p. 87-93, 2008.

<sup>3</sup> RICHERSON, P. J. & BOYD, R. *Not by genes alone: How culture transformed human evolution*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005. 342 p.

<sup>4</sup> WHITEHEAD, H.; RICHERSON, P. J. & BOYD, R. Cultural selection and genetic diversity in humans. *Selection*, v. 3, p. 115-125, 2002.

LALAND, K. N.; ODLING-SMEE, J. & MYLES, S. How culture shaped the human genome: bringing genetics and the human sciences together. *Nature Rev. Genet.*, v. 11, p. 137-148, 2010.

<sup>5</sup> ARMITAGE, S. J. *et al.* The southern route “Out of Africa”: Evidence for an early expansion of modern humans into Arabia. *Science*, v. 331, p. 453-456, 2011.

- <sup>6</sup> HENRICH, J. A cultural species: How culture drove human evolution. *Psychological Science Agenda. Science Brief*, 2011. Disponível em: [www.apa.org/science/about/psa/2011/11/human-evolution.aspx](http://www.apa.org/science/about/psa/2011/11/human-evolution.aspx). Acesso em: 12 jan. 2014.
- <sup>7</sup> HENRICH, J. & MCELREATH, R. Dual inheritance theory: The evolution of human cultural capacities and cultural evolution. In: DUNBAR, R. & BARRETT, L. (Ed.). *Oxford Handbook of Evolutionary Psychology*. Oxford: Oxford University Press, 2007. p. 555-570.
- <sup>8</sup> HENRICH, J. A. A cultural species... *Op. cit.*  
ALPERSON-AFIL, N. et al. Spatial organization of hominin activities at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Science*, v. 326, p. 1.677-1.680, 2009.  
BROWN, K. S. et al. Fire as an engineering tool of early modern humans. *Science*, v. 325, p. 859-862, 2009.
- <sup>9</sup> DEAN, L. et al. Identification of the social and cognitive processes underlying human cumulative culture. *Science*, v. 335, p. 1.114-1.118, 2012.
- <sup>10</sup> HENRICH, J. A. A cultural species... *Op. cit.*
- <sup>11</sup> HENRICH, J. A. A cultural species... *Op. cit.*  
HENRICH, J. Demography and cultural evolution: Why adaptive cultural processes produced maladaptive losses in Tasmania. *American Antiquity*, v. 69, p. 197-214, 2004.  
HENRICH, J. Understanding cultural evolutionary models: A reply to Read's Critique. *American Antiquity*, v. 71, p. 771-782, 2006.  
HENRICH, J. The evolution of innovation-enhancing institutions. In: SHENNAN, S. J. & O'BRIEN, M. J. (Ed.). *Innovation in Cultural Systems: Contributions in Evolution Anthropology*. Cambridge: MIT, 2009. p. 99-120.  
POWELL, A.; SHENNAN, S. & THOMAS, M. G. Late Pleistocene demography and

adquirido por um indivíduo solitário ao longo de toda a sua vida.<sup>6</sup> Desse modo, é relativamente fácil constatar que o *Homo sapiens* apresenta muito mais diversidade com relação às práticas culturais (organizações e regras de convivência social, tamanhos dos grupos, estruturas de parentesco, padrões de acasalamento, por exemplo) do que tudo o que já se encontrou entre as demais espécies da ordem primata, consideradas de maneira combinada.<sup>7</sup> A cultura abriu possibilidades evolutivas inteiramente novas, de modo que o *Homo sapiens* tornou-se extremamente dependente da cultura, podendo ser considerado uma espécie ultracultural.<sup>8</sup>

É importante destacar também que a cultura humana é diferenciada daquela dos demais animais sociais por ser de natureza cumulativa (melhorias no desenvolvimento tecnológico ao longo do tempo)<sup>9</sup>. Para que a cultura se mantenha cumulativa, porém, é necessária a manutenção de populações com um número relativamente grande de indivíduos, além de outros fatores, tais como a interconexão e a comunicação eficiente dentro e entre populações ao longo de gerações. Dados vindos da arqueologia e etnografia que mostraram populações isoladas, vão perdendo gradualmente suas tecnologias mais complexas.<sup>10</sup> Assim, é a livre transmissão de conhecimento dentro e entre populações relativamente grandes que permite inovação tecnológica e promove a evolução cultural.<sup>11</sup> Além disso, sabe-se que a potencialidade de acumular cultura pôde-se expandir de maneira tão acentuada e rápida na nossa espécie devido basicamente a algumas características cognitivas e sociais, tais como a capacidade de ensinar, a linguagem, a escrita, a imitação e ações pró-sociabilidade, dentre outras. Vale lembrar também que tais habilidades requerem capacidades psicológicas especiais para a leitura de mentes (ou teoria da mente). Portanto, existe a pré-condição psicológica para a acumulação cultural, que pode ter evoluído originalmente para que o homem pudesse lidar com a complexidade do ambiente social.<sup>12</sup> Nesse contexto, o ensino torna-se fundamental para a manutenção da cultura cumulativa, devido à necessidade de transmitir a informação de maneira precisa de uma geração para outra, crescendo em importância na medida em que erros na imitação seriam cada vez mais frequentes em um ambiente cultural crescentemente complexo.<sup>13</sup> Utilizando um modelo de evolução cultural cumulativa num ambiente em mudança, Castro e Toro<sup>14</sup> demonstraram que erros de imitação impedem o processo de acumulação cultural.

Tais características permitiram que o *Homo sapiens* acumulasse cultura. Em outras espécies, algumas particula-

- the appearance of modern human behavior. *Science*, v. 324, p. 1.298-1.301, 2009.
- <sup>12</sup> ABRANTES, P. C. Evolução humana: estudos filosóficos. *Rev. Filos. Aurora*, v. 25, n. 36, p. 75-105, 2013.
- <sup>13</sup> CASTRO, L. & TORO, M. A. Cumulative cultural evolution: The role of teaching. *J Theor. Biol.*, S0022-5193 (14)00015-0, 2014.
- <sup>14</sup> CASTRO, L. & TORO, M. A. *Op. cit.*
- <sup>15</sup> DEAN, L. *et al. Op. cit.*

<sup>16</sup> DEAN, L. *et al. Op. cit.*

- <sup>17</sup> LUDWIG, M. & LENG, G. Dendritic peptide release and peptide-dependent behaviours. *Nat. Rev. Neurosci.*, v. 7, p. 126-136, 2006.
- DONALDSON, Z. R. & YOUNG, L. J. Oxytocin, vasopressin, and the neurogenetics of sociality. *Science*, v. 322, p. 900-904, 2008.
- SKUSE, D. H. & GALAGHER L. Genetic influences on social cognition. *Pediatr Res*, v. 69, p. 85r-91r, 2011.
- <sup>18</sup> SKUSE, D. H. & GALAGHER L. *Op. cit.*
- ARIAS-CARRION, O. & POPPEL, E. Dopamine, learning, and reward-seeking behavior. *Acta Neurobiol. Exp. (Wars)*, v. 67, p. 481-488, 2007.

- <sup>19</sup> HENRICH, J. & MCELREATH, R. Dual inheritance theory

ridades podem ter impedido esse processo. Alguns exemplos seriam o chamado cleptoparasitismo, que é a tendência de indivíduos dominantes monopolizarem recursos, e também a tendência de um grupo de indivíduos direcionar menos atenção a “inventores” com baixo status social. Tais aspectos sociais foram postos à prova por Dean e colegas<sup>15</sup>; eles verificaram que a capacidade de ensino por instrução verbal, de imitação e de ações pró-sociabilidade foram e continuam sendo determinantes na cultura cumulativa observada no *Homo sapiens*. As supostas características que teriam impedido a cultura cumulativa em espécies não-*sapiens*, tais como o cleptoparasitismo e a falta de atenção para membros de status social baixo, também foram testadas. Neste caso, os autores não encontraram correlação significativa entre as mesmas e a ausência de cultura cumulativa nas espécies sociais investigadas (chimpanzés e macacos capuchinhos), permanecendo, deste modo, em aberto o motivo pelo qual cultura cumulativa não é observada em outras espécies de primatas.<sup>16</sup>

Cabe lembrar aqui a presença do componente genético nos comportamentos e habilidades envolvidos na acumulação cultural, componente no qual os neurotransmissores aparecem como protagonistas.<sup>17</sup> Dentre estes, a vasopressina, dopamina, serotonina e a ocitocina já tiveram sua associação comprovada em diferentes processos de cognição, influenciando diferentes tipos de comportamentos individuais e sociais.<sup>18</sup> É sabido que tais comportamentos humanos complexos raramente são influenciados por um único locus gênico; aliás, a busca por associação entre genes (e suas variantes) ou famílias gênicas e comportamentos complexos continua bastante aquecida na comunidade acadêmica. Além de genes diretamente envolvidos nos comportamentos e na cognição, outros que codificam traços fenotípicos diversos também estão presentes na dinâmica evolutiva que implica genes e cultura, como veremos a seguir.

## Coevolução Gene-Cultura

Diante da constatação da importância das práticas culturais cumulativas na história evolutiva de nossa espécie, múltiplas teorias vêm sendo propostas com o intuito de desvendar as complexas interfaces entre os elementos biológicos e culturais. A Teoria de Coevolução Gene-Cultura, por exemplo, é uma delas e pode ser organizada em torno de três conceitos básicos de acordo com Henrich & McElreath<sup>19</sup>:

- 1) Capacidades culturais podem ser vistas como adaptações: cultura, transmissão cultural e evolução cultural surgem de adaptações psicológicas que capacitam a aquisição de ideias, crenças, valores, práticas e estratégias a partir de observações de outros indivíduos.
- 2) Evolução cultural: as adaptações cognitivas dão origem a um robusto sistema de herança que opera por regras de transmissão diferentes da herança genética e pode, portanto, produzir fenômenos não observados em outras espécies.
- 3) Coevolução gene-cultura: o sistema de herança criado pela evolução cultural pode alterar tanto o ambiente social quanto o biológico, levando a um processo denominado de coevolução gene-cultura. Por exemplo, supõe-se que a prática de cozinhar se espalhou por aprendizagem. Uma vez espalhada, a “comida cozida” se tornou um agente que selecionou variantes genéticas que levaram ao encolhimento de nosso trato digestivo, dentes, estômago e boca, dentre outras modificações fenotípicas. Com a redução do investimento nos tecidos do sistema digestório, energia pôde ser liberada para a “construção do cérebro”.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> WRANGHAM, R. W. *Catching fire: how cooking made us human*. New York: Basic Books, 2009. 309 p.

<sup>21</sup> NETTLE, D. Beyond nature versus culture: cultural variation as an evolved characteristic. *J Royal Anthropol. Inst.*, v. 15, p. 223-253, 2009.

<sup>22</sup> CASTRO, M. A.; CASTRO, L. & TORO, M. A. Evolution and culture: A naturalistic approach to social sciences. *ENDOXA: Series Filosóficas*, v. 24, p. 219-245, 2010.

A variação cultural pode ainda ser moldada por duas classes de cultura: a cultura “evocada” e a cultura “transmitida”.<sup>21</sup> A cultura evocada compõe-se meramente de uma resposta local e temporal a uma situação em que não há uma tradição ou informação a ser passada. Além disso, as diferentes opções de resposta a esta situação são, provavelmente, predefinidas geneticamente. Devido a essa natureza “geneticamente determinada”, alguns autores questionam se a mesma pode ser realmente considerada cultura como tal, dado que em outras espécies seria um claro exemplo de plasticidade fenotípica.<sup>22</sup> Nesse caso, a cultura evocada apresenta a ideia de que diferenças no ambiente físico podem causar diferenças na forma com que os grupos humanos agem e pensam. Um exemplo seriam os diferentes padrões de preferência estéticos encontrados em populações com restrição e com abundância de recursos nutricionais. Enquanto em populações com restrição o padrão estético mais favorecido é o de mulheres mais corpulentas, nas sociedades ocidentais com recursos abundantes, o padrão mais atrativo é o de corpos mais esguios. Quando se trata da cultura transmitida, colocam-se em questão padrões que excedem uma geração, que se alteram ao longo do tempo, mas que mantêm uma continuidade. A cultura transmitida

- <sup>23</sup> CASTRO, M. A.; CASTRO, L. & TORO, M. A. Evolution and culture: A naturalistic approach to social sciences. *ENDOXA: Series Filosóficas*, v. 24, p. 219-245, 2010.
- CASTRO, L. & TORO, M. A. The evolution of culture: from primate social learning to human culture. *Proc. Natl. Acad. Sci., U S A.* v. 101, p. 10.235-10.240, 2004.
- SALZANO, F. M. *Genômica e Evolução: moléculas, organismos e sociedades*. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 271 p.
- <sup>24</sup> LEWONTIN, R. C. Gene, organism and environment. In: BENDALL, D. S. (Ed.). *Evolution from molecules to men*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1983. p. 273-285. p. 273-285.
- ODLING-SMEE, F. J.; LALAND, K. N. & FELDMAN, M. W. *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. Monographs in Population Biology 37. Princeton: Princeton Univ. Press, 2003. 472 p.
- <sup>25</sup> ODLING-SMEE, F. J. Niche construction phenotypes. In: PLOTKIN, H. C. (Ed.). *The role of behavior in evolution*. Cambridge: MIT Press, 1988. 594 p.
- <sup>26</sup> ODLING-SMEE, F. J.; LALAND, K. N. & FELDMAN, M. W. *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. Princeton: Princeton Univ. Press, 2003. 472 p. (Monographs in Population Biology 37).
- <sup>27</sup> KENDAL, J.; TEHRANI, J. J. & ODLING-SMEE, J. Human niche construction in interdisciplinary focus. *Philos Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, v. 366, p. 785-792, 2011.
- <sup>28</sup> DIAMOND, J. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, v. 418, p. 700-707, 2002.

está focada nos indivíduos e suas interações e intenções quando realizam intercâmbio de informações, bem como na manutenção das tradições criadas por aprendizado. Um exemplo de cultura transmitida seria o desenvolvimento e aperfeiçoamento das práticas agrícolas nas civilizações neolíticas, e sua expansão para quase todas as sociedades atuais.<sup>23</sup>

## Teoria da Construção de Nicho

Uma abordagem que vem sendo empregada mais recentemente para o entendimento da coevolução entre genes e cultura na nossa espécie diz respeito à chamada “Teoria da Construção de Nicho”. Essa teoria pode ser definida como um ramo da biologia evolutiva que enfatiza a capacidade dos organismos de modificarem a pressão da seleção natural em seu meio ambiente e desse modo atuar como codiretores da sua própria evolução, bem como da de outras espécies.<sup>24</sup> Assim sendo, a teoria da construção do nicho alia e considera num mesmo sistema a herança genética e a herança ecológica modificada<sup>25</sup>, sendo a última decorrente da alteração ocasionada no ambiente pelos organismos, perdurando por um tempo muito maior que o de uma geração apenas.<sup>26</sup> Isso posto, pode-se dizer que a característica definidora de construção de nicho não são as modificações dos ambientes que ocorrem naturalmente, mas aquelas motivadas por mudanças induzidas pelos organismos que atuam como agentes promotores de novas fontes de pressões seletivas. Os efeitos da construção de nicho já foram documentados por estudos com ampla gama de espécies animais.<sup>27</sup>

Assim, torna-se fica evidente a importância da teoria de construção de nicho como uma ferramenta metodológica que tenta sistematizar o efeito da herança genética num contexto ecológico construído e herdado. Nesse processo, as consequências da construção de nicho tornam-se ainda mais importantes quando, além do fator ecológico e genético, soma-se o fator cultural.

A construção de nicho pode envolver elementos diferentes, o que possibilita a identificação de dois tipos básicos: (a) construção de nicho “inceptive”; e (b) construção de nicho “counteractive”. Subsequentemente, cada um deles pode-se enquadrar em: construção de nicho perturbacional e construção de nicho relocacional.<sup>28</sup>

Na construção de nicho “inceptive”, os organismos iniciam uma mudança por perturbação ou relocação. Aplicado na temática aqui abordada, poderia ser o caso de humanos migrando para latitudes mais extremas atrás de animais

para caçar ou de outros recursos, e ao fazerem isso se depararem com temperaturas mais baixas do que aquelas a que estavam acostumados. Esse seria um exemplo típico de construção de nicho “inceptive” relocacional.

Já a construção de nicho “counteractive” ocorre quando os indivíduos respondem a uma mudança promovida pelo fator ambiental.<sup>29</sup> Um exemplo seria quando os humanos idealizaram e produziram roupas, ou ainda quando aprenderam a manusear o fogo como forma de contrabalançar temperaturas mais baixas. Esse seria um caso de construção de nicho “counteractive” perturbacional. Por outro lado, se esses indivíduos reagissem ao decréscimo da temperatura migrando para uma região mais quente durante o inverno e retornando na primavera, surgiria o contexto da construção de nicho “counteractive” relocacional.

Os exemplos para as diversas formas de construção de nicho são muito numerosos. Além disso, as múltiplas formas de construção de nicho não são mutuamente excluídas, podendo-se sobrepor, sendo particularmente importantes na história do *Homo sapiens*, uma espécie única na capacidade de acumular conhecimento através de gerações e alterar grandemente seu ambiente através de revoluções tecnológicas introduzidas por práticas culturais, como veremos abaixo.<sup>30</sup>

## Alguns exemplos

De particular importância no contexto de construção de nicho foram as modificações de hábitos de subsistência e culturais decorrentes da domesticação de plantas e animais protagonizadas pelos humanos modernos há cerca de 12-8 mil anos antes do presente, de maneira independente em vários continentes.<sup>31</sup> Foi somente a partir da domesticação de plantas e animais que alguns grupos se tornaram sedentários, e assim sedimentaram os alicerces fundamentais para o surgimento das grandes civilizações. Na América, tal revolução se fez presente e marcou o destino de seus primeiros habitantes e descendentes.

Quando os primeiros caçadores-coletores chegaram à América, vindos da Ásia há cerca de 18-15 mil anos antes do presente<sup>32</sup>, encontraram diferentes latitudes, altitudes, climas, fontes de alimentos e patógenos. Ao longo do tempo e em alguns lugares, a prática da caça e coleta deu lugar à agricultura; mudança motivada, possivelmente, por alterações climáticas. Tal mudança nos hábitos de dieta catalisou uma série de outras, que acabaram por sustentar civiliza-

<sup>29</sup> ODLING-SMEE, F. J.; LALAND, K. N. & FELDMAN, M. W. *Op. cit.*

<sup>30</sup> KENDAL, J.; TEHRANI, J. J. & ODLING-SMEE, J. Human niche... *Op. cit.*  
DIAMOND, J. *Op. cit.*

<sup>31</sup> LALAND, K. N.; ODLING-SMEE, J. & MYLES, S. How culture shaped...  
DIAMOND, J. Evolution, consequences...  
RICHARDS, M. P.; SCHULTING, R. J. & HEDGES, R. E. M. Archaeology: sharp shift in diet at onset of Neolithic. *Nature*, v. 425, p. 366, 2003.

VOIGHT, B. F. *et al.* A map of recent positive selection in the human genome. *PLoS Biol.*, v. 4, p. e72, 2006.

<sup>32</sup> GONZÁLEZ-JOSÉ, R. *et al.* The peopling of America: craniofacial shape variation on a continental scale and its interpretation from an interdisciplinary view. *Am. J. Phys. Anthropol.*, v. 137, p. 175-187, 2008.

<sup>33</sup> SALZANO, F. M. & BORTOLINI, M. C. *Evolution and genetics of Latin American populations*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 512 p.

<sup>34</sup> ACUÑA-ALONZO, V. *et al.* A functional ABCA1 gene variant is associated with low HDL cholesterol levels and shows evidence of positive selection in Native Americans. *Hum. Mol. Genet.*, v. 19, p. 2.877-2.885, 2010.

<sup>35</sup> NEEL, J. V. Diabetes mellitus: a 'thrifty' genotype rendered detrimental by 'progress'? *Am. J. Hum. Genet.*, v. 14, p. 353-362, 1962.

<sup>36</sup> HÜNEMEIER, T. *et al.* Gene-culture dynamics: an example involving Native Americans. *PLoS One.*, v. 7, p. e38862, 2012.

<sup>37</sup> HÜNEMEIER, T. *et al.* Gene-culture dynamics: an example involving Native Americans. *PLoS One.*, v. 7, p. e38862, 2012.

<sup>38</sup> LALAND, K. N.; ODLING-SMEE, J. & MYLES, S. How culture shaped... *Op. cit.*

<sup>39</sup> VOIGHT, B. F. *et al.* *Op. cit.*

GERBAULT, P. *et al.* Evolution of lactase persistence: an example of human niche construction. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, v. 366, p. 863-877, 2011.

HOLDEN, C. & MACE, R. Phylogenetic analysis of the evolution of lactose digestion in adults. *Hum Biol.*, v. 69, p. 605-628, 1997.

BERSAGLIERI, T. *et al.* Genetic signatures of strong recent positive selection at the lactase gene. *Am. J. Hum. Genet.*, v. 74, p. 1.111-1.120, 2004.

ções organizadas em estruturas de estado imperial.<sup>33</sup> Outras populações nativas americanas permanecem basicamente como caçadoras-coletoras até os dias atuais. Considerando o exposto acima, os nativos americanos são de suma importância para esta área de estudo, pois ajudam a revelar aspectos importantes sobre a dinâmica da coevolução gene-cultura e da construção de nicho entre a nossa espécie. Por exemplo, recentemente um grupo de investigadores mexicanos em colaboração com vários outros, incluindo nosso grupo de pesquisa, descreveu o primeiro alelo funcional nativo americano associado ao gene de metabolismo ABCA1.<sup>34</sup> Nesse trabalho, foi sugerido que as distribuições do alelo variante ABCA1 230Cys poderiam estar relacionadas com a hipótese do genótipo frugal, desenvolvida há quase cinquenta anos por James Neel.<sup>35</sup> A hipótese testada indicou que em populações nativas e mestiças mesoamericanas, o alelo variante 230Cys teria tido uma vantagem seletiva em períodos de privação de alimento.

Expandindo esta hipótese inicial, nosso grupo de pesquisa estimou a idade do alelo variante como sendo de ~7.540 anos antes do presente, e sua distribuição estaria mais especificamente correlacionada à domesticação do milho entre os povos pré-colombianos que habitavam a Mesoamérica.<sup>36</sup> Além disso, foi possível sugerir que durante a transição de sociedades caçadoras-coletoras para agriculturistas incipientes, quando os períodos de fome eram constantes, indivíduos portadores da variante 230Cys seriam mais resistentes a situações de privação nutricional devido à capacidade desse alelo de armazenar colesterol livre dentro da célula. Hoje, indivíduos portadores do alelo variante 230Cys seriam mais propensos a ter obesidade e doenças correlacionadas à opulência.<sup>37</sup> Salienta-se que este é o primeiro exemplo de coevolução entre gene e cultura envolvendo populações nativas americanas e um gene de metabolismo de nutrientes.

A esse exemplo vêm somar-se alguns outros, descritos em vários continentes, que demonstram a importância da domesticação de plantas e animais na definição dos rumos da evolução humana. Uma rápida revisão revela que mais de 100 regiões genômicas/genes já foram identificadas como sendo alvos prováveis de seleção positiva resultante, possivelmente, de pressões culturais oriundas de nichos recentemente construídos.<sup>38</sup>

Um dos casos mais conhecidos de coevolução gene-cultura é a relação entre a persistência da síntese da enzima lactase (capacitando humanos adultos a digerir a lactose en-

- TISHKOFF, S. A. *et al.* Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe. *Nat. Genet.*, v. 39, p. 31-40, 2007.
- ITAN, Y. *et al.* A worldwide correlation of lactase persistence phenotype and genotypes. *BMC Evol Biol.*, v. 10, p. 36, 2010.
- <sup>40</sup> HOLDEN, C. & MACE, R. Phylogenetic... *Op. cit.*
- LEWINSKY, R. H. *et al.* T-13910 DNA variant associated with lactase persistence interacts with Oct-1 and stimulates lactase promoter activity in vitro. *Hum. Mol. Genet.*, v. 14, p. 3.945-3.953, 2005.
- <sup>41</sup> LALAND, K. N.; ODLING-SMEE, J. & MYLES, S. How culture shaped... *Op. cit.*
- <sup>42</sup> LIVINGSTONE, F. B. Anthropological implications of sickle-cell distribution in West Africa. *Am. Anthropol.*, v. 60, p. 533-562, 1958.

**Rafael Bisso-Machado** é biólogo, com Mestrado em Genética e Biologia Molecular pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.  
rafaelbmachado@gmail.com

**Tábita Hünemeier** é bióloga, com Mestrado e Doutorado em Genética e Biologia Molecular pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.  
hunemeier@gmail.com

**Maria Cátira Bortolini** é professora Associada do Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. É bióloga, com Mestrado e Doutorado em Genética e Biologia Molecular pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.  
maria.bortolini@ufrgs.br

contrada no leite fresco) e a domesticação de gado, bem como de outros animais produtores de leite. Frequências altas de alelos que promovem a persistência da lactase são geralmente observadas em comunidades pastoris tradicionais. Tal característica está presente em 64% dos indivíduos da etnia de pastores Beni Amir, do Sudão, contrastando com a frequência três vezes mais baixa (20%) encontrada em uma comunidade vizinha cuja atividade pastoril não é observada. Na Europa, a persistência da lactase varia num gradiente sul-norte de 15% a 96%.<sup>39</sup> Múltiplas mutações independentes têm sido associadas com a síntese da lactase na fase adulta, algumas das quais no gene *MCM6* -13910 pares de base a montante do gene *LCT*, uma região fundamental para a expressão de lactase.<sup>40</sup>

Outro exemplo seria a sociedade agricultorista Kwa, do oeste africano. Os Kwa costumavam cortar e limpar a floresta para cultivar o inhame, o que resultou em um aumento considerável de poças de água depois da chuva. Esta mudança provocada no ambiente, proporcionou muitos novos criadouros para mosquitos transmissores da malária<sup>41</sup>, favorecendo o aumento da frequência do alelo S da hemoglobina, que confere proteção contra a malária em indivíduos heterozigotos.<sup>42</sup>

Concluindo, pode-se dizer que a cultura tem moldado a história evolutiva humana de forma inigualável. Os humanos constroem nichos que permitem a sobrevivência em ambientes antes inexpugnáveis e inabitáveis. Ao fazerem isso, relaxam a pressão da seleção natural sobre alguns elementos, ao mesmo tempo em que novas necessidades são introduzidas, sinalizando o surgimento de novas pressões seletivas atuantes, seja na nossa espécie, seja nas demais que habitam os mesmos ambientes e ecossistemas. As marcas desse processo dinâmico estão sendo reveladas através dos estudos genéticos, como mostram os exemplos citados acima. No entanto, ao nos depararmos com o extraordinário desenvolvimento tecnológico da atualidade e o quanto este pode alterar a história da vida na Terra, percebemos que é uma tarefa um tanto quanto difícil imaginar para onde o processo da coevolução entre genes e cultura nos levará. Esperemos que seja para uma conjuntura onde o desenvolvimento e o bem-estar bastem para todos os seres humanos, para que vivam em harmonia e respeito com os demais seres vivos que habitam o planeta.

# EVOLUÇÃO HUMANA, BIOLOGIA, CULTURA E O AMBIENTE IATROGÊNICO DA MODERNIDADE

---

*Hilton P. Silva*

O *Homo sapiens* moderno se caracteriza pela enorme complexidade cultural e quase absoluta dependência de tecnologia para sua sobrevivência. Nossos ancestrais, como os *Australopithecus*, *Homo habilis* e *Homo erectus* compartilharam o aumento do volume cerebral, a gracilização e a dependência crescente de instrumentos como as marcas mais evidentes dos efeitos da evolução e da seleção natural em nossa história. No entanto, nos últimos dois milhões de anos, enquanto as sociedades se tornavam mais complexas e numerosas, a relação entre intensa atividade física, luta contra patógenos e recursos alimentares limitados se manteve praticamente inalterada até a idade contemporânea. Na modernidade, acabamos por construir um ambiente artificial, iatrogênico, que frequentemente entra em choque com nosso bem-estar biológico, resultando em diversas doenças como diabetes, obesidade, hipertensão, alergias e agravos de origem social, que necessitam de uma abordagem darwiniana para sua melhor compreensão e tratamento.

Há algum tempo me submeti a um teste ergométrico. Tive que correr na esteira por cerca de 10 minutos e quase morri de cansaço, mas “passei” no teste, por pouco. Saí do laboratório, entrei no carro e fui para a universidade. O resultado do exame, embora demonstrasse que estou fora de forma, como cerca de 50% da população adulta do Brasil<sup>1</sup>, em nada afetou minha vida imediata. Tivesse eu nascido há 300 anos, a história seria diferente. Ainda que eu vivesse em um ambiente urbano, se não fosse um membro do alto clero, da burguesia ou da nobreza, um homem com a minha atual aptidão física teria muitos problemas para lidar com os desafios da vida diária em um mundo sem carros, eletricidade, supermercados e onde a maioria absoluta da população dependia do árduo trabalho no campo para sobreviver. Tivesse eu nascido há 10 mil anos, no período Neolítico, muito dificilmente sobreviveria. Aos 47 anos de idade, eu seria um ancião matusalênico. Porém, com o perfil cardiovascular do meu teste, nada indica que eu chegaria tão longe. Naquela época a expectativa de vida das pessoas era de meros 40 anos. Nos últimos 10 mil anos, a sociedade humana vivenciou drásticas mudanças culturais. Passamos de caçadores-coletores, característica que dominou o modo de vida de nossos ancestrais por mais de dois milhões de anos, para sedentários consumidores de *hamburguer* e outras comidas altamente processadas.

Sabemos que nosso ramo ancestral mais antigo era formado por criaturas bípedes que evoluíram de ancestrais comuns com os chimpanzés. Essa divisão em dois grupos ou clados, segundo os dados disponíveis atualmente, deve ter ocorrido há cerca de sete milhões de anos, na África. É possível afirmar isso porque os fósseis mais antigos de primatas foram achados naquele continente. Lá apareceram também os primeiros primatas bípedes e, segundo os paleoantropólogos, essas criaturas são os nossos parentes mais antigos. Alguns grupos dos primeiros primatas bípedes se extinguíram, mas outros sobreviveram e é desses grupos que surgiu, graças a mudanças evolutivas, a espécie humana atual, o *Homo sapiens*, há cerca de 200 mil anos.<sup>2</sup>

No final do período Mioceno (24 a 5,3 milhões de anos atrás), mais precisamente no período compreendido entre 7 e 4,5 milhões de anos, viviam na África as criaturas consideradas mais próximas de nossas raízes biológicas, o *Sahelanthropus tchadensis*<sup>3</sup>, o *Orrorin tugenensis*<sup>4</sup>, e o *Ardipithecus ramidus*<sup>5</sup>. Os três apresentavam bipedia e, embora sua cronologia possa se sobrepor por alguns milhares

<sup>1</sup> BRASIL. *Vigitel Brasil 2012: Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico*. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

<sup>2</sup> LEWIN, R. *Evolução Humana*. São Paulo: Atheneu Editora, 1999.

LARSEN, K. S. *Our Origins, Discovering Physical Anthropology*. 3<sup>rd</sup> Ed. New York: W. W. Norton & Company, 2014.

<sup>3</sup> BRUNET, M. *et al.* A new hominid from the upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature*, 418:145-151, 2002.

<sup>4</sup> PICKFORD, M. & SENUT, B. The geological and faunal context of late Miocene hominid remains from Lukeino, Kenya. *CR Acad. Sci. Paris*, 332:145-152, 2001.

<sup>5</sup> WHITE, T. *et al.* Microvertebrate paleontology and the Pliocene habitat of *Ardipithecus ramidus*. *Science*, 326:67, 2009.

de anos, eles demonstram que esta característica surgiu muito antes de qualquer prenúncio de aumento encefálico, como resultado de adaptação de muitos grupos primatas, em uma ampla área do continente africano, às intensas mudanças climáticas ocorrendo no planeta entre o final do Mioceno e o Plioceno (5,3 a 1,8 milhões de anos atrás), que fizeram daquela região um conjunto heterogêneo que combinava florestas, campinas e savanas e era altamente propício ao surgimento de espécies novas.

Entre quatro milhões e dois milhões de anos atrás, enquanto a maioria dos grupos anteriores já estava a caminho da extinção, surgiram na África os Australopithecíneos. Primatas bípedes, pequenos como chimpanzés, todos com o cérebro mais ou menos do mesmo tamanho, bem menor do que o do homem atual, mas com características do crânio, dentes e do corpo que os conectam evolutivamente à nossa árvore genealógica. Essas criaturas apresentavam considerável diversidade morfológica (atualmente dividida em pelo menos oito espécies) e habitavam desde o leste até o sul do continente.<sup>6</sup> De uma delas surgiu nosso ancestral mais distante, possivelmente a partir do *Australopithecus afarensis*, cujo espécime mais famoso é uma fêmea jovem conhecida popularmente como Lucy.<sup>7</sup>

Ao contrário de espécies como *Australopithecus boisei* ou *Australopithecus robustus* – mais robustos em termos físicos e especialistas que comiam principalmente folhas, tubérculos e caules de certas plantas –, o *Australopithecus afarensis* era mais adaptativamente flexível, tinha uma estrutura óssea mais delicada e a capacidade de ampliar sua dieta para incluir folhas, frutos, brotos, mel, além da carne de outros animais.<sup>8</sup>

Na época em que os Australopithecíneos viveram, porém, grandes mudanças ambientais estavam em curso na África. Em função de variações de temperatura ocorrendo em todo o planeta, o clima no continente estava ficando muito seco, diminuindo a quantidade de florestas e ampliando as áreas de savana e gramíneas. Nesse ambiente mais árido, em que há poucas árvores e pouca água, há grande disputa pelos recursos naturais disponíveis. Muitas espécies morrem porque não encontram alimento suficiente, o que se verifica amplamente no registro fóssil do período. As espécies que conseguem se adaptar com menos recursos, ou ampliando e diversificando sua dieta, vão sobrevivendo. Aquelas que são mais flexíveis e menos especializadas têm mais chances de deixar descendentes.

<sup>6</sup> CONROY, G. C. & PONTZER, H. *Reconstructing Human Origins: A Modern Synthesis*. 3<sup>rd</sup> Ed. New York: W. W. Norton & Co., 2012.

<sup>7</sup> JOHANSON, D. & MAITLAND, E. *Lucy: The Beginnings of Humankind*. New York: Simon and Schuster, 1981.

<sup>8</sup> CONROY, G. C. & PONTZER, H. *Op. cit.*

Foi o que aconteceu com os Australopithecíneos. A maioria deles acabou se extinguindo, como é o caso do *Australopithecus robustus*, o *Australopithecus boisei* e o *Australopithecus aethiopicus* (atualmente incluídos no gênero *Paranthropus*), por conta de sua alimentação muito restrita e hábitos de especialistas. Algo que não ocorreu, porém, com Lucy e seus parentes que, com sua dieta mais variada, puderam sobreviver e procriar.

Mas a extinção dos Australopithecíneos e Parantropíneos não foi um processo rápido e há registros que demonstram sobreposição temporal e espacial entre estes grupos e os hominídeos posteriores.<sup>9</sup> Ao aparecerem nos sítios arqueológicos os primeiros instrumentos de pedra, por volta de 2,5 milhões de anos atrás, também se encontra em alguns destes sítios um outro personagem, o *Homo habilis*. Essa criatura, cujos primeiros registros fósseis foram identificados na Garganta de Olduvai, na Tanzânia, eram fisicamente mais parecidos com os *Australopithecus* do que com os *Paranthropus*: tinham um cérebro maior que o dos outros grupos (550cm<sup>3</sup> para 687cm<sup>3</sup>), relação entre o tamanho de braços e pernas mais próxima da nossa, e são os primeiros hominídeos a estar, indiscutivelmente, associados ao uso de ferramentas. Por isso foram incluídos no nosso gênero, recebendo o nome de “homem habilidoso”<sup>10</sup>. Como os *Australopithecus*, os Habilíneos poderiam ser tanto caçadores como caça para os grandes felinos, e sua sobrevivência diária se dava na “corda bamba” do conseguir alimentos suficientes para seu sustento e escapar de potenciais predadores. Para esses ancestrais, a vida era curta e dependia, sobretudo, de sua capacidade física de se adaptar ao meio para sobreviver e atingir a idade reprodutiva.

Durante o período em que viveu o *Homo habilis*, entre 2,4 e 1,3 milhões de anos atrás, o planeta, que vinha se aquecendo gradualmente, começou a se resfriar novamente. Nesse processo de intenso resfriamento a ecologia mudou, apareceram animais maiores e a competição se acirrou, o que possivelmente influenciou na extinção da maioria dos *habilis*, bem adaptados a um ambiente tropical, e no surgimento de uma nova espécie, ou duas muito parecidas segundo alguns autores: o *Homo erectus/ergaster*.<sup>11</sup> O clima mais frio e as mudanças ecológicas favoreceram uma crescente preferência por proteína animal e contribuíram, através da seleção natural e, possivelmente, da deriva genética, para diferenciar os descendentes do *Homo habilis* em *Homo erectus*.<sup>12</sup>

<sup>9</sup> CONROY, G. C. & PONTZER, H. *Op. cit.*  
LARSEN, K. S. *Op. cit.*

<sup>10</sup> LEAKEY, L. *et al.* A new species of the genus *Homo* from Olduvai Gorge. *Nature*, 202:7-9, 1964.

<sup>11</sup> LEWIN, R. *Op. cit.*  
NEVES, W. A. E no princípio... era o macaco! *Estudos Avançados USP*, 20(58):249-285, 2006.

<sup>12</sup> NEVES, W. A. *Op. cit.*  
SILVA, H. P. África, Berço da Humanidade. *Ciência Hoje das Crianças*, 168:8-12, 2006.

Com um cérebro e um corpo maiores do que o seu antecessor, o *Homo erectus* apareceu na Terra há cerca de dois milhões de anos e produziu ferramentas mais complexas do que as do “homem habilidoso”, chamadas de Cultura Acheulense. Mas o aspecto mais especial sobre essa espécie é que ela foi a primeira a sair da África. Essa migração indica que o *Homo erectus* estaria utilizando pelo menos alguma proteção física, como peles de animais, e fazendo uso do fogo; e seu corpo estava apto a realizar longas caminhadas nos mais diversos ambientes.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> CONROY, G. C. & PONTZER, H. *Op. cit.*

Mas por que o *Homo erectus* – e não o *Homo habilis* ou os Australopithecíneos – foi o nosso primeiro parente a sair da África? Uma das hipóteses levantadas para explicar essa migração é que o *erectus* era um caçador ativo e, como tal, tinha de seguir os animais onde quer que eles fossem, diferentemente do *Homo habilis*, que, ao que parece, se alimentava com mais frequência de carcaças de animais caçados por predadores mais eficientes, como os ancestrais dos atuais leões e leopardos. Assim, ao seguir os animais quando estes migravam para garantir seu alimento, o *Homo erectus* chegou a outros continentes. Parte do grupo de *erectus* que saiu da África alcançou a Europa e o Oriente Médio. Ali, em virtude do isolamento geográfico dos outros grupos de hominídeos que estavam se espalhando pelo mundo – graças ao intenso resfriamento do planeta que havia isolado a Europa e o leste do Oriente Médio em um grande bloco de gelo –, este grupo diferenciou-se, dando origem a uma nova espécie, chamada *Homo neanderthalensis*, cuja cultura Mousteriense apresenta muito mais complexidade do que a Acheulense.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> LEWIN, R. *Op. cit.*

O nome Neandertal deriva dos primeiros fósseis que foram descobertos no Vale do rio Neander, na Alemanha, no final do século XIX. A imagem que as pessoas têm deles, em geral, é a do “homem das cavernas” – seres brutos e encurvados. Essa impressão, no entanto, se deve a um erro de interpretação quando da descrição dos primeiros fósseis. Os primeiros restos de *Homo neanderthalensis*, descritos pelo eminente paleoantropólogo francês Marcellin Boule (1861-1942), pertenciam a um indivíduo idoso, que tinha artrite, artrose e outras doenças, e ele não se deu conta disso.<sup>15</sup> Por muito tempo, acreditou-se que todos os Neandertais fossem assim. Porém, achados posteriores, inclusive de ossos de crianças, demonstraram sua semelhança conosco, física e até culturalmente. Essas criaturas eram, em média, mais baixas do que os homens atuais, seu corpo mais robusto e seus braços e pernas mais curtos. Seu físico

<sup>15</sup> BOULE, M. *Les Hommes Fossiles – Éléments de Paléontologie Humaine*. Paris: Masson et cie., 1920.

musculoso e o padrão de desgaste dos ossos e articulações deixam claro que eram extremamente ativos e dependiam de muita força, destreza e inteligência para sobreviver às agruras de um ambiente europeu permanentemente congelado e inóspito. Possuíam habilidade de fala e alguns espécimes tinham um cérebro maior que o dos seres humanos atuais.<sup>16</sup>

Os Neandertais fazem parte de um conjunto humano coletivamente chamado de *Homo sapiens* “arcaicos”, que inclui o *Homo heidelbergensis*, o *Homo antecessor* e os Denisovans, dos quais só se conhecem dois ossículos (um da mão e um do pé), dois dentes e o DNA deles extraído, que permitiu ver que não se enquadram geneticamente em nenhum dos outros grupos conhecidos, embora compartilhem seu genoma com os Neandertais e os seres humanos atuais.<sup>17</sup> Estudos genéticos recentes mostram que os Neandertais e os *Homo sapiens* modernos se relacionaram social e biologicamente, e que os humanos atuais, principalmente os europeus e asiáticos, ainda carregam entre 1% e 7% ou mais de genes daquela espécie.<sup>18</sup>

Enquanto os Neandertais viviam na Europa e em parte do Oriente Médio até cerca de 30 mil anos atrás, na África, surgia o *Homo sapiens*. Nossa espécie emergiu a partir do isolamento de algum dos grupos de hominídeos, que, nessa época, eram encontrados na África, Oriente Médio e na Ásia, provavelmente descendentes do *Homo erectus*. O que ocorreu para dar origem à nova espécie, porém, ainda é tema de intenso debate. O homem moderno surgiu na África por volta de 190 mil anos atrás e migrou rapidamente para fora do continente, também seguindo os animais que caçava, como ocorreu com seu ancestral. Segundo uma corrente de investigadores que defende a hipótese chamada de “Eva Mitocondrial”, gradualmente nossa espécie teria causado a extinção, por competição direta, dos outros taxons humanos que ainda existiam, já que conseguiria caçar melhor, se comunicar melhor e fabricar instrumentos melhores; então, teria conseguido sobreviver mais e deixar mais descendentes.<sup>19</sup>

Há cientistas, porém, que sustentam outra possibilidade: a de que sempre houve algum fluxo gênico entre os diferentes grupos hominídeos espalhados pelo mundo desde os *Homo erectus*, e que o *sapiens* apareceu primeiro na África, migrou para fora do continente, e se misturou gradualmente aos outros grupos humanos que existiam na época (*Homo erectus* na Ásia, *Homo neanderthalensis* e os outros *Homo sapiens* arcaicos no Oriente Médio e na Europa). Dessa mistura gradual se originou o homem moderno.

<sup>16</sup> HAYDEN, B. The cultural capacities of Neandertals: A review and re-evaluation. *J. Hum. Evol.*, 24:113-146, 1993.  
BRACE, C. L. Biocultural evolution and the mechanism of mosaic evolution in the emergence of “modern” morphology. *Am. Anthropol.*, 97(4):711-721, 1995.  
ROEBROEKS, W. & VILLA, P. On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe. *PNAS*, 108(13):5.209-5.214, 2011.

<sup>17</sup> GIBBONS, A. Who were the Denisovans. *Science*, 333: 1.084-1.087, 2011.  
LARSEN, K. S. *Op. cit.*

<sup>18</sup> GIBBONS, A. Who were the Denisovans...*Op. cit.*  
LARSEN, K. S. *Op. cit.*  
PRUFER, K. *et al.* The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains. *Nature*, 505:43-49, 2014.  
SANKARARAMAN, S. *et al.* The genomic landscape of Neanderthal ancestry in present-day humans. *Nature*, 507:354-357, 2014.

<sup>19</sup> CANN, R. *et al.* Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature*, 325:31-36, 1987.  
CONROY, G. C. & PONTZER, H. *Op. cit.*

Ou seja, não houve substituição, mas sim assimilação. Portanto, encontraríamos em pessoas que vivem na Europa mais características Neandertais e, na Ásia, mais características parecidas com o *Homo erectus*, sendo que todos os seres humanos atuais seriam parte do mesmo grupo.<sup>20</sup>

Atualmente, é crescente o suporte a esta segunda hipótese, uma vez que a maior parte da variabilidade biológica humana pode ser encontrada na África, o que reforça a origem de nossa espécie naquele continente. Além disso, há inúmeros estudos de material fóssil que embasaram a teoria ao longo dos anos e mostram similaridades entre os grupos ancestrais e os atuais em áreas da África, Ásia e Europa. Finalmente, o estudo do DNA nuclear e mitocondrial indica que nós, apesar de sermos muito homogêneos enquanto espécie – provavelmente fruto de um “gargalo” populacional recente que diminuiu drasticamente nossa população ancestral –, compartilhamos nosso genoma com os Neandertais e os Denisovans. Na medida em que as técnicas de extração de DNA forem se tornando mais sensíveis, e materiais mais antigos venham a ser analisados, possivelmente será reforçada a relação genética entre os seres humanos do presente e os seus ancestrais do Pleistoceno.

A história evolutiva humana é complexa, fascinante e ainda há muito a ser compreendido, especialmente sobre os detalhes das transições entre os grupos e as relações entre biologia, ambiente e cultura.<sup>21</sup> Além da breve síntese apresentada, neste artigo não há espaço suficiente para abordarmos, por exemplo, o extenso debate sobre se o que se convencionou chamar de *Homo habilis* representaria de fato uma ou mais espécies, sendo seus fósseis divididos entre aquele grupo e um outro mais grácil chamado *Homo rudolfensis*; também não é possível analisar os detalhes da diversidade do *Homo erectus*, com sua ampla distribuição geográfica no planeta e longuíssima existência, de cerca de dois milhões de anos (a espécie hominídea mais longa até o momento), que pode ter-se dividido ainda antes de sair da África em um grupo chamado *Homo ergaster*, o qual seria o nosso ancestral direto, e depois ainda em um outro grupo tardio e muito controverso chamado *Homo floresiensis*, que viveu apenas na Indonésia até cerca de 18 mil anos atrás; ou discutir a grande diversidade de hominídeos existentes entre 800 e 130 mil anos, que apresentam morfologia intermediária entre os *erectus* clássicos e os *sapiens* clássicos, e têm recebido diversos nomes como *Homo antecessor*, *Homo heidelbergensis*, *Homo sepranensis*, *Homo steinheimensis*, *Homo rodesiensis*, *Homo soloensis*, *Homo georgicus* etc..<sup>22</sup>

<sup>20</sup> LAHR, M. The multiregional model of modern human origins: A reassessment of its morphological basis. *J. Hum. Evol.*, 26:23-56, 1994.  
WOLPOFF, M. et al. Multi-regional, not multiple origins. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 112:129-136, 2000.  
LORDKIPANIDZE, D. et al. A complete skull from Dmanisi, Georgia, and the evolutionary biology of early Homo. *Science*, 342:326-331, 2013.  
LARSEN, K. S. *Op. cit.*

<sup>21</sup> BRACE, C. L. *Op. cit.*  
LARSEN, K. S. *Op. cit.*

<sup>22</sup> WOLPOFF, M. Cranial remains of Middle Pleistocene European hominids. *J. Hum. Evol.*, 9:339-358, 1980.  
MORWOOD, M. et al. Archaeology and age of a new hominin from Flores in eastern Indonesia. *Nature*, 392:173-176, 2004.  
CUNHA, E. & SILVA, H. P. A recente descoberta paleoantropológica da Ilha das Flores: Alguns comentários. *Antropo*, 10:29-33, 2005.  
HENNEBERG, M. et al. *The Hobbit Trap: How New Species are Invented*. 2ª Ed. California: Left Coast Press, 2011.  
CONROY, G. C. & PONTZER, H. *Op. cit.*  
LORDKIPANIDZE, D. *Op. cit.*  
LARSEN, K. S. *Op. cit.*  
MEYER, M. et al. A mitochondrial genome sequence of a hominin from Sima de los Huesos. *Nature*, 505: 403-406, 2014.

No entanto, independente de qual período ou grupo seja investigado, além da bipedia, o aumento do volume cerebral, a redução do dimorfismo sexual e a dependência crescente da cultura são as marcas mais evidentes dos efeitos da evolução e da seleção natural nos hominídeos.

O *Homo sapiens* moderno se caracteriza pela enorme complexidade cultural e sua quase absoluta dependência de tecnologia para sobrevivência. Desde que começamos a nos relacionar de uma forma diferente com o mundo, que passamos a fazer instrumentos e que esses instrumentos nos levaram a adaptar e modificar cada vez mais o ambiente à nossa volta, nosso corpo se tornou fisicamente mais delicado (grácil). Há cerca de 50 mil anos, passamos a expressar uma especial capacidade de abstrair, de imaginar, e começamos a fazer pinturas em cavernas, ornamentos, esculturas e instrumentos cada vez mais sofisticados.<sup>23</sup> No entanto, ao longo de todo esse período, mesmo enquanto as sociedades se tornavam mais complexas e numerosas, a relação entre intensa atividade física, luta contra patógenos e recursos alimentares limitados se manteve praticamente inalterada até a idade contemporânea.

Porém, quando olhamos os efeitos do processo evolutivo na humanidade atual, vemos que acabamos por construir um mundo amplamente artificial para nossa existência, que está cada vez mais desconectada das condições naturais que dominaram nossos ancestrais. Construimos um ambiente iatrogênico, que frequentemente entra em choque com nosso bem-estar biológico. Segundo Eaton: “De um ponto de vista evolucionário, muitas das doenças crônicas complexas parecem ser resultado de desequilíbrio, desencontro, entre nossa estrutura genética e as condições de vida nas nações ocidentalizadas do Século XXI”.<sup>24</sup> Por incrível que pareça, criamos uma situação de “maladaptação” cultural, ou de incongruência entre nossa biologia e nossa cultura. Um olhar desatento pode achar isso contraditório, pois indubitavelmente somos uma espécie bem sucedida já que temos ampliado substancialmente nossa dominação sobre o mundo natural nos últimos milênios; crescemos exponencialmente, alcançando hoje mais de sete bilhões de humanos no planeta; nossa expectativa de vida mais que dobrou na maioria dos lugares; a mortalidade por doenças infecciosas diminuiu drasticamente, especialmente ao longo do século passado; e mesmo a fome já não mata mais tanta gente quanto no passado, o que nos torna, de longe, o primata mais numeroso em todas as eras. Então, biologicamente somos um sucesso, mas...

<sup>23</sup> NEVES, W. A. *Op. cit.*  
LARSEN, K. S. *Op. cit.*

<sup>24</sup> EATON, S. B. Complex chronic diseases in evolutionary perspective. In: MUEHLENBEIN, M. (Ed.). *Human Evolutionary Biology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. p. 491-501.

Simultaneamente, temos hoje mais doenças registradas e mais pessoas doentes do que em qualquer outro período da humanidade. Morremos, hoje em dia, principalmente de causas externas como poluição, guerras (declaradas ou não, como é o caso do Brasil), violência interpessoal, acidentes veiculares, cânceres e doenças crônicas (a maioria com um significativo componente ambiental), abuso de todos os tipos de drogas e de causas nutricionais. Estas últimas vão desde a toxicidade de produtos químicos alimentados aos animais que consumimos, até a extrema facilidade de aquisição de calorias, que leva à obesidade, síndrome metabólica e suas intercorrências.<sup>25</sup> Nosso corpo paleolítico sofre pelo excesso de glicose e gordura facilmente disponíveis, que geram nossas barrigas (e outras partes) cada vez maiores, o diabetes e a hipertensão arterial, que são os principais matadores modernos.<sup>26</sup> A modernidade também nos trouxe o sedentarismo crescente, que já afeta até as crianças<sup>27</sup> e, em combinação com outros fatores, pode vir a ser responsável por uma redução da expectativa de vida no próximo século, fato inédito na história.

Passamos, em pouco mais de 200 anos, de uma população fisicamente ativa, que predominantemente precisava plantar, colher e lidar com animais diariamente para sobreviver, para uma sociedade de *fast food*, *delivery*, *home office*, controle remoto, cartão de crédito e comidas altamente processadas, onde praticamente não precisamos nos mover para nada. Mas nossa fome continua paleolítica, nosso metabolismo continua paleolítico. Nossos ancestrais corriam e andavam o equivalente a vários quilômetros por dia, todos os dias; intensa atividade física era parte fundamental do cotidiano de todos. Hoje, sedentarismo e comida fácil são a norma. Eaton<sup>28</sup> chama a isso de “Hipótese da discordância”. Segundo aquele autor, além de intensa atividade física, nossos ancestrais comiam pelo menos três vezes mais frutas e vegetais que nós. Portanto, tinham maior capacidade antioxidante e menos câncer. Sua dieta era mais rica em potássio e continha menos sódio, reduzindo as chances de hipertensão, e eles consumiam mais fibras, micronutrientes e menos gorduras em geral, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e hipovitaminoses. A dieta dos caçadores-coletores era mais alcalina enquanto a atual é mais ácida, o que influencia o Ph de nosso organismo e, em longo prazo, leva à perda de cálcio e osteoporose, além de contribuir para gerar gastrite e câncer gástrico. Até as melhorias epidemiológicas resultantes de medidas de saúde pública como vacinas e antibióticos – que se tornaram quase universais

<sup>25</sup> HU, F. *Obesity Epidemiology*. Cambridge: Oxford University Press, 2008.

<sup>26</sup> WHO – World Health Organization. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*. Genebra: WHO, 2000. (WHO Technical Report Series, n. 894.) YUSUF, S. *et al.* Global burden of cardiovascular diseases. Part I: general considerations, the epidemiologic transition, risk factors, and impact of urbanization. *Circ.*, 104:2.746-2.753, 2001.

<sup>27</sup> ERLANSON-ALBERTSSON, C. & ZETTERSTRÖM, R. The global obesity epidemic: snacking and obesity may start with free meals during infant feeding. *Acta Paed.*, 94:1.523-1.531, 2005. BINGHAM, D. D. *et al.* Socio-demographic and behavioral risk factors associated with the high prevalence of overweight and obesity in Portuguese children. *Am. J. Hum. Biol.*, 25(6)733-742, 2013.

<sup>28</sup> EATON, S. B. *Op. cit.*

em muitos países ao longo dos últimos 200 anos e impediram milhões de mortes por doenças infecciosas –, também podem ter impactos negativos em nossa saúde, pois há cada vez mais microrganismos resistentes, as chamadas “doenças reemergentes”, que estão se tornando um pesadelo para os profissionais de saúde. Mesmo o aumento da expectativa de vida trouxe consequências negativas, pois a maioria dos cânceres e outras doenças degenerativas, como Parkinson e Alzheimer, se manifestam em adultos mais velhos, enquanto a capacidade aeróbica e a força se reduzem inexoravelmente com o avanço da idade.

A “Hipótese da higiene” sugere que as condições alérgicas, cada vez mais prevalentes na sociedade contemporânea, e mesmo algumas doenças autoimunes como asma, artrites, doença de Crohn, colite e até esclerose múltipla e diabetes tipo II, resultam de nossa vida asséptica, higienizada, e da falta de contato com patógenos ambientais que estimulavam nosso sistema imune desde o período intra-uterino. Sem a estimulação contínua devido às agressões ambientais por vírus, bactérias, ecto e endoparasitas, nosso sistema imune entra em colapso e acaba por se voltar contra nós.<sup>29</sup>

Discordâncias entre nossos genes e nosso ambiente, nossa biologia e nossa cultura, nossas expectativas e nossa realidade, se ampliaram significativamente com a modernidade.<sup>30</sup> No paleolítico inclusive nossos medos eram outros. Não havia preocupação de perder o emprego e não poder pagar o aluguel, ser assaltado na próxima esquina, passar horas no engarrafamento; tampouco angústia por não ter o último modelo de celular, carro, televisão ou tênis, ou ainda ansiedade sobre aposentadoria ou não ter dinheiro para a pensão ou a escola dos filhos. Essas coisas aumentam cronicamente nossas catecolaminas e sua cascata endócrina, gerando doenças cardiovasculares, inflamatórias, mentais, contribuindo para a escalada da violência e da mortalidade. Hoje até dormimos menos e temos muito menos contato com nossa prole do que no passado. A tecnologia “facilitou” de tal forma nosso trabalho, que acabamos por laborar o tempo todo em nossos *smartphones*, *tablets* e *laptops*. A mesma tecnologia que nos arrancou das garras do esforço físico, nos obriga a trabalhar cada vez mais ao longo da vida, e também nos legou dietas caloricamente mais ricas e de fácil digestão, cheias de “calorias vazias” que incham nossos adipócitos e se acumulam em nossas artérias. Nunca dependemos tanto da cultura, em suas diversas dimensões, quanto no presente. Nunca a cultura matou tanta gente.

<sup>29</sup> YAZDANBAKHSI, M. *et al.* Allergy, Parasites, and the Hygiene Hypothesis. Review. *Science*, 296(5567):490-494, 2002.

PARKER, W. & OLLERTON, J. Evolutionary biology and anthropology suggest biome reconstitution as a necessary approach toward dealing with immune disorders. *Evol. Med. and Pub. Health.*, 1:89-103, 2013.

<sup>30</sup> NESSE, R. M. & WILLIAMS, G. C. *Why We Get Sick: The New Science of Darwinian Medicine*. New York: Times Books, 1995.

GERBER, L. & CREWS, D. Evolutionary perspectives on chronic degenerative diseases. In: TREVATHAN, W. R.; SMITH, E. O. & MCKENNA, J. J. (Eds.). *Evolutionary Medicine*. New York: Oxford University Press, 1999. p. 443-470.

Nem sequer nosso nascimento requer mais um bom preparo físico. No Brasil, mais de 60% dos partos são realizados através de cesariana para maior comodidade e economia de tempo de médicos e pacientes. A duração e o número de mães que amamentam ao peito cai continuamente em função do acesso fácil às fórmulas infantis; a idade da menarca tem se reduzido em função de as meninas ganharem mais tecido adiposo mais cedo<sup>31</sup>; as mulheres têm menos filhos e o espaço entre os nascimentos é cada vez maior. No curto prazo, essas mudanças implicam maior risco de infecções puerperais, maior risco de obesidade nas mães e em seus filhos, aumento das chances de gravidez na adolescência, redução do contato das mães com os seus bebês, e maior risco de câncer de mama e de útero<sup>32</sup>. Quais serão os impactos evolutivos dessas mudanças no longo prazo?

Nas sociedades caçadoras-coletoras, a infância era passada em bandos de parentes multietários, com pouca supervisão de adultos, intenso contato e experiências ativas com a natureza. A adolescência oferecia oportunidade para contínuo aprendizado, dentro de expectativas claras e voltadas para a sobrevivência e a manutenção do grupo. Nas sociedades ocidentais atuais, as crianças são agrupadas por idade, passam horas sentadas em salas de aula claustrofóbicas, com ar “condicionado”, e lhes é permitido pouquíssimo movimento ao longo do dia, gerando ansiedade e estresse, além de sedentarismo. Os adolescentes se desenvolvem em um mundo repleto de escolhas, mas a maioria deles não tem qualquer ideia de para onde estas os levarão. Entre as milhares de opções de videogames, roupas, sapatos, aparelhos eletrônicos, músicas e outros bens de consumo, e até de potenciais profissões, as alternativas disponíveis aos adolescentes são verdadeiros desafios à sua capacidade de racionalização, gerando angústia e desespero, abrindo caminho para o uso de drogas ilícitas, além do abuso do álcool, a droga lícita potencialmente mais letal já inventada pela humanidade. Ansiedade, depressão, hiperatividade, déficit de atenção e uso de drogas (legais e ilegais) são epidemias no mundo moderno, resultantes de uma sociedade extremamente complexa, estranha e alienante, que nos força a viver totalmente distantes da realidade de nossos ancestrais e de nossas raízes evolutivas. Eles conheciam todos os membros em seus bandos ou clãs, sabiam sua posição social ao longo da vida, dominavam seu ambiente e dependiam, principalmente, de seus esforços familiares para sobreviver. Em meio a um mundo de famílias reduzidas ou desfeitas, suporte social limitado, conflitos frequentes com não-parentes no trabalho

<sup>31</sup> SILVA, H. P. & PADEZ, C. Secular trends in age at menarche among Caboclo populations from Pará, Amazonia, Brazil: 1930-1980. *Am. J. Hum. Biol.* 18(1):83-92, 2006.

TREVATHAN, W. R. *Ancient Bodies Modern Lives. How Evolution has Shaped Women's Health.* New York: Oxford University Press, 2010.

<sup>32</sup> EATON, S. B. *Op. cit.*  
TREVATHAN, W. R. *Ancient Bodies... Op. cit.*

<sup>33</sup> SILVA, H. P. A saúde humana e a Amazônia no Século XXI: Reflexões sobre os Objetivos do Milênio. *Novos Cad. NAEA/UFPA*, 9(1):77-94, 2006.

SILVA, H. P. *et al.* Blood pressure, seasonal body fat, heart rate, and ecological differences in Caboclo populations of the Brazilian Amazon. *Am. J. Hum. Biol.*, 18(1):10-22, 2006.

PIPERATA, B. A. Nutritional status of *Ribeirinhos* in Brazil and the nutrition transition. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 133: 868-878, 2007.

SILVA, H. P. & PADEZ, C. Body size and obesity patterns in Caboclo Populations from Pará, Amazonia, Brazil. *Ann. of Hum. Biol.*, 37(2): 218-230, 2010.

<sup>34</sup> GIBBONS, L. *et al.* *The Global Numbers and Costs of Additionally Needed and Unnecessary Caesarean Sections Performed per Year: Overuse as a Barrier to Universal Coverage*. Geneva: WHO, 2010. (World Health Report Background Paper, n° 30)

<sup>35</sup> NESSE, R. M. & WILLIAMS, G. C. *Why We Get Sick: The New Science of Darwinian Medicine*. New York: Times Books, 1995.

TREVATHAN, W. R. *et al.* (Eds.). *Evolutionary Medicine*. New York: Oxford University Press, 1999.

PERLMAN, R. L. *Evolution and Medicine*. Oxford: Oxford University Press, 2013.

Hilton P. Silva é graduado em Medicina e Biologia, doutor em Bioantropologia e professor do Programa de Pós-Graduação em Antropologia e do Mestrado em Saúde, Ambiente e Sociedade na Amazônia na Universidade Federal do Pará, Belém. [hdasilva@ufpa.br](mailto:hdasilva@ufpa.br)

e enorme estratificação social, a solidão se instala e as doenças crônicas, mentais e físicas são cada vez mais prevalentes. Mesmo entre populações rurais atuais, como é o caso dos caboclos da região Amazônica, os impactos da modernidade já se fazem sentir com a elevação das taxas de obesidade e hipertensão arterial, em um local onde as enfermidades infecciosas e a desnutrição infantil ainda são altamente prevalentes, tornando aquelas pessoas vítimas de uma dupla carga de doenças que as amarra, morbidamente, ao passado e ao presente e que representa um desafio para as políticas públicas de saúde.<sup>33</sup>

Nossa diversidade é resultado de milhões de anos de evolução biocultural; é ela que garantirá a continuidade de nossa espécie no futuro, ainda que nossa morfologia mude, como o tem feito ao longo do tempo. Muitos pesquisadores e médicos prescrevem hoje a “dieta do paleolítico”, com mais verduras, frutas, grãos naturais e muito menos açúcares e gorduras. Todos sabem da importância da atividade física, ninguém nega a necessidade de um maior contato com a natureza, de reduzir o estresse, dar um *time off* para descansar das tensões mundanas. Há movimentos mundiais pela “slow food”, que se prepara e se come lentamente, com ingredientes frescos e tradicionais; pela “slow science”, sem as tensões dos prazos e do produtivismo impostos pelas regras acadêmicas e corporativas. A Organização Mundial de Saúde preconiza que apenas cerca de 10 a 15% dos partos precisam ser cesariana e deve-se investir mais na humanização do nascimento.<sup>34</sup> Há uma tentativa deliberada de amplos setores sociais para nos “reconectar” com o nosso passado evolutivo, respeitar mais nossa biologia, sem negar os avanços culturais e tecnológicos.

Naturalmente que não se pode ir “contra” a evolução que, segundo a teoria darwiniana, não tem objetivo ou direção e que, segundo a Síntese Moderna, é apenas a mudança de frequência gênica entre gerações. Mas, certamente podemos compreender como a evolução nos afetou e como ela influencia nossa vida atual, conforme propõe a Medicina darwiniana/evolutiva.<sup>35</sup> A partir desses conhecimentos, não precisamos andar na contramão da evolução – na verdade podemos até usar os atributos da seleção natural a nosso favor. Afinal, somos a única espécie do planeta que tem esse poder.

# PESQUISAS SOBRE EVOLUÇÃO HUMANA NO BRASIL

*Francisco M. Salzano*

A recepção do darwinismo no Brasil é a primeira questão abordada nesse artigo. Posteriormente, são examinadas as pesquisas sobre evolução humana em nosso país. Considerando uma perspectiva histórica, distinguem-se quatro períodos fundamentais: o que abrange investigações mais antigas (1835-1933), iniciado com a descoberta do material fóssil de Lagoa Santa e envolvendo basicamente características dos nossos diferentes grupos étnicos; segue-se um período de formação (1934-1955), com ênfase em métodos imunohematológicos (grupos sanguíneos) e análise de parâmetros demográficos para a definição da estrutura populacional brasileira; na sequência, surgem os estudos (1956-1997) centrados na variabilidade genética intra e interpopulacional, a partir da técnica de eletroforese de proteínas; e, finalmente, consolida-se a fase moderna (a partir de 1998), baseada em métodos de análise direta do DNA e morfologia comparada. Uma revisão crítica das duas últimas décadas, com ênfase em contribuições recentes, permite concluir que o nível das pesquisas avaliadas coloca o Brasil em situação privilegiada no panorama internacional.

<sup>1</sup> SALZANO, F. M. Estudo sobre a evolução biológica no Brasil. In: FERRI, M. G. & MOTOYAMA, S. (Orgs.). *História das ciências no Brasil*. São Paulo: EDUSP e E.P.U., 1979. p. 241-264.

SALZANO, F. M. *History of human biology in Brazil*. Newcastle Upon Tyne: International Association of Human Biologists, 1990.

SALZANO, F. M. Brazil. In: SPENCER, F. (Ed.). *History of physical anthropology*. New York: Garland, 1997. p. 207-213.

SALZANO, F. M. Biological anthropology in Brazil. The last two decades. *International Journal of Anthropology*, vol. 28, p. 135-148, 2013.

<sup>2</sup> DARWIN, C. *The origin of species*. London: Murray, 1859.

<sup>3</sup> DOMINGUES, H. M. B. et al. *A recepção do darwinismo no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003.

O tema considerado no presente artigo já foi objeto de revisões minhas ao longo dos anos<sup>1</sup>, dentro de uma visão mais ampla (evolução em geral; antropologia biológica ou biologia humana). Proponho-me, agora, a fazer uma breve avaliação em um contexto histórico, salientando posteriormente alguns estudos principais das últimas duas décadas.

## A recepção do darwinismo no Brasil

Obviamente, qualquer análise sobre a evolução biológica, seja de nossa espécie ou de qualquer outro organismo, desenvolvida no Brasil ou fora, tem de considerar de que maneira a obra seminal de Charles Darwin (1809-1882), *A origem das espécies*<sup>2</sup> teve reflexos sobre as respectivas comunidades científicas. E note-se que, apesar dela ter sido publicada há mais de século e meio atrás, os seus princípios básicos continuam perfeitamente atuais.

Este assunto foi, de maneira excelente, examinado por Heloisa M. B. Domingues e colaboradores<sup>3</sup>, que recrutaram outros colegas para a devida avaliação. Eles inicialmente distinguiram uma recepção passiva (indivíduos ou grupos limitando-se a comentar ou disseminar a nova ideia) da ativa (com a incorporação da ideia à sua própria pesquisa ou modo de vida); e salientaram alguns aspectos peculiares à situação no Brasil. Primeiramente, a presença na época, no país, de dois cientistas paradigmáticos: Peter W. Lund (1801-1880, detalhes na próxima seção) e Fritz Müller (1822-1897). Este último, nascido em Erfurt, Alemanha, migrou para o Brasil, por motivos políticos, em 1852, tendo vivido em Santa Catarina até a sua morte. De maneira impressionante, apesar de não estar vinculado formalmente a qualquer instituição científica, publicou nada menos do que 248 artigos científicos. Ele decidiu aplicar a teoria darwinista a uma classe de animais que ele conhecia bem, os crustáceos, e escreveu um livro “Für Darwin”, publicado em Leipzig em 1864 e traduzido na Inglaterra, França, Suíça e Brasil. O livro contribuiu de maneira significativa para a aceitação do darwinismo em nível internacional.

Outros aspectos que favoreceram a recepção: (a) D. Pedro II (1825-1891) era membro da Academia de Ciências de Paris, e não rejeitava totalmente a teoria da evolução; (b) a teoria era conveniente para os seguidores da visão poligenista da formação de raças, que poderia ser utilizada para legitimar a supremacia da raça branca; e (c) diretores do Museu Nacional, Museu do Pará (posteriormente denominado Emílio Goeldi), Museu Paulista e Faculdades de Medicina da Bahia e Recife eram favoráveis à evolução.

Dois dos diretores do Museu Nacional merecem referência especial: Ladislau Netto (1838-1894), que aplicou princípios evolucionários à sua pesquisa em plantas trepadoras; e João Baptista de Lacerda (1846-1915), considerado o primeiro antropólogo brasileiro, que também tinha ideias corretas sobre o assunto.

Em termos de conexão entre a filosofia e o darwinismo, deve-se mencionar um grupo de positivistas da Ilha do Desterro (agora Florianópolis). Ele era formado por escritores e poetas, e seu líder intelectual era o médico Francisco Gama Rosa (1852-1918), que foi eleito governador da Província de Santa Catarina em 1883. Nascido no Rio Grande do Sul, teve ele Fritz Müller como professor no Liceu Provincial. Gama Rosa foi provavelmente influenciado por Müller, e se correspondeu com Ernst Haeckel (1834-1919) e Herbert Spencer (1820-1903). O grupo era denominado “Nova Ideia”, e era favorável ao realismo e naturalismo dentro de uma perspectiva de biologia evolucionária e de ciência social. Neste contexto, eles eram tão radicais a ponto de rejeitar Augusto Comte (1798-1857) como um romântico!

### Panorama histórico

A história das pesquisas sobre evolução humana no Brasil pode ser, convenientemente, classificada em quatro períodos: 1. Investigações Mais Antigas (1835-1933); 2. Os Anos Formadores (1934-1955); 3. Consolidação (1956-1997); e 4. Fase Moderna (1998-atual). Características sobre as mesmas são apresentadas no quadro 1. Essa subdivisão, em grande parte, relaciona-se às técnicas de estudo empregadas. Durante o Primeiro Período os métodos utilizados foram basicamente morfológicos; no Segundo, predominaram as técnicas de imuno-hematologia e demográficas; no Terceiro, a eletroforese de proteínas; e no Quarto o estudo direto do DNA.

O passado dessas investigações é considerável; entre o início da investigação de fósseis de Lagoa Santa, desenvolvida por Peter W. Lund, e a atualidade, decorreram 178 anos. Os estudos nesse sítio foram reiniciados e desenvolvidos de maneira vigorosa por Walter A. Neves & Luís Beethoven Piló, já na Fase Moderna<sup>4</sup>. Outras investigações do Primeiro Período envolveram, basicamente, descrições da distribuição de características antropométricas, tanto em ameríndios quanto neobrasileiros, e envolvendo amostras de pessoas vivas ou extintas.

<sup>4</sup> Ver, por exemplo, NEVES, W. A. & PILÓ, L. B. *O povo de Luzia*. São Paulo: Editora Globo, 2008.

Os estudos sobre a distribuição populacional de marcadores genéticos dos grupos sanguíneos marcaram o Segundo Período e foram desenvolvidas especialmente no Rio de Janeiro e São Paulo. Paralelamente surgiu o interesse em verificar de que maneira a estrutura demográfica de nossas populações poderia afetar a distribuição de características genéticas normais ou patológicas. Os dados envolveram principalmente a frequência de casamentos consanguíneos, a proporção de uniões que ocorrem dentro ou entre localidades e o tipo de união (intra ou interétnica). Foram aplicadas análises estatísticas sofisticadas para avaliar de que maneira essa distribuição afetava a nossa carga genética (os genes deletérios que todos nós carregamos, sem manifestação a não ser quando seus alelos, formas alternativas de um gene, ocorrem em dose dupla). Duas figuras excepcionais que merecem menção especial foram Newton Freire-Maia (1918-2002), que trabalhava em Curitiba; e Oswaldo Frota-Pessoa (1917-2010), com estudos desenvolvidos em São Paulo.

A próxima mudança paradigmática nos métodos de estudo ocorreu no início do Terceiro Período, com o desenvolvimento das técnicas de eletroforese (após o preparo apropriado das amostras de sangue ou saliva o material era submetido a um campo elétrico para a separação das proteínas, em um suporte adequado, a partir das cargas de suas moléculas).

A nova técnica possibilitava uma aproximação maior ao produto primário da ação gênica, além de associar substâncias específicas a funções determinadas. Centenas de sistemas foram desenvolvidos e considerados em grande número de populações. Especialmente em Curitiba foram estabelecidas as condições para a testagem do HLA (Human *Leucocyte Antigens*, vinculado ao Complexo Maior de Histocompatibilidade Humano), extremamente polimórfico e útil para estudos de caráter evolucionário e médico.

O desenvolvimento da ciência no país possibilitou aumento expressivo no número de pesquisadores, favorecidos pelo regime de trabalho de dedicação exclusiva, pela institucionalização dos programas de pós-graduação, e pelo exemplar programa de apoio à iniciação científica do CNPq. Alguns dos personagens mais importantes de cinco centros de pesquisa do país estão listados no quadro 1.

Por volta de 1998 alcançou-se o nível ideal para a investigação do material genético: seu estudo direto. Outro desenvolvimento metodológico importante foi o do estabelecimento de métodos sofisticados de morfometria computadorizada. Nomes vinculados a seis grupos de pesquisa brasileiros também estão indicados no quadro 1.

## Quadro 1: Panorama histórico sobre as pesquisas em evolução humana no Brasil

### 1. Primeiro Período: Investigações Mais Antigas (1835-1933)

A descoberta e estudo dos fósseis de Lagoa Santa por Peter W. Lund (1801-1880), entre 1835 e 1844, forneceu os primeiros eventos importantes nesse período. Lund explorou 800 cavernas da região, tendo observado restos esqueléticos humanos em íntima associação com material fóssil de mamíferos. A morfologia peculiar dos indivíduos de Lagoa Santa indicou que eles provavelmente deveriam ter vivido em época anterior à dos ameríndios mais recentes. Estudos morfológicos conduzidos na Bahia por R. Nina Rodrigues, no Rio de Janeiro por J. B. Lacerda e E. Roquette Pinto, e São Paulo por H. von Ihering, iniciaram pesquisas sobre a caracterização dos grupos étnicos existentes no país.

### 2. Segundo Período: Os Anos Formadores (1934-1955)

O ano de 1934 é marco fundamental na ciência brasileira pela fundação da Universidade de São Paulo, desde o início comprometida com a formação, e não apenas a transmissão, do conhecimento. Na época indicada os grupos sanguíneos e o traço ciclêmico começaram a ser utilizados na investigação da variabilidade genética populacional. Inicia-se também a busca de interpretação dessa variabilidade através de parâmetros demográficos. Alguns dos personagens-chaves do período foram, no Rio de Janeiro, E. M. da Silva e P. C. Junqueira; São Paulo, C. S. Lacaz, F. Ottenssooser e O. Frota-Pessoa; e em Curitiba N. e A. Freire-Maia.

### 3. Terceiro Período: Consolidação (1956-1997)

O desenvolvimento da técnica de eletroforese de proteínas forneceu uma poderosa ferramenta para o estudo da variabilidade intra e interpopulacional, possibilitando interpretações em um contexto microevolucionário. Estudos morfológicos paralelos em restos pré-históricos forneceram visões dessa variabilidade no passado. Com o incremento dos grupos de pesquisa o número de pessoas importantes, naturalmente, também aumenta, criando-se o risco de não se mencionar algum personagem significativo; em todo o caso, aí vai uma lista selecionada, ordenada alfabeticamente por sobrenome: (a) Belém: M. Ayres, J. F. Guerreiro, L. Montenegro, S. E. B. Santos, H. Schneider; (b) Salvador: E. S. Azevêdo; (c) Rio de Janeiro: M. C. Mello e Alvim, M. Palatnik; (d) São Paulo/Ribeirão Preto: O. Frota-Pessoa, H. Krieger, M. A. Mestriner, W. A. Neves, P. H. Saldanha, M. A. Pereira da Silva, A. L. Simões, M. A. Zago; (e) Curitiba: E. A. Chautard-Freire-Maia, N. Freire-Maia, M. L. Petzl-Erler; e (f) Porto Alegre: S. M. Callegari-Jacques, M. H. L. P. Franco, M. H. Hutz, F. J. da Rocha, T. A. Weimer.

### 4. Quarto Período: Fase Moderna (1998-atual)

O desenvolvimento de métodos para o estudo direto do DNA abriu novos horizontes para as investigações microevolucionárias; na área morfológica a morfometria computadorizada também forneceu uma ferramenta poderosa para a análise e interpretação dos dados. Novamente, uma lista selecionada de nomes seria a seguinte: (a) Belém: J. F. Guerreiro, A. K. C. Ribeiro-dos-Santos, S. E. B. Santos; (b) Brasília: S. F. Oliveira; (c) Belo Horizonte: S. D. J. Pena, E. Tarazona-Santos, F. R. Santos; (d) Ribeirão Preto: A. L. Simões; (e) Curitiba: M. L. Petzl-Erler; e (f) Porto Alegre: M. C. Bortolini, S. M. Callegari-Jacques, T. Hünemeier, M. H. Hutz, V. R. Paixão-Côrtes, F. M. Salzano.

Fonte: Salzano<sup>1</sup>

## As últimas duas décadas: paleoantropologia e o povoamento pré-histórico das Américas

Como indicado previamente, Walter A. Neves e colaboradores têm desenvolvido um projeto muito abrangente e aprofundado na Região de Lagoa Santa. Um acontecimento que teve consequências importantes e que resultou em muita divulgação internacional foi a descoberta, pelo referido pesquisador, de um crânio coletado por Annette Laming-Emperaire (1917-1977), arqueóloga francesa falecida precocemente, esquecido em uma gaveta do Museu Nacional. Foi verificado que as medidas do crânio afastavam-se às usualmente atribuídas aos antepassados dos ameríndios, e a sua reconstituição facial, realizada por Richard Neave, na época trabalhando na Universidade de Manchester, Inglaterra, confirmou a diferença. O espécime foi batizado por Neves com o nome de Luzia. Em um livro publicado por Neves & Piló<sup>5</sup>, há uma reconstrução sobre como viviam Luzia e seu povo, como indicado a seguir.

A referida população viveu no final do Pleistoceno e início do Holoceno, entre 12 e 10 mil anos atrás, tendo deixado descendentes que permaneceram em Lagoa Santa até 7,5 mil anos antes do presente (AP). Eram eles caçadores coletores que consumiam, em grande quantidade, vegetais ricos em carboidratos. Viviam em pequenos grupos de cerca de 25 pessoas, e jamais caçaram grandes animais, com os quais conviveram por volta de 2 mil anos.

Os estudos craniométricos realizados no material de Lagoa Santa levaram à formulação do chamado Modelo dos Dois Componentes Biológicos Principais (sigla em inglês: TMBCM) para a explicação da colonização pré-histórica das Américas. Proposto inicialmente por Neves & Pucciarelli em 1989<sup>6</sup>, ele basicamente postula a existência de dois padrões morfológicos entre os migrantes: os iniciais (Paleo-americanos), que teriam neurocrânios estreitos e longos, seriam prognáticos, com faces baixas, narizes e órbitas relativamente baixos e largos; enquanto os posteriores teriam neurocrânios curtos e largos, faces altas, largas e ortognáticas, e órbitas e narizes relativamente altos e estreitos.

Essa questão do povoamento pré-histórico das Américas vem sendo considerada há muito tempo, levando em consideração não apenas dados paleoantropológicos, como outros de natureza geológica, arqueológica, linguística e genética ou genômica. Eu realizei duas revisões, em 2007<sup>7</sup>

<sup>5</sup> Ver, por exemplo, NEVES, W. A. & PILÓ, L. B. *Op. cit.*

<sup>6</sup> NEVES, W. A. & PUCCIARELLI, H. M. Extra-continental biological relationships of early South American human remains: a multivariate analysis. *Ciência e Cultura*, vol. 41, p. 566-575, 1989.

<sup>7</sup> SALZANO, F. M. The prehistoric colonization of the Americas. In: CRAWFORD, M. H. (Ed.). *Anthropological Genetics. Theory, methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 433-455.

- <sup>8</sup> SALZANO, F. M. The pre-historic colonization of the Americas: evidence and models. *Evolution and Education Outreach*, vol. 4, p. 199-204, 2011.
- <sup>9</sup> RAFF, J. A. & BOLNICK, D. A. Genetic roots of the first Americans. *Nature*, vol. 506, p. 162-163, 2014.
- <sup>10</sup> REICH, D. *et al.* Reconstructing Native American population history. *Nature*, vol. 488, p. 370-374, 2012.
- <sup>11</sup> GREENBERG, J. H. *et al.* The settlement of the Americas: a comparison of the linguistic, dental, and genetic evidence. *Current Anthropology*, vol. 27, p. 477-497, 1986.
- <sup>12</sup> HUBBE, M. *et al.* Paleoamerican morphology in the context of European and East Asian Late Pleistocene variation: implications for human dispersion into the New World. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 144, p. 442-453, 2011.
- <sup>13</sup> DE AZEVEDO, S. *et al.* Evaluating microevolutionary models for the early settlement of the New World: the importance of recurrent gene flow with Asia. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 146, p. 539-552, 2011.
- <sup>14</sup> GONZÁLEZ-JOSÉ, R. *et al.* The peopling of America: craniofacial shape variation on a continental scale and its interpretation from an interdisciplinary view. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 137, p. 175-187, 2008.
- <sup>15</sup> RIBEIRO-DOS-SANTOS, A. M. *et al.* High-throughput sequencing of a South American Amerindian. *PLoS One*, vol. 8, e83340, 2013.

e 2011<sup>8</sup> a respeito, salientando que três questões básicas teriam de ser resolvidas: (a) qual seria a origem desses povos?; (b) como nunca foram encontrados fósseis muito antigos nas Américas, quantas ondas migratórias de colonização teriam ocorrido?; e (c) quando teriam chegado esses migrantes?

Não há espaço, aqui, para o exame de todas essas evidências. Uma avaliação sintética foi realizada recentemente<sup>9</sup>, a qual procurou interpretar os dados obtidos através do sequenciamento completo do genoma de um jovem masculino, cujo material ósseo havia sido encontrado em associação com a cultura Clovis e datado de 12.556 anos atrás. Basicamente, populações originárias da Sibéria teriam migrado para a Beringia (porção de terra muito mais extensa do que o presente Estreito de Bering, devido ao nível mais baixo do oceano que existiria na época) há cerca de 32 mil anos atrás, lá permanecendo e desenvolvendo características próprias. Por volta de 17 mil anos AP, o degelo ao longo da costa do Pacífico teria possibilitado uma rota de colonização para o sul que alcançaria o que hoje é o Chile (sítio de Monte Verde) há 14,6 mil anos AP. É possível que também tenha havido uma rota de expansão através do interior, por um corredor livre de gelo que foi aberto há 4 mil anos AP.

As evidências atuais, que incluíram uma participação de nosso grupo de pesquisa em um consórcio internacional que estudou 52 populações de ameríndios e 17 grupos siberianos para 364.470 polimorfismos de base simples (alelos que diferem entre si por apenas uma base nucleotídica no DNA)<sup>10</sup>, indicam que essas migrações envolveram, principalmente, um grande e único conjunto de pessoas, com duas outras ondas, mais recentes, colonizando o norte da América do Norte, como postulado há 27 anos atrás<sup>11</sup>.

Como tudo isso se relaciona com o Modelo dos Dois Componentes Biológicos Principais? Dois artigos recentes utilizaram análises de modelamento bioinformático para analisá-lo. O primeiro<sup>12</sup> concluiu a favor, mas o segundo<sup>13</sup> contra. A opinião de González-José & colaboradores<sup>14</sup> é de que a variação craniométrica encontrada poderia ser bem explicada como derivando de extremos de uma única variação morfológica contínua. Por outro lado, o sequenciamento do genoma completo de um ameríndio<sup>15</sup> indicou uma relação com populações do leste asiático e aborígenes australianos, como sugerido pelo referido modelo. A proposta, portanto, permanece em aberto.

## As últimas duas décadas: história e etnicidade

A utilização de enfoques genéticos ou genômicos para esclarecer processos de ancestralia étnica e quantificar a contribuição dessas etnias à composição atual de uma população pode ser denominada de genética histórica. O nosso grupo de pesquisa tem explorado esse tema, com relação às populações brasileiras, por muitos anos (para informação sobre esses estudos iniciais veja-se Callegari-Jacques & colaboradores<sup>16</sup>).

Os estudos mais recentes incluem: (a) o uso do DNA mitocondrial (mtDNA, localizado no citoplasma das células e herdado somente através do óvulo materno) e dos marcadores do cromossomo Y (presentes apenas nos homens) para identificar as origens de afro-derivados residentes no Rio de Janeiro e Porto Alegre<sup>17</sup>; (b) uma caracterização dos gaúchos da Região do Pampa do Rio Grande do Sul, salientando sua continuidade genética e cultural<sup>18</sup>; e (c) a busca de assinaturas genéticas (marcadores étnicos específicos) em amostras de afro-derivados e euro-derivados de Porto Alegre<sup>19</sup>.

Sérgio D. J. Pena e colaboradores também têm se interessado pela composição da população brasileira por muitos anos. Duas contribuições recentes desse grupo podem ser sumariadas como segue: (a) um enfoque interdisciplinar sobre a interface entre a informação sobre a biologia/genética e percepções sobre cor ou raça em escolares de 15 a 19 anos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro<sup>20</sup>; e (b) usando uma bateria de 40 polimorfismos de inserção/deleção (variantes comuns que, como o nome indica, constituem-se em adições ou perdas de pequenos segmentos de DNA) que já tinham demonstrado sua utilidade como informativos de ancestralia, eles estudaram 934 pessoas autclasificadas como brancos, mulatos e negros de quatro das regiões sociogeográficas mais populosas do Brasil. Para evitar diferenças regionais subjetivas na percepção da cor, eles avaliaram as proporções de ancestralia étnica independentemente da cor da pele, e multiplicaram as proporções em uma dada categoria de cor utilizada nos recenseamentos oficiais. O resultado foi um nível de homogeneidade maior do que o esperado, a contribuição europeia variando de 61% no Nordeste a 78% no Sul<sup>21</sup>.

Outra equipe de pesquisadores, coordenada por Sidney E. B. Santos e Ândrea K. C. Ribeiro-dos-Santos, focalizou predominantemente a Região Amazônica. Eles desenvolveram uma bateria de 48 polimorfismos de inserção/de-

<sup>16</sup> CALLEGARI-JACQUES, S. M. *et al.* Historical genetics: spatiotemporal analysis of the formation of the Brazilian population. *American Journal of Human Biology*, vol. 15, p. 824-834, 2003.

<sup>17</sup> HÜNEMEIER, T. *et al.* Niger-Congo speaking populations and the formation of the Brazilian gene pool: mtDNA and Y-chromosome data. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 133, p. 854-867, 2007.

<sup>18</sup> MARRERO, A. R. *et al.* Pre- and post- Columbian gene and cultural continuity: the case of the *Gaucho* from southern Brazil. *Human Heredity*, vol. 64, p. 160-171, 2007.

<sup>19</sup> GUERREIRO-JUNIOR, V. *et al.* Genetic signature of parental contribution in black and white populations in Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, vol. 32, p. 1-11, 2009.

<sup>20</sup> SANTOS, R. V. *et al.* Color, race, and genomic ancestry in Brazil. *Current Anthropology*, vol. 50, p. 787-819, 2009.

<sup>21</sup> PENA, S. D. J. *et al.* The genomic ancestry of individuals from different geographical regions of Brazil is more uniform than expected. *PLoS One*, vol. 6, e17063, 2011.

<sup>22</sup> PENA, S. D. J. *et al.* *Op. cit.*

<sup>23</sup> SANTOS, N. P. C. *et al.* Assessing individual interethnic admixture and population substructure using a 48-insertion-deletion (INSEL) ancestry-informative marker (AIM) panel. *Human Mutation*, vol. 31, p. 184-190, 2010.

<sup>24</sup> PALHA, T. J. B. F. *et al.* Male ancestry structure and ethnic admixture in African-descent communities from the Amazon as revealed by Y-chromosome STRs. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 144, p. 471-478, 2011.

<sup>25</sup> RIBEIRO-RODRIGUES, E. M. *et al.* Assessing interethnic admixture using an X-linked insertion-deletion multiplex. *American Journal of Human Biology*, vol. 21, p. 707-709, 2009.

<sup>26</sup> AMORIM, C. E. G. *et al.* Migration in Afro-Brazilian rural communities: crossing demographic and genetic data. *Human Biology*, vol. 83, p. 509-521, 2011.

<sup>27</sup> SALZANO, F. M. Somos únicos? Biologia, cultura e humanidade. *Scientific American Brasil*, vol. 6, n.º. 71, p. 65-71, 2008.

<sup>28</sup> SALZANO, F. M. *Genômica e evolução. Moléculas, organismos e sociedade.* São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

leção, diferente da utilizada por Pena & colaboradores<sup>22</sup>, que aplicaram para avaliar a constituição étnica de sete populações amazônicas<sup>23</sup>. Para efeito de comparação, foram testados marcadores do cromossomo Y em basicamente o mesmo conjunto de indivíduos.<sup>24</sup> Esses marcadores mostraram-se muito menos variáveis e forneceram percentagens de ancestralidade diferentes, quando comparados com os resultados já obtidos para o DNA mitocondrial. Outro conjunto de polimorfismos de inserção/deleção, específico para genes ligados ao cromossomo X, foi também desenvolvido e testado em africanos, europeus, ameríndios, e na população mista de Belém.<sup>25</sup>

Um grupo sediado em Brasília, coordenado por Silviene F. Oliveira, está particularmente interessado nos quilombos, comunidades rurais semi-isoladas de afrodescendentes. Uma de suas contribuições recentes é a de Amorim e colaboradores<sup>26</sup>.

### As últimas duas décadas: coevolução biologia-cultura em ameríndios

Os ameríndios vêm sendo amplamente estudados pelo grupo de Porto Alegre, há nada menos do que 56 anos, e um aspecto importante dessas investigações é a possibilidade de avaliar, entre eles, o complexo problema da coevolução gene-cultura.

A cultura é um atributo essencialmente humano. Embora existam rudimentos de cultura em outras espécies, eles não se comparam com a complexidade do processo existente no *Homo sapiens*. As características culturais surgiram já no início do processo de especiação, e devem ter sido muito importantes na trajetória que conduziu ao que somos hoje. As similaridades e diferenças entre os fatores que condicionam a evolução biológica e cultural já foram por mim consideradas em 2008<sup>27</sup> e 2012<sup>28</sup>. Ambos os processos estão vinculados à adaptação de indivíduos e populações ao seu meio ambiente, mas uma diferença marcante é que a evolução cultural desenvolve-se muito mais rapidamente do que a biológica. Uma das razões para isso é que enquanto a transmissão genética realiza-se basicamente de maneira vertical (genitor-prole), a cultural pode ser feita também de maneira horizontal (entre pessoas da mesma geração) ou oblíqua (professor-aluno). Além disso, os produtos e processos de elaboração cultural podem ser aperfeiçoados em qualquer época e a novidade transmitida rapidamente, enquanto os fatores genéticos só se modificam rara-

mente, através da mutação, e a transmissão da característica mutante pode ou não ocorrer, sem alterações, ao longo do tempo.

O fenômeno da coevolução ocorre quando, em duas entidades que estão interagindo, a variação em uma leva a uma resposta na outra. Eventualmente podem ocorrer reações em cadeia, através de mecanismos de retroalimentação. Já foram desenvolvidos modelos matemáticos da coevolução gene-cultura, que avaliam de maneira rigorosa e quantitativa este processo, e uma lista de nove deles é apresentada no quadro 2. Eles são de natureza muito variada, e sua avaliação detalhada está fora do escopo do presente estudo.

Considerando então os nossos estudos em ameríndios, o primeiro conceito geral a ser considerado é o do modelo populacional de fissão-fusão. Foi ele proposto por Neel & Salzano em 1967<sup>29</sup>, tendo sido mais recentemente revisado<sup>30</sup>. Esse tipo de estrutura populacional difere, em muitos aspectos, de outros modelos propostos para as populações humanas. É ele típico de grupos de caçadores-coletores; nas mesmas populações que parecem endogâmicas, elas podem se dividir devido a tensões sociais geradas por facções internas. Essas fissões ocorrem ao longo de linhas de parentesco, levando a um efeito migratório não-aleatório. O grupo que se separou pode reunir-se a outra aldeia, voltar àquele original depois de certo tempo, ou dar início a outra aldeia. Geralmente ocorrem uniões entre migrantes e não-migrantes.

<sup>29</sup> NEEL, J. V. & SALZANO, F. M. Further studies on the Xavante Indians. X. Some hypotheses-generalizations resulting from these studies. *American of Human Genetics*, vol. 19, p. 554-574, 1967.

<sup>30</sup> SALZANO, F. M. The fission-fusion concept. *Current Anthropology*, vol. 50, p. 959, 2009.

<sup>31</sup> LALAND, K. N. *et al.* How culture shaped the human genome: bringing genetics and the human sciences together. *Nature Reviews Genetics*, vol. 11, p. 137-148, 2010.

#### Quadro 2: Modelos matemáticos de coevolução gene-cultura

1. Evolução da aprendizagem, da transmissão social e da cultura
2. Genes para a persistência da lactase na vida adulta e o uso do leite para a alimentação
3. Evolução da linguagem
4. Evolução da inteligência e da personalidade
5. Evolução da cooperação
6. Tabus de incesto
7. Comportamento sexual e crenças de paternidade
8. Controle da proporção sexual
9. Consequências evolucionárias da construção de nichos

Fonte: LALAND, K. N. *et al.*<sup>31</sup>.

Os eventos acima descritos têm diversas consequências: (a) a unidade de difusão é composta por indivíduos biologicamente relacionados; (b) como os grupos são nômades, as distâncias geográficas que os separam em um determinado momento podem não ser muito importantes; e (c) durante um período de várias gerações haverá trocas genéticas suficientes entre os grupos, de maneira que toda a tribo, e não a população local, deva ser considerada como a unidade reprodutiva.

<sup>32</sup> RAMALLO, V. *et al.* Demographic expansions in South America: enlightening a complex scenario with genetic and linguistic data. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 150, p. 453-463, 2013.

Ramallo & colaboradores<sup>32</sup>, usando dados de sequenciamento completo da região controladora do mtDNA de amostras de nove populações e sequências adicionais da mesma disponíveis na literatura, em um total de 1.176 determinações, associaram a variabilidade encontrada com processos demográficos. Foram consideradas as migrações de indivíduos cuja língua tinha sido classificada como Tupi ou Jê, e embora os dois grupos mostrassem traços gerais de processos de fissão-fusão populacional antigos ou mais recentes, eles indicaram padrões diversos de expansão populacional. Enquanto as populações Tupi apresentavam um padrão clássico de isolamento pela distância, os grupos Jê manifestaram um modo de dispersão intrincado e não-linear. A memória coletiva dessas comunidades com relação a eventos de fissão anteriores e outros processos culturais (por exemplo, tipos diferentes de classificações de parentesco) sem dúvida devem ter sido fatores condicionantes importantes para essas diferenças.

A persistência da enzima lactase na vida adulta é um dos exemplos paradigmáticos de coevolução gene-cultura (conferir o quadro 2). A maioria dos indivíduos adultos de nossa espécie possui genes que diminuem ou suprimem a lactase intestinal após o desmame. Essa enzima é necessária para a digestão da lactose, o principal glicídio presente no leite, e sem sua presença a ingestão de leite leva a náuseas e cólicas intestinais.

Alterações genéticas na região controladora do gene *LCT* (lactase persistence) ocorreram em populações europeias, e sua frequência aumentou de maneira altamente correlacionada com o consumo de leite derivado da domesticação da vaca. O gene em si também é bastante polimórfico. Até pouco tempo não havia informação sobre os alelos que estariam presentes neste gene em ameríndios, e muito pouca informação fisiológica sobre a persistência da lactase em adultos dessas populações.

<sup>33</sup> FRIEDRICH, D. C. *et al.* Stability or variation? Patterns of lactase gene and its enhancer region distributions in Brazilian Amerindians. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 147, p. 427-432, 2012.

Friedrich & colaboradores<sup>33</sup> se propuseram a preencher esta lacuna. Os resultados mostraram que apenas o

alelo -13910\*T, responsável pela persistência da lactase na vida adulta em europeus, estava presente em quatro populações de ameríndios (Guarani-Kaiowá, Guarani-Nhandeva, Kaingang e Xavante), e sua presença deve ser explicada por uniões com não-indígenas; nenhuma nova mutação foi encontrada na região controladora. Em contraste, havia alto polimorfismo no gene em si. Portanto, diferentes fatores evolucionários podem agir mesmo em regiões genéticas próximas.

Desde os primeiros estudos de nossa equipe entre os Xavante, realizados há meio século, foi notada a sua morfologia característica, diferente da observada em outras populações de ameríndios. Essa diferença foi examinada em detalhe em época mais próxima.<sup>34</sup> Oito medidas cefalométricas obtidas entre eles e cinco outros povos (Kayapó, Kaingang, Baniwa, Ticuna e Yanomami) foram analisadas, em um total de 1.203 indivíduos. Este conjunto de informações foi então considerado levando em conta uma extensa série de características genéticas, climáticas, sociais, e de histórias de vida. Foi verificado que os Xavante haviam experimentado uma notável rapidez em sua evolução morfológica, muito acima do esperado para a época de sua separação do grupo irmão, os Kayapó, ocorrida há 1.500 anos atrás. Todos os testes mostraram que o fator mais significativo para explicar o fenômeno estava relacionado com práticas culturais (por exemplo, residência marital bilocal, alta endogamia, e organização doméstica pequena e extensa), bem como com a seleção sexual favorecendo homens mais bem localizados na hierarquia social e pertencentes a determinados clãs dominantes.

## Conclusão

Houve boa aceitação, no Brasil, dos conceitos de evolução biológica desenvolvidos de maneira magistral por Charles Darwin. Em termos de evolução humana, as pesquisas desenvolvidas acompanharam as principais tendências mundiais, com mudanças paradigmáticas nos métodos de estudo. Nossas populações têm sido intensamente investigadas, fornecendo o retrato de um perfil, em termos biológicos, basicamente heterogêneo, em consonância com nossa variabilidade ecológica e socioeconômica. Espera-se que esses estudos continuem e se intensifiquem, para uma melhor compreensão de nossa identidade nacional.

<sup>34</sup> HÜNEMEIER, T. *et al.* Cultural diversification promotes rapid phenotypic evolution in Xavante Indians. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, vol. 109, p. 73-77, 2012.

Francisco M. Salzano é graduado em História Natural e doutor em Biologia Genética, com vasta carreira científica. É Professor Emérito do Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

francisco.salzano@ufrgs.br

## PODEMOS CLASSIFICAR E DIVIDIR HUMANOS EM RAÇAS?

---

*Silviene Fabiana de Oliveira*  
*Ana Carolina Arcanjo*  
*Nilda Maria Diniz Rojas*

Sentimo-nos mais confortáveis com o mundo organizado, categorizado, ao nosso redor. Mas, o fato é que a ideia de categorizar/organizar serviu para um número sem fim de propósitos políticos e discriminatórios ao longo da história da civilização. Nesse contexto se insere a classificação de seres humanos baseada em critérios biológicos. A questão paralela do emprego de termos iguais para diferentes conceitos, como no caso de “raça”, contribuiu igualmente para entendimentos equivocados e utilizações extremamente discutíveis. É preciso não só avaliar os critérios de cor de pele e suas limitações quando se trata de traçar perfis genéticos, como também conhecer os argumentos que comprovam a própria inexistência de raças do ponto de vista da biologia.

*As pessoas dividem-se entre aquelas que poupam como se vivessem para sempre e aquelas que gastam como se fossem morrer amanhã.*

Aristóteles

Somos seres humanos. E uma de nossas características é a tendência natural a organizar e classificar o que nos rodeia. A classificação resulta, em geral, na simplificação do cotidiano, e é utilizada em todas as esferas das sociedades humanas. Aristóteles (384-322 AC) foi um dos pioneiros da classificação quando propôs sistematizar os seres vivos de modo hierárquico, mediante suas similaridades. Essa proposta está sumarizada na figura 1A, mostrando o ordenamento que vai dos “inferiores” aos “superiores”, estando os seres humanos no topo da classificação. Porfírio (~234 - ~305 DC) introduziu o uso do diagrama conhecido como “árvore porfiriana”, cuja base ainda hoje é utilizada na prática da cladística. De acordo com Porfírio, a prática aristotélica foi estendida a partir da utilização da subordinação de conceitos. Assim, desenvolveu a classificação subordinada de substâncias (figura 1B), que foi adotada durante cerca de dez séculos.

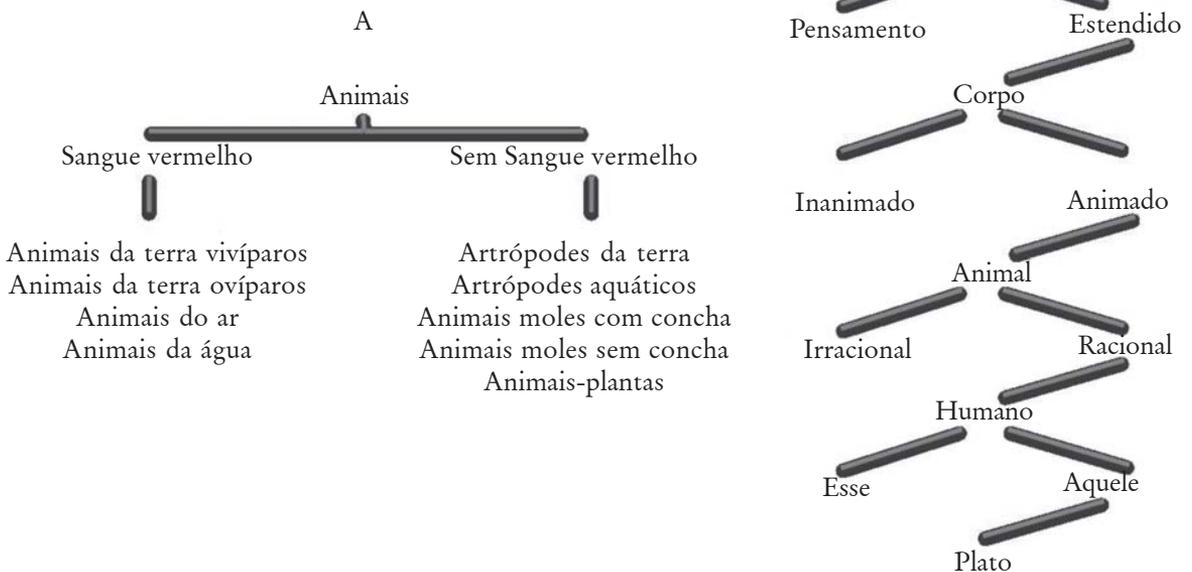


Figura 1: A. Classificação dos seres vivos de acordo com Aristóteles; B. Árvore Porfiriana, onde *substância* se refere a um gênero, *substância estendida* ao corpo das espécies, *corpo animado* à espécie animal, *animal racional* ao humano, que pode ser de dois tipos, esse ou aquele, sendo Plato (Platão) um indivíduo em particular.

Humanos são classificados para os mais distintos propósitos, em todas as sociedades, desde tempos remotos. Contudo, foi Carolus Linnaeus, ou Carl von Linné, ou ainda Carlos Lineu (1707-1778) quem publicou a primeira classificação biológica e científica dos seres humanos, a espécie *Homo sapiens*, aplicando a nomenclatura binomial

(figura 2A). Descreveu duas espécies do mesmo gênero: *H. diurnus* e *H. nocturnus*. Esta última espécie era, aparentemente, composta de seres imaginários. Também propôs as variantes da espécie, que não denominou de raças, baseado em características geográficas, morfológicas, regionais e culturais (figuras 2 B1 a B4). As variantes de *H. sapiens* seriam: *a. H. sapiens* americano – vermelho, de mau temperamento, subjugável; *b. asiaticus* – amarelo, melancólico, ganancioso; *c. europaeus* – branco, sério, forte; *d. afer* – africano, preto, impassível, preguiçoso; *e. monstrosus* – diversidade de tipos reais sem definição geográfica e com características peculiares de cada grupo, como patagônios da América do Sul e *flatheads* canadenses.

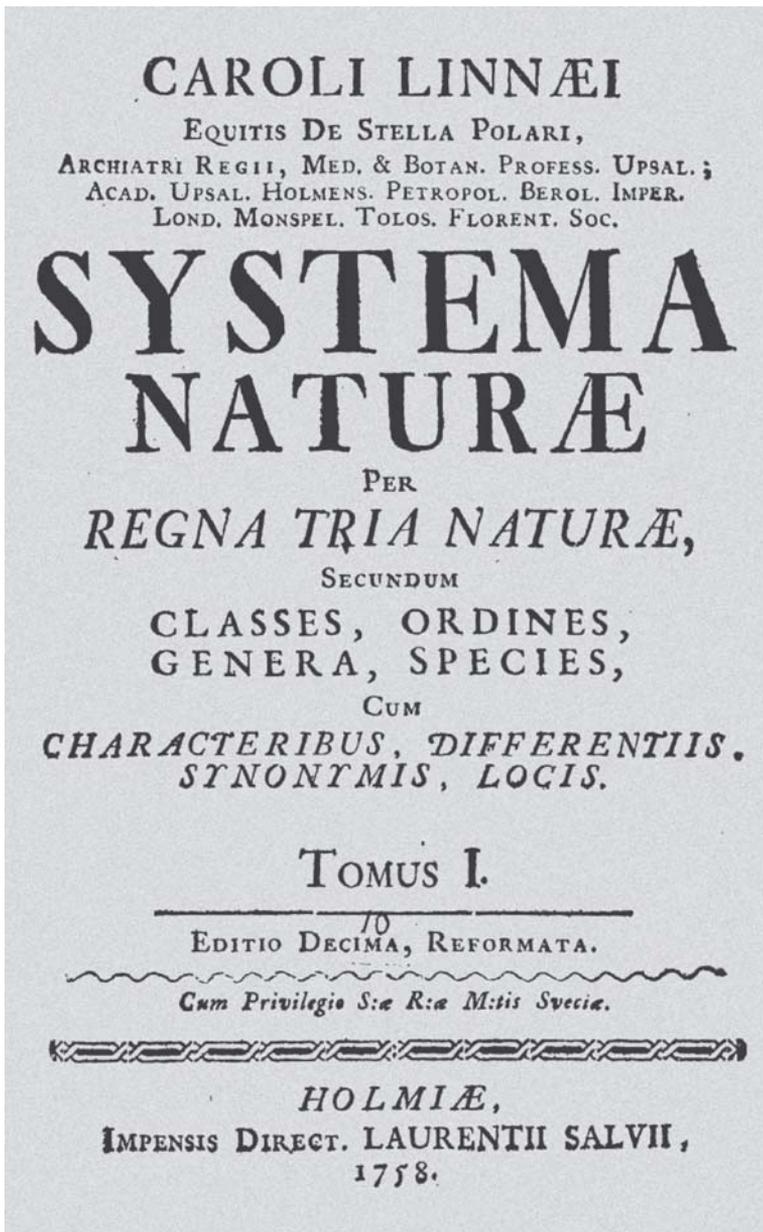


Figura 2A: Capa da 10ª edição do *Systema Naturae* de Lineu



Por sua vez, Georges-Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788), diferentemente de Lineu, descreveu a diversidade humana sem apresentar uma classificação. Em seu trabalho podem ser destacados dois pontos controversos: a introdução da ideia de raça na discussão antropológica e a classificação em seis raças. Bindon<sup>1</sup> observa que Buffon, em *Naturelle, générale et particulière, Tome XV de Les "Variétés dans l'espèce humaine"* (1749), utilizou a palavra *raça* como sinônimo de "grupo" ou "população", de modo similar ao atual uso do termo para designar grupo étnico; não procedeu à classificação de humanos em seis raças, mas à descrição de distintos grupos étnicos. Buffon cita ainda *L'homme, blanc en Europe, noir en Afrique, jaune en Asie, et rouge en Amérique* (ou seja, o homem branco na Europa, o preto na África, o amarelo na Ásia e o vermelho na América). Dessa forma, apesar de Buffon não ter sugerido propriamente uma classificação, sua descrição embasa, até hoje, as classificações humanas em diversos países, incluindo o Brasil.

Joseph-Arthur de Gobineau (1816-1882), o Conde de Gobineau, é considerado o pai das teorias racistas. Em seu *Ensaio sobre a desigualdade das raças humanas (Essai sur l'inégalité des races humaines, 1853-1855)*, apresenta o que se considerou a base científica para a política de branqueamento, adotada no Brasil a partir do final do segundo reinado. De acordo com Petrucelli<sup>2</sup>, Gobineau teria dito que povos miscigenados são degenerados com relação aos não miscigenados, pois as sucessivas misturas fariam, gradualmente, modificar seu valor. E ainda:

*As duas variedades da nossa espécie, a raça negra e a raça amarela, são o fundo grosseiro, o algodão e a lã, que as famílias secundárias da raça branca amolecem, nele misturando a sua seda, enquanto que o grupo ariano, fazendo circular suas redes mais finas através de gerações enobrecidas, aplica na superfície, em deslumbrante obra-de-arte, seus arabescos de prata e de ouro.*<sup>3</sup>

As convicções de Gobineau se tornaram ainda mais fortes após uma temporada no Brasil, em 1869. Passou a afirmar então que a população brasileira diminuiria de tamanho; a ele foi atribuído o pensamento de que:

*Todos os países da América, seja no norte, seja no sul, mostram hoje em dia de uma forma irrefutável que os mulatos de diferentes graus não se reproduzem além de um número limitado de gerações. A infecundidade não se encontra sempre nos casamentos; mas os produtos chegam gradualmente a ser de tal maneira perniciosos, tão pouco viáveis, que desaparecem, seja antes de ter dado à luz descendentes, seja deixando crianças que não podem sobreviver.*<sup>4</sup>

<sup>1</sup> BINDON, J. Buffon on race. 2012. In: <http://anthropology.ua.edu/race/index.php?title=Buffon%20on%20Race>. Acessado em 15/06/2014.

<sup>2</sup> PETRUCCELLI, J. L. Doutrinas francesas e o pensamento racial brasileiro, 1870-1930. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 7:134-149, 1996.

<sup>3</sup> GOBINEAU, 1940, tomo II: 539, In: PETRUCCELLI, J. L. *Op. cit.*

<sup>4</sup> GOBINEAU, 1874, 369. In: PETRUCCELLI, J. L. *Op. cit.*

O primeiro censo realizado no Brasil, em 1872, mostrou um panorama preocupante para governantes da época: nossa população apresentava apenas 38% de brancos. Paralelamente ao censo, o final do século XIX foi marcado por grandes transformações no Brasil, tais como o estabelecimento da República, a abolição da escravatura, a instituição do casamento civil, a secularização das escolas e cemitérios, dentre outras.<sup>5</sup> Nesse cenário, as ideias do Conde de Gobineau, especialmente aquelas sobre miscigenação nas populações, pareceram perfeitas para a aspiração explícita dos abolicionistas: o branqueamento do Brasil. Os abolicionistas eram favoráveis à vinda de imigrantes europeus, pois desejavam um Brasil mais branco e mais moderno, com melhor inserção no cenário internacional. Ainda, recusaram sumariamente a sugestão dos fazendeiros de importação de chineses para trabalhar na lavoura. Joaquim Nabuco, um dos líderes abolicionistas, teria dito que já tínhamos muito problema tentando diminuir o sangue africano sem importar sangue asiático.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> SKYDMORE, T. E. Racial ideas and social policy in Brazil, 1870-1940. In: GRAHAM, R. *The Idea of Race in Latin America, 1870-1940*. Austin, Texas: University of Texas Press, 2004.

<sup>6</sup> SKYDMORE, T. E. *Op. cit.*

## Classificação oficial de pessoas

A classificação de pessoas pode basear-se em inúmeros critérios, a depender, principalmente, do propósito. A identificação individual, nos mais distintos países, compreende data e local de nascimento, sexo, escolaridade, estado civil, endereço, cor da pele ou raça, cor dos olhos, altura, dentre outros. Há, portanto, uma mistura de critérios sociais, aparentemente objetivos, com critérios biológicos geralmente oriundos de características de herança genética complexa, com o foco específico na questão da classificação em cor e em raça, denominações que têm sido usadas como sinônimas ao longo do tempo.

Os dois primeiros censos brasileiros foram realizados por paróquias em 1872 e 1890. O primeiro ocorreu menos de um ano após a promulgação da Lei do Ventre Livre, para o levantamento da quantidade de escravos no Império, em relação aos 10 milhões de habitantes do país, revelando a existência de 15,24% de escravos. Alguns municípios do Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia e Maranhão contavam em sua população total mais de 50% de escravos.<sup>7</sup> A classificação baseada na cor considerava o branco, o preto, o pardo e o caboclo, este último referente a indígenas e seus descendentes.<sup>8</sup> O censo de 1890, realizado após o final da escravidão, passou a utilizar a classificação pela cor da pele em: branco, preto, caboclo e mestiço.

<sup>7</sup> PORTAL BRASIL (2013). <http://www.brasil.gov.br/governo/2013/01/censo-de-1872-e-disponibilizado-ao-publico> (acessado em 15/06/2014).

<sup>8</sup> SMABC (2010). Classificação étnico/racial. Uma trajetória de mais de um século. [http://www.smabc.org.br/smabc/materia.asp?id\\_CON=21481&id\\_SUB=77](http://www.smabc.org.br/smabc/materia.asp?id_CON=21481&id_SUB=77) (acessado em 15/06/2014).

O IBGE assumiu o censo brasileiro em 1940, e tem alterado os critérios de classificação ao longo do tempo, com o objetivo de aprimorar o acesso às informações sobre o povo brasileiro. No primeiro censo do IBGE a classificação adotada foi: branco, preto e amarelo. Deixou-se um espaço a ser preenchido para indivíduos considerados descendentes de mistura entre povos, como os caboclos, mulatos, morenos e cafuzos. O tipo pardo foi introduzido no conjunto das classificações mistas. A classificação “amarelo” foi adicionada em 1960, e em 1991, a “indígena”.<sup>9</sup> A figura 3 apresenta a distribuição em cor/raça no Brasil de acordo com os censos.

Durante os censos de 1991 e 2010, movimentos sociais negros promoveram uma campanha denominada *Não deixe sua cor passar em branco*. A campanha propunha a autoafirmação dos negros através do reconhecimento de sua ancestralidade.<sup>10</sup> Isso porque, de acordo com o IBGE, cor e raça são sinônimas. Dessa forma, uma pessoa que se identificasse com a ancestralidade africana, independente de sua efetiva cor de pele, deveria, segundo a campanha, se declarar negra.

<sup>9</sup> SMABC (2010). *Op. cit.* IBGE, 1872-2010. Censo Demográfico - [http://series.estatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vco\\_digo=POP106](http://series.estatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vco_digo=POP106) (acessado em 15/06/2014).

<sup>10</sup> SMABC (2010). *Op. cit.*

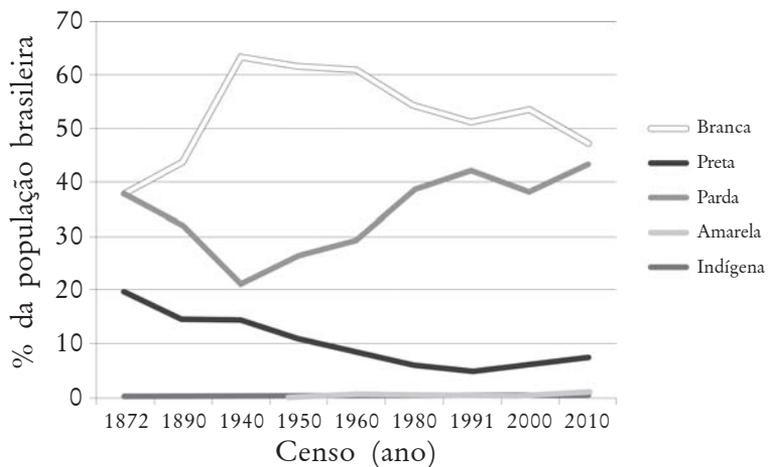


Figura 3: Distribuição da população brasileira nas cinco cores/raças ao longo dos nove censos realizados no Brasil entre o ano de 1872 e 2010.

Podemos destacar que o IBGE faz uma grande confusão com cor da pele e raça. Ao mesmo tempo em que utiliza a cor da pele como um tipo de classificação, coloca outra opção, ‘indígena’, que não é cor da pele, igualando, dessa forma, cor da pele a etnia. Essa confusão é feita em boa parte das classificações de humanos baseadas em sua

morfologia. Isso porque a espécie deve ser entendida de uma forma populacional e não tipológica. Não podemos apontar um “tipo” característico para o *H. sapiens*, não existe uma lista de caracteres para o “homem moderno” que seja compartilhada por exatamente todos os indivíduos da espécie, mas sim, que compõem suas populações. E a base do racismo é primordialmente o pensamento tipológico. Quando comparada com outras espécies, amplamente distribuídas pelo globo terrestre, a humana não apresenta diferenciação evidente entre populações, ou as ditas “raças”.

*H. sapiens* tem características singulares, mas assim como as outras espécies existentes, está submetida à influência dos mesmos fatores evolutivos, tais como o fluxo gênico, a deriva genética, a extinção/colonização, a seleção natural e uma combinação desses fatores. Somos, bem como todas as espécies, o resultado do processo de evolução biológica.<sup>11</sup>

### Hereditariedade de características morfológicas

A maioria das classificações humanas utiliza parâmetros morfológicos, que geralmente são muito subjetivos. Pessoas são rotuladas em altas ou baixas, gordas ou magras, inteligentes ou não inteligentes, feias ou bonitas, cabelo liso ou cabelo crespo, negro ou branco. Tais classificações são intensamente defendidas. Porém, evidentemente, existem indivíduos que não são nem altos nem baixos, assim como não são negros nem brancos. Aliás, a maioria numérica dos indivíduos apresenta características intermediárias. Isso porque as características citadas apresentam um padrão de herança que envolve mais de um gene, além de sofrer influências do ambiente. A esse tipo de herança, em genética, denominamos herança complexa.

A herança complexa é caracterizada pela interação de vários genes, entre si, e destes com o ambiente, resultando na característica específica. Dentre os genes, podem-se diferenciar duas classes: genes principais e genes secundários (figura 4A). Os ambientes, que podem modificar os produtos derivados da expressão gênica, bem como modular a expressão gênica em si, são de diversos níveis, incluindo o ambiente celular, o corpóreo e o extracorpóreo. As características de herança complexa não se apresentam em classes bem delimitadas, ao contrário, apresentam inúmeras variantes com um padrão aproximado de curva normal, também chamada gaussiana (figura 4B), isto é: 1. a média, mediana e moda são iguais; 2. a área total sob a curva é 100% e; 3. é simétrica em torno da média e apresenta forma de sino.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> TEMPLETON, A. R. Advocacy for the Multiregional Hypothesis. *Current Anthropology*, 38(5)921-922, 1997.

<sup>12</sup> INSTITUTO GAUSS DE MATEMÁTICA (2010). *Op. cit.* [http://www.igm.mat.br/aplicativos/index.php?option=com\\_content&view=article&id=340:intro&catid=61:distnormal](http://www.igm.mat.br/aplicativos/index.php?option=com_content&view=article&id=340:intro&catid=61:distnormal) (acessado em 15/06/2014).

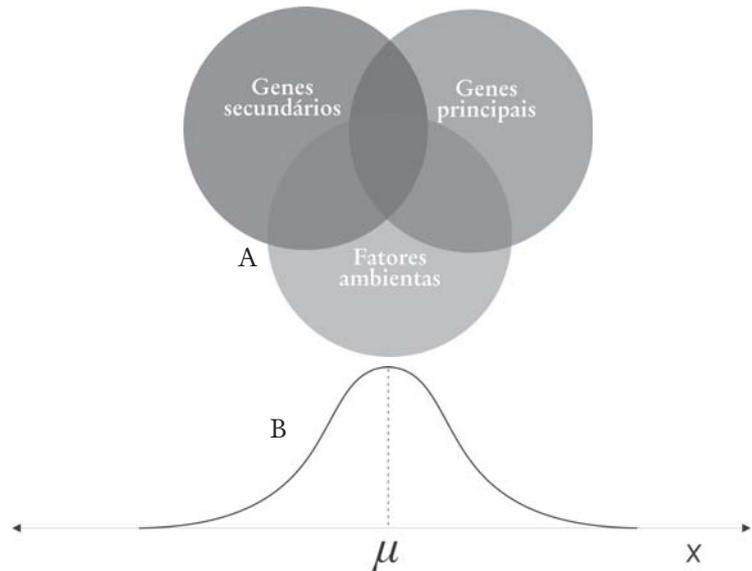


Figura 4: A. Características de padrão de herança complexo são definidas pela interação entre genes principais, secundários e fatores ambientais; B. Curva normal.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> INSTITUTO GAUSS DE MATEMÁTICA (2010). *Op. cit.*

<sup>14</sup> STURM, R. A. Molecular genetics of human pigmentation diversity. *Human Molecular Genetics*, 18(R1)R9-R17, 2009. REES, J. L. & HARDING, R. M. Understanding the evolution of human pigmentation: Recent contributions from Population Genetics. *Journal of Investigative Dermatology*, 132:846-853, 2012. LIU, F.; WEN, B. & KAYSER, M. Colourful DNA polymorphisms in humans. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 24:562-575, 2013.

A cor da pele é um exemplo de herança complexa. Hoje são conhecidos diversos genes relacionados à pigmentação da pele em humanos.<sup>14</sup> Mutações em genes principais, conhecidos também por *master genes*, levam à manifestação de características que se destacam da curva gaussiana da característica normal. Por exemplo, mutações nos genes principais, como OCA2, TYR e TYRP1, levam à ausência de melanina e quadros de albinismo, dentre outras patologias, enquanto que mutações em genes secundários resultam na variação em relação às diferentes cores de pele.

A distribuição de cores de pele em humanos (figura 5) segue um padrão geográfico e prevê-se que siga uma distribuição normal, como a da figura 4B, o que evidencia que essa característica é uma herança complexa. Nos extremos da curva observamos a cor da pele com mais enmelanina (escura) e a cor com menos enmelanina (clara), que classificamos como negros e brancos. Porém, como os demais indivíduos da curva seriam classificados (figuras 5 e 6)? Qual é o limite dessa divisão, isto é, em que ponto um indivíduo deixaria de ser classificado como negro e passaria a ser classificado como branco e vice-versa (figura 6)? E mais: onde podemos localizar os indivíduos chamados amarelos (asiáticos) ou vermelhos (nativos americanos)? Será que realmente podem ser encontrados entre as duas primeiras classificações, ou será que deformam a curva de Gauss em um gráfico tridimensional?

Os padrões de inteligência em humanos seguem o modelo gaussiano e também foram e são utilizados para classificação da espécie humana, além de demonstração de preconceito. Richard J. Herrnstein e Charles Murray apresentaram, em seu controverso livro *The Bell Curve: Intelligence and Class structure in American life*<sup>15</sup>, uma curva de inteligência dos brancos com média deslocada para valores superiores quando comparada com a curva dos negros, como mostra a figura original do livro (figura 7). Diversas críticas foram feitas ao tipo de análise estatística e sobre a coleta de dados, que teria sido realizada de maneira inadequada, demonstrando que as curvas apresentadas eram tendenciosas. Houve também questionamento sobre o modo e eficiência das medições de inteligência. Em especial, a *American Psychological Association* publicou um artigo em que foram discutidos diversos conceitos, dentre eles, o de inteligência e seus vários tipos; a importância do meio ambiente no seu desenvolvimento; os vários testes de inteligência e a questão biológica da inteligência.<sup>16</sup>

### Mas, o que é raça?

*Há diferença morfológica entre africanos e europeus. Porém, também há diferenças morfológicas entre homens e mulheres.*<sup>17</sup>

O conceito de raça em biologia, de acordo com Mayr<sup>18</sup>, consiste em um agregado de populações de uma espécie que compartilham características biológicas que permitam diferenciá-los de outras populações dessa espécie. Trata-se de um grupo reconhecidamente formado por todos de uma espécie monotípica, ou parte de uma politípica. A variação fenotípica, então, é utilizada para diferenciar e criar categorias. Vale ressaltar que o cruzamento de duas raças não origina uma terceira. As raças geográficas, por sua vez, são populações da mesma espécie isoladas devido a barreiras geográficas, e que apresentam diferenciação genética. Segundo Mayr:

*existem palavras na nossa língua que parecem levar inevitavelmente a controvérsia. Isso é de fato verdadeiro para as palavras “igualdade” e “raça”. (...) as características da maioria das raças animais são estritamente genéticas enquanto que as raças em humanos são marcadamente não genéticas, com atributos culturais que afetam muito suas características evidentes. A performance nas atividades humanas é influenciada não apenas pelo genótipo, mas também por atitudes adquiridas culturalmente.*<sup>19</sup>

<sup>15</sup> HERRNSTEIN, R. J. & MURRAY, C. A. *The Bell Curve: Intelligence and Class structure in American life*. New York: Free Press, 1994. 845 p.

<sup>16</sup> NEISSER, U. *et al.* Intelligence: Knowns and Unknowns. *American Psychologist*, 51(2)77-101, 1996.

<sup>17</sup> CLAES, P. *et al.* Modeling 3D Facial Shape from DNA. *PLoS Genet*, 10(3):e1004224, 2014.

<sup>18</sup> MAYR, E. *Populations, Species, and Evolution: An Abridgment of Animal Species and Evolution*. Cambridge (MA): Harvard University Press/Belknap Press. World, 1970.

<sup>19</sup> MAYR, E. The Biology of Race and the Concept of Equality. *Daedalus*, 131(1) 89-94, 2002.

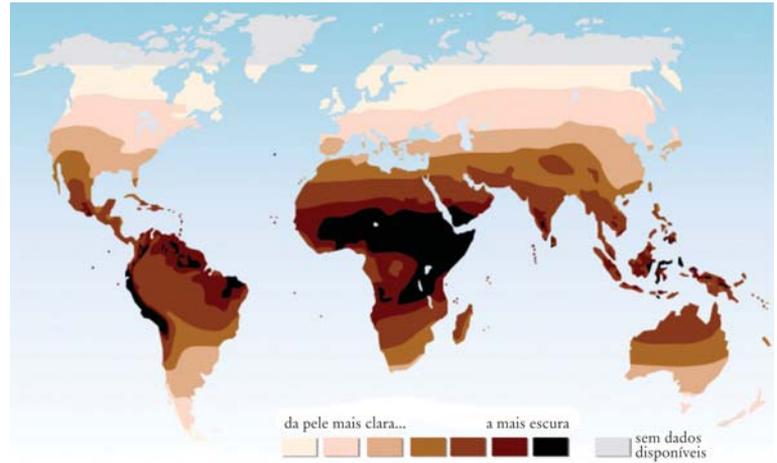


Figura 5: Distribuição da cor da pele em humanos incluindo a influência ambiental.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> UNEP/GRID-Arendal – Designer Emmanuelle Bournay. [http://www.grida.no/graphicslib/detail/skin-colour-map-indigenous-people\\_7ef5](http://www.grida.no/graphicslib/detail/skin-colour-map-indigenous-people_7ef5) (acessado em 18/06/2014)

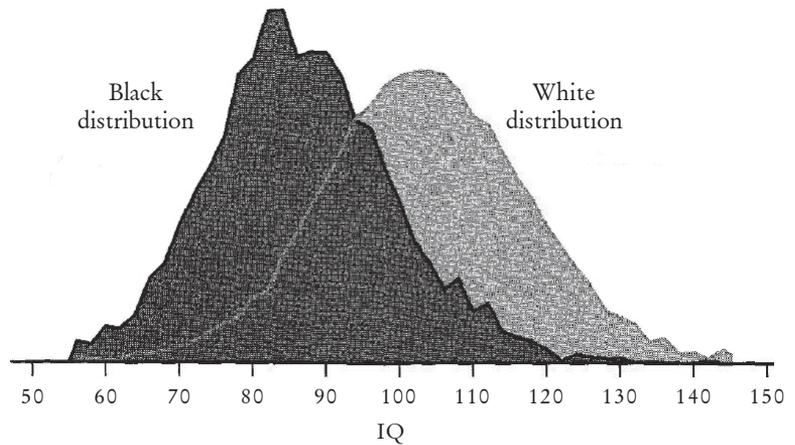


Figura 6: Variação da cor da pele em humanos.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> GOODMAN, A. H.; MOSES, Y. T. & JONES, J. L. *Race: are we so different?* New Jersey: Ed. John Wiley and Sons, 2012. 280 p.

Diferentemente do conceito biológico, o conceito zootécnico de raça considera que o conjunto de animais de uma dada raça apresenta semelhança para certas características ditas “da raça”. Tais características devem apresentar uma origem comum, que remete aos constituintes da população, e esses caracteres e qualidades devem ser hereditários, isto é, transmissíveis de uma geração para outra. Ainda, o meio ambiente deve ser levado em consideração para a boa expressão desses caracteres e qualidades. Em quase todas as espécies de animais domésticos, a combinação de características morfológicas e funcionais resultaram em novas raças. Isto é, duas raças zootécnicas podem dar origem a uma terceira raça. Curiosamente, o conceito zootécnico de raça poderia ser melhor aplicado a nós, *H. sapiens*, do que o próprio conceito biológico.

Se considerarmos que as raças humanas apresentam uma fundamentação biológica, estamos também considerando que as raças são decorrentes de linhagens evolutivas independentes de uma mesma espécie. Dessa forma, aprimorar o conhecimento sobre a evolução da espécie ocorrida nos últimos 200 mil anos poderá fornecer subsídios para a discussão.



<sup>22</sup> NEISSER, U. *et al.* *Op. cit.*

Figura 7: Gráfico extraído do livro *The Bell Curve*<sup>22</sup> mostrando diferença na distribuição da curva de inteligência entre negros (*Black distribution*) e brancos (*White distribution*).

Os principais modelos de evolução recente do *H. sapiens* são o modelo de candelabro, o de candelabro com substituição (monogênese africana) e o de treliça, sendo que todos assumem que a espécie é de origem africana. No modelo de candelabro (figura 8A), a origem é mais antiga, isto é, não teria ocorrido especiação desde a origem do *H. erectus* há 1,5 milhão de anos atrás. A dispersão para a Europa e para a Ásia teria ocorrido logo após o aparecimento do *H. erectus* e sem fluxo gênico entre as populações resultantes. Dessa forma, a evolução das populações africanas, europeias e asiáticas seria resultado de processos evolutivos independentes. No contexto da linhagem filética, portanto, os três grupos resultantes seriam, de fato, raças diferentes da espécie *H. sapiens*.

<sup>23</sup> CANN, R.; STONEKING, M. & WILSON, A. C. Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature*, 325:31-36, 1987.

O segundo modelo, definido inicialmente a partir da análise de DNA mitocondrial por Cann *et al.*<sup>23</sup> e posteriormente por uma série de outros dados genéticos, é conhecido como monogênese africana ou candelabro com substituição (figura 8B). Por esse modelo, *H. sapiens* teria surgido na África há cerca de 200 mil anos, e colonizado outros territórios substituindo as outras espécies que ainda não haviam sido extintas. De acordo com a análise, o melhor modelo exibe uma única origem para os africanos, porém, múltiplas linhagens para cada área geográfica, cada uma tendo sido colonizada repetidas vezes. Entretanto, o mesmo modelo, na visão de Templeton<sup>24</sup>, também corrobora a existência de raças no sentido biológico. Isso porque a topolo-

<sup>24</sup> TEMPLETON, A. R. Human races: a genetic and evolutionary perspective. *American Anthropologist*, 100(3) 632-650, 1998.

gia da árvore, formada pelos três ramos bem distintos (os africanos, os europeus e os asiáticos), seria mais importante do que o tempo de divergência. Para o autor, teria havido pouco ou nenhum fluxo gênico entre os grupos, o que definiria a existência de três populações com histórias evolutivas diferentes.

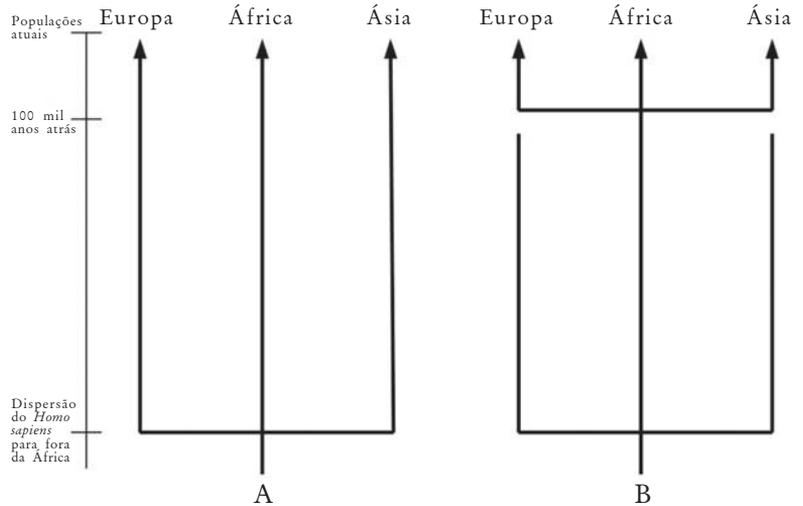


Figura 8: A) Modelo de monogênese africana do tipo candelabro. B) Modelo de monogênese africana do tipo candelabro com substituição. As linhas sem ponta de seta (Europa e Ásia em B) mostram a extinção das populações pelos indivíduos que saíram pela 2ª vez da África, há 100 mil anos.

O modelo de treliça (figura 9), por outro lado, postula não só o surgimento do homem anatomicamente moderno na África, mas também que as suas populações tanto foram capazes de se dispersar para a Europa e a Ásia, quanto também de voltar para a África posteriormente. Assim, haveria um contínuo fluxo gênico entre os três continentes. Neste modelo também é postulado que a diferença entre *H. erectus* e *H. sapiens* se manifesta somente no nível morfológico, admitindo a possibilidade de que teria havido cruzamento entre essas duas espécies. Portanto, as distâncias genéticas encontradas entre as três populações de *H. sapiens* seriam função apenas da quantidade de cruzamentos (ou de fluxo gênico) entre elas, e não devido ao tempo de divergência (como no modelo de candelabro). Neste caso, não há diferenciação de linhagens evolutivas dentro da espécie, o que excluiria a existência de raças em *H. sapiens*.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> TEMPLETON, A. R. *Op. cit.*

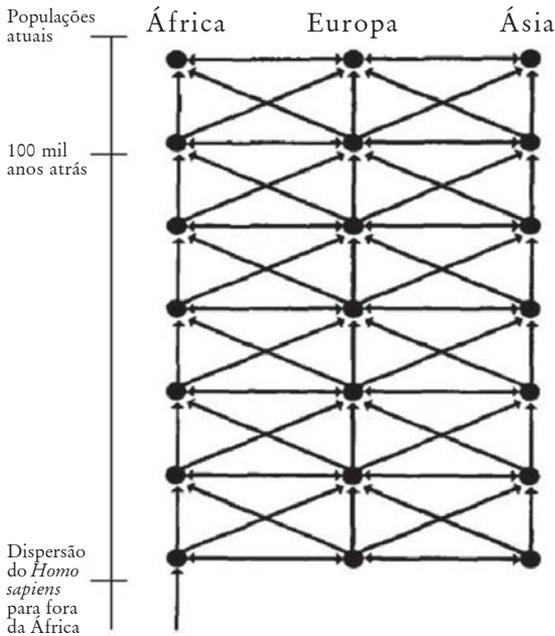


Figura 9: Modelo de monogênese africana do tipo treliça. As setas indicam a direção do fluxo gênico entre as populações. Adaptado de Templeton, A.<sup>27</sup>

## Raça e Genética

*Foi no Brasil que aprendi que o conceito de raça não é biológico, mas puramente cultural.*

*Infelizmente, a noção popular de raça sempre esteve tão vinculada à biologia que será difícil derrubá-la.*

*Não existem raças porque as diferenças genéticas entre as mais distintas etnias são insignificantes.*

Alan Templeton<sup>26</sup>

Existe um grande debate científico, em especial entre os antropólogos, acerca de como explicar a variação humana. Existem antropólogos que sugerem a utilização do termo e do conceito de raça para tratar as diferenças entre os seres humanos, enquanto outros defendem a abolição do termo, ao menos da área científica.

Enquanto renomados cientistas, tais como Dobzhansky, Cavalli-Sforza, Templeton, dentre outros, argumentam que o conceito de raça não tem significado biológico para a espécie humana, Rosenberg *et al.*<sup>28</sup>, por exemplo, mostraram que a análise de vários *loci* de 1.056 indivíduos não-arentados corroborava a existência de cinco grupos principais com relação às suas frequências alélicas, e que esses corresponderiam às cinco principais divisões geográficas (ou aos cinco continentes). Sesardic<sup>29</sup> afirmou que o estudo de Rosenberg *et al.*<sup>30</sup> torna muito mais difícil afirmar que as raças humanas não têm respaldo genético.

Barbujani<sup>31</sup> argumentou que os cinco grupos geográficos nos quais os dados se dividiram em Rosenberg *et al.*<sup>32</sup> provavelmente não eram coincidentes com as raças auto-identificadas, que têm importância social *de facto*. No entanto, Tang *et al.*<sup>33</sup> mostraram agrupamento genético em um dos quatro grupos ditos raciais (branco, afro-americano, asiático e hispânico) em 99,9% dos casos, de forma concordante com os grupos raciais auto-identificados por 3.636 indivíduos dos Estados Unidos e de Taiwan, analisados para 326 microssatélites. Contudo, apesar dos dados serem extremamente interessantes, deve-se ressaltar a possibilidade de as amostras serem muito enviesadas, isto porque, provavelmente, são oriundas de populações subestruturadas, o que significa dizer que é provável que os autores não obtivessem o mesmo resultado se o estudo fosse feito em um país miscigenado, como o Brasil, por exemplo.

Barbujani<sup>31</sup> argumentou que os cinco grupos geográficos nos quais os dados se dividiram em Rosenberg *et al.*<sup>32</sup> provavelmente não eram coincidentes com as raças auto-identificadas, que têm importância social *de facto*. No entanto, Tang *et al.*<sup>33</sup> mostraram agrupamento genético em um dos quatro grupos ditos raciais (branco, afro-americano, asiático e hispânico) em 99,9% dos casos, de forma concordante com os grupos raciais auto-identificados por 3.636 indivíduos dos Estados Unidos e de Taiwan, analisados para 326 microssatélites. Contudo, apesar dos dados serem extremamente interessantes, deve-se ressaltar a possibilidade de as amostras serem muito enviesadas, isto porque, provavelmente, são oriundas de populações subestruturadas, o que significa dizer que é provável que os autores não obtivessem o mesmo resultado se o estudo fosse feito em um país miscigenado, como o Brasil, por exemplo.

<sup>26</sup> Revista *Isto É*, “Somos todos um só” de 18/11/1998.

<sup>27</sup> TEMPLETON, A. R. *Op. cit.*

<sup>28</sup> ROSENBERG, N. A. *et al.* Genetic structure of human populations. *Science*, 298: 2.381-2.385, 2002.

<sup>29</sup> SESARDIC, N. Race: a social destruction of a biological concept. *Biol. Philos.*, 25:143-162, 2010.

<sup>30</sup> ROSENBERG, N. A. *et al.* *Op. cit.*

<sup>31</sup> BARBUJANI, G. Human races: classifying people vs understanding diversity. *Curr. Genomics*, 6:215-226, 2005.

<sup>32</sup> ROSENBERG, N. A. *et al.* *Op. cit.*

<sup>33</sup> TANG, H. *et al.* Genetic structure, self-identified race/ethnicity, and confounding in case-control association studies. *American Journal of Human Genetics*, 76:268-275, 2005.

<sup>34</sup> DURSO, D. F. *et al.* Association of genetic variants with self-assessed color categories in Brazilians. *PloS ONE*, 9(1)e83926, 2014.

<sup>35</sup> JORDE, L. B. & WOODING, S. P. Genetic variation, classifications and 'race'. *Nature Genetics Supplementary*, 36(11)s28-s33, 2004.

Poucas investigações sobre associação entre cor da pele e perfil genético foram realizadas no Brasil. Em artigo de 2014<sup>34</sup>, foram avaliadas as associações entre autodeclaração e variantes de genes principais para a pigmentação da pele humana em populações altamente miscigenadas (Rio de Janeiro e São Paulo). Foram consideradas duas classificações de cor em São Paulo (negros e brancos) e três no Rio de Janeiro (negros, morenos e brancos). Dos 15 *loci* estudados, somente quatro (26%) apresentaram associação significativa entre cor autodeclarada e cor de pele (em especial excluindo as amostras classificadas como morenas). Porém, novamente, se nota a classificação em classes extremas, negligenciando-se a variabilidade contínua de tonalidades de cor de pele.

Nesse sentido, Jorde & Wooding<sup>35</sup> argumentam que os grupos tendem a ser geográficos, devido à miscigenação local, mas que também ocorre miscigenação e migração extensiva entre populações com proximidade geográfica. Assim, as populações dificilmente são “puras”, do ponto de vista genético, e limites definidos entre indivíduos ou populações, as chamadas ‘raças’, são essencialmente muito falhos e arbitrários.

### Variabilidade existe, mas isso não é raça

Podemos afirmar que existem diferenças morfológicas entre os humanos e que essas refletem diferenças no patrimônio genético em interação com os diferentes ambientes em que vivem. Porém, é evidente que as principais classificações consideram apenas os extremos da população, e agrupam em uma grande categoria o que se considera como miscigenado, ou qualquer cor que seja diferente dos extremos. Observe os seguintes exemplos:

Exemplo 1: Suponha que sejam colocados numa sala (figura 10) 100 finlandeses, 100 aborígenes australianos, 100 japoneses e 100 africanos subsaarianos, considerando que nenhum dos indivíduos seja fruto de casamento com migrantes. Qualquer pessoa poderia separá-los em quatro grupos com 100% de acurácia.

Exemplo 2: Suponha que sejam colocados numa sala (figura 11) 100 egípcios, 100 iraquianos, 100 paquistaneses e 100 indianos, considerando que nenhum dos indivíduos seja fruto de casamento com migrantes. Seria muito difícil categorizá-los em quatro grupos sem considerar artefatos culturais.



Figura 10: Sala 1.<sup>36</sup>



Figura 11: Sala 2.<sup>37</sup>

Portanto, encontramos diferença perceptível quando comparamos indivíduos pertencentes a populações muito distantes geograficamente, o que inclui variação genética. Porém, a variação morfológica humana é contínua, isto é, características morfológicas variam gradualmente de uma área geográfica a outra na ausência de fronteiras bem definidas.

<sup>36</sup> Fotografias obtidas em: Europe World – [http://www.europeworld.com/images/finland/finnish\\_people5.jpg](http://www.europeworld.com/images/finland/finnish_people5.jpg) (Finlandês). (acessado em 18/06/2014)

LeMill web community – <http://lemill.net/lemill-server/content/webpages/the-australian-aborigines> (Aborígenes australianos). (acessado em 18/06/2014)

Oyinbofricanabeni (Kerry Park) – <http://oyinbofricanabeni.wordpress.com/2013/03/19/people-of-africa/> (Africanos). (acessado em 18/06/2014)

Digital Deconstruction – <http://digitaldeconstruction.com/japanese-children-face-extinction/#.U6EIE41dVQI> (Japoneses). (acessado em 18/06/2014)

<sup>37</sup> Fotografias obtidas em: On Islam – <http://www.onislam.net/english/family/moms-and-dads/the-family-home/450619-family-and-childrens-rights-project-in-egypt.html> (Egípcia) (acessado em 18/06/2014)

International Medical Corps UK – [www.internationalmedicalcorps.org.uk](http://www.internationalmedicalcorps.org.uk) (Iraqiana). (acessado em 18/06/2014)

Asian Scientist – <http://www.asianscientist.com/health-medicine/pakistans-polio-vaccination-kp-fata-security-checkpoints-2012/> (Paquistanesa). (acessado em 18/06/2014)

Bata Children's Program – <http://batachildrensprogram.com/blog/?p=600> (Indiana). (acessado em 18/06/2014).

Sob esse mesmo ângulo, por que os médicos legistas, isto é, antropólogos físicos que atuam na área forense, conseguem diferenciar indivíduos e categorizá-los em raças e sexo? Isto é, se as raças biológicas não existem, por que os peritos reconhecem corpos com grande precisão? De acordo com Sauer<sup>38</sup>, há uma concordância entre a raça social e morfologia de crânios acessadas em um exame forense considerando-se brancos e negros estadunidenses. Resultados similares foram encontrados por Ousley *et al*<sup>39</sup>. Esses resultados reforçam a questão de que há diferença entre os grupos extremos, como europeus e africanos subsaarianos. São grupos de diferentes continentes cujas histórias evolutivas divergiram durante certo período de tempo. Além disso, casamentos preferenciais, comuns nos Estados Unidos, contribuem para a manutenção de tais diferenças morfológicas<sup>40</sup>, enquanto que a miscigenação leva à homogeneização das características.

Se buscarmos variações tipológicas de caracteres (como características “da raça”) em nossa espécie, observamos que as diferenças morfológicas visíveis não têm importância biológica e, portanto, não fazem sentido à luz da evolução biológica. Além disso, as diferenças genéticas não são suficientes para sugerir a existência de uma subespécie ou raça. Elas devem, obrigatoriamente, ser acompanhadas de histórias evolutivas que elucidem e corroborem as diferenças genéticas; caso contrário, tais diferenças são meramente estocásticas e não justificariam a existência de subespécies.

O nível de diferenciação populacional ( $F_{st}$ ) para que duas populações sejam consideradas raças ou subespécies é de 0,25 a 0,30.<sup>41</sup> No entanto, o  $F_{st}$  entre populações humanas foi estimado em 0,156.<sup>42</sup> Ou seja, não existem raças ou subespécies na espécie humana, segundo medidas estatísticas de genética de populações. Além disso, o valor estimado para o parâmetro  $Nm$  (o tamanho efetivo de migrantes entre populações) para a espécie humana é 1,35. Esse valor indica que uma determinada característica que seja favorecida pela seleção pode se espalhar rapidamente entre as populações, ainda que a diferenciação populacional se mantenha para outros *loci*.<sup>43</sup> Valores muito maiores de  $Nm$  foram encontrados em outras populações de animais que não são categorizados em espécies. Isso pode significar que a espécie humana evolui como uma unidade, mesmo que haja diferenciação entre populações geograficamente muito distantes.

<sup>38</sup> SAUER, N. J. Forensic anthropology and the concept of race: if races don't exist, why are forensic anthropologists so good at identifying them? *Social Science & Medicine*, 34(2)107-111, 1992.

<sup>39</sup> OUSLEY, S.; JANTZ, R. & FREID, D. Understanding Race and Human Variation: Why Forensic Anthropologists are Good at Identifying Race. *American Journal of Physical Anthropology*, 139: 68-76, 2009.

<sup>40</sup> OUSLEY, S.; JANTZ, R. & FREID, D. *Op. cit.*

<sup>41</sup> SMITH, H. M.; CHISZAR, D. & MONTANUCCI, R. R. Subspecies and classification. *Herpetological Review*, 28:13-16, 1997.

<sup>42</sup> BARBUJANI, G.; MAGNANI, A.; MINCH, E. & CAVALLI-SFORZA, L. L. An apportionment of human DNA diversity. *PNAS USA*, 94:4.516-4.519, 1997.

<sup>43</sup> TEMPLETON, A. R. Human races... *Op. cit.*

## Considerações finais

*A maioria das pessoas pensa que raça é real, e elas estão obviamente corretas. Raça é real. Mas raça não é real do jeito que a vemos: profunda, primordial e biológica. Ao contrário, raça é uma ideia fundamental com consequências devastadoras porque nós, através de nossa história e cultura, a fizemos assim.*<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Adaptado de GOODMAN, A. H. *et. al.* *Op. cit.*

<sup>45</sup> GOODMAN, A. H. *et. al.* *Op. cit.*

**Silviene Fabiana de Oliveira** é graduada em Biologia, doutora em Genética e com pós-doc no The Jackson Laboratory for Genomic Medicine c/o University of Connecticut Health Center. É professora associada do Departamento de Genética e Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, DF.

[silviene.oliveira@gmail.com](mailto:silviene.oliveira@gmail.com)

**Ana Carolina Arcanjo** é graduada em Biologia, mestre em Biologia Animal e doutoranda nessa mesma área na Universidade de Brasília, DF.

[a.arcanjo@gmail.com](mailto:a.arcanjo@gmail.com)

**Nilda Maria Diniz Rojas** é graduada em Biologia, doutora em Genética e professora adjunta e chefe do Departamento de Genética e Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, DF.

[niddiniz@unb.br](mailto:niddiniz@unb.br)

O propósito deste artigo foi explorar uma série de conceitos biológicos que, de acordo com alguns indivíduos da nossa própria espécie, fundamentam a existência de raças na espécie humana. Sentimo-nos mais confortáveis com o mundo organizado, categorizado ao nosso redor. E a ideia de categorizar/organizar foi utilizada para um número sem fim de propósitos políticos e discriminatórios ao longo da história da civilização. A referência mais recorrente para a classificação de seres humanos é baseada em critérios biológicos, o que é discutível. A questão paralela da utilização de termos iguais para diferentes conceitos, como no caso de “raça”, também contribuiu para entendimentos equivocados e utilizações em políticas extremamente questionáveis. De acordo com Goodman *et al.*<sup>45</sup>, a partir do momento em que entendermos o que raça é e o que não é, a raça deixa de ser uma desculpa para as diferenças de indicadores de igualdade, como riqueza e saúde. Visto que não existem subsídios biológicos para a classificação de humanos em raças, faz realmente sentido classificarmos os seres humanos? Qual a utilidade concreta disso no mundo atual? Por que não abolimos afinal toda e qualquer classificação humana baseada em raça em todas as esferas da sociedade? Esperamos ter contribuído para que a imensa diversidade de formas humanas seja entendida simplesmente como ela é: variável.

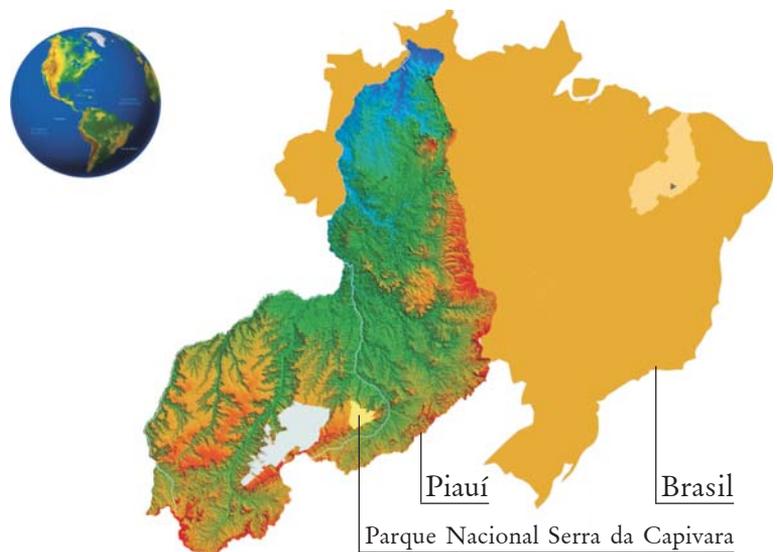
# PRÉ-HISTÓRIA DA REGIÃO DO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA

---

*Niéde Guidon*

No Parque Nacional Serra da Capivara e seu entorno já foram cadastrados mais de mil sítios arqueológicos e paleontológicos. Esse número está sempre sujeito a mudanças porque novas descobertas são constantes. Quarenta anos de pesquisa na região resultaram em uma vasta base de dados que permite a reconstituição da pré-história dos povos que ali chegaram, há cerca de 100.000 anos. Os planaltos eram então cobertos pela floresta amazônica e a planície pela mata atlântica, dois biomas extremamente ricos e diversificados. Isso facilitou a implantação de grupos humanos, que se desenvolveram extraordinariamente. Os grafismos rupestres – pinturas principalmente – foram datados e comprovaram que há mais de 20.000 anos, naquela área, homens já deixavam registradas nas pedras suas histórias, lendas e crenças. Escavações permitiram definir sua evolução tecnológica e cultural, bem como mudanças climáticas. As primeiras explorações foram realizadas em 1973; em 1978, a equipe de pesquisadores enviou a Brasília um relatório, solicitando proteção para o lugar. Assim foi criado o Parque Nacional Serra da Capivara.

O Parque Nacional Serra da Capivara, no sudeste do Estado do Piauí, é uma fronteira ecológica situada entre a depressão periférica do rio São Francisco e a bacia sedimentar Maranhão-Piauí. Trata-se de uma área de 130.000ha, com os relevos típicos de chapadas e vales. O clima da região hoje é semiárido. Existe uma estação de chuvas na qual se concentram as precipitações e uma estação seca que, atualmente, dura de seis a sete meses. Essas características climáticas favorecem um tipo de vegetação, a caatinga, que perde suas folhas durante o período de seca e as recupera com o início das chuvas, originando uma verdadeira metamorfose na paisagem (figuras 1 e 2).



<sup>1</sup> GUÉRIN, Claude *et al.* A fauna pleistocênica do Piauí (Nordeste do Brasil): Relações paleoecológicas e bio-cronológicas. 1996. *Fundamentos* [Anais da Conferência Internacional sobre o Povoamento das Américas. Proceedings of the International Meeting on the Peopling of the Americas. São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil (1993)], 1:55-103. GUÉRIN, Claude & FAURE, Martine. Les Cervidae (Mammalia, Artiodactyla) du Pléistocène supérieur-Holocène ancien de la région du Parc National Serra da Capivara (Piauí, Brésil). *Geobios*, 42:169-195, 2009. GUÉRIN, Claude & FAURE, Martine. Un nouveau Toxodontidae (Mammalia, Notoungulata) du Pléistocène supérieur du Nordeste du Brésil. *Geodiversitas*, 35 (1):155-205, 2013.

Figura 1: Mapa de localização do Parque Nacional Serra da Capivara. Design Lucas Braga. Acervo FUMDHAM

Em épocas pré-históricas, as condições ambientais eram diferentes. O clima era tropical úmido, permitindo o desenvolvimento de uma vegetação abundante, perenifólia, que garantia as condições de alimentação para uma fauna majoritariamente herbívora. Durante milênios, espécies da megafauna existiram na região e coabitaram com os grupos humanos que também a povoaram. As espécies da megafauna mais representadas eram a preguiça gigante, o tigre-dente-de-sabre, o mastodonte e o tatu gigante. Junto a essa fauna gigante, existiam também espécies de pequeno porte, como lhamas, veados, caititus, capivaras, queixadas, que constituíram fontes de alimentação das populações que ali viviam<sup>1</sup> (figura 3).



Figura 2: Vista do Baixão da Pedra Furada. Parque Nacional Serra da Capivara. Acervo FUMDHAM



Figura 3: Escavação da Lagoa dos Porcos com vestígios da megafauna. São Lourenço do Piauí. Foto: Adolfo Okuyama. Acervo FUMDHAM

Na região da Serra da Capivara existem evidências da antiga presença humana que foram datadas entre 100.000 e 58.000 anos, no famoso sítio arqueológico Toca do Boqueirão da Pedra Furada.<sup>2</sup> Já na Serra das Confusões, área situada a sudeste da Serra da Capivara, mais próxima da bacia do rio São Francisco, as datações mais antigas que obtivemos alcançam 13.000 anos. As pesquisas arqueológicas na América do Sul, para esse período da pré-história, são ainda pouco numerosas, mas os resultados confirmam, de maneira reiterada, o envelhecimento das datas da presença humana.

### De onde viemos e para onde fomos

As pesquisas não permitem ainda precisar as vias de penetração do continente nesse período, mas podemos propor hipóteses que expliquem o processo do povoamento americano.

Recentemente, novas pesquisas nessa região, lideradas pelo Prof. Eric Boeda (chefe da Missão Francesa do Piauí) têm produzido resultados, fruto de escavações sistemáticas em sítios arqueológicos diversos e muita análise, principalmente de material lítico, que confirmam a hipótese de terem existido diversos grupos culturais, nos diferentes períodos de ocupação da área. A principal questão que se coloca, internacionalmente, é de onde vieram os grupos humanos mais antigos e como chegaram até a Toca do Boqueirão da Pedra Furada.<sup>3</sup>

As propostas explicativas que hoje parecem ser as mais prováveis indicam que essas primeiras populações seriam originárias da África. Como hoje está demonstrado, a espécie humana é muito mais antiga do que se pensava até alguns anos atrás, havendo datações de até 180.000 anos para o *Homo sapiens*.

O que às vezes não é levado em consideração, é que os homens partem de um local, movimentam-se por um longo ou curto período, para chegarem onde hoje encontramos os seus vestígios.

O homem já existia na África há mais de 100 mil anos, enquanto na Sibéria não havia traços dele. Por que se acredita que teriam tomado o caminho mais longo, e não o caminho mais curto? Em busca de melhores condições, o homem é capaz de se arriscar, inclusive de atravessar o mar.

Há cerca de 130.000 anos a África passou por um período de seca muito forte que originou os desertos. As pessoas saíam ao mar à procura de comida e, como as correntes e os ventos vêm da África para o Nordeste do Brasil,

<sup>2</sup> GUIDON, Niède & ARNAUD, Bernardette. The Chronology of the New World, Two Faces of One Reality. *World Archaeology*, 23(2):167-178, 1991.

GUIDON, Niède. Pedra Furada. Uma revisão. Pedra Furada. Une mise au point. Pedra Furada. A Revision. *Fundamentos* (Atas do II Simpósio Internacional "O Povoamento das Américas", 16-21 dezembro 2006), 7: 380-403, 2008.

SANTOS, Guaciara *et al.* A revised chronology of the lowest occupation layer of Pedra Furada Rock Shelter, Piauí, Brazil: the Pleistocene peopling of the Americas. *Quaternary Science Reviews*, 22:2.303-2.310, 2003.

VALLADAS, Hélène *et al.* TL age-estimates of burnt quartz pebbles from the Toca do Boqueirão da Pedra Furada (Piauí, Northeastern Brazil). *Quaternary Science Reviews*, 22:1.257-1.263, 2003.

<sup>3</sup> BOËDA, Eric *et al.* The Late-Pleistocene Industries of Piauí, Brazil: New Data. In: GRAF, Kelly E.; KETRON, Caroline V. & WATERS, Michael R. (Orgs.). *Paleoamerican Odyssey*. Chapter 26, 1. ed.: 445-465. College Station: Center for the Study of the First Americans, 2013.

pode-se propor que barcos foram trazidos até a costa do Piauí, ao norte, e de Alagoas-Sergipe a leste. No Piauí, o rio Parnaíba permitiu a penetração para o interior, e seu afluente, o rio Piauí, passava a menos de um quilômetro dos sítios arqueológicos da Serra da Capivara, onde foram encontrados os vestígios mais antigos da presença humana. Na costa leste, desemboca o rio São Francisco, o que teria permitido a entrada dos primeiros homens para o interior, chegando à Serra das Confusões e até a Minas Gerais. Mas, somente o avanço das pesquisas e análises do DNA de fósseis humanos poderão comprovar tais hipóteses.

O período mais recuado da presença dos primeiros grupos humanos na região abrange uma faixa de 100.000 a 12.000 anos. Essa extensa faixa cronológica corresponde ao período úmido na região do Parque Nacional, durante o qual as populações do Pleistoceno se instalam muito lentamente, desenvolvendo uma cultura adaptada às condições do meio ambiente.

### A cultura material pré-histórica

Os vestígios da cultura material descobertos indicam a existência de uma única primeira cultura, que atravessa os milênios inovando tecnicamente e fazendo escolhas entre os recursos naturais disponíveis. Os instrumentos, cortantes ou pontiagudos, dos tipos facas, raspadores, perfuradores, são feitos em quartzo e quartzito, com características similares aos encontrados no paleolítico da Europa, África e Austrália. As peças líticas mais antigas são pouco trabalhadas, talhadas segundo as necessidades do momento, utilizadas e logo abandonadas. Os instrumentos são feitos de maneira a serem utilizados em funções gerais, tais como cortar ou raspar, sem que exista a busca da especialização. Percebe-se, no entanto, um evidente desenvolvimento tecnológico, e existem peças, datadas a partir de 20.000 anos, com tecnologia lítica tão desenvolvida como a dos povos dos outros continentes. Os artefatos foram achados nos solos arqueológicos, junto a estruturas de fogueiras. Dessas fogueiras foram extraídos os carvões de lenha que, submetidos a análises do carbono 14, forneceram as datações dos solos arqueológicos e do que neles se encontra.

Muitos vestígios da cultura material desse período se desintegraram pela fragilidade de seu suporte. A cestaria, o trançado, tecnologias que devem ter existido, não suportaram os efeitos do tempo e da umidade. O mesmo aconteceu com as matérias-primas vegetais e os instrumentos feitos em madeira.

Os abrigos sob rocha da serra não eram utilizados como lugares de habitação. Muito deles tinham depressões rochosas onde a água da chuva se acumulava (localmente denominadas caldeirões), sendo frequentados como pontos de caça, aproveitando a vinda de animais para beber. Como lugares de moradia foram escolhidos outros espaços, independentemente do grau de nomadismo ou sedentarismo: locais mais abertos, na desembocadura de boqueirões, vales largos, alto da chapada, perto de fontes de água, de rios ou córregos, que eram abundantes nessa época úmida.

No período pleistocênico, as populações já praticavam atividades gráficas. Fragmentos de parede, com traços de pintura, foram encontrados caídos sobre solos arqueológicos datados de 27.000 anos.<sup>4</sup> Neles, as figuras desenhadas não são identificáveis, mas confirmam a prática de uma atividade que se tornaria um verdadeiro sistema de comunicação. Nas paredes dos abrigos do Parque Nacional existe uma densa quantidade de pinturas rupestres realizadas durante milênios. As representações animais são muito diversificadas, sendo possível reconhecer espécies inexistentes hoje na região e outras totalmente extintas, como camélídeos e preguiças gigantes. Existem também reproduções de capivaras, veados galheiros, caranguejos, jacarés e certas espécies de peixes, espécies hoje desaparecidas da área, extremamente árida para poder abrigá-las.<sup>5</sup>

Organizados em pequenos grupos, dotados de grande mobilidade, os primeiros habitantes eram capazes de adaptar-se aos condicionamentos do meio ambiente. A falta de tecnologia sofisticada exigiu das primeiras populações um alto grau de observação para se adaptarem às situações novas.

### O homem se adapta às mudanças ambientais

O clima tropical úmido perdurou até cerca de 10.000 anos, correspondendo ao Pleistoceno final e início do Holoceno. Então as chuvas diminuíram e um clima de transição caracterizou a região, a partir de 9.000 anos BP. A vegetação, do tipo cerrado, também diminuiu, as fontes de alimentação se tornaram escassas e a megafauna, por volta de 8.000 anos, desapareceu totalmente da região, junto com as espécies dos ecossistemas úmidos. Entretanto, as transformações da vegetação e a extinção de uma parte da fauna não afetaram a sobrevivência dos grupos humanos, que tinham como fonte de alimentação as espécies de pequeno porte, que sobreviveram.

<sup>4</sup> DELIBRIAS, Georgette & GUIDON, Niéde. Labri Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada. *L'Anthropologie*, 90(2):307-316, 1986.  
MELTZER, David J.; ADOVASIO, James M. & DILLIHAY, Tom D. On a Pleistocene human occupation at Pedra Furada, Brazil. *Antiquity*, 68(261):695-714, 1994.

<sup>5</sup> GUIDON, Niéde. *Peintures préhistoriques du Brésil. L'art rupestre du Piauí*. Paris: Editions Recherches sur les Civilisations, 1991. 109 p.  
PESSIS, Anne-Marie. *Imagens da pré-história. Parque Nacional Serra da Capivara*. São Paulo: Fundação Museu do Homem Americano/Petrobras, 2003. 304 p.  
PESSIS, Anne-Marie. Identidade e Classificação dos registros gráficos pré-históricos do nordeste do Brasil. *Clio*, 8:35-68, 1992.  
PESSIS, Anne-Marie & GUIDON, Niéde. Registros rupestres e caracterização das etnias pré-históricas. In: VIDAL, Lux (Org.). *Grafismo Indígena. Estudos de Antropologia Estética*. São Paulo: Studio Nobel, FAPESP & EDUSP, 1992. p. 19-34.

Evidentemente, o mais antigo grupo humano que chegou à região, rica em alimentos e água e com paisagens diversificadas, se instalou e se desenvolveu, formando, com o passar do tempo, diferentes tribos, cada uma ocupando uma área, criando culturas próprias e se adaptando às novas condições do meio ambiente. Um novo período cultural se manifesta, entre 12.000 BP e cerca de 3.500 anos BP. Essas populações ficaram conhecidas como povos da tradição Nordeste. Durante nove mil anos desenvolvem uma cultura material com técnicas cada vez mais aprimoradas, e com fases de adaptação que podem ser observadas na riqueza temática representada na arte rupestre.

A estrutura econômica dos grupos da tradição Nordeste permanece a mesma que domina o período pleistocênico – são povos caçadores-coletores. As fontes alimentares constituíam-se da caça de animais de pequeno porte e da coleta de frutos e folhas. A caça era assada e os restos alimentares aparecem nas estruturas de fogueiras.

### A tecnologia pré-histórica

A técnica de realização das ferramentas líticas se transforma lenta mas marcadamente. Apesar de prosseguir utilizando principalmente as matérias-primas da indústria lítica pleistocênica, o quartzo e o quartzito, aumentam o número e a diversidade das ferramentas, enquanto a manufatura dos instrumentos se torna mais especializada e adequada à sua função. Essa busca da especificidade estabelece uma das grandes diferenças com a tecnologia pleistocênica: são comuns os raspadores, facas, lascas retocadas, seixos lascados e percutores. Alguns artefatos apresentam marcas de intensa utilização, permitindo observar o desgaste diferenciado. Neste período em que a tecnologia lítica fica mais complexa e precisa, aparecem instrumentos feitos com outras matérias-primas. O sílex, de origem exógena, torna-se matéria-prima privilegiada, pelo fato de ser muito favorável ao lascamento. O material não é lascado e depois abandonado, como o quartzo no período pleistocênico; ao contrário, produzem-se instrumentos muito trabalhados que interessava conservar. Observa-se, também, a utilização da calcadônia. Junto à tecnologia cada vez mais requintada de lascamento surgem técnicas de polimento em torno a 9.200 anos BP; essa é a datação de um machado de pedra polida descoberto nas escavações arqueológicas da Toca do Sítio do Meio.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> GUIDON, Niéde & PESSIS, Anne-Marie. Recent discoveries on the holocenic levels of Sítio do Meio rockshelter, Piauí, Brasil. *Clio – Série Arqueológica*, 9(1):77-80, 1993.

<sup>7</sup> MELTZER, David J.; ADOVASIO, James M. & DILLEHAY, Tom D. On a Pleistocene human occupation at Pedra Furada, Brazil. *Antiquity*, 68(261): 695-714, 1994.

GUIDON, Niéde *et al.* Nature and Age of the deposits in Pedra Furada, Brazil: Reply to Meltzer, Adovasio & Dillehay. *Antiquity*, 70(268): 408-421, 1996.

GUIDON, Niéde & PESSIS, Anne-Marie. Leviandade ou falsidade? Uma resposta a Meltzer, Adovasio & Dillehay. Falsehood or Untruth? A Reply to Meltzer, Adovasio & Dillehay. *Fundbamentos*, 1:379-394, 1996.

GUIDON, Niéde. Recensão ao artigo de PROUS, A. O povoamento da América visto do Brasil: uma perspectiva crítica. Dossiê Surgimento do Homem na América. *Revista USP*: 8-21. *Clio – Série Arqueológica*, 12:223-227, 1997.

PROUS, André. O povoamento da América visto do Brasil: uma perspectiva crítica. *Revista USP*: 8-21, 1997. (Dossiê Surgimento do Homem na América).

<sup>8</sup> DELIBRIAS, Georgette & GUIDON, Niéde. *Op. cit.*

GUIDON, Niéde & DELIBRIAS, Georgette. Inventaire des sites Sud-Américains antérieurs à 12.000 ans. *L'Anthropologie*, 89(3):385-408, 1985.

GUIDON, Niéde & DELIBRIAS, Georgette. Carbon-14 dates point to man in the Americas 32,000 years ago. *Nature*, 321, (6072-19 June): 769-771, 1986.

PARENTI, Fabio. *Le gisement quaternaire de la Pedra Furada (Piauí, Brésil). Stratigraphie, chronologie, évolution culturelle*. 2 volume. 323 p. Paris: Editions Recherches sur les Civilisations, Ministère des Affaires Étrangères, 2001.

<sup>9</sup> ARAÚJO, Adauto & FERREIRA, Luiz Fernando. Homens e parasitos: a contribuição da paleoparasitologia para a questão da origem do homem na América. *Revista USP*, 34:59-69, 1997.

Até hoje, alguns autores ainda discutem a autenticidade das peças líticas encontrados nas camadas mais profundas e mais antigas da Toca do Boqueirão da Pedra Furada. Certos pesquisadores alegam serem geofatos, e não artefatos. Insistem em dizer que as peças não foram modificadas pelo homem, mas sim pela natureza: por exemplo, que foram quebradas quando caíram de cima do abrigo.<sup>7</sup>

Uma pesquisa arqueológica baseia-se em dados, fatos e contexto; por isso não temos dúvida da antiguidade do sítio arqueológico em questão. Foram 10 anos de escavação, no período de 1978 até 1988, que forneceram uma coluna estratigráfica composta por 47 datações de carvões (C<sub>14</sub>), sequências entre 58 mil e 6.150 anos antes do presente, e uma datação de 100 mil anos por TL (Termoluminescência) feita com seixos de uma fogueira estruturada que foram, portanto, aquecidos. Com base nesses vestígios da cultura material, foram definidas fases culturais que servem como referência para os atuais estudos dos demais sítios arqueológicos que possuem tecnologia semelhante – um legado cultural distribuído em um mesmo espaço-funcional, uma área arqueológica.<sup>8</sup> O sítio referido, e todo o seu entorno, foi e continua sendo investigado por diferentes pesquisadores de áreas e nacionalidades distintas que, através da multidisciplinaridade, estão reconstruindo a Pré-história da região e as relações entre o homem e o meio ambiente (figuras 4A e 4B).

Nos últimos anos, a Paleoparasitologia e a Antropologia Física têm contribuído muito para elucidar as questões das rotas migratórias e da cronologia da entrada do homem nas Américas. No caso do Parque Nacional Serra da Capivara, foi detectado em coprólitos humanos – descobertos nas escavações da Toca do Boqueirão da Pedra Furada e datados de cerca de 7 mil anos – o verme do amarelão (*Ancilostoma duodenalis*), que se acreditava ter vindo para o Brasil com os escravos africanos. A infecção humana por ancilostomídeos transmite-se de hospedeiro a hospedeiro, com estágios larvares evoluindo no solo, sob condições específicas de temperatura e umidade. O verme não teria mantido seu ciclo de transmissão sob temperaturas baixas, pois os ovos resistem apenas 20 dias a 0°C. A temperatura mínima necessária para as larvas varia entre 25 e 30°C. Portanto, os homens que trouxeram essa infecção para a Serra da Capivara não passaram por terras com temperaturas frias, como o estreito de Behring; muito provavelmente, a transmissão do parasita pode ter ocorrido através de uma migração pelo mar.<sup>9</sup>



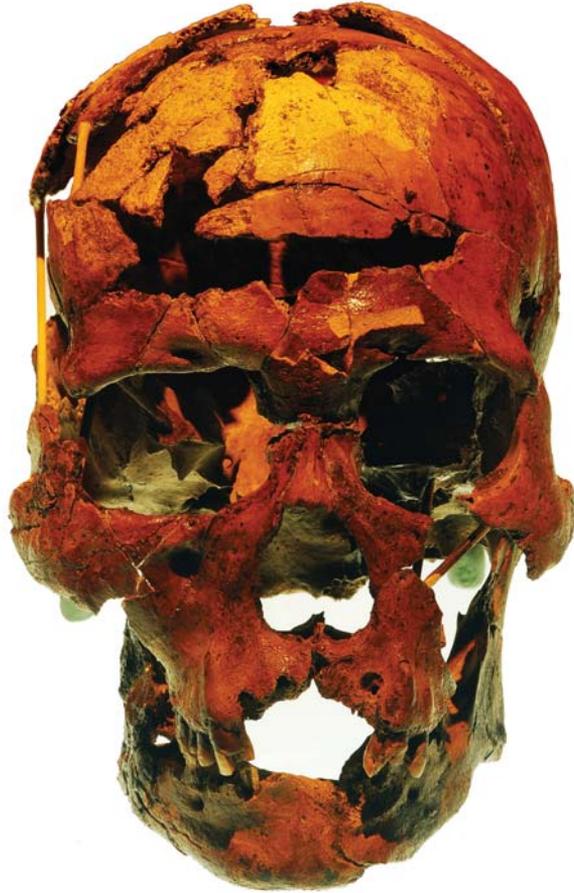
Figura 4: 4A) Vista parcial da escavação do Sítio Boqueirão da Pedra Furada (anos 80); 4B) Vista atual do Sítio Boqueirão da Pedra Furada. Parque Nacional Serra da Capivara. Acervo FUMDHAM

ARAÚJO, Adauto *et al.* Parasites as probes for prehistoric human migrations? *Trends in Parasitology*, 24(3):112-115, 2008.

<sup>10</sup> NEVES, Walter & HUBBE, Mark. Paleoamerican morphology's dispersion in the New World and its implications for the settlement of the Americas. *Fumdhamentos* [Atas do II Simpósio Internacional "O Povoamento das Américas", 16-21 dezembro 2006], 7:205-224, 2008.  
BERNARDO, Danilo V. & NEVES, Walter [A.] Diversidade morfocraniana dos remanescentes ósseos humanos da Serra da Capivara: implicações para a origem do homem americano. *Fumdhamentos*, 8:95-106, 2009.

Estudos de Antropologia Física, com ênfase na morfologia craniana, associados aos dados arqueológicos, permitem propor a hipótese de que houve duas entradas nas Américas, de dois grupos distintos. Um primeiro grupo, mais antigo, com características africanas, originou os indígenas do Piauí, cujos descendentes têm pele escura, mas não negra, cabelos pretos, mas lisos, e olhos não do tipo asiático (figura 5). O outro grupo apresenta características dos povos mongolóides – traços observados até hoje em tribos indígenas do nosso continente – e é mais recente, entre 15 e 9 mil anos atrás, e mais adaptado ao frio.<sup>10</sup>

No Pleistoceno, a argila utilizada na fabricação de artefatos devia ser apenas secada ao sol; essa técnica rudimentar foi depois substituída por procedimentos de queima, dando lugar à manufatura da cerâmica. A descoberta, na Toca do Sítio do Meio, de um caco de cerâmica datado em 8.900 anos BP. situa cronologicamente essa técnica e envelhece o aparecimento da cerâmica no continente americano.



*Figura 5:* Crânio masculino, oval e alongado, semelhante ao tipo africano. Datado em 9.920 anos BP – Toca dos Coqueiros. Parque Nacional Serra da Capivara. Foto: André Pessoa. Acervo FUMDHAM

A ocupação do espaço mantém as mesmas escolhas feitas durante o período pleistocênico. Os aldeamentos de pequeno porte permanecem perto de fontes de água nos vales abertos. A utilização dos abrigos sob rocha das serras se produz de maneira contínua, com a implantação de acampamentos regularmente frequentados.

A mais importante característica cultural dos grupos étnicos da tradição Nordeste é a de terem desenvolvido um sistema de comunicação social através de um registro gráfico, de caráter narrativo. São pinturas rupestres desenhadas nas paredes dos abrigos sob rocha que se encontram nos vales do Parque Nacional. Durante milênios as paredes dos sítios foram pintadas, deixando o testemunho de aspectos da vida cotidiana e cerimonial das populações. Independentemente da significação que podiam ter tais representações

<sup>11</sup> BUCO, Cristiane. Arqueologia do Movimento: Visões Sonoras da Pré-história na Serra da Capivara, Piauí, Brasil. 2010. In: GUIDON, Niéde;

gráficas, o mais importante, do ponto de vista histórico, é a existência de um acervo documentário pré-histórico que viabiliza verdadeiras pesquisas de história visual, bem como a reconstituição da história desses povos (figura 6).<sup>11</sup>

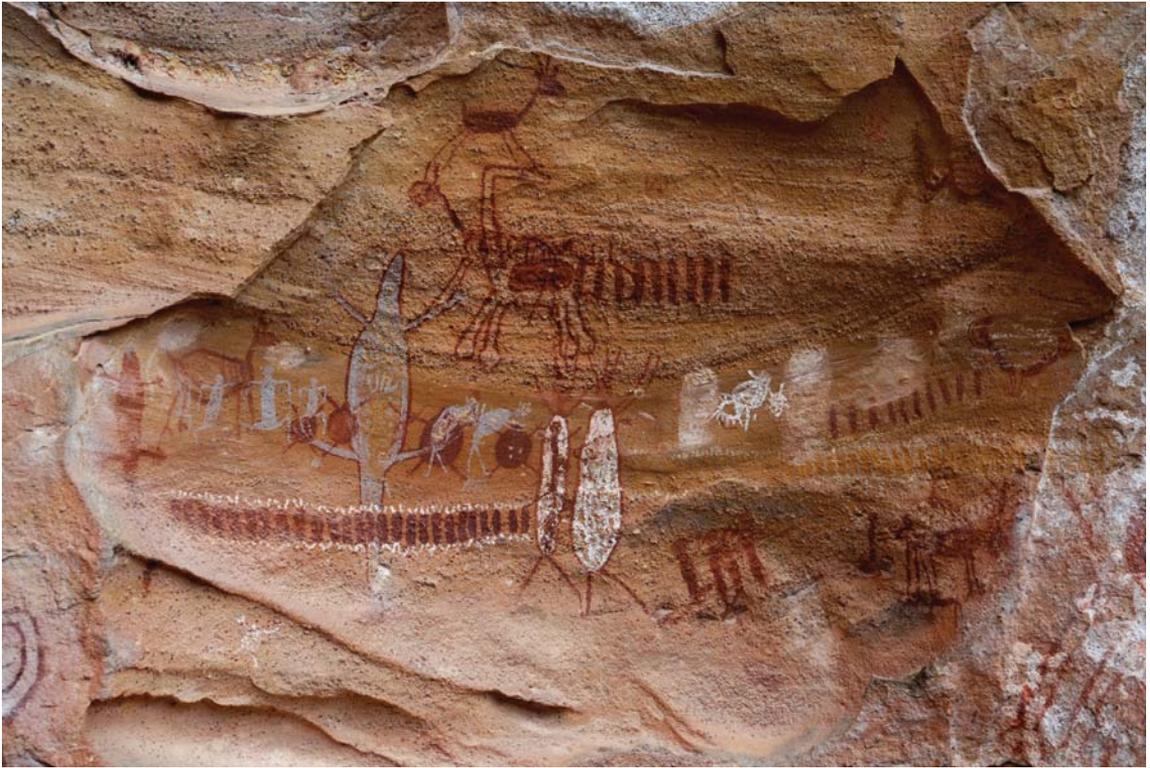


Figura 6: Pintura rupestre do Sítio Boqueirão da Pedra Furada. Parque Nacional Serra da Capivara. Acervo FUMDHAM

BUCO, Cristiane & ABREU, Mila Simões de, *Global Rock Art – Anais do Congresso de Arte Rupestre IFRAO 2009*. *Fundamentos*, 9(4):1.347-1.357. São Raimundo Nonato: Fundação Museu do Homem Americano, 2009.  
GUIDON, Niéde. *Peintures préhistoriques du Brésil. L'art rupestre du Piauí*. Op. cit.  
GUIDON, Niéde & MARTIN, Gabriela. A onça e as orantes: uma revisão das classificações tradicionais dos registros rupestres do NE do Brasil. *Clio – Série Arqueológica*, 25(1):11-30, 2010.  
PESSIS, Anne-Marie. *Imagens da pré-história...* Op. cit.

Por volta de 3.500 anos atrás, aparecem na área do Parque Nacional os primeiros vestígios deixados por povos agricultores, que moravam em aldeias não muito grandes. Nelas, as habitações de forma elíptica estavam dispostas de maneira a formar uma aldeia circular, com referência a um espaço central. Utilizavam o mesmo tipo de instrumental lítico do Pleistoceno para as funções básicas, mas aprimoraram machados polidos, discos polidos perfurados, mãos de pilão e tembetás de jadeíte.<sup>12</sup> Os recursos alimentares básicos são os mesmos de seus antecessores, aos quais adicionam o milho, o feijão, a cabaça e o amendoim, plantas todas cultivadas. O mais típico dessas populações é o tratamento dado aos mortos.<sup>13</sup> Praticavam sepultamentos primários e secundários: os primários eram feitos principalmente em covas na terra, com o corpo em decúbito dorsal, lateral ou fletido, e

- <sup>12</sup> MARANCA, Silvia. Estudo do sítio Aldeia da Queimada Nova, Estado do Piauí. *Revista do Museu Paulista* (Série Arqueológica), Vol. 3, 102 p. São Paulo: Museu Paulista da USP, 1976.
- OLIVEIRA, Cláudia Alves. Os ceramistas pré-históricos do Sudeste do Piauí – Brasil: estilos e técnicas. *Fumdhamentos*, 3:57-127, 2003.
- <sup>13</sup> FAURE, Martine; GUÉRIN, Claude & LUZ, Maria de Fátima. Les parures des sépultures préhistoriques de l'abri-sous-roche d'Enoque (Parc National Serra das Confusões, Piauí, Brésil). *Anthropozoologica*, 46(1):27-45, 2011.
- GUIDON, Niéde; VERGNE, Cleonice & ASÓN VIDAL, Irma. Sítio Toca da Baixa dos Caboclos, um abrigo funerário do enclave arqueológico do Parque Nacional Serra da Capivara. *Clio – Série Arqueológica* – 13:127-144, 1998.
- GUIDON, Niéde *et al.* Nota sobre a sepultura da Toca dos Coqueiros, Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. *Clio – Série Arqueológica*, 13:187-197, 1998.

os secundários em urnas funerárias de cerâmica. Uma prática dominante, que se observa nos enterramentos secundários, é a disposição dos ossos de maneira ordenada numa urna, colocando-se finalmente o crânio sobre o conjunto, que era coberto por uma meia cabaça ou um vasilhame de cerâmica. Há também casos, nas urnas maiores, de enterramentos primários, nos quais o corpo era colocado em posição sentada, com o crânio separado e um pouco acima do tronco.

Esses grupos permaneceram na região até a chegada dos colonizadores, criadores de gado, que avançaram sobre as terras indígenas, provocando o deslocamento das comunidades. O Parque Nacional Serra da Capivara torna-se então uma região de refúgio para os grupos indígenas vindos de diferentes regiões do nordeste do Brasil. Os colonizadores atingem a área tardiamente, em torno de 1830. E os indígenas são exterminados.

## A atualidade

Faz 40 anos que a Pré-história da região vem sendo estudada, inicialmente pela Missão Francesa do Piauí e, posteriormente, pela equipe multidisciplinar da FUMDHAM (Fundação Museu do Homem Americano). Esta última, desde os anos 80, desenvolve o Projeto “Piauí: A interação do Homem e Meio Ambiente, da Pré-história aos dias atuais”, no âmbito do Parque Nacional Serra da Capivara.

Criada em 1979, essa unidade de conservação foi inscrita na Lista do Patrimônio Mundial a título cultural pela UNESCO em 1991 e, em 1993, o Parque foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Para conhecer a nossa Pré-história é necessária muita pesquisa; também é imprescindível muito investimento, tanto na formação de recursos humanos como na potencialização de oportunidades de trabalho para que o patrimônio não seja destruído, mas sim conhecido, valorizado e divulgado.

A FUMDHAM, uma organização da sociedade civil sem fins lucrativos, sediada em São Raimundo Nonato, é responsável pela guarda de todo o espólio arqueológico e paleontológico da região e pela cogestão do Parque Nacional Serra da Capivara, junto com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

A sede da FUMDHAM encontra-se no Centro Cultural Sérgio Motta, onde foi construído o Museu do Homem Americano. Neles funcionam um centro de pesquisa com laboratórios específicos, biblioteca, sala de leitura, anfiteatro e uma exposição permanente, que apresenta o ho-

mem desde seu aspecto evolutivo até os seus diversos aspectos culturais através dos tempos. Vários projetos são desenvolvidos por uma equipe multidisciplinar, em parcerias com instituições nacionais e estrangeiras. Há também um empenho consciente para o desenvolvimento de atividades sustentáveis que beneficiem a comunidade carente do sertão, pois são esses sertanejos os herdeiros diretos do patrimônio em questão.<sup>14</sup>

O desenvolvimento turístico sempre foi uma das iniciativas econômicas e de preservação por parte da FUMDHAM e do Governo, e hoje isso é uma realidade. No parque estão preparados 172 sítios arqueológicos para visitação pública, compreendendo 12 circuitos turísticos e um conjunto com 16 sítios adaptados aos portadores de mobilidade reduzida. Existem mais de 400km de estradas e trilhas internas, com 5 entradas turísticas abertas ao público em geral<sup>15</sup> (figura 7).

<sup>14</sup> PESSIS, Anne-Marie & GUIDON, Niéde. Serra da Capivara National Park, Brazil: cultural heritage and society. *World Archaeology*, 39(3): 406-416, 2007.

<sup>15</sup> BUCO, Elizabete (Org.). *Turismo Arqueológico. Região do Parque Nacional Serra da Capivara/Archaeological Tourism. Serra da Capivara National Park Region*. São Raimundo Nonato, Piauí: Fundação Museu do Homem Americano/ Programa Petrobrás Ambiental, 2011. 205 p.



Figura 7: Vista do Sítio Entrada do Baixão do Vaca. Desfiladeiro da Capivara, Parque Nacional Serra da Capivara. Foto: Elizabete Bucu. Acervo FUMDHAM

Na área do entorno, foram construídas cinco escolas que realizaram um dia um projeto de educação integral premiado, em 1995, pela UNICEF, como uma das quinze melhores experiências na área pedagógica. Atualmente, por falta de recursos, as escolas não mais funcionam. A Fundação também já manteve um centro de artes conhecido como Pró-arte FUMDHAM, premiado pelo Instituto Ayrton Senna em Arte-Educação em 2001, escolhido como um dos finalistas do prêmio Cultura Viva em tecnologia social em 2006, prêmio Criança-Esperança e prêmio Itaú-Unicef regional e nacional em 2007.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> GUIDON, Niéde; BUCO, Cristiane de Andrade & IGNÁCIO, Elaine. Parque Nacional Serra da Capivara: cultura, tecnologia e desenvolvimento regional lado a lado. *Area Domeniu*, 3:93-107, 2008.

A maioria dos técnicos de laboratório e de campo são pessoas da comunidade formadas pela FUMDHAM, bem como alunos e profissionais formados pela UNIVASF – a primeira universidade com curso de graduação em Arqueologia e Preservação Patrimonial do Nordeste (figura 8).



Figura 8: Técnicos trabalhando no Centro Cultural Sérgio Motta – FUMDHAM. São Raimundo Nonato. Foto: Adolfo Okuyama. Acervo FUMDHAM

Niéde Guidon é graduada em História Natural, doutora em Pré-História e mestre de conferências da École des Hautes Études en Sciences Sociales de Paris. É pesquisadora e diretora-presidente da Fundação Museu do Homem Americano e professora visitante da Universidade Federal de Pernambuco. Recebeu do governo francês, em abril de 2014, o título de *Chevalier da le Légion d'Honneur*. [fumdhm@fumdhm.org.br](mailto:fumdhm@fumdhm.org.br)

A pesquisa e a preservação patrimonial caminham lado a lado nesta região, construindo um notável desenvolvimento científico, cultural, econômico e social. Deixamos hoje os vestígios arqueológicos do futuro, na esperança de que as próximas gerações possam dar continuidade ao imenso trabalho realizado na Serra da Capivara e contribuir com mais peças do *puzzle* que é a nossa Pré-história.

# NATURALIZANDO O COMPORTAMENTO E A CULTURA

---

*Gustavo Leal Toledo*

Desde a divulgação da teoria da evolução por seleção natural, e apesar das polêmicas provocadas pelas incursões do darwinismo em domínios que não eram seus, biologia e ciências humanas sempre investiram na tentativa de melhor compreender a dinâmica dos comportamentos e da evolução cultural. Dentre as múltiplas abordagens, existem modelos que tratam o problema como dependente dos genes, em especial o modelo do fenótipo estendido – que compreende a relação entre os genes e o ambiente – e a sociobiologia – que se ocupa das diversas formas de inter-relação dos organismos. A ecologia comportamental, por sua vez, segue linha semelhante, mas é capaz de propor experimentos que analisam a questão cultural por si mesma. O efeito Baldwin, por fim, diferencia-se dos demais modelos por mostrar, em uma de suas interpretações, o papel da cultura como ambiente de seleção dos genes.

## Introdução

Desde o surgimento da teoria da evolução por seleção natural existem tentativas de compreender a cultura através de um paradigma evolutivo. Com o passar das décadas, as tentativas de compreender o comportamento e a cultura através da biologia se multiplicaram. Discorrer sobre todas seria impossível. Algumas das abordagens e mecanismos de maior relevância para este assunto são: a sociobiologia, a etologia, o fenótipo estendido, a psicologia evolutiva, a coevolução, a ecologia comportamental, o efeito Baldwin, a memética, a evolução epigenética e o darwinismo social. Tais abordagens e mecanismos poderiam ser divididos em três grandes grupos: aqueles que trabalham a cultura como consequência dos genes, aqueles que trabalham a evolução cultural independentemente dos genes, mas utilizando modelos da biologia evolutiva, e aqueles que analisam a relação entre duas evoluções distintas, mas que relacionam a evolução cultural e a genética.

Veremos no presente artigo exemplos que tratam a cultura como dependente dos genes, em especial o fenótipo estendido e a sociobiologia. A ecologia comportamental segue por linha semelhante, no entanto é capaz de fazer experimentos que analisam o papel da evolução cultural por si mesmo. O efeito Baldwin se diferencia das demais tendências por mostrar, em uma de suas interpretações, o papel da cultura como ambiente de seleção dos genes, aproximando-se, assim, da noção de coevolução gene-cultura<sup>1</sup>. Não nos ocuparemos aqui da evolução cultural como uma evolução independente, que é melhor representada pela memética<sup>2</sup>. Neste caso a cultura é vista como passando de pessoa para pessoa através da aprendizagem social em um processo análogo à transmissão de genes, mas se dando com unidades de cultura chamadas de “memes”. Portanto, poderíamos usar modelos da biologia evolutiva e da epidemiologia para estudar a transmissão cultural.

Cada uma dessas abordagens tem uma história, por vezes bastante conturbada. É impossível negar que a teoria da evolução, quando aplicada ao ser humano e à cultura, constituiu fonte de grandes monstruosidades como o nazismo, racismo, sexismo e as mais diversas formas de segregação que buscavam dar caráter científico aos preconceitos de então.<sup>3</sup> Isto faz com que a análise evolutiva da cultura ande hoje sobre um terreno minado, despertando medo e receio de que possa trazer de volta um passado hediondo.

<sup>1</sup> Outros artigos deste número especial tratarão da coevolução gene-cultura e da Psicologia Evolutiva.

<sup>2</sup> A Memética foi tema da minha tese de doutorado (LEAL-TOLEDO, G. *Controvérsias meméticas: a ciência dos memes e o darwinismo universal em Dennett, Dawkins e Blackmore*. Rio de Janeiro. 467 p., 2009. Tese (Doutorado) – Departamento de Filosofia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.) e de um recente artigo que pode ser acessado on-line via Scielo (LEAL-TOLEDO, G. Em busca de uma fundamentação para a Memética. *Trans/Form/Ação*, vol. 36, n.º. 1, p. 187-210, Abr. 2013).

<sup>3</sup> GOULD, S. J. *A Falsa Medida do Homem*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

As ciências humanas tiveram que enfrentar por décadas as incursões do darwinismo dentro de sua área, de modo que qualquer nova incursão nesse sentido é considerada como uma volta a ideias eugenistas, mesmo antes de ser propriamente analisada. Infelizmente isso acaba criando dentro das próprias ciências humanas um preconceito contra Darwin e a evolução por seleção natural. A fuga de um preconceito nos leva a outro.

Quatro dessas incursões da biologia no mundo da cultura serão aqui apresentadas. O foco é antes introdutório e o interesse, a divulgação dessas diferentes abordagens para que a distância e a rivalidade entre ciências humanas e ciências biológicas possam ser superadas. Pretende-se, assim, uma discussão geral sobre o uso de modelos biológicos para que se possa compreender melhor a dinâmica cultural.

### Fenótipo estendido

Quando não foi o criador, Richard Dawkins foi o popularizador de uma série de conceitos relevantes para a presente discussão. Para citar apenas três dos mais famosos, temos os memes, o gene egoísta e o fenótipo estendido. Ao contrário dos memes, os outros dois conceitos tiveram livros específicos escritos por Dawkins.<sup>4</sup> Todos os três estão, de certa maneira, ligados, mas não devem ser confundidos. A ideia de gene egoísta deu origem ao conceito de meme, com o qual Dawkins defende que o objeto de seleção deve ser o replicador. Já o fenótipo estendido compreende a relação entre os genes e o ambiente.

O fenótipo é o efeito do genótipo e do ambiente na criação de um indivíduo. Sabemos, também, por causa do estudo da etologia, que o comportamento de um determinado animal pode ser considerado como parte deste fenótipo. Fica, então, fácil compreender que o fenótipo estendido são os efeitos ambientais criados por tais genes através de tais comportamentos. A ideia é bem simples: estruturas materiais criadas por tais comportamentos contam também como parte do fenótipo. Podemos dar inúmeros exemplos, como ninho de pássaros, teias de aranha, represas de castores etc. O fato de que a teia da aranha é produzida diretamente pelo organismo da aranha, mas o ninho e a represa não, é de pouca relevância.

Pode-se questionar que a relação entre os genes e os fenótipos estendidos é muito distante e indireta em comparação com os efeitos fenotípicos “normais”. Mas isso seria um erro. Segundo Dawkins, “até efeitos fenotípicos ‘inter-

<sup>4</sup> DAWKINS, R. *O Gene Egoísta*. Belo Horizonte: Itatiaia, 2001.  
DAWKINS, R. *The Extended Phenotype. The long reach of the gene*. Oxford: Oxford University Press, 1999.

<sup>5</sup> DAWKINS, R. *The Extended Phenotype... Op. cit.* p. 198. (Tradução minha).

nos' normais podem ser encontrados no final de cadeias causais longas, ramificadas e indiretas".<sup>5</sup> Dizer que um gene é "para" algo significa somente dizer que dado o mesmo ambiente (não só externo, mas em relação aos outros genes), se este gene for diferente ou ausente, os efeitos serão diferentes ou ausentes. Como é possível dizer exatamente isso sobre o fenótipo estendido, então podemos falar de genes para teias, para construção de ninhos etc., assim como podemos falar de genes para olhos azuis.

O mais interessante é que, por ser estendido, tal fenótipo pode-se beneficiar do comportamento de indivíduos diferentes, como no caso da construção de um cupinzeiro. Neste caso, o cupinzeiro é o fenótipo estendido de vários genes particulares em vários cupins diferentes. Nas palavras de Dawkins:

*O princípio é o mesmo, tanto quando ocorre de as células estarem organizadas em um único clone homogêneo, como é o caso do corpo humano, ou em uma coleção heterogênea de clones, como em um cupinzeiro.*<sup>6</sup>

<sup>6</sup> DAWKINS, R. *The Extended Phenotype... Op. cit.* p. 201. (Tradução minha).

O fato de que genes cooperam para a construção de um fenótipo estendido não é diferente do fato de que eles cooperam para a construção de um fenótipo comum. Para que genes trabalhem juntos, não precisam estar em um mesmo indivíduo.

Dado o conceito de fenótipo estendido, temos uma interessante aplicação: os efeitos de um gene podem influenciar o fenótipo de outro indivíduo que não possui tal gene. Um dos casos mais conhecidos é o do vírus da raiva, que por passar da saliva para o sangue, faz o cão ficar raivoso, aumentando assim a chance da sua passagem. Mas existem exemplos muito mais surpreendentes, como o de um parasita (*Dicrocoelium dendriticum*) que infecta formigas e lesmas para entrar no estômago de certos animais, como ovelhas, onde se estabelecerá; este parasita infecta a formiga e faz com que ela suba no alto da grama e fique lá parada. Ao contrário das outras formigas que desceriam por causa do frio, esta só desce por causa do calor, pois este pode matá-la. E fica no alto da grama até ser comida por alguém.<sup>7</sup> Temos, então, o gene de um parasita com um efeito fenotípico sobre o comportamento de uma formiga ou lesma. Nas palavras de Dawkins:

*Os genes afetam as proteínas, e as proteínas afetam X que afetam Y que afetam Z que... afetam o caráter fenotípico de interesse. Mas os geneticistas convencionais definem de tal forma o "efeito fenotípico" que X, Y e Z precisam*

<sup>7</sup> DAWKINS, R. *The Extended Phenotype... Op. cit.* p. 218. (Tradução minha).

*todos estar confinados dentro de um muro corporal individual. O geneticista estendido reconhece que esse corte é arbitrário, e está bastante satisfeito em permitir que seu X, Y e Z saltem a brecha que existe entre os corpos individuais.*<sup>8</sup>

<sup>8</sup> DAWKINS, R. *The Extended Phenotype...* *Op. cit.* p. 232. (Tradução minha).

Deste modo, podemos ver como genes são capazes de afetar o comportamento não só do próprio indivíduo, mas até de outros indivíduos. A teoria do fenótipo estendido, então, explicaria parte do comportamento e da cultura de certos animais, incluindo os humanos, não só como uma ação de seus próprios genes, como já bem fundamentado na etologia, mas também como ação de genes de outros indivíduos que possam ter seus efeitos fenotípicos ampliados.

## Sociobiologia

A sociobiologia pode ser considerada como uma parte específica da etologia. Enquanto esta estuda o comportamento animal, aquela só se preocupa com a parte do comportamento que diz respeito às diversas formas de interações entre os organismos. “A sociobiologia é definida como o estudo sistemático das bases biológicas de todo comportamento social”<sup>9</sup>. No que diz respeito aos animais, ela é muito pouco controversa e universalmente reconhecida por seus grandes avanços.

<sup>9</sup> WILSON, E. O. *Sociobiology: the new synthesis*. Cambridge: Belknap Press, 1975. p. 4.

Os estudos mais conhecidos em sociobiologia provêm das descobertas sobre o altruísmo. O “altruísmo verdadeiro”, ou seja, quando um organismo diminui sua possibilidade de sobrevivência e reprodução em nome de algum outro organismo, não deveria existir dentro do panorama darwinista. Tal organismo simplesmente não poderia ser selecionado, pois a própria definição de “seleção natural” é ter um sucesso reprodutivo maior do que o da média da população. Mas a existência do altruísmo é largamente constatada, existindo até em castas estéreis em alguns insetos da ordem *Hymenoptera* (formigas, vespas, abelhas, marimbondos) e nos cupins. Tais tipos de altruísmo chegaram a ser considerados como instâncias refutadoras do Darwinismo. O próprio Darwin chegou a sugerir a seleção de grupos para resolver esta anomalia. Nela grupos altruístas teriam uma vantagem seletiva em relação a grupos egoístas sendo, assim, selecionados. No entanto, uma crítica comum à seleção de grupos é o “problema do traidor”, em que um indivíduo egoísta integrado num grupo de altruístas se beneficiaria do altruísmo de outros sem ter que arcar com o custo do altruísmo. Deste modo, ele seria selecionado, tornando, com o tempo, todo o grupo egoísta. Posteriormente,

foi dada uma explicação baseada na seleção de genes, segundo a qual o nível em que atua a seleção natural não é nem o grupo, nem o indivíduo, mas sim o gene. Tal explicação segue a regra de Hamilton:  $RB > C$ , onde o custo (C) da ação altruísta tem que ser menor do que o benefício (B) e a chance (R) de que o gene responsável por praticar o benefício esteja no beneficiado. Neste caso, tal gene beneficiaria cópias de si mesmo e se espalharia na população. Esta é a ideia de “gene egoísta”.

A ordem *Hymenoptera* possui mais de 100 espécies, todas haplodiplóides, mas nem todas são sociais. Os machos são haplóides e as fêmeas, diplóides. No caso de tais insetos com castas estéreis, por causa deste sistema reprodutor diferente do nosso, as fêmeas têm um parentesco maior com suas irmãs (75%) do que com suas próprias filhas (50%); assim, faz muito mais sentido do ponto de vista dos seus genes se elas ajudarem a dar origem às irmãs do que terem os próprios filhos.<sup>10</sup> A explicação do que poderia ter sido um refutador da ortodoxia darwinista foi, e é até hoje, considerado um dos grandes sucessos explicativos da biologia.

O sucesso da sociobiologia só se aprofundou com a utilização da teoria dos jogos, que Hamilton e, principalmente, Maynard-Smith<sup>11</sup> introduziram na biologia, ocasionando a proposta das chamadas Estratégias Evolutivamente Estáveis (EEE). Explicar o que é uma EEE, dada a sua extrema complexidade, fugiria muito do escopo do presente trabalho. Dawkins propõe a seguinte definição: “Uma estratégia que obtém sucesso quando compete com cópias de si mesma”<sup>12</sup>. A questão é que se uma estratégia comportamental for boa será selecionada e, com a evolução, logo estará cercada de cópias de si mesma e só prosseguirá existindo se for boa em competir consigo mesma.

Assim, o estudo das EEE pode nos dar a proporção quantitativa das diferentes estratégias comportamentais que garantirão tal estabilidade. Tais análises permitiram estudar o comportamento social dos animais de maneira rigorosa e matemática: conflitos, cooperação, compartilhamento de informação, estratégias sexuais etc.

O grande problema da sociobiologia foi quando a aplicaram aos seres humanos. Assim que E. O. Wilson<sup>13</sup> criou o termo, logo foi largamente atacado por cientistas sociais e alguns biólogos, como Stephen Jay Gould e Richard Lewontin, que viam ali não só um reducionismo, mas um panglossianismo inaceitável.<sup>14</sup> Alguns problemas levantados por eles realmente são bem pertinentes. Sociobiólogos muitas vezes descobrem características em animais pouco relacio-

<sup>10</sup> RUSE, M. *Sociobiologia: Senso ou Contra-Senso?* Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1983. p. 56.

<sup>11</sup> MAYNARD-SMITH, J. *The Theory of Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

<sup>12</sup> DAWKINS, R. *The Extended Phenotype... Op. cit.* p. 120. (Tradução minha).

<sup>13</sup> WILSON, E. O. *Sociobiology: the new synthesis*. Cambridge: Belknap Press, 1975. p. 4.

<sup>14</sup> GOULD, S. J. *A Galinha e seus dentes*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992. p. 242

nados com o ser humano mas acreditam que possam indicar alguma coisa sobre o nosso comportamento. A existência de “estupro” em patos selvagens da espécie *Anas platyrhynchos*, por exemplo, nos mostraria que o estupro é algo natural.<sup>15</sup> Um típico exemplo de análise sociobiológica, que depois resultou no surgimento da psicologia evolutiva, foi o estudo de gêmeos monozigóticos separados ao nascerem e que nunca tiveram contato entre si. Como os ambientes nos quais foram criados eram diferentes, mas seus genes eram os mesmos, então suas similaridades deveriam ser de responsabilidade mais genética do que ambiental. E foram descobertas similaridades impressionantes:

*Suas famílias nunca haviam se correspondido e, no entanto, várias similaridades foram imediatamente evidentes quando elas se encontraram no aeroporto pela primeira vez. Ambos usavam bigodes e camisas de dois bolsos com ombreiras. Ambos portavam óculos com armação de arame, e compartilhavam uma série de idiossincrasias. Os gêmeos gostam de temperos fortes e bebidas doces, são distraídos, dormem diante do televisor, acham que é engraçado espirrar em meio a uma multidão de pessoas estranhas, dão a descarga do sanitário antes de usá-lo, armazenam elásticos nos pulsos, lêem revistas de trás para frente, e mergulham a torrada com manteiga no café.*<sup>16</sup>

<sup>15</sup> GOULD, S. J. *Dinossauro no Palheiro*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. p. 518.

<sup>16</sup> TRIVERS, R. *Social Evolution*. California: The Benjamin/Cummings, 1985. p. 100. (Tradução minha).

A citação é ótima para mostrar exatamente o que muitos cientistas sociais temem na sociobiologia: a especificidade das similaridades e o modo como são apresentadas parece indicar que se está querendo comprovar a origem genética de praticamente tudo no comportamento de um ser humano, até as idiossincrasias mais detalhadas. É claro que ninguém propõe que existam genes para “dar a descarga antes de usar o banheiro” ou “ler revistas de trás para frente”! Embora tais semelhanças sejam surpreendentes, por si só não provam absolutamente nada. O que é cientificamente relevante é que dadas as comparações entre um grande número de gêmeos criados separadamente e entre pessoas distintas da mesma idade, escolhidas aleatoriamente, é muito mais comum encontrar semelhanças comportamentais e psicológicas entre os primeiros do que entre os segundos. Deste modo, fica estatisticamente demonstrado que há, sim, uma base genética para o comportamento humano. Qualquer coisa além disso deve ser comprovado em futuras pesquisas muito mais detalhadas e difíceis de realizar.

A principal discussão era até que ponto se podia falar de predisposição genética. Como biólogos apaixonados pelo seu campo, e impressionados pelos resultados da sociobio-

logia com animais, Wilson, e também Lumsden, criaram a noção da cultura presa a uma coleira (*leash*) comandada pelos genes e de fato exageraram em suas expectativas da importância dos genes na cultura. Nas palavras de Lumsden:

*À medida que a cultura progride através da inovação e da introdução de ideias novas e artefatos do exterior, é, de alguma maneira, constrangida e orientada pelos genes.*<sup>17</sup>

<sup>17</sup> LUMSDEN, C. J. & WILSON, E. O. *Genes, Mind and Culture*. Cambridge: Harvard University Press, 1981. p. 73.

*Grande parte do comportamento social humano é afetado pela hereditariedade e, portanto, pode ser explicado mais prontamente pela biologia do que pelas formulações usuais das ciências sociais.*<sup>18</sup>

<sup>18</sup> LUMSDEN, C. J. & WILSON, E. O. *O fogo de Prometeu: reflexões sobre a origem do espírito*. Lisboa: Gradiva, 1987. p. 50.

Quando é dito que ambos exageraram não é porque estavam errados, mas porque não tinham resultados empíricos suficientes para afirmar o que estavam dizendo. Na verdade, embora o estudo da relação entre genes e comportamento humano se tenha desenvolvido bastante desde então, ainda não há dados claros o suficiente para afirmar o que afirmavam há mais de 20 anos.

As críticas à sociobiologia chegaram perigosamente próximas da agressão física e adquiriu tão má reputação que foi quase esquecida. Aulas e palestras de Wilson foram invadidas por manifestantes portando cartazes; ele foi chamado de racista, sexista, eugenista e até chegaram a despejar um jarro de água sobre ele em um debate.<sup>19</sup> Mais tarde, quando o calor dos debates tinha diminuído, Wilson resumiu sua ideia da seguinte maneira:

*Os seres humanos herdaram uma propensão a adquirir comportamento e estruturas sociais, e essa propensão é tão compartilhada que permite sua qualificação como natureza humana. Os traços definidores incluem a divisão do trabalho entre os sexos, a proximidade de parentesco, evitar o incesto, outras formas de comportamento ético, a desconfiança com relação a estranhos, tribalismo, ordens de dominância dentro dos grupos, dominação masculina, agressão territorial como reação a uma limitação de recursos. Embora as pessoas tenham livre arbítrio e capacidade de escolha entre diversas direções, os canais de seu desenvolvimento psicológico são, de todo modo, (...) talhados mais profundamente pelos genes em certas direções do que em outras. Embora as culturas variem enormemente, elas inevitavelmente convergem em direção a esses traços.*<sup>20</sup>

<sup>19</sup> PINKER, S. *Tabula Rasa: a negação contemporânea da natureza humana*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004. p. 160.

<sup>20</sup> WILSON, E. O. *Naturalist*. Washington (DC): Island Press, 1994 citado por LAND, K. N. & BROWN, G. R. *Sense and Nonsense, evolutionary perspectives on human behaviour*. Oxford: Oxford University Press, 2004. p. 88. (Tradução minha).

Pode-se ver porque afirmações como estas foram vistas como inaceitáveis por pessoas que temiam o chamado, e inexistente, determinismo genético e que fugiam das implicações eugênicas a que o darwinismo tinha se submetido.

<sup>21</sup> DENNETT, D. C. *A Perigosa Idéia de Darwin*. Rio de Janeiro: Rocco, 1998.

Uma leitura menos atenta levaria a crer que Wilson estava defendendo o sexismo machista, bem como o racismo e outras aberrações culturais. Mas este, com certeza, não era o caso. Até mesmo Dennett<sup>21</sup>, que chega a defender a sociobiologia, admite existirem excessos que, infelizmente, denegriram a sociobiologia como um todo. Comparações entre comportamentos humanos e de outros animais evolutivamente muito distantes, como insetos, foram utilizadas para justificar certos comportamentos de uma maneira que não faz nenhum sentido biológico. A comparação de comportamentos só é evolutivamente significativa quando têm uma origem genealógica próxima, de outro modo pode revelar-se uma simples coincidência.

## Ecologia comportamental

A ecologia comportamental não é tão conhecida quanto as outras abordagens apresentadas aqui. Talvez isso se dê por ser mais técnica, utilizando modelos matemáticos. Porém, o mais provável é que o fato de ser mais técnica a faz menos propensa a grandes elucubrações teóricas, o que a torna quase imune aos críticos da naturalização do comportamento.

A metodologia da ecologia comportamental é bem direta: seu principal pressuposto é o de que a seleção vai sempre priorizar os comportamentos que maximizam os ganhos adaptativos, ou seja, aqueles em que há mais benefícios pelo menor custo; e o principal benefício, quando se fala de evolução por seleção natural, é ter um maior número de descendentes. Com este pressuposto, criam-se modelos e comparam-se as predições destes modelos com comportamentos reais cuidadosamente observados na natureza. É claro que nem todo modelo tem que predizer um número de filhotes no final. Pode-se assumir, por exemplo, que fugir de um predador com um menor custo calórico, ou adquirir o maior número de calorias com o menor gasto calórico, será adaptativamente ótimo, pois, no fim, implicará maior número de descendentes. Plotkin nos fornece o exemplo de um estudo feito com corvos que se alimentam largando do ar caramujos para quebrarem suas conchas na pedra:

*Os custos, medidos em termos da energia necessária para voar até uma altura específica, e o número de vezes que é necessário deixar cair um caramujo até que ele se quebre, podem ser trocados pelos benefícios, o valor calórico de cada caramujo. A observação do próprio comportamento, da altura desde a qual os caramujos são atirados, e a frequência média em que isso precisa ser feito quando são*

*largados de alturas diferentes, pode ser comparada com as predições de um modelo simples que compute qual é o comportamento ótimo que resulta nos maiores benefícios com o menor custo.*<sup>22</sup>

<sup>22</sup> PLOTKIN, H. *Evolutionary Thought in Psychology*. Oxford: Blackwell, 2004. p. 119. (Tradução minha).

Caso o modelo não se ajuste muito bem, dentro de uma determinada margem de erro, então ele é refeito. A ecologia comportamental se preocupa principalmente com as pressões evolutivas e com as estratégias adaptativas para sobreviver e ter um maior número de descendentes. Neste caso, ela estuda o ser humano praticamente da mesma maneira que estudaria qualquer animal. Nas palavras de Laland & Brown:

*O objetivo principal da ecologia comportamental de seres humanos é explicar a variação do comportamento humano através da pergunta de se os modelos ótimos e de maximização de adaptação oferecem boas explicações para as diferenças encontradas entre os indivíduos.*<sup>23</sup>

<sup>23</sup> LALAND, K. N. & BROWN, G. R. *Sense and Nonsense, evolutionary perspectives on human behaviour*. *Op. cit.* p. 112. (Tradução minha).

Isso significa que a principal preocupação da ecologia comportamental são as estratégias adaptativas, e ela se questiona se os diferentes comportamentos individuais não poderiam ser diferentes estratégias adaptativas, ou seja, diferentes modos de garantir uma reprodutibilidade biológica maior. Neste sentido, ela estuda desde questões que dizem respeito à alimentação dos indivíduos – se se alimentam de maneira ótima (ganhando o maior número possível de calorias por hora) – até a evolução da menopausa (diminuindo o risco de problemas na gravidez, mas ainda permitindo o cuidado de filhos e netos). Muitos outros exemplos de estudos que comparam custos e benefícios poderiam ser citados.

Modelos como estes nos ajudaram, por exemplo, a compreender porque muitas aves colocam um número bem menor de ovos do que elas poderiam colocar. Um raciocínio rápido nos diria que é evolutivamente melhor colocar o maior número de ovos possível para garantir o máximo de descendentes. No entanto, modelos da ecologia comportamental mostraram que colocar muitos ovos exige muito esforço no cuidado com os filhotes, dentre outras desvantagens, e que, no final, um número menor de ovos é que garante um maior número de descendentes vivos.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> LALAND, K. N. & BROWN, G. R. *Op. cit.*, p. 118.

A questão, no final das contas, parece ser esta: se o comportamento observado não for igual à adaptação ótima prevista pelo modelo, deve-se modificar o modelo até descobrir no que aquele comportamento é ótimo? Ou, inversamente, deve-se descobrir que tal comportamento não é ótimo? A ecologia comportamental e a psicologia evolutiva

dão respostas diversas. Mas ambas não fogem do objetivo mais amplo que é explicar o comportamento através de benefícios para os genes. No caso da ecologia comportamental, ela trata do benefício para os genes atuais, ou seja, que estão em funcionamento nos seres vivos do presente, enquanto a psicologia evolutiva trata dos genes dos “seres humanos” adaptados às condições ambientais que prevaleciam no momento em que surgiram.

Além disso, estritamente falando, a ecologia comportamental não se importa se a adaptação ótima atual diz respeito aos genes ou à cultura: “Se o comportamento é adaptativo, então pode ser previsto por modelos formais”<sup>25</sup>. Isto fez com que alguns pesquisadores da área se voltassem para os trabalhos que visam o papel da aprendizagem, da imitação e da cultura na adaptabilidade de um animal. Dugatkin<sup>26</sup> estuda, através deste método, o comportamento sexual dos Guppies, um pequeno peixe colorido e muito comum, por se reproduzir facilmente. Dugatkin fez experimentos muito cuidadosos, rigorosamente controlados, e descobriu que mesmo em animais tão pequenos existe um importante papel para a imitação no comportamento reprodutivo deles. Mostrou ainda que uma transmissão não genética do comportamento foi capaz de produzir um comportamento que não era o geneticamente determinado, mas apenas culturalmente adaptativo.

## Efeito Baldwin

O chamado efeito Baldwin, ou fator Baldwin, foi publicado por James Mark Baldwin em 1896<sup>27</sup>, numa época em que não se conhecia o conceito de gene e o lamarckismo ainda era bem aceito. Baldwin desejava encontrar um lugar para a inteligência e a capacidade de aprender na evolução das espécies, mas sem fugir do darwinismo e cair no lamarckismo. Na verdade, “Baldwin (...) foi mais claro do que o próprio Darwin em seu compromisso com uma abordagem não-lamarckista da evolução”<sup>28</sup>. Para isso, ele apresentou o que chamou de “novo fator na evolução” muito bem sintetizado por um de seus críticos, Godfrey-Smith:

*Suponhamos que uma população encontre novas condições ambientais, nas quais suas velhas estratégias comportamentais sejam inapropriadas. Se alguns membros da população são plásticos no que diz respeito ao seu programa comportamental, e podem, no curso de sua vida, incluir no seu programa comportamental novas habilidades adequadas ao seu ambiente, tais indivíduos plásticos sobreviverão e se reproduzirão às custas dos indivíduos menos*

<sup>25</sup> LALAND, K. N. & BROWN, G. R. *Op. cit.*, p. 136.

<sup>26</sup> DUGATKIN, L. A. *The Imitation Factor. Evolution Beyond The Gene*. New York: The Free Press, 2000.

<sup>27</sup> BALDWIN, J. M. A New Factor in Evolution. In: *American Naturalist*, 30, 1896, p. 536-553. p. 540. (Tradução minha).

No mesmo ano, praticamente a mesma ideia foi publicada, de modo independente, por Conwy Lloyd Morgan e H. F. Osborn. (conforme DENNETT, D. C. *A Perigosa Idéia de Darwin*. Rio de Janeiro: Rocco, 1998. p. 80).

<sup>28</sup> DOWNES, S. M. Baldwin Effect and the Expansion of the Explanatory Repertoire in Evolutionary Biology. In: DEPEW, D. J. & WEBER, B. H. (Ed.). *Evolution and Learning. The Baldwin Effect Reconsidered*. Cambridge: Bradford Book, 2003. p. 35. (Tradução minha).

*flexíveis. A população, então, terá a chance de produzir mutações que façam com que os organismos exibam perfis de comportamento ótimos que dispensem o aprendizado. A seleção favorecerá esses mutantes e, com o tempo, os comportamentos que, outrora, tinham que ser aprendidos, serão, agora, inatos.*<sup>29</sup>

<sup>29</sup> GODFREY-SMITH, P. Between Baldwin Skepticism and Baldwin Boosterism. In: DEPEW, D. J. & WEBER, B. H. (Ed.). *Op. cit.* p. 54. (Tradução minha).

Embora a ideia pareça correta, há muitas controvérsias e diferentes explicações sobre sua significação e utilidade. Uma análise comum do efeito Baldwin é que ele cria um tipo de “espaço para respirar” onde uma determinada espécie tem um tempo para sofrer mudanças genéticas. Nas palavras do próprio Baldwin:

*Nos animais, as transmissões sociais parecem ser úteis principalmente no sentido de permitir que os instintos de uma espécie se voltem lentamente em uma direção específica, mantendo afastada a operação da seleção natural. A Hereditarietà Social é, então, um fator menor.*<sup>30</sup>

<sup>30</sup> BALDWIN, J. M. *Op. cit.* p. 540. (Tradução minha).

Um exemplo talvez seja útil para deixar claro o que seria tal “espaço para respirar”: imagine que o ambiente de um determinado esquilo foi de tal modo modificado que seu principal alimento se tornou raro. Nesta situação, o esperado é que a espécie entre em extinção. Mas pode acontecer que esses esquilos tenham um fenótipo relevantemente plástico, ou seja, que tenham uma capacidade de aprender novos comportamentos que vão além dos comportamentos geneticamente determinados. Neste caso, pode ser que um esquilo consiga descobrir como abrir uma outra semente que servirá para a sua alimentação. Neste ponto, algumas interpretações divergem. Pode-se falar da habilidade dos outros esquilos em imitá-lo, mas se pode falar também que outros esquilos geneticamente mais semelhantes a este terão uma chance maior de descobrir o mesmo truque. De ambos os modos, os esquilos capazes de obter essa nova fonte de alimento sobreviverão e existirá, agora, um espaço de tempo em que é possível que esta capacidade de abrir a nova noz deixe de ser aprendida (ou inventada, ou imitada) e passe a ser geneticamente determinada através dos meios comuns da evolução por seleção natural.

Deacon, outro grande defensor do efeito Baldwin para explicar os efeitos cognitivos da linguagem, trata a questão como de construção de nicho. Em suas palavras:

*O emprego extensivo da comunicação simbólica teria constituído algo análogo a um nicho novo impondo novas pressões de seleção sobre a cognição e o sistema vocal humanos.*<sup>31</sup>

<sup>31</sup> DEACON, T. W. Multilevel Selection in a Complex Adaptive System: The Problem of Language Origins. In: DEPEW, D. J. & WEBER, B. H. (Ed.). *Op. cit.* p. 90. (Tradução minha).

A teoria da construção de nicho nos diz que os descendentes de certas espécies herdam não só os seus genes, mas também o seu nicho. Ou seja, alguns animais modificam o ambiente onde vivem e este novo ambiente será o ambiente de seus descendentes, que agora sofrerão com as novas pressões seletivas decorrentes. No caso do esquilo, podemos imaginar que o uso de uma noz diferente para a alimentação pode, por exemplo, influenciar o surgimento de uma nova enzima digestiva, dentes mais fortes etc. Estas novas características não teriam surgido se não fosse a pressão seletiva causada pelo novo ambiente, ou melhor, o novo alimento.

Muitas questões foram levantadas por Baldwin. Alguns o acusaram de lamarckismo, mas hoje é largamente aceito que seu efeito é perfeitamente darwinista, só restando mesmo a discussão, como as de Simpson, Mayr e Dobzhansky, sobre a real novidade ou a simples trivialidade de sua contribuição científica.

O efeito Baldwin mostra, assim, que a flexibilidade comportamental de um indivíduo ou grupo de indivíduos pode ter um papel determinante no sucesso adaptativo da sua espécie. A transmissão cultural, então, poderia criar este “espaço para respirar” ou mesmo este nicho onde os genes poderiam ser selecionados. Talvez o exemplo mais marcante seja o próprio homem, para quem a cultura permite viver em ambientes e condições em que ele não seria capaz de viver se contasse apenas com as ferramentas de seu repertório genético. Uma vez neste ambiente, a seleção natural pode favorecer traços que facilitem sua adaptação ao novo espaço.

#### Agradecimento

Ao apoio do CNPQ e demais entidades através do projeto aprovado pelo edital MCTI/CNPq/MEC/CAPES n°43/2013.

Gustavo Leal Toledo é graduado, mestre e doutor em Filosofia e professor do Departamento de Tecnologia em Engenharia Civil, Computação e Humanidades da Universidade Federal de São João del Rei, Minas Gerais. É autor da tese de doutorado *Controvérsias meméticas: a ciência dos memes e o darwinismo universal* em Dennett, Dawkins e Blackmore.

lealtoledo@ufsj.edu.br

## Conclusão

A história da biologia está pontuada por vários modelos diferentes, algumas vezes até opostos, que tinham como foco tratar o comportamento e a cultura, tanto de animais quanto de seres humanos, de um ponto de vista evolutivo. Aos modelos apresentados poderiam ser somados outros, como a etologia, a coevolução gene-cultura, a psicologia evolutiva e a memética. Todos eles sofreram ataques por parte das ciências sociais, que sentiram o seu campo invadido e que temiam a retomada do Darwinismo social e do eugenismo. Em alguns casos as críticas eram razoáveis. No entanto, recusar toda e qualquer abordagem darwinista da cultura é um excesso que pode ser resolvido apenas com o aprofundamento das pesquisas sobre o assunto.

# GENTILEZA GERA GENTILEZA

## A EVOLUÇÃO DA COOPERAÇÃO

---

*Maria Emília Yamamoto*  
*Wallisen Tadashi Hattori*  
*Felipe Nalon Castro*  
*Anuska Irene de Alencar*

O comportamento humano é estudado por diversas abordagens. Algumas, como a psicologia evolucionista, levam em consideração aspectos relacionados à evolução, buscando compreender e discutir os mecanismos psicológicos e as adaptações que dão origem aos comportamentos. Esses teriam sido selecionados em um ambiente de adaptação evolutiva. O ambiente atual com o qual interagimos pode apresentar grande diferença quando comparado ao dos nossos ancestrais, o que resulta em descompasso entre as adaptações que herdamos e os desafios enfrentados na atualidade. Um dos comportamentos em foco é o cooperativo, frequente na espécie humana e selecionado por, paradoxalmente, aumentar a aptidão, isto é, a sobrevivência e a reprodução do indivíduo. Diversas explicações são dadas para a manutenção deste comportamento: seleção de parentesco, altruísmo recíproco e altruísmo recíproco indireto. Alguns fatores, como tamanho do grupo e filiação religiosa, são aqui discutidos.

O comportamento humano é fonte de interesse e curiosidade por parte de todos nós. Interpretamos o comportamento de familiares, amigos, conhecidos e até mesmo de estranhos, o tempo todo, como base para a tomada de decisão. T tamanha naturalidade pode ocultar uma constatação muito importante, a de que todos nós somos especializados na interpretação do comportamento humano.<sup>1</sup> Porém, a formalidade científica no estudo do comportamento humano é recente.

As abordagens evolutivas mais influentes no estudo do comportamento humano surgiram dos questionamentos, críticas e discussões em trabalhos pioneiros de pesquisadores como Edward O. Wilson (1929-), Robert L. Trivers (1943-) e William D. Hamilton (1936-2000).<sup>2</sup> Como referência, tomam-se os pressupostos da teoria da evolução e os estudos comparativos desenvolvidos por Charles Robert Darwin (1809-1882), encontrados nos livros *A Origem das Espécies*<sup>3</sup>, *A Origem do Homem*<sup>4</sup> e *A Expressão das Emoções no Homem e nos Animais*<sup>5</sup>. As abordagens evolutivas têm em comum o entendimento do termo *evolução* como mudança, e não progresso. Nesse sentido, as espécies não podem ser comparadas em função de uma qualidade descontextualizada, ou seja, não se pode afirmar que uma espécie é simplesmente “melhor” do que outra. Do ponto de vista evolutivo, todas as espécies são únicas, uma vez que possuem características singulares que possibilitam a sobrevivência individual e a reprodução em determinadas condições ambientais.<sup>6</sup> Vinculadas ao assunto estão a Sociobiologia, que serviu como base para o surgimento das demais disciplinas, a Ecologia Comportamental Humana, a Coevolução Gene-Cultura, e a Psicologia Evolucionista.<sup>7</sup>

A Sociobiologia originou-se de trabalhos desenvolvidos no campo da Etologia, o estudo do comportamento animal. Com o foco inicial no significado funcional do comportamento, novos métodos e delineamentos de pesquisa foram desenvolvidos, muitos dos quais começaram a ser aplicados no estudo do comportamento humano. Essa disciplina teve como objeto de estudo a mensuração do comportamento considerado adaptativo. Foi duramente criticada devido às hipóteses levantadas sobre tópicos polêmicos como o papel dos gêneros, a religião e o comportamento agressivo humano, além da proposta de que poderia reformular as ciências sociais. Após essa turbulência gerada pela Sociobiologia<sup>8</sup>, a Ecologia Comportamental Humana surgiu baseada na premissa de que as estratégias que expressamos são adaptativas, dependendo das circunstâncias ecológicas

<sup>1</sup> GEARY, D. C. *The origin of mind: evolution of brain, cognition, and general intelligence*. Washington: American Psychological Association, 2005.

<sup>2</sup> LALAND, K. N. & BROWN, G. R. *Sense and nonsense: evolutionary perspectives on human behaviour*. Oxford: Oxford University Press, 2002.

<sup>3</sup> DARWIN, C. *A Origem das espécies e a seleção natural*. Curitiba: Hemus, 2000. (Obra originalmente publicada em 1859).

<sup>4</sup> DARWIN, C. *A Origem do Homem e a Seleção Sexual*. Belo Horizonte: Itatiaia, 2004. (Obra originalmente publicada em 1871).

<sup>5</sup> DARWIN, C. *A expressão das emoções nos homens e nos animais*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. (Obra originalmente publicada em 1877).

<sup>6</sup> HATTORI, W. T. & YAMAMOTO, M. E. Evolução do comportamento humano: psicologia evolucionista. *Estudos de Biologia*, Curitiba, v. 34, n. 83, p. 101-112, jul./dez. 2012.

<sup>7</sup> YAMAMOTO, M. E. Introdução: aspectos históricos. In: OTTA, E. & YAMAMOTO, M. E. (Eds.). *Psicologia Evolucionista*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2009. Cap. 1, p. 1-9.

<sup>8</sup> SEGERSTRALE, U. *Defenders of the truth: the battle for science in the Sociobiology debate and beyond*. New York: Oxford University Press, 2000.

ou condições sociais. O foco se dá na flexibilidade do comportamento humano e como essa flexibilidade maximiza o sucesso reprodutivo individual. Já a Coevolução Gene-Cultura aborda o comportamento humano buscando compreender simultaneamente a evolução genética e cultural, pesquisando a interação entre ambas. Para os estudiosos desse tema, os traços culturais geram pressão seletiva em favor da reorganização do cérebro humano levando-o a se especializar em adquirir, estocar e utilizar determinado tipo de informação cultural. Investigam-se quais tipos de informações culturais são as mais prováveis de serem mantidas em função das características genéticas que possuímos e como a cultura influenciou a seleção dos genes em nossos ancestrais.

Por fim surgiu a Psicologia Evolucionista (PE), que apresenta os mecanismos psicológicos evoluídos como objetos de investigação<sup>9</sup>, considerando que, em muitos casos, o comportamento expresso pode não ser adaptativo devido ao descompasso temporal a que fizemos referência acima<sup>10</sup>. Esta será a abordagem apresentada em maiores detalhes no presente trabalho.

## A Psicologia Evolucionista (PE)

A PE se originou de um grupo de pesquisadores, em sua maior parte psicólogos, que buscava investigar evidências sobre os mecanismos psicológicos evoluídos. Uma vez que levava em consideração o aspecto evolutivo do comportamento humano, esse grupo de pesquisadores se autodenominou psicólogos evolucionistas, rótulo que os diferenciou do grupo de pessoas envolvidas no debate da Sociobiologia. A nova disciplina surgiu na década de 1980 e seus pioneiros foram Leda Cosmides (1957-) e John Tooby (1952-), que se inspiraram nos trabalhos desenvolvidos por William D. Hamilton (1936-2000), Robert L. Trivers (1943-) e George C. Williams (1926-2010).

O foco deste campo de pesquisa são os mecanismos psicológicos evoluídos, as adaptações que dão origem ao comportamento humano. Esses mecanismos são a base para o processo de seleção natural, provocando no cérebro circuitos de processamento de informação que modulam, por exemplo, a percepção do ambiente, as emoções, as preferências e as predisposições para o tipo de estratégias adotadas a fim de promover a sobrevivência e a reprodução. Uma vez estabelecidos, os mecanismos psicológicos atuam no processamento de determinado tipo de informação para a solução de um problema adaptativo específico, o que indica que os mecanismos de resposta evoluíram para operar em

<sup>9</sup> BARKOW, J. H.; COSMIDES, L. & TOOBY, J. (Eds.). *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. Oxford: Oxford University Press, 1992.

<sup>10</sup> IZAR, P. Ambiente de adaptação evolutiva. In: OTTA, E. & YAMAMOTO, M. E. (Eds.). *Psicologia Evolucionista*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2009. Cap. 3, p. 22-32.

<sup>11</sup> COSMIDES, L. & TOOBY, J. Evolutionary Psychology: new perspectives on cognition and motivation. *Annual Review of Psychology*, Palo Alto, v. 64, p. 201-29, jan. 2013.

domínios específicos do comportamento.<sup>11</sup> Essas adaptações foram selecionadas porque permitem o aumento da aptidão, isto é, da sobrevivência e reprodução do indivíduo.

Outro aspecto importante para os psicólogos evolucionistas é que o ambiente atual com o qual interagimos pode apresentar grande diferença quando comparado ao ambiente no qual nossos ancestrais foram selecionados, o Ambiente de Adaptação Evolutiva (AAE), o que resulta em um descompasso entre as adaptações que herdamos de nossos ancestrais e os desafios enfrentados na atualidade. Devido a esse descompasso, nem todos os aspectos do comportamento humano são adaptativos. Este argumento diferencia a PE de outras abordagens evolutivas do comportamento humano. Daí a ideia do AAE, que representa o passado evolutivo no qual as adaptações que são expressas contemporaneamente foram selecionadas. Algumas características dos grupos ancestrais, inferidas a partir do estudo de sociedades tradicionais atuais, são utilizadas na interpretação das pressões seletivas do passado. Por exemplo, sugere-se que o tamanho dos grupos era algo em torno de 30 indivíduos, em geral aparentados, e que esta quantidade está diretamente relacionada com a disponibilidade de alimento e a coesão do grupo.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> MARLOWE, F. W. Hunter gatherers and human evolution. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, Malden, v. 14, n. 2, p. 54-67, abr. 2005.

Tomando como base tais conceitos, Jerome H. Barkow, Leda Cosmides (1957-) e John Tooby (1952-) publicaram o livro *The Adapted Mind*, em 1992, considerado um marco no desenvolvimento da PE. A obra estimulou diversos pesquisadores a publicarem trabalhos evidenciando os avanços que esta disciplina proporcionou em campos como o estudo da moralidade humana, funcionamento da mente, escolha de parceiros românticos, marcadores de grupo social e cooperação, entre outros.

## O comportamento cooperativo

Dentre os temas estudados pela PE, os comportamentos cooperativos têm sido de grande interesse, pois são ações apreciadas em diversas culturas e importantes para a manutenção das relações sociais.

É comum na espécie humana observar indivíduos engajados em atividades que envolvem cooperação como, por exemplo, doar comida, ajudar feridos em situações de catástrofe, cuidar de crianças aparentadas ou abandonadas, ou partilhar conhecimento.<sup>13</sup> No entanto, é difícil considerar, em um primeiro momento, que gastar energia no esforço de ajudar outros indivíduos possa ter sido selecionado e

<sup>13</sup> TRIVERS, R. L. The evolution of reciprocal altruism. *The Quarterly Review of Biology*, Chicago, v. 46, n. 1, p. 35-57, mar. 1971.

mantido ao longo das gerações. Porém, sua presença em nosso repertório comportamental atual sugere que em algum momento em nosso passado evolutivo houve ganho em termos de aptidão para aqueles que apresentaram esses comportamentos. Estudos anteriores ao surgimento da PE apontam algumas possibilidades nas quais a cooperação poderia favorecer a aptidão do indivíduo: seleção de parentesco, altruísmo recíproco e altruísmo recíproco indireto.

A seleção de parentesco, proposta por Hamilton na década de 1960, é um mecanismo por meio do qual um indivíduo favorece seus parentes genéticos e dessa forma passa seus genes para as gerações subsequentes. Essa transmissão pode se dar de forma direta, quando o investimento é na própria prole, e indireta, quando o indivíduo investe na sobrevivência e/ou reprodução da prole dos pais, irmãos, primos e outros parentes. Nesse sentido, se no AAE vivíamos em grupos nos quais a maioria era parente, faz sentido entender a manutenção desse comportamento nos dias atuais. No entanto, mesmos nestes casos, a cooperação só existirá se os benefícios superarem os custos.<sup>14</sup> Este mecanismo pode ser verificado pela regra de Hamilton expressa na equação:  $rb > c$ , onde:  $r$  representa o coeficiente de parentesco entre os indivíduos envolvidos na cooperação;  $b$  representa o benefício para o recipiente e,  $c$  representa custo para o doador.

Por exemplo, em estudos sobre partilha de alimentos de adultos com crianças, observou-se que ela é mais comum entre parentes<sup>15</sup>, o que apoia a ideia da seleção de parentesco atuando nos humanos em relação ao comportamento cooperativo.

No entanto, não vivemos e nem vivíamos apenas entre parentes. Assim, outros mecanismos podem ter favorecido a manutenção da cooperação, como o altruísmo recíproco direto. Tal mecanismo prevê um benefício futuro, sinalizado pelo indivíduo que recebe o benefício no presente, como no ditado: “eu coço as suas costas se você coçar as minhas.” Neste caso, quando há a possibilidade de reencontros entre os indivíduos, é vantajoso cooperar, pois existe uma expectativa de retribuição ou reciprocidade, de forma que os custos serão “recuperados” quando houver a retribuição do favor prestado. Dessa forma, só é vantajoso cooperar com parceiros específicos se houver probabilidade de reencontros em outros momentos, e/ou com respeito aos quais conhecemos histórias anteriores de retribuição. Afinal, não nos mantemos sempre cooperando com alguém que nunca nos ajuda quando precisamos.

<sup>14</sup> AXELROD, R. & HAMILTON, W. D. The evolution of cooperation. *Science*, Washington, v. 21, n. 4.489, p. 1.390-1.396, mar. 1981.

<sup>15</sup> BIRD, R. B. *et al.* Risk and reciprocity in Meriam food sharing. *Evolution and Human Behavior*, Philadelphia, v. 2, n. 4, p. 297-321, jan./fev. 2002.  
MARKOVITS, H.; BENENSON, J. F. & KRAMER, D. L. Children and Adolescents' Internal Models of Food Sharing Behavior Include Complex Evaluations of Contextual Factors. *Child Development*, Malden, v. 74, n. 6, p. 1.697-1.708, nov. 2003.

Tal mecanismo precisa de algumas condições para se manter: a) o favor precisa ter um custo pequeno para o doador, mas ser valioso para o receptor, ou seja, a razão entre o custo para o doador e o benefício para o recipiente deve ser baixa; b) é preciso que haja alta probabilidade de encontros entre os envolvidos nas trocas; e c) uma capacidade de memória que permita que os indivíduos envolvidos lembrem-se de quem lhes prestou favores e a quem devem favores. As características da espécie humana favorecem as duas últimas condições. Como avaliar, porém, a primeira condição? Um estudo de revisão sobre doações para a caridade verificou que quando o custo é muito alto, as doações tendem a cair.<sup>16</sup> O custo não se refere apenas a dinheiro, mas pode envolver outros fatores, como a necessidade de alto investimento de tempo. Por outro lado, as doações em dinheiro tendem a ser maiores quando a condição financeira é melhor, sugerindo a relevância de o custo ser relativamente menor para o doador.

No entanto, às vezes cooperamos com estranhos com os quais não temos praticamente nenhuma chance de reencontro, portanto não havendo ocasião para reciprocidade. Neste caso, um terceiro mecanismo entra em cena: o altruísmo recíproco indireto. Verificou-se que, ao adquirir a reputação de bom doador, um indivíduo atrai cooperação de outros, ou seja, a reputação de bom cooperador facilita uma retribuição indireta.<sup>17</sup> Portanto, agir de forma cooperativa pode favorecer a reciprocidade futura, tendo em vista que temos a tendência a cooperar com quem tem a fama de bom cooperador, mesmo que nunca tenhamos estabelecido uma relação direta com ele. Este mecanismo<sup>18</sup> acontece quando cooperamos na frente de um público interessado como, por exemplo, quando fazemos uma doação a uma instituição de caridade e nosso nome é destacado de forma que outros possam nos reconhecer em interações futuras.

No mesmo estudo de revisão citado acima, os autores verificaram que pessoas contribuem mais para instituições de caridade às quais são filiadas e muitas vezes as doações são públicas. Neste sentido, os doadores recebem reconhecimento e aprovação de outros.

Os mecanismos apresentados acima sugerem que cooperar é um requisito importante na manutenção das relações sociais. Em contrapartida, existem comportamentos não cooperativos coexistindo com a cooperação. Por exemplo, alguns indivíduos podem usufruir de uma ação social sem ajudar ou retribuir, os trapaceiros ou *free riders*. Apesar desses comportamentos não serem socialmente aprecia-

<sup>16</sup> BEKKERS, R. & WIEPKING, P. A Literature Review of Empirical Studies of Philanthropy: Eight Mechanisms That Drive Charitable Giving. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, Thousand Oaks, v. 40, p. 924-973, set. 2010.

<sup>17</sup> NOWAK, M. A. & SIGMUND, K. Evolution of indirect reciprocity by image scoring. *Nature*, San Francisco, v. 393, n. 11, p. 573-577, jun. 1998.

<sup>18</sup> ALEXANDER, R. D. A biological interpretation of moral systems. *Zygon*, Malden, v. 20, n. 1, p. 3-20, dez. 1985.

dos, estão presentes em nosso repertório de comportamentos sociais.

A reprovação social da trapaça e a percepção da má reputação dos trapaceiros são significativas do ponto de vista evolutivo tanto no AAE quanto na vida moderna, pois a permanência de trapaceiros no grupo aumenta consideravelmente os custos para os cooperadores, tornando a cooperação mais dispendiosa. Por essa razão, o desenvolvimento de mecanismos que evitem a trapaça e que facilitem o reconhecimento dos trapaceiros é necessário. Em geral, podemos reconhecê-los e podemos evitar comportamentos dessa natureza estabelecendo sanções<sup>19</sup> ou destacando a ação dos que cooperam<sup>20</sup>.

Cooperar ou não pode ser observado e estudado como um dilema social, no qual os indivíduos devem decidir quando cooperar ou quando agir como *free rider* (trapaceiro)? A resposta não é decidida por uma série de cálculos mentais, conscientemente. No entanto, estudos sugerem que há estratégias que podem ser melhor utilizadas do que outras e que a tendência é utilizar as que nos trazem maiores benefícios.

A teoria dos jogos tem sido bastante utilizada no estudo da cooperação e um dos jogos tradicionais é o dilema do prisioneiro, que recebe este nome por ter sido ilustrado pela primeira vez com um dilema entre dois prisioneiros que cometem um crime. Ambos são submetidos separadamente a um interrogatório durante o qual podem confessar ou denunciar um crime que cometeram juntos. Os dois jogadores têm a oportunidade de cooperar (confessar) ou não (trapacear) com o seu parceiro, sem que um saiba a resposta do outro. Dependendo da escolha, cada um recebe uma recompensa (liberdade) ou uma pena (punição pelo crime)<sup>21</sup>, que ilustramos na figura 1.

As matrizes podem mudar de valores dependendo do estudo. No caso que ilustramos, podemos observar que a melhor decisão individual seria trapacear se o parceiro cooperar (B para o prisioneiro 1 e C para prisioneiro 2); a pior situação seria cooperar quando o parceiro trapacear (B para o prisioneiro 2 e C para prisioneiro 1); e a melhor solução para ambos seria a opção A, na qual todos cooperaram. Sem considerar a decisão do outro, o mais seguro seria trapacear. No entanto, somos indivíduos sociais e nossas ações afetam e são afetadas pela decisão de terceiros. Por essa razão, a decisão mais vantajosa para ambos, e por sua vez mais correta do ponto de vista moral, seria ambos cooperarem, apesar de uma pena de dois anos de prisão.

<sup>19</sup> HARDIN, G. The tragedy of the commons. *Science*, Washington, v. 162, n. 3.859, p. 1.243-1.248, dez. 1968.

HARDIN, G. Extensions of the tragedy of the commons. *Science*, Washington, v. 280, n. 5.364, p. 682-683, mai. 1998.

<sup>20</sup> MILINSKI, M.; SEMMANN, D. & KRAMBECK, H.-J. Reputation helps solve the 'tragedy of the commons'. *Nature*, San Francisco, v. 415, n. 6.870, p. 424-426, jan. 2002.

<sup>21</sup> AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books, 1984.

		Prisioneiro 2	
		Coopera	Trapaceia
Prisioneiro 1	Coopera	A 2/2	C 10/0
	Trapaceia	B 0/10	D 8/8

Figura 1: Matriz hipotética de um jogo do dilema do prisioneiro, representando a decisão e o tempo da pena a ser cumprida.

Nota: A = Se ambos confessam que cometeram o crime cada um receberá a pena de dois anos de prisão; B = Se o prisioneiro 1 mentir e o prisioneiro 2 confessar, o prisioneiro 1 ficará livre e o prisioneiro 2 receberá a pena de 10 anos de prisão; C = Se o prisioneiro 2 mentir e o prisioneiro 1 confessar, o prisioneiro 2 ficará livre e o prisioneiro 1 receberá a pena de 10 anos de prisão; D = Se ambos mentirem, a pena será de 8 anos para cada prisioneiro.

Nossas relações diárias podem funcionar como um dilema do prisioneiro. No entanto, nossas relações são repetidas, porque podemos reencontrar o mesmo indivíduo várias vezes ou iniciar novas interações com diferentes parceiros. Diante disso, qual seria a estratégia mais vantajosa? Em uma versão simulada no computador, utilizaram-se várias estratégias desenvolvidas por diversos cientistas. As estratégias simulavam diferentes interações repetidas do referido dilema. Verificou-se que as estratégias em que havia mais cooperação foram aquelas que mostraram melhores resultados para os jogadores envolvidos. A estratégia vencedora foi denominada de “Olho-por-olho”, na qual, os jogadores seguem duas regras: sempre cooperar da primeira vez e depois fazer exatamente aquilo que o oponente tiver feito no lance anterior; trapacear se tiver sido trapaceado e cooperar caso tenha obtido cooperação. Assim, estaríamos prontos para cooperar em um primeiro momento, mas nas interações seguintes faríamos uma avaliação.

Outro jogo utilizado pela teoria dos jogos é o dos bens públicos, uma versão do dilema do prisioneiro jogado por muitos jogadores (pessoas do grupo que interagem doando e/ou recebendo as doações) e que funciona para estudar dilemas sociais que envolvem trocas. Este tipo de jogo consiste em fazer uma doação para um bem comum, o qual pode ser aumentado pelo pesquisador adicionando mais itens. O bem acumulado retorna para os jogadores, dividindo-se o montante igualmente entre eles, independentemente de quanto cada um doou.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> KOLLOCK, P. Social dilemmas: The anatomy of cooperation. *Annual Review of Sociology*, Palo Alto, v. 24, p. 183-214, ago. 1998.

Interessados em investigar mecanismos próximos da cooperação, um grupo de pesquisadores utilizou o jogo dos bens públicos com crianças de 5 a 11 anos para verificar o efeito de algumas variáveis (sexo, tamanho do grupo e informações sobre o número de sessões) sobre o comportamento de doação a um bem comum. As crianças foram divididas em grupos pequenos (de 5 a 7 indivíduos) e em grupos grandes (de 10 a 24 indivíduos). Cada criança recebia três *wafers* para jogar e era instruída a contribuir ou não para um bem comum. As contribuições poderiam ser de um, dois, três *wafers*, mas também havia a opção de não contribuir. As doações eram feitas anonimamente por trás de um biombo, dentro de um envelope que era depositado em uma urna. Após todas as crianças fazerem as contribuições, as pesquisadoras adicionavam mais dois *wafers* a cada um que estivesse no envelope e o total era dividido por igual para todos os membros do grupo.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> ALENCAR, A. I.; SIQUEIRA, J. O. & YAMAMOTO, M. E. Does group size matter? Cheating and cooperation in Brazilian school children. *Human Evolution and Behavior*, Philadelphia, v. 29, n. 1, p. 42-48, jan. 2008.

Os autores não encontraram diferenças entre os sexos e informações sobre o número de sessões. A diferença estava no número de indivíduos do grupo: as crianças cooperaram mais em grupos contendo um menor número de indivíduos (até sete) em comparação com grupos com maior número de indivíduos (10 a 24). Tanto nos grupos pequenos quanto nos grandes as contribuições iniciais eram semelhantes e, à medida que as sessões se aproximavam do final, diminuía. Porém, apesar da redução, as contribuições permaneceram, em média, maiores nos grupos pequenos, bem como o ganho individual médio.

No estudo descrito acima, sugere-se que o fato de estar em grupos pequenos favorece a vigilância dos colegas, impedindo assim doações menores, tendo em vista que o indivíduo que é considerado desleal teria uma reputação negativa no grupo e poderia ser detectado com maior facilidade. Neste e em outros casos de jogo dos bens públicos, o dilema cooperar ou não se mantém e as estratégias para melhores jogadas, como no dilema do prisioneiro, dependem do comportamento dos outros jogadores.

<sup>24</sup> SEMMANN, D.; KRAMBECK, H. J. & MILINSKI, M. Volunteering leads to rock-paper-scissors dynamics in a public goods game. *Nature*, San Francisco, v. 425, p. 390-393, set. 2003.

<sup>25</sup> ALENCAR, A. I. Boas e más razões para cooperar do ponto de vista de crianças – uma análise evolucionista. *Estudos de Psicologia*, Natal, v. 15, n. 1, p. 89-96, jan./abr. 2010.

Em outro estudo utilizando o jogo dos bens públicos, concluiu-se que trapacear é a melhor estratégia individual desde que os outros cooperem; da mesma forma, cooperar só é bom em grupos em que todos cooperam.<sup>24</sup> Uma análise qualitativa do jogo dos bens públicos<sup>25</sup> descrito acima dá suporte àquela hipótese. Em dois grupos diferentes, uma das crianças de cada grupo dizia para os colegas: “Vamos doar três, porque se todos doarem três, a gente ganha nove no final”. Ambos doaram zero desde o primeiro dia, apesar

das recomendações que davam aos colegas. O que levou essas crianças a já iniciarem o jogo trapaceando e anunciando a boa reputação? Alguém falou para eles que os bons doadores recebem mais doações? Provavelmente não. Ambos perceberam no início que havia uma vantagem em não fazer a doação desde que os demais cooperassem. No entanto, eles não atentaram para o fato de que o ganho individual teria sido maior se ambos também cooperassem. Provavelmente, comparando o ganho diário de cada um naquele grupo com o que eles aferiram, sentiram-se vitoriosos, pois ganharam mais do que todos os outros. No caso de crianças, podemos supor que agiriam por egoísmo, mas que os adultos tenderiam a agir mais racionalmente, cooperando mais. No entanto, estudos com adultos apresentam resultados semelhantes.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> CLARK, K. & SEFTON, M. The sequential prisoner's dilemma: evidence on reciprocity. *The Economic Journal*, Malden, v. 111, n. 468, p. 51-68, jan. 2001.

Mesmo com as evidências apontadas ainda fica a dúvida: porque alguns indivíduos se mantêm cooperando e/ou trapaceando mesmo sem ganhos evidentes? A religião fundamentaria alguma motivação moral? Ou funcionaria como um controle social estimulando a cooperação? Partindo do princípio que as religiões pregam o bem e as boas ações, e que o religioso frequenta espaços nos quais a generosidade é ensinada e solicitada como ato de fé, esperaríamos que os indivíduos filiados a instituições religiosas fossem mais cooperativos do que os ateus.

Tentando avaliar essa hipótese, desenvolveu-se um estudo com um jogo *online* no qual os indivíduos que acessavam jogavam com mais quatro jogadores virtuais (reais para os sujeitos).<sup>27</sup> Os participantes eram ateus (58) e evangélicos (60). Na tela, o jogador real podia ver informações básicas sobre seus colegas de jogos virtuais, como religião, idade, estado civil e nível escolar. Não havia informações sobre o sexo do jogador para evitar este viés nas decisões tomadas pelo participante. O jogo consistia em interagir com os jogadores doando e recebendo fichas em quatro rodadas. O participante podia escolher a quantidade de fichas e para quem doá-las, ou não fazer nenhuma doação. Todos os jogadores iniciavam o jogo com 20 fichas cada um. Para eliminar a possibilidade de reciprocidade direta, havia uma regra que permitia apenas uma interação com o mesmo par nas cinco rodadas, além de não permitir a visualização do número de fichas de cada jogador ou para quem era feita a doação. No entanto, era informado quantas fichas cada jogador doava. Entre os jogadores virtuais, o programa sempre apresentava um evangélico, um católico e dois sem religião. As demais informações eram apresentadas randomi-

<sup>27</sup> YAMAMOTO, M. E.; LEITAO, M.; CASTELO-BRANCO, R. & LOPES, F. A. Religious behavior and cooperation. In: FEIERMAN, J. (Org.). *The Biology of Religious Behavior: the evolutionary origins of faith and religions*. Westport: Praeger Publishers, 2009. Cap. 14, p. 219-240.

camente. O participante sempre era o primeiro a jogar. As doações dos jogadores virtuais foram programadas para serem generosas (60% das fichas) ou não generosas (20% das fichas). Os pesquisadores também controlaram as doações de forma que metade dos jogadores *online* jogavam com jogadores religiosos virtuais generosos e ateus não generosos, e a outra metade ao contrário. Ao final das quatro rodadas, o participante respondia um questionário que investigava sua religiosidade e quatro questões sem relação com o objetivo do estudo. A média de doação de fichas entre os ateus e evangélicos foram semelhantes: ambos doaram em torno de 13 por cento das suas fichas em cada uma das rodadas. Este resultado vai contra a ideia de que a religião aumenta o nível de cooperação do indivíduo. Em geral, os jogadores preferiam fazer doações a indivíduos com as mesmas crenças, ou seja, evangélicos doavam mais para evangélicos e ateus doavam mais para os não religiosos. No entanto, esta ligação com o grupo foi mais evidente para os evangélicos. Os autores sugerem que a religião pode funcionar como um marcador de grupo, fornecendo pistas da identidade do indivíduo, o que favorece a cooperação dentro do grupo.

O favorecimento em termos de cooperação entre indivíduos do mesmo grupo tem sido estudado pela PE. Uma categorização mental de um mundo de “nós versus eles” pode aumentar a cooperação entre os que pertencem ao grupo, mas pode gerar conflitos conhecidos na história humana, como o holocausto, guerras entre indivíduos de diferentes etnias e preconceitos raciais, por exemplo. Como a maioria das características humanas, a propensão para cooperar é contrabalançada pela tentação de trapacear. Influências ambientais, como a cultura, o contexto, os valores internalizados ao longo do desenvolvimento, bem como o comportamento dos indivíduos próximos, modulam a expressão do comportamento.

**Maria Emília Yamamoto** é psicóloga, mestre e doutora em Psicobiologia e professora titular do Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.  
emiliayamamoto@gmail.com

**Wallisen Tadashi Hattori** é biólogo, mestre e doutor em Psicobiologia e professor adjunto da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.  
wallhattori@gmail.com

**Felipe Nalon Castro** é biólogo, mestre e doutor em Psicobiologia e professor da Escola de Gestão e Negócios da Universidade Potiguar, Brasil.  
castrofn@gmail.com

**Anuska Irene de Alencar** é psicóloga, mestre e doutora em Psicobiologia e psicóloga do Diretoria de Atenção à Saúde do Servidor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.  
anuskaalencar@gmail.com

# A TEORIA DOS SISTEMAS ENTRE A SOCIOLOGIA E A BIOLOGIA

---

*Fábio Portela L. Almeida*

**E**m regra, as ciências sociais – em particular a sociologia – deparam-se com dificuldades metodológicas para aceitar a tese de que a psicologia humana desempenhe algum papel fundamental na explicação das sociedades humanas. Contudo, a teoria dos sistemas, em abordagem sociológica específica, buscou um caminho alternativo, que proporciona possibilidades teóricas de comunicação entre a teoria social e a psicologia individual. O que se propõe aqui é uma releitura da teoria dos sistemas de Niklas Luhmann, a partir de abordagens biológicas recentes a respeito da evolução do comportamento social humano, como a teoria da coevolução gene-cultura e a memética.

## Introdução

As ciências sociais, tal como tradicionalmente lidas, são incapazes de conciliar a psicologia e a sociologia, pois assumem ingenuamente que fatos sociais somente podem derivar de outros fatos sociais, rejeitando a tese de que a psicologia humana tenha algum papel fundamental na explicação das sociedades humanas. Como Émile Durkheim afirma, “quando o indivíduo é eliminado, a sociedade permanece”.<sup>1</sup> A psicologia individual não pode, nessa perspectiva, impor qualquer restrição à consciência coletiva de uma sociedade.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DURKHEIM, Émile. *The Rules of the Sociological Method*. Glencoe: Free Press, 1962. p. 102.

<sup>2</sup> DURKHEIM, Émile. *Op. cit.* p. 105-106.

Evidentemente, esta não é a única voz da tradição sociológica. Mesmo em sua época, Durkheim enfrentou forte oposição de seu maior rival, Gabriel Tarde, outro sociólogo francês que o acusou de adotar uma ontologia escolástica e optou por uma abordagem atomista à luz da qual a sociedade não é nada mais que a soma de suas partes. A ação social é causada pela interação entre indivíduos, que internalizam crenças e desejos a partir da imitação de outros indivíduos. A sociologia é concebida como psicologia coletiva, o resultado da comunicação de elementos culturais transmitidos individualmente. Contudo, mesmo considerando que a psicologia constitui uma parte importante da sociologia, Tarde continuou a seguir a separação estrita entre os mundos natural e cultural.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> GOODMAN, Morris & MOFFAT, Anne Simon (Ed.). *Culture is Part of Human Biology: Why the Superorganic Concept Serves the Human Sciences Badly*. In: *Probing human origins*. Cambridge (MA): American Academy of Arts & Sciences, 2002. p. 1-113. p. 62.

<sup>4</sup> LUHMANN, Niklas. *Insistence on Systems Theory: Perspectives from Germany—An Essay*. *Social Forces*, v. 61, n. 4, p. 987-998, 1 jun. 1983. p. 994.

<sup>5</sup> LUHMANN, Niklas. *Social Systems*. Stanford (CA): Stanford University Press, 1995. p. 103.

<sup>6</sup> LUHMANN, Niklas. *Social Systems*. *Op. cit.* p. 104-105.

Em uma tentativa de superar as abordagens atomista e holística, a teoria dos sistemas buscou um caminho alternativo. Seu ponto de partida é o teorema da dupla contingência.<sup>4</sup> A ação social é, em última instância, indeterminada, porque a ação de um indivíduo (*ego*) depende da ação de outro (*alter*). Uma expectativa a respeito de como *alter* se comportará precisa formar-se antes que *ego* decida seu curso de ação. Como resultado, a ação social é indeterminada.<sup>5</sup> Segundo Parsons, a dupla contingência poderia ser resolvida assumindo-se a existência de um consenso resultante de um sistema simbólico compartilhado que gera valores e orientação normativa para guiar a ação humana.<sup>6</sup> Luhmann enxerga essa abordagem como falha por assumir uma diferença *a priori* entre as estruturas biológica e psicológica dos sujeitos da ação (*alter/ego*). Essa diferença, contudo, resulta da diferenciação no sistema dinâmico de ação, e não antes.

Ao invés de se concentrar na ação de indivíduos específicos, a teoria dos sistemas busca na comunicação um modo de transformar a dupla contingência em um estado de coisas mais determinado. A dupla contingência é a indeterminação

decorrente do fato de que nenhum agente pode confiar na ação de outro. Para resolver esse problema, a teoria dos sistemas assume a diferença entre sistemas psíquicos (indivíduos) e sistemas sociais.<sup>7</sup> Lidar apenas com o que acontece na psicologia individual é insuficiente porque ninguém tem acesso direto ao conteúdo da mente do outro. Contudo, quando a ação social ocorre, cada agente pode coordenar suas ações com as de outro porque ambos compreendem as expectativas normativas a respeito de seu comportamento, fundadas em um conhecimento compartilhado que possibilita a compreensão comum por meio da comunicação.<sup>8</sup>

Luhmann reconhece o papel *necessário* da psicologia individual para estabelecer um fundamento para a emergência dos sistemas sociais, ao afirmar uma hipótese importante, mas infelizmente pouco desenvolvida em sua obra. De acordo com ele, “os sistemas psíquicos e sociais evoluíram em conjunto. A qualquer tempo, um tipo de sistema é o ambiente necessário para o outro. Pessoas não podem emergir e continuar a existir sem sistemas sociais, nem sistemas sociais sem pessoas”<sup>9</sup>. Esse é um verdadeiro avanço quando comparado com a sociologia de Durkheim, Tarde e Parsons, que deram relativamente pouca importância à codependência entre mente e sociedade.

Contudo, em certo sentido, Luhmann também falhou em reconhecer a relevância dos processos psicológicos subjacentes ao entendimento da evolução social. A comunicação é um processo que ocorre apenas em sistemas sociais, nunca no interior de uma mente individual. Sistemas psíquicos e sistemas sociais operam por meio de processos diferentes: os primeiros unem pensamentos a outros pensamentos, ao passo que os últimos ligam comunicações a comunicações. A ligação entre sistemas psíquicos e sistemas sociais ocorre por meio da linguagem, um acoplamento estrutural que traduz pensamentos em comunicações e vice-versa.<sup>10</sup> Mas ambos os sistemas são autopoieticos, pois são operacionalmente fechados e suas operações internas se referem apenas a comunicações que ocorrem no interior de cada sistema, e não a operações que ocorrem em seu ambiente – e os sistemas psíquicos e sociais constituem parte do ambiente um do outro.<sup>11</sup>

O propósito do presente texto é discutir uma possibilidade de integração entre os esquemas de explicação biológico e sociológico a partir da teoria dos sistemas de Niklas Luhmann, embora – como se verá a seguir – várias das premissas do pensamento luhmanniano sejam incongruentes com as teorias biológicas recentes.

<sup>7</sup> LUHMANN, Niklas. *Social Systems... Op. cit.* p. 108.

<sup>8</sup> LUHMANN, Niklas. *Social Systems... Op. cit.* p. 108.

<sup>9</sup> LUHMANN, Niklas. *Social Systems... Op. cit.* p. 60.

<sup>10</sup> MAURER, Kathrin. *Communication and Language in Niklas Luhmann's Systems-Theory. Pandaemonium Germanicum (Online)*, 2010.

<sup>11</sup> TEUBNER, Gunther. *Law as an autopoietic system*. Oxford: Blackwell, 1993. p. 29-30.

## A Teoria dos Sistemas como ponte entre sociologia e biologia

Embora a teoria dos sistemas providencie uma abordagem mais sofisticada a respeito da relação entre psicologia individual e sociedade, ela também se fundamenta em distinções que não podem ser *inteiramente* sustentadas à luz da biologia contemporânea. Para ser justo com seu legado, Luhmann não sustenta a tese de que a evolução social é completamente independente de processos mentais, mas apenas que operações mentais somente podem afetar o que ocorre na sociedade por meio da conversão de pensamentos em comunicações por intermédio da linguagem, que é o único acoplamento estrutural que liga mentes a sistemas sociais.

Evidentemente, alguém poderia sustentar que a teoria dos sistemas pode estar correta e a teoria biológica errada. Nesse caso, contudo, a objeção deveria levar em conta a quantidade de evidências extraídas de campos diversos – antropologia darwinista, etologia, sociobiologia, biologia evolutiva e ecologia comportamental – que sustentam a tese de que estruturas sociais refletem muitas características de nossas mentes. Por outro lado, a teoria dos sistemas se fundamenta na autopoiese, uma teoria biológica que ainda está por provar seu valor epistêmico.<sup>12</sup> Como Durkheim, Mead, Boas e outros, Luhmann assume como premissa *a priori* a tese da separação, de acordo com a qual os processos sociais são autônomos em relação às operações mentais.

A tese da separação, contudo, não parece correta, porque é justificada *a priori*, ao passo que precisa se basear em evidência empírica. E as evidências são contrárias a ela. A mente humana tem conhecimento inato a respeito de como o mundo social deve ser,<sup>13</sup> incorporando expectativas a respeito de um mundo social no qual há laços fortes entre indivíduos que compartilham sua carga genética<sup>14</sup>: de que oportunistas sejam punidos,<sup>15</sup> as relações recíprocas respeitadas,<sup>16</sup> e de que a cooperação seja mediada pela identificação de membros do grupo – considerados confiáveis – enquanto que forasteiros são colocados sob suspeita.<sup>17</sup> Também temos um senso de justiça baseado na aversão à desigualdade<sup>18</sup> e na suspeita contra aqueles que buscam explorar os outros.<sup>19</sup> Não é surpreendente que todas as sociedades humanas reúnam essas características em algum grau. Se a linguagem fosse o único meio por meio do qual o sistema psíquico se relacionasse com os sistemas sociais, esse resultado não deveria ser esperado. Se as operações sociais sistê-

<sup>12</sup> MATURANA, Humberto R. & VARELA, Francisco J. *The tree of knowledge*. Boston: Shambhala Pubns, 1987.

<sup>13</sup> BLOOM, Paul. *Just Babies*. New York: Crown Publishers, 2013.

<sup>14</sup> NOWAK, Martin A.; TARNITA, Corina E. & WILSON, Edward O. The evolution of eusociality. *Nature*, v. 466, n. 7, p. 1.057-1.062, ago. 2010.

<sup>15</sup> BOYD, Robert *et al.* The evolution of altruistic punishment. *Proceedings of the National Academy of Science*, v. 100, n. 6, p. 3.531-3.535, mar. 2003.

<sup>16</sup> TRIVERS, Robert L. The Evolution of Reciprocal Altruism. *The Quarterly Review of Biology*, v. 46, n. 1, p. 35-57, 1 mar. 1971.

<sup>17</sup> GIL-WHITE, Francisco J. Are Ethnic Groups Biological "Species" to the Human Brain? Essentialism in Our Cognition of Some Social Categories. *Current Anthropology*, v. 42, n. 4, p. 515-553, ago. 2001.

<sup>18</sup> FEHR, Ernst; BERNHARD, Helen & ROCKENBACH, Bettina. Egalitarianism in young children. *Nature*, v. 454, n. 7.208, p. 1.079-1.083, 28 ago. 2008.

<sup>19</sup> BOEHM, Christopher. *Hierarchy in the Forest*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 1999.

micas fossem realmente tão independentes das operações mentais, deveríamos esperar mais diversidade nas sociedades do que é fato.

Não é uma boa objeção a de que as sociedades humanas *apresentam* muito mais diversidade do que seria esperado se elas dependessem de características inatas e universais presentes em nossas mentes. A teoria da coevolução gene-cultura incorpora a teoria da *gramática moral universal*<sup>20</sup> – à luz da qual nossa cognição moral é baseada em uma distinção inata entre princípios morais universais e parâmetros locais culturalmente determinados. Desse modo, nossa mente estrutura a partir de princípios universais os elementos culturais inerentes a cada sociedade. Uma gramática moral universal deixa grande margem para a evolução socio-cultural independente, que poderia levar sociedades significativamente dissimilares a trilharem trajetórias evolutivas divergentes. A amplitude de diversidade que poderia emergir da *tese da separação* seria muito maior que a observada. Deveríamos esperar sociedades que *violassem* as premissas de nossa psicologia inata: por exemplo, sociedades nas quais não houvesse punição aos violadores de normas sociais; onde as pessoas cooperassem em maior grau com estrangeiros do que com os membros de sua comunidade; ou nas quais os indivíduos preferissem ser tratados de forma desigual a receber uma parcela justa por seus esforços. Não há evidência de sociedades como essas – e, se a falta dessa evidência não é prova definitiva para sustentar a validade empírica da teoria da coevolução gene-cultura, ao menos sustenta a tese de que a reprodução dos sistemas sociais *depende* de algumas características inatas de nossa psicologia.

Evidentemente, seria ingenuidade acusar Luhmann de não ter visto o que ele *não poderia ter visto*. A própria hipótese da gramática moral universal ainda estava sendo elaborada em 1998, o ano em que o sociólogo alemão faleceu. Além disso evidências sobre processos coevolutivos entre genética e cultura foram obtidas nos últimos dez anos. A teoria da seleção em múltiplos níveis, que pavimentou muito da fundação desse esquema teórico, foi aceita como uma possibilidade apenas recentemente. A evidência neurológica concernente à dependência de nosso comportamento moral em relação a processos especificamente localizados no cérebro humano tampouco estava incontestavelmente disponível.<sup>21</sup>

Mesmo que essa constatação não implique o necessário abandono da teoria dos sistemas, torna necessário que se leve em consideração o conhecimento contemporâneo

<sup>20</sup> HAUSER, Marc. *Moral Minds*. New York: Harper Collins, 2009.

MIKHAIL, John. *Elements of Moral Cognition*. Cambridge (MA): Cambridge University Press, 2011.

MIKHAIL, John. Universal moral grammar: theory, evidence and the future. *Trends In Cognitive Sciences*, v. 11, n. 4, p. 143-152, abr. 2007.

<sup>21</sup> MOBBS, Dean *et al.* Law, responsibility, and the brain. *PLOS Biology*, v. 5, n. 4, p. 693-700, abr. 2007.

sobre a relação entre mente e sociedade. Proponho três modificações no marco teórico luhmanniano com esse propósito: 1) o reconhecimento de que a psicologia individual impõe restrições à evolução de sistemas culturais; 2) a incorporação de uma teoria microssociológica da evolução da cultura; e 3) a adoção da seleção em múltiplos níveis como uma característica da própria teoria dos sistemas. O próprio Luhmann tinha algumas intuições a respeito desses temas, como alguns de seus escritos demonstram. É o que pretendemos desenvolver.

### Restrições psicológicas à evolução cultural

A primeira tarefa é incorporar à teoria social o fato de que a mente humana impõe restrições à evolução dos sistemas culturais. O próprio Luhmann usava o conceito de restrição (*constraint*) de forma a levar em consideração que diferentes sistemas sociais impõem limites recíprocos às suas possibilidades evolutivas. Sempre que um novo sistema é formado, ele constrói uma fronteira entre si mesmo e o seu ambiente, restringindo suas possibilidades de evolução posterior. Como resultado, o sistema ganha em profundidade, mas perde em abrangência. Como Luhmann afirma:

*De um lado, a reprodução está sujeita às condições de conectividade; ela precisa ser capaz de lidar com uma situação. Por outro lado, ela oferece possibilidades de formar dentro do sistema um novo sistema detentor de sua própria distinção sistema/ambiente - talvez um sistema que dure mais que o inicial. (...) A diferenciação entre sistemas estabelece as possibilidades de reprodução ao restringir condições sobre a compreensibilidade da comunicação e a adequação de modos comportamentais. Mas os excessos de significado que precisam ser produzidos ao redor geram ainda maiores probabilidades de formação inovadora de sistemas; em outras palavras, elas proporcionam a oportunidade de incluir novas diferenças e novas restrições e, portanto, de aumentar a habilidade de restringir a situação inicial por meio da diferenciação. Somente assim a complexidade do sistema pode aumentar.<sup>22</sup>*

<sup>22</sup> LUHMANN, Niklas. *Social Systems...* Op. cit. p. 189.

Aqui, Luhmann se refere à *diferenciação interna*, que toma lugar quando sistemas similares se diferenciam em outros sistemas similares – como ocorre quando a sociedade se diferencia em sistemas sociais como direito, religião, ciência, economia, entre outros. Cada sistema cria uma fronteira entre si mesmo e os demais, e assim limita as suas próprias possibilidades evolutivas. Eles são similares porque se reproduzem por meio da comunicação e sua diferenciação é construída a partir de padrões semânticos similares.

Mas existe também a *diferenciação externa*, que ocorre quando os sistemas emergem a partir de sistemas ontológicos diferentes. Luhmann distingue entre três tipos de sistemas autopoieticos: sistemas vivos, sistemas psíquicos e sistemas sociais. Sistemas vivos (cérebros, células, organismos etc) operam sobre meios que existem no mundo natural, como pressão, temperatura, proteínas e outros seres vivos. Sistemas psíquicos operam por meio da consciência, que inclui todos os pensamentos e sentimentos com significado para um indivíduo. E os sistemas sociais operam por meio da comunicação.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> KING, Michael; THORNHILL, Chris. *Niklas Luhmann's Theory of Politics and Law*. New York: Palgrave Macmillan, 2003. p. 1-273.  
LUHMANN, Niklas. What is Communication? *Communication Theory*, v. 2, n. 3, p. 251-259, ago. 1992.

A distinção entre processos de diferenciação interna e externa leva à questão de *como* os sistemas sociais emergiram de sistemas vivos e psíquicos. Ela traz como consequência a necessidade de reconhecer que a própria lógica autopoietica dos sistemas sociais *depende* de processos psíquicos.

Ao considerar a diferenciação interna entre sistemas sociais, Luhmann aceita que sistemas diferentes impõem restrições recíprocas sobre as possibilidades evolutivas dos demais. A evolução do direito modifica a dinâmica ambiental de seleção da religião, da política e da economia, limitando e dirigindo cegamente a sua evolução (e vice-versa). Luhmann também distingue dois processos de diferenciação: horizontal (heterárquico) e hierárquico. Quando os sistemas se diferenciam horizontalmente, impõem restrições aos outros sistemas por meio do contato entre a fronteira de cada sistema. A diferenciação hierárquica, por outro lado, impõe outra forma de restrição, similar a uma relação de continência. Um sistema que se diferencia em dois subsistemas impõe restrições a ambos no sentido de que sua lógica interna é dependente da lógica do sistema original.

A classe de restrição que sistemas psíquicos impõem sobre sistemas sociais é similar aos limites impostos pela relação de continência hierárquica. Contudo, enquanto que esta implica que o sistema social e seus subsistemas compartilham o mesmo meio de reprodução – a comunicação –, os limites impostos pelos sistemas psíquicos aos sistemas sociais são de uma ordem diferente. Luhmann está certo ao dizer que a linguagem é o acoplamento estrutural entre sistemas psíquicos e sociais. Mas esta não é a única maneira por meio da qual mente e sociedade se influenciam reciprocamente. Para compreender esse ponto, é preciso distinguir entre cultura e sociedade. Conceber os sistemas sociais como tanto é problemático conceitualmente, porque a expres-

são ‘social’ mina a distinção entre ‘cultura’ e ‘sociedade’. E esta é uma distinção importante, porque existem outras espécies animais que adotam comportamento social sem que ocorra nelas a emergência de ‘sistemas sociais’. Formigas, abelhas e morcegos vampiros têm uma vida social complexa totalmente regulada por disposições inatas, mas não são seres culturais.

Ao adotar o termo ‘sistema social’, Luhmann é incapaz de ver a diferença entre o ‘social’ e o ‘cultural’. E esta é uma distinção essencial para compreender o mundo social humano: nossos ancestrais se tornaram seres culturais porque a diferença entre os domínios social e cultural se tornou necessária. A vida social de nossos ancestrais era completamente determinada por suas disposições psicológicas inatas. Suas mentes eram o acoplamento estrutural que possibilitava o contato entre a biologia e seu mundo social – próximo ao que ocorre nas sociedades de outras espécies animais. Contudo, quando a cultura cumulativa se tornou uma adaptação, resolveu o problema da estruturação da vida social em grupos grandes<sup>24</sup> e os sistemas psíquicos precisaram lidar com a complexidade da cultura de uma forma distinta. A evolução cultural impôs mudanças mais rápidas que as que ocorriam no ambiente social, mas nossas mentes ancestrais estavam equipadas com disposições inatas para lidar com sociedades estáveis. Se os princípios da gramática moral universal eram capazes de lidar com a relação entre sistemas psíquicos e ambientes sociais estáveis, tornaram-se uma solução incapaz de lidar com um mundo cultural altamente mutável. A linguagem, selecionada originalmente como mecanismo de monitoramento do comportamento social, propiciou uma ponte ímpar não apenas entre sistemas psíquicos e sociais,<sup>25</sup> mas entre sistemas psíquicos e cultura.

Como Luhmann acreditava, a linguagem é o meio por meio da qual a comunicação social pode se ligar com mentes individuais e afetar/ser afetada por elas. Mas esta é apenas uma parte do esquema necessário, já que somente possibilita compreender como sistemas psíquicos lidam com a cultura, ao passo que ignora as características que a gramática moral universal precisa ter para se tornar capaz de lidar com a vida social e cultural. Nesse sentido, é a relação entre disposições mentais inatas e a linguagem que torna possível construir uma ponte entre biologia, cultura e sociedade. Se a hipótese da coevolução gene-cultura estiver correta, nossa gramática moral universal se tornou sensível a aspectos particulares das culturas locais. Portanto, ela incorporou a diferença entre um núcleo de pressuposições universais (prin-

<sup>24</sup> GINTIS, Herbert. Gene-culture coevolution and the nature of human sociality. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, v. 366, n. 1.566, p. 878-888, 2011.

<sup>25</sup> DUNBAR, Robin. *Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*. Cambridge: Harvard University Press, 1998.

cípios) e uma diversidade de pressuposições culturalmente adaptadas (parâmetros). A gramática moral de nossos ancestrais primatas era fundada exclusivamente em princípios universais, uma vez que suas mentes não tinham que lidar com o problema da diversidade cultural. Nos últimos 200.000 anos, contudo, o *Homo sapiens* se tornou capaz de viver em sistemas culturais porque nossas mentes se tornaram capazes de construir uma ponte entre a psicologia inata e o mundo cultural. Universalismo e particularismo são dois lados codependentes e difusos da mesma moeda na experiência social humana.

Como resultado, os sistemas psíquicos humanos impõem restrições *ontológicas* sobre a evolução cultural. Em primeiro lugar, a estrutura das sociedades humanas precisa ser compatível com as expectativas sociais inatas de nossas mentes. De outra forma, a dissonância cognitiva levaria ao rompimento da tessitura social. Mesmo que possamos descrever uma quantidade infinita de sociedades possíveis, apenas um pequeno conjunto delas é compatível com nossas disposições mentais inatas. E esse é um resultado do desacoplamento entre os domínios social e cultural: a linguagem pode descrever um estado social de coisas infinito, mas o universo de mundos sociais compatíveis com os pressupostos inatos da mente humana é finito.

### **Teoria dos sistemas e memética: fundamentos microssociológicos da evolução cultural**

O segundo modo pelo qual é preciso reformular a sociologia luhmanniana também decorre da dependência entre evolução cultural e processos psicológicos. A evolução cultural se baseia em disposições psicológicas concernentes à aquisição da linguagem e à transmissão cultural. A transmissão de variantes culturais obedece a determinados vieses decorrentes de nossa psicologia, que afetam a probabilidade de seleção de determinados traços culturais relativamente a outros. É por isso que podemos conceber uma sociedade na qual os indivíduos não cuidam de suas crianças ou um mundo hobbesiano em que as pessoas podem assassinar seus concidadãos indiscriminadamente; mas não encontramos nos registros antropológicos e históricos nenhuma sociedade em que isso de fato tenha ocorrido. Esses padrões culturais são tão incompatíveis com nossas disposições sociais inatas que sua aquisição e posterior difusão seriam altamente improváveis.

Mesmo que o sociólogo alemão reconheça que os sistemas sociais coevoluíram com os sistemas psíquicos, os padrões reprodutivos do direito são considerados intrínsecos ao sistema social e não dependem de qualquer elemento extrínseco a ele. Este é um traço excêntrico da teoria dos sistemas, por colidir frontalmente com a lógica evolutiva. Quando um nível mais elevado de realidade emerge de um nível mais baixo, o primeiro permanece *continuamente* ligado ao segundo por meio de mecanismos extrínsecos ao nível mais alto. Peguemos a reprodução do DNA como um exemplo. O DNA traz embutida informação sobre como produzir um organismo inteiro, mas não pode produzi-lo sozinho. Sua informação será útil somente se for traduzida por ribossomos e sintetizada na forma de proteínas; e o DNA poderá reproduzir-se somente por conta dessas estruturas externas.<sup>26</sup> O sistema biológico inteiro pode ser compreendido como autopoietico, mas apenas porque sua reprodução depende da conexão a estruturas externas a si mesmo e que resultaram do processo evolutivo<sup>27</sup>. Essas estruturas são parte da cadeia autopoietica, mas também estão fora dela por serem uma estrutura necessária à reprodução do DNA.

A teoria dos sistemas luhmanniana pode conceber sistemas sociais autopoieticos, sem depender de explicações de nível mais baixo a respeito de como ocorre a reprodução sistêmica, porque não dá atenção suficiente ao nível micro-evolutivo da replicação cultural. Mesmo que reconheça que mente e sociedade coevoluem e que a linguagem as acople estruturalmente, essa conexão é sempre tratada como um processo secundário da evolução social.<sup>28</sup> Nada que ocorre na mente humana é considerado como integrante da evolução sistêmica.

Apesar disso, a evolução cultural depende de mentes humanas, assim como a replicação genética depende de estruturas externas ao DNA que foram selecionadas ao longo do processo evolutivo. A sociologia necessita incorporar uma teoria a respeito de como a evolução cultural ocorre no nível microsociológico das interações individuais – onde o papel da mente é essencial.

A abordagem de Richerson & Boyd a respeito da evolução cultural oferece uma alternativa teórica. A teoria deles liga a psicologia humana à dinâmica cultural ao reconhecer que a cultura não é *apenas* uma característica holística da sociabilidade humana, mas também um microprocesso evolutivo baseado na transmissão social da informação, de indivíduo a indivíduo.<sup>29</sup> A cultura é compreendida, nessa

<sup>26</sup> FRANK, Joachim; SPAHN, Christian M. T. The ribosome and the mechanism of protein synthesis. *Reports on Progress in Physics*, v. 69, n. 5, p. 1.383-1.417, maio 2006. HODGSON, Geoffrey M. & KNUDSEN, Thorbjørn. *Darwin's Conjecture*. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

<sup>27</sup> Por essa razão, Geoffrey Hodgson e Thorbjørn Knudsen descartam teorias da auto-organização – como a autopoiese – como uma alternativa real ao darwinismo. Essas teorias pressupõem a possibilidade de que as operações de um sistema sejam explicadas apenas a partir de operações do próprio sistema, mas isso é impossível quando a reprodução do sistema depende de estruturas externas a si (HODGSON, Geoffrey M. & KNUDSEN, Thorbjørn. *Op. cit.* p. 52).

<sup>28</sup> MAURER, Kathrin. *Op. cit.*

<sup>29</sup> RICHERSON, Peter J. & BOYD, Robert. *Not By Genes Alone*. Chicago: University of Chicago Press, 2008. p. 5.

<sup>30</sup> RICHERSON, Peter J. & BOYD, Robert. *Op. cit.* p. 2.026-2.035.

<sup>31</sup> Apesar de remeterem a abordagens teóricas distintas, os termos 'meme' e 'variante cultural', serão utilizados como sinônimos (TOLEDO, Gustavo Leal. *Controvérsias Meméticas: a Ciência dos Memes e o Darwinismo Universal em Dawkins, Dennett e Blackmore.* 2009. 1 f. PUC-RJ, Rio de Janeiro, 2009).

<sup>32</sup> Evidentemente, é preciso considerar a existência de traços culturais maladaptativos (BOYD, Robert & RICHERSON, Peter J. The Evolution of Ethnic Markers. *Cultural Anthropology*, v. 2, n. 1, p. 65-79, 1 fev. 1987. p. 66)

perspectiva, como uma adaptação biológica que resolveu problemas ambientais e sociais dos ancestrais humanos.<sup>30</sup> Memes – as unidades da cultura<sup>31</sup> – que tornassem nossos ancestrais extremamente inaptos não persistiriam muito, uma vez que seu substrato biológico (seres humanos) não existiria mais<sup>32</sup>. Sociedades pré-históricas que adotassem memes favoráveis à cooperação teriam maior probabilidade de sobreviver, tanto culturalmente quanto biologicamente, uma vez que seriam simultaneamente impulsionadas, em média, pela transmissão eficiente da cultura e pela reprodução genética dos indivíduos.

Portanto, a cultura pode ser examinada como uma adaptação evoluída a partir da seleção natural. Mas ela também é afetada por nossa mente, no sentido de que nossa psicologia é parte do ambiente dos sistemas culturais. O fato de nossa psicologia ser baseada em heurísticas simples que pavimentam sua maneira de aprender e transmitir memes para os outros é um elemento importante a ser considerado. Pensamentos profundamente incompatíveis com os princípios de nossa gramática moral universal dificilmente seriam retidos por nossas mentes e, como resultado, teriam menor probabilidade de ser transmitidos aos sistemas sociais por meio da linguagem.

Essa é uma das razões porque cuidado parental, tendência ao nepotismo, reciprocidade, punição de oportunistas e aversão a desigualdades – que compõem muito de nossa gramática moral universal – são tão ubíquos nas sociedades humanas. Nossa psicologia pré-seleciona estocasticamente pensamentos compatíveis com essas pressuposições inatas. Evidentemente, também há influxo de informações dos sistemas sociais para nossas mentes, e elas são processadas por meio dos princípios/parâmetros estruturantes da gramática moral. A cultura interfere no funcionamento de nossa psicologia moral, mas não ao ponto de ela ser completamente moldável por elementos culturais. Durkheim, nesse sentido, estava errado: a natureza individual não é o mero material indeterminado que o fator social molda e transforma. Mas, para reconhecer esse fato, é preciso observar os aspectos microsociológicos da evolução cultural.

### **A teoria dos sistemas precisa considerar processos de seleção memética em múltiplos níveis**

O terceiro modo pelo qual a teoria dos sistemas precisa ser reformulada é uma consequência da necessidade de levar a microdinâmica social em consideração. Qualquer teoria evolutiva da cultura precisa sustentar-se sobre um

mecanismo de seleção em múltiplos níveis se pretende explicar a evolução social. De fato, o próprio Luhmann se antecipou a essa questão, mas não desenvolveu mais profundamente as consequências desse caminho para a teoria dos sistemas. Por exemplo, ele reconheceu que os sistemas psíquicos e sociais coevoluíram. Segundo ele, “sistemas psíquicos e sociais evoluíram em conjunto. A qualquer tempo o primeiro tipo de sistema é o ambiente necessário para o outro”<sup>33</sup> e “os dois tipos de sistema emergem por meio da coevolução”<sup>34</sup>. Ao reconhecer a coevolução entre sistemas psíquicos e sociais, Luhmann sugeriu processos evolutivos simultâneos. Apesar disso, mente e cultura não se relacionam tão somente com base na coevolução. Elas também são codependentes; a cultura somente pode se replicar por meio de mentes, e nossas mentes são funcionalmente adaptadas a um pano de fundo cultural. Nesse sentido, muito das pressões evolutivas impostas sobre os dois sistemas demandam soluções integradas por ambos os domínios psicológicos – do modo predito pela teoria da coevolução genocultura.

Para explicar coerentemente a evolução sociocultural, uma teoria sociológica precisa levar em conta a ocorrência de processos coevolutivos em cada nível de análise: 1) os processos psicológicos envolvidos na pré-seleção de memes específicos ao invés de outros, antes que o resultado linguístico seja produzido; 2) os processos culturais que selecionam posteriormente entre os memes pré-selecionados como resultado de vieses psicológicos, dirigindo intrinsecamente a evolução cultural; e 3) o efeito gerado pelos memes selecionados na evolução posterior de genes relacionados a nossa psicologia social.

Essa abordagem multinível evidencia outra similaridade entre a análise luhmanniana e a teoria memética. Embora os memes dependam do modo como a mente humana funciona, também *exploram* nossa psicologia a seu favor: memes que se replicam mais eficientemente se difundem mais rapidamente em uma população.<sup>35</sup> Alguns memes, contudo, se replicam melhor quando associados com outros memes particulares. Podem agrupar-se e reproduzir-se mais eficientemente do que se estivessem sozinhos. É o que Susan Blackmore denomina “memplexos”.<sup>36</sup> Na terminologia sistêmica, um meme deveria ser compreendido como uma unidade de sentido. Um sistema social pode ser concebido como memplexo, seguindo sua própria lógica reprodutiva. A comunicação pode ser concebida como reprodução memética, o processo pelo qual um meme se replica em um

<sup>33</sup> LUHMANN, Niklas. *Social Systems... Op. cit.* p. 59.

<sup>34</sup> LUHMANN, Niklas. *Social Systems... Op. cit.* p. 98.

<sup>35</sup> DAWKINS, Richard. *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 195.

<sup>36</sup> BLACKMORE, Susan. *The Meme Machine*. Oxford: Oxford University Press, 2000. p. 19.

memplexo. Nesse ponto, a teoria dos sistemas pode oferecer muito à teoria memética, uma vez que traz uma melhor compreensão sociológica da evolução sistêmica. Memes podem ser compreendidos, na terminologia luhmanniana, como a unidade da comunicação.

Nesse sentido, é possível dizer que ambas as teorias se complementam e viabilizam a construção de um esquema conceitual capaz de unificar sociologia e biologia. De um lado, a memética explica os processos microevolutivos de evolução cultural a partir de uma perspectiva que considera a interação entre mente e cultura; de outro, a teoria dos sistemas se concentra em processos macrosociológicos que admitem circularidade de modo a se integrarem a processos microsociológicos de evolução cultural.

## Conclusão

Biologia e sociologia são dois campos do conhecimento científico com longo histórico de contribuições recíprocas. Se a metáfora organicista fez-se presente em boa parte do pensamento sociológico, como na obra de Durkheim e Comte, e o discurso evolucionista foi apropriado por autores como Spencer e Marx, a influência da sociologia no pensamento biológico também se fez fortemente presente. Termos como “sociedade”, “coalizões”, “cooperação” e “altruísmo”, típicos do discurso das ciências sociais, foram incorporados na linguagem biológica.

É bem verdade que a relação entre ambas as ciências nunca foi completamente amistosa. Das críticas ao darwinismo social ao debate sobre a sociobiologia, sociólogos e biólogos se entrencharam em seus campos. Mas é possível que desenvolvimentos em ambas as frentes teóricas levem à possibilidade da construção de uma teoria capaz de integrar biologia e sociologia em um horizonte teórico interdisciplinar.

Fábio Portela L. Almeida é graduado em Direito, Mestre em Direito e em Filosofia e doutorando em Direito Constitucional pela Faculdade de Direito da Universidade de Brasília, com estágio sanduíche na qualidade de *Visiting Researcher* na Harvard Law School (2013/2014).

fabio.portela@gmail.com

LA TRANSICIÓN SOCIAL  
EN EL GÉNERO *HOMO*  
DE LAS JERARQUÍAS DE DOMINACIÓN AL IGUALITARISMO

---

*Carlos Arturo Plazas*  
*Alejandro Rosas*

**E**studios comparativos en primates sugieren que el *Australopithecus* vivió en grupos con una organización social jerárquica. Por otro lado, el comportamiento de los grupos de cazadores recolectores indica la presencia de mecanismos que habrían impedido el surgimiento de jerarquías de dominación en los humanos anatómicamente modernos. El propósito de este artículo es examinar algunas de las fuerzas que pudieron haber facilitado la evolución de las sociedades igualitarias en el género *Homo*. La evidencia muestra que el igualitarismo pudo haber sido una adaptación de nuestros ancestros, probablemente como respuesta a presiones ecológicas y sociales que tuvieron lugar durante el Pleistoceno.

## Introducción

Sabemos por estudios moleculares que humanos y chimpancés compartieron un ancestro común y que la divergencia de estos linajes ocurrió hace aproximadamente 7 millones de años.<sup>1</sup> Los fósiles más antiguos de nuestro linaje fueron asignados a las especies *Sabelanthropus tchadensis*<sup>2</sup>, *Orrorin tugenensis*<sup>3</sup>, *Ardipithecus kadabba*<sup>4</sup> y *Ardipithecus ramidus*<sup>5</sup>, que vivieron hace aproximadamente entre 5 y 7 millones de años, es decir, poco después de la divergencia del linaje de los chimpancés y el de los humanos y poco antes de la aparición del *Australopithecus*. Más allá de esto, nuestro conocimiento de los primeros homíninos<sup>6</sup> es bastante limitado.

Se cree que los *Australopithecus* vivieron en grupos con una estructura social jerárquica similar a la observada en varias especies de primates, en la que individuos de alto rango tienen un acceso privilegiado a los recursos, mientras que homíninos posteriores habrían vivido en grupos más igualitarios, en los que los recursos son distribuidos más equitativamente, como ocurre en los grupos de cazadores recolectores actuales. ¿Cómo explicar este cambio en la organización social?, ¿cuáles pudieron haber sido los beneficios que el igualitarismo otorgó a los humanos modernos para que este comportamiento haya sido favorecido por la selección natural?

### La organización social del *Australopithecus*

En la mayoría de primates los machos son más grandes que las hembras. Desde Darwin<sup>7</sup> se ha creído que el dimorfismo sexual en la masa corporal es una consecuencia de la selección sexual, producto de la competencia entre machos por aparearse. Según esta idea, la selección habría favorecido la evolución de un mayor tamaño corporal en los machos que en las hembras debido a que este rasgo otorgaría una ventaja reproductiva a los machos que se enfrentan entre sí en contiendas por el acceso a las hembras fértiles del grupo.

Estudios comparativos<sup>8</sup> muestran que existe una correlación entre dimorfismo sexual y tipo de organización social en especies de primates no humanos según la intensidad y la frecuencia de la competición entre machos. Especies con alta intensidad de competencia fueron definidas como aquellas en las que se han detectado contiendas agresivas o jerarquías de dominación, mientras que especies con baja intensidad de competencia son aquellas en las que las

<sup>1</sup> STEIPER, M. E. & YOUNG, N. M. Primate molecular divergence dates. *Molecular Phylogenetics and Evolution* (41):384-394, 2006.

<sup>2</sup> BRUNET, M. *et al.* A new hominid from the upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature*, 418, 145-151, 2002.

BRUNET, M. *et al.* New material of the earliest hominid from the upper Miocene of Chad. *Nature*, 434, 752-755, 2005.

<sup>3</sup> SENUT, B. *et al.* First hominid from the Miocene (Lukoleino Formation, Kenya). *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série 2<sup>a</sup>*. 332:137-144, 2001.

<sup>4</sup> HAILE-SELASSIE, Y. Late Miocene hominids from the Middle Awash, Ethiopia. *Nature*, 412:178-181, 2001. HAILE-SELASSIE, Y.; SUWA, G. & WHITE, T. D. Late Miocene teeth from Middle Awash, Ethiopia, and early hominid dental evolution. *Science*, 303:1.503-1.505, 2004.

<sup>5</sup> WHITE, T. D.; SUWA, G. & ASFAW, B. *Australopithecus ramidus*, a new species of early hominid from Aramis, Ethiopia. *Nature*, 371:306-312, 1994.

<sup>6</sup> En lo que sigue con el término 'homínino' se entiende cualquier organismo más cercanamente relacionado a un humano que a un chimpancé, como las especies de los géneros *Australopithecus* y *Homo*.

<sup>7</sup> DARWIN, C. *Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. London: John Murray, 1871.

<sup>8</sup> PLAVCAN, J. M. & Van SCHAİK, C. P. Intrasexual competition and canine dimorphism in anthropoid primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 87:461-477, 1992.

PLAVCAN, J. M. & Van SCHAİK, C. P. Interpreting hominid behavior on the basis of sexual dimorphism. *Journal of Human Evolution*, 32:345-374, 1997.

PLAVCAN, J. M. & Van SCHAİK, C. P. Intrasexual competition and body weight dimorphism in anthropoid primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 103: 37-68, 1997.

jerarquías de dominación han sido difíciles de detectar o no han sido reportadas contiendas entre machos. La frecuencia de competencia es una medida de qué tantos machos adultos hay en cada grupo de la población. Las combinaciones de intensidad y frecuencia dan lugar a cuatro niveles de competencia. En el nivel 1 de competencia se ubican las especies con baja intensidad y baja frecuencia, en el nivel 2 aquellas con baja intensidad y alta frecuencia, en el nivel 3 las que presentan alta intensidad y baja frecuencia y en el nivel 4 las que tienen alta intensidad y alta frecuencia (figura 1).

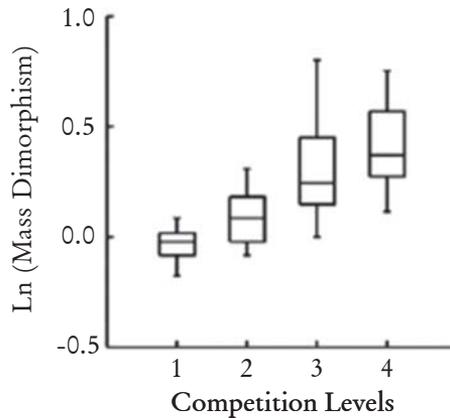


Figura 1: Dimorfismo en masa corporal contra niveles de competencia en primates no humanos<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Tomado de: PLAVCAN, J. M. Understanding dimorphism as a function of changes in male and female traits. *Evolutionary Anthropology*, 20: 143-155, 2011.

<sup>10</sup> MCHENRY, H. M. Body size and proportions in early hominids. *American Journal of Physical Anthropology*, 87: 407-431, 1992.

MCHENRY, H. M. Sexual dimorphism in fossil hominids and its socioecological implications. In: STEELE, J. & SHENNAN, S. (Eds.). *The Archaeology of Human Ancestry: Power, Sex and Tradition*. London: Routledge, 1996. p. 82-99.

MCHENRY, H. M. & BERGER, L. R. Body proportions in *Australopithecus afarensis* and *A. africanus* and the origin of the genus *Homo*. *Journal of Human Evolution*, 35:1-22, 1998.

RUFF, C. Variation in human body size and shape. *Annual Review of Anthropology*, 31:211-232, 2002.

Los resultados muestran que especies de primates con un elevado dimorfismo sexual en el tamaño corporal y en la altura de la corona de los dientes caninos son especies en las que también se presentan elevados niveles de competencia. Sin embargo, el hecho de que existen especies de primates (como algunos platirrinos y algunos catarrinos) que presentan bajos niveles de dimorfismo y elevada competencia indica que bajos niveles de dimorfismo sexual no están necesariamente asociados a la ausencia de jerarquías de dominación.

Diversos estudios sugieren que los niveles de dimorfismo sexual en masa corporal del *Australopithecus* son significativamente mayores a los encontrados en el género *Homo*<sup>10</sup>, lo que, de acuerdo a la correlación mencionada, permite predecir con alta probabilidad la presencia de jerarquías de dominación en el *Australopithecus*. Por otra parte, en el caso de los *Homo sapiens* modernos, que no presentan elevados niveles de dimorfismo sexual (figura 2), es necesario disponer de otra metodología que nos permita inferir cuál pudo haber sido su organización social.

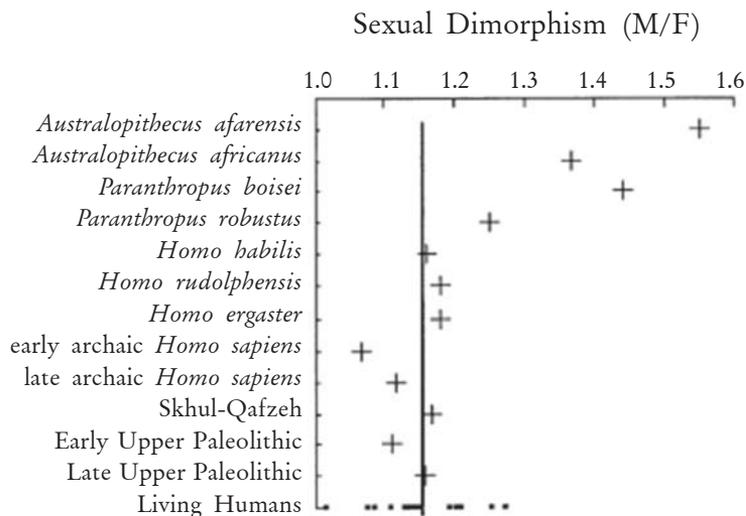


Figura 2: Dimorfismo sexual en masa corporal en homínidos. La línea horizontal representa el dimorfismo promedio del humano contemporáneo<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Tomado de RUFF, C. *Op. cit.*

## La organización social de los primeros humanos modernos

Los antropólogos han tenido interés en estudiar grupos humanos que hoy viven como cazadores recolectores, ya que se asume que ellos representan un estilo de vida que caracterizó a nuestros ancestros y que prevaleció hasta hace 12.000 años. Woodburn<sup>12</sup> describe a los grupos de cazadores recolectores actuales como sociedades en las que los individuos obtienen un directo e inmediato retorno por su labor, la comida no es almacenada sino que es consumida el mismo día en que fue obtenida, y las armas son relativamente simples y fáciles de transportar. En cuanto a la organización social, los grupos son flexibles y cambiantes en su composición, los individuos tienen la opción de escoger con quién asociarse para vivir, buscar alimento, hacer intercambios y practicar rituales, las personas no dependen de otros individuos específicos para satisfacer sus necesidades básicas, y se fomenta el mutuo beneficio y la repartición de recursos sin que esto implique un compromiso de retribución futura. Woodburn considera que la libertad de cambiar de grupo, de acceder a armas, alimento o recursos, de compartir la carne obtenida en la caza, así como la presencia de sanciones a quienes intentan acumular recursos, ejercer autoridad o usar su influencia para adquirir riqueza o prestigio, entre otros, son elementos que contribuyen al mantenimiento del igualitarismo.

<sup>12</sup> WOODBURN, J. Egalitarian Societies. *Man*, (17) 3:431-451, 1982.

<sup>13</sup> KNAUFT, B. M. Violence and sociality in human evolution. *Current Anthropology*, (32)4:391-409, 1991.

De otro lado, Knauft<sup>13</sup> encuentra que en ese tipo de sociedades existen líderes, pero las decisiones son generalmente alcanzadas a través de un consenso en el que ningún hombre tiene autoridad sobre otro, el poder de los patriarcas y ancianos es mínimo, y hay una tendencia a devaluar las diferencias en estatus, a minimizar o negar las asimetrías existentes entre los individuos con respecto a las habilidades o la fuerza, y a otorgar un gran valor a la cooperación y a la distribución de recursos. Adicionalmente, los niveles de agresión, tanto al interior de los grupos como entre los grupos, son bajos, y los esporádicos, aunque en ocasiones severos, actos violentos que ocurren no están vinculados a disputas por propiedad material, territorio, liderazgo, intereses competitivos o estatus, sino a confrontaciones por el acceso a las mujeres.

<sup>14</sup> WIESSNER, P. Leveling the hunter: constraints on the status quest in foraging societies. In: WIESSNER, P. & SCHIEFENHOVEL, W. (Eds.). *Food and the status quest in foraging societies*. Oxford: Berghahn Books, 1996.

Wiessner<sup>14</sup> advierte que los conceptos de estatus y de prestigio sí existen en las sociedades de cazadores recolectores y están asociados a actividades como la obtención y la distribución de carne. Sin embargo, encontró que cuando a los buenos cazadores les es otorgado algún estatus, existen ciertos mecanismos que impiden que ellos obtengan un mayor acceso a los recursos o tengan más influencia que otros, tales como evitar que el cazador sea el centro de atención (exigiéndole un comportamiento modesto y minimizando su mérito), extender el crédito de la repartición de la carne a varios individuos (a través de sucesivas distribuciones de la carne) y borrar cualquier concepto de deuda y obligación hacia el cazador (haciendo ver que es el deber del cazador para con la sociedad).

En resumen, asumiendo que el comportamiento de las bandas actuales de cazadores recolectores permite hacer inferencias sobre el comportamiento de los grupos de cazadores recolectores del Pleistoceno, hay razones para creer que, cuando aparecieron hace 200.000 años los primeros humanos anatómicamente modernos, nuestros ancestros ya vivían efectivamente en grupos igualitarios.

## La dieta

Si los recursos se encuentran concentrados y densamente agrupados en el espacio, entonces más alta es la probabilidad de que un individuo intente monopolizar el acceso a ellos y excluir a los demás de su consumo por el uso de la fuerza, lo que generaría elevados niveles de agresión y de competencia.<sup>15</sup> Por otra parte, si los recursos están dispersos, no pueden ser monopolizados, y se espera que los niveles de competencia sean bajos y que no existan jerarquías.

<sup>15</sup> Van HOOFFJ. A. R. A. M. Relationships among nonhuman primate males: a deductive framework. En: KAPPELER, P. M. (Ed.). *Primate males: causes and consequences of variation in group composition*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 183-191.

- En efecto, estudios comparativos han encontrado que especies de primates que compiten por recursos que no son susceptibles de ser monopolizados (como hojas, hierbas o insectos) tienden a ser grupos carentes de jerarquías de dominación, mientras que grupos que compiten por recursos que pueden ser monopolizados (como las frutas en los árboles) tienden a ser grupos despóticos.<sup>16</sup> De acuerdo a este modelo, el surgimiento de sociedades cada vez menos jerárquicas se explica por una disminución sistemática de los sitios que concentraban alimentos susceptibles de ser monopolizados, lo que habría obligado a los *Homo* a cambiar su dieta y a recurrir a alimentos que se encontraban más dispersos.
- El registro dental del *Australopithecus* indica un consumo regular de frutas y un consumo ocasional de nueces y semillas que le habría permitido no depender de frutas en períodos críticos de escasez o alta competencia.<sup>17</sup> De otro lado, parece existir un consenso en que la aparición del género *Homo* coincidió con un enfriamiento y una temporada seca a nivel global, lo que produjo una variación en las condiciones climáticas, una reducción en el tamaño de los bosques y un aumento en la extensión de las praderas y las sabanas del este de África.<sup>18</sup> Por esa época también hicieron su aparición las primeras herramientas de piedra<sup>19</sup>, lo que les habría permitido a los individuos del género *Homo* procesar y consumir alimentos como raíces y tubérculos<sup>20</sup> o tejidos animales provenientes de algunos mamíferos ungulados<sup>21</sup>.
- La evidencia muestra que los primeros *Homo*, aunque siguieron prefiriendo alimentos con alto contenido energético como las frutas dulces<sup>22</sup>, fueron capaces de consumir alimentos más elásticos, más resistentes y más difíciles de masticar que los *Australopithecus*<sup>23</sup>. Los análisis revelan que los primeros *Homo*, y en particular los *Homo erectus*, tuvieron unas dietas más flexibles y versátiles a medida que la disponibilidad de frutas se reducía en un nuevo hábitat como la sabana.<sup>24</sup> Esta tendencia habría continuado en los primeros *Homo sapiens*, que se supone ya hacían uso de tecnologías como la cocción y la molienda para procesar los alimentos y hacerlos más suaves y blandos.<sup>25</sup>
- En síntesis, los estudios muestran que la dieta del *Australopithecus* dependía en su mayor parte de frutas, que son alimentos predilectos por sus altos contenidos energéticos y, por su distribución, susceptibles de ser monopolizados. La dieta de los *Homo sapiens* que vivieron a mediados y finales del Paleolítico muy probablemente incluyó, ade-
- <sup>16</sup> VAN SCHAIK, C. P. The ecology of social relationships amongst female primates. In: STANDEN, V. & FOLEY, R. A. (Eds.). *Comparative socioecology. The behavioural ecology of humans and other mammals*. Blackwell Scientific Publications, 1989. p. 195-218.
- ISBELL, L. A. Contest and scramble competition: patterns of female aggression and ranging behavior among primates. *Behavioral Ecology*, 2:143-155, 1991.
- STERCK E.; WATTS D. P. & VAN SCHAIK C. P. The evolution of female social relationships in nonhuman primates. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 41:291-309, 1997.
- <sup>17</sup> UNGAR, P. S. Dental topography and diets of *Australopithecus afarensis* and early *Homo*. *Journal of Human Evolution*, 46:605-622, 2004.
- UNGAR, P. S. et al. Molar microwear textures and the diets of *Australopithecus anamensis* and *Australopithecus afarensis*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B.*, 365:3.345-3.354, 2010.
- <sup>18</sup> CERLING, T. E. Development of grasslands and savannas in East Africa during the Neogene. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 97:241-247, 1992.
- DE MENOCA, P. B. African climate change and faunal evolution during the Pliocene-Pleistocene. *Earth and Planetary Science Letters*, 220:3-24, 2004.
- POTTS, R. Environmental and behavioral evidence pertaining to the evolution of early *Homo*. *Current Anthropology*, 53:299-317, 2012.
- <sup>19</sup> MAREAN, C. W. & ASSEFA, Z. The middle and upper Pleistocene African record for the biological and behavioral origins of modern humans. In: STAHL, A. B. (Ed.). *African Archaeology: A critical Introduction*. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2005.

- <sup>20</sup> WRANGHAM, R. W. *et al.* The raw and the stolen: cooking and the ecology of human origins. *Current Anthropology*, 40:567-594, 1999.
- O'CONNELL, J. F.; HAWKES, K. & JONES, N. G. B. Grandmothering and the evolution of *Homo erectus*. *Journal of Human Evolution*, 36:461-485, 1999.
- <sup>21</sup> LEE, R. B. & De VORE, I. *Man the Hunter*. Chicago: Aldine, 1968.
- ISAAC, G. Diet of early man: aspects of archaeological evidence from lower and middle Pleistocene sites in Africa. *World Archaeology*, 2: 278-299, 1971.
- AIELLO, L. C & WHEELER, P. The expensive tissue hypothesis: the brain and digestive system in human and primate evolution. *Current Anthropology*, 36:199-221, 1995.
- <sup>22</sup> UNGAR, P. S. & SCOTT, R. S. Dental evidence for diets of Early Homo. In: GRINE, F. E. (Ed.). *The First Humans: Origin and Early Evolution of the Genus Homo*. New York: Springer, 2009.
- <sup>23</sup> UNGAR, P. S. Dental topography and diets... *Op. cit.*
- <sup>24</sup> TEAFORD, M. F.; UNGAR, P. S. & GRINE, F. E. Paleontological evidence for the diets of African Plio-Pleistocene hominins with special reference to early *Homo*. In: UNGAR, P. S. & TEAFORD, M. F. (Eds.). *Human Diet: Its Origins and Evolution*. Westport: Bergin and Garvey: 143-166, 2002.
- UNGAR, P. S.; GRINE, F. E. & TEAFORD, M. F. Diet in the early *Homo*: A review of the evidence and a new model of adaptive versatility. *Annual Review of Anthropology*, 35:209-228, 2006.
- SPONHEIMER, M. Some ruminations on Australopithec diets. En: REED, K.; FLEAGLE, J. G. & LEAKEY, R. E. (Eds.). *The Paleobiology of Australopithecus*. New York: Springer, 2013. p. 225-233.

más de frutas, tubérculos, que son relativamente abundantes en ambientes como la sabana<sup>26</sup>, y animales, que en zonas tropicales tienden a estar dispersos<sup>27</sup>. Teniendo en cuenta que las frutas son más escasas en las sabanas que en zonas boscosas<sup>28</sup>, la disminución en el tamaño de los bosques del este de África y el aumento en la extensión de las sabanas son consistentes con una disminución en el consumo de alimentos que pueden ser monopolizados y con un aumento en el de los que no son fácilmente monopolizados. De este modo, el hecho de que los humanos modernos hayan tenido una dieta más amplia y variada que los *Australopithecus* pudo haber producido un relajamiento de las presiones selectivas que favorecían la presencia de estructuras sociales jerárquicas.

### La movilidad residencial

La dieta de los cazadores recolectores depende de las características del medio ambiente en el que habitan. Una de las variables que ha sido utilizada para medir la productividad de un hábitat es la producción primaria, que es un indicador de la cantidad de comida disponible a los herbívoros. Al ser una función tanto de la radiación solar como de la precipitación, la productividad primaria de una zona depende de la latitud en la que se encuentra (figura 3).

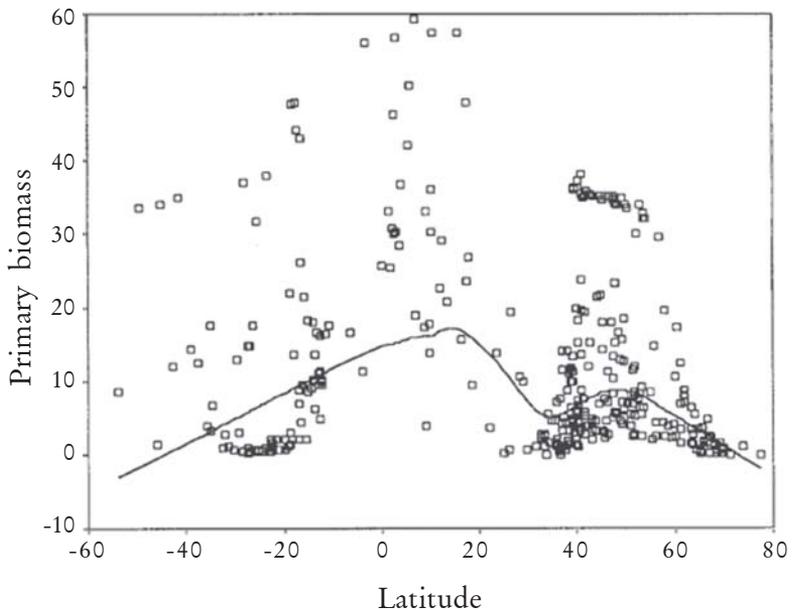


Figura 3: Productividad primaria de los hábitats de 341 grupos de cazadores recolectores en función de la latitud<sup>29</sup>

- <sup>25</sup> LIEBERMAN, D. E. *The Evolution of the Human Head*. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 2011.
- <sup>26</sup> O'CONNELL, J. F. *et al.*, *Op. cit.*
- <sup>27</sup> KELLY, R. L. *The lifeways of hunter-gatherers: the foraging spectrum*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- <sup>28</sup> HAWKES, K. *et al.* Grandmothering, menopause, and the evolution of human life stories. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(3):1.336-1.339, 1998.

En áreas tropicales, que presentan elevada producción primaria, las plantas invierten mayor energía en la producción de estructuras de crecimiento para capturar la luz del sol que en tejidos reproductivos y de almacenamiento como semillas, frutos y tubérculos, así que la producción primaria en estos sitios o no es comestible o es difícil de alcanzar debido a que se encuentra en las partes altas de los árboles. Adicionalmente, en estas zonas los animales tienden a ser pequeños (para poder alcanzar las partes altas de los árboles) y los pocos animales grandes se encuentran ampliamente esparcidos y distanciados unos de otros.<sup>30</sup> Por lo tanto, el número de movimientos residenciales<sup>31</sup> por año que los cazadores recolectores deben realizar en búsqueda de alimento es mayor en las zonas tropicales (figura 4).

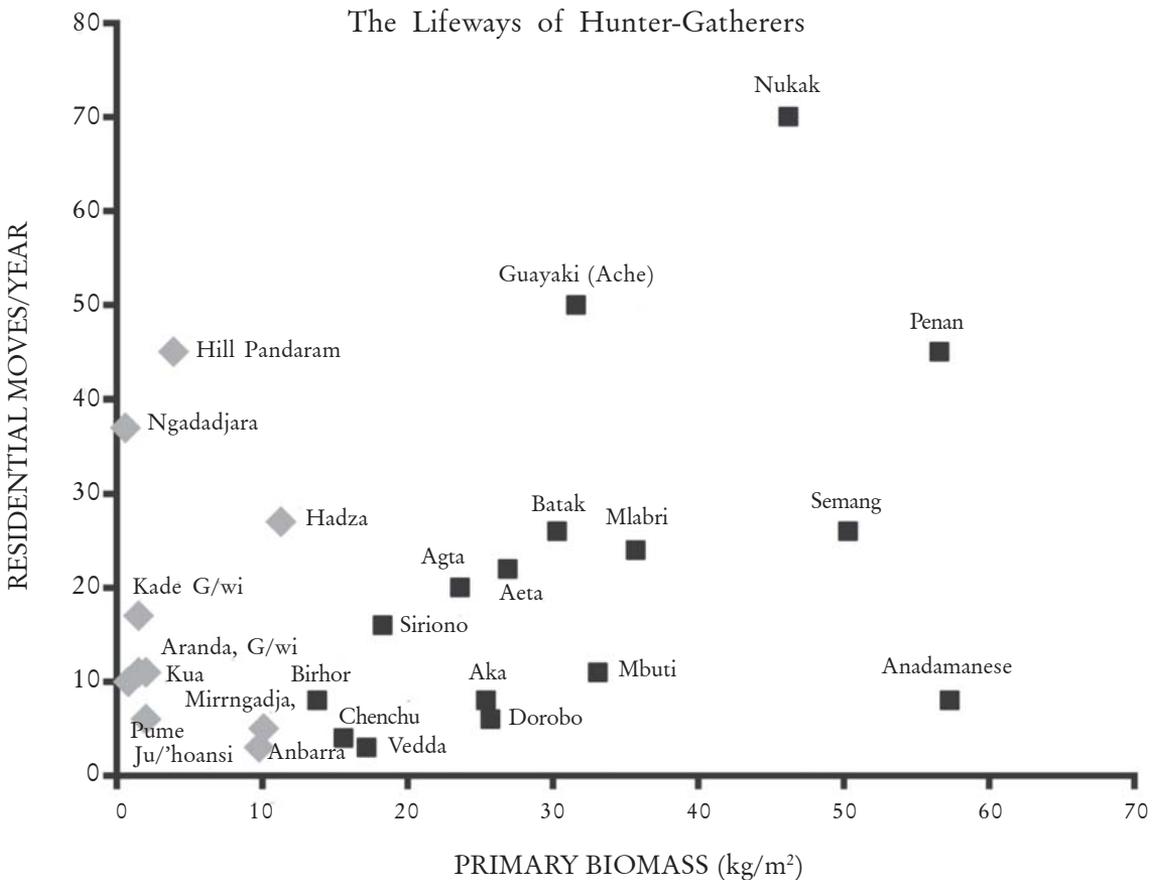


Figura 4: Número de movimientos residenciales por año en grupos de cazadores recolectores contra productividad primaria en áreas tropicales (cuadrados) y subtropicales (rombos)<sup>32</sup>

<sup>29</sup> Tomado de: MARLOWE, F. W. Hunter-gatherers and human evolution. *Evolutionary Anthropology*, 14:54-67, 2005.

<sup>30</sup> KELLY, R. L. *Op. cit.*

La correlación que existe entre la temperatura efectiva (ET) de una zona, que es una medida simultánea de la intensidad de la radiación solar y de su distribución anual, y la movilidad de los cazadores recolectores confirma que aquellos grupos cercanos a los trópicos tienden a tener un estilo de vida nómada (tabla 1).

Tabla 1: Zonas bióticas y patrones de asentamiento en cazadores recolectores. Los números en paréntesis corresponden al porcentaje de grupos de cazadores recolectores que viven en una de las respectivas zonas<sup>33</sup>

Zone	ET Range	Nomadic	Seminomadic	Semisedentary	Fully Sedentary	Mean
Tropical forests	26-21	9(75)	2(16.7)	1(8.3)	0(0)	1.33
Tropical/subtropical deserts	20-16	9(64.2)	4(28.5)	1(7.1)	0(0)	1.42
Temperate deserts	15-14	3(9.3)	21(65.6)	3(9.3)	5(15.6)	2.31
Temperate forests	13-12	4(7.5)	32(60.3)	12(22.6)	5(9.4)	2.33
Boreal forests	11-10	5(11.1)	21(46.4)	12(26.6)	7(15.4)	2.46
Arctic	9-8	5(41.6)	4(33.3)	2(16.6)	1(8.3)	1.91

<sup>31</sup> BINFORD, L. R. Willow Smoke and Dog's Tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation. *American Antiquity*, (45)1:4-20, 1980.

<sup>32</sup> Tomado de KELLY, R. L. *Op. cit.*

<sup>33</sup> Tomado de KELLY, R. L. *Op. cit.*

Esto explica por qué las armas de los cazadores recolectores de las zonas tropicales son ligeras y sencillas y por qué ellos no practican el almacenamiento de recursos (figura 5), puesto que no es fácil llevar consigo enormes cantidades de comida y bienes materiales de campamento a campamento.

Aunque en las áreas tropicales la comida está disponible la mayor parte del año, ocasionalmente la variabilidad climática de estas zonas produce a su vez una variabilidad temporal y espacial en la distribución de los recursos. Una manera en que los cazadores recolectores enfrentan esta variabilidad en la disponibilidad de alimentos es a través del establecimiento de normas sociales que promuevan la circulación y la distribución de bienes materiales y comida, constituyendo así una especie de seguro social contra la escasez local y la variabilidad ambiental en tiempos difíciles.<sup>34</sup>

<sup>34</sup> CASHDAN, E. Egalitarianism among hunters and gatherers. *American Anthropologist*, 82 (1):116-120, 1980.

La elevada producción primaria de las zonas tropicales del África y la reducción en el tamaño de los bosques habrían forzado a los cazadores recolectores del Pleistoceno a realizar numerosos movimientos residenciales. En efecto, se ha encontrado que las áreas cubiertas por los recorridos del *Homo erectus* habrían sido hasta 10 veces más grandes que las recorridas por el *Australopithecus* (tabla 2).

Datos comparativos en primates y grupos de cazadores recolectores muestran que a mayor tamaño corporal y a mayor calidad de la dieta, mayores son las distancias re-

<sup>35</sup> ANTÓN, S. C.; LEONARD, W. R. & ROBERTSON, M. L. *Op. cit.*

<sup>36</sup> LIEBERMAN, D. E. *Op. cit.*

<sup>37</sup> MURDOCK, G. P. & MORROW, D. O. Subsistence economy and supportative practices: cross-cultural codes. *Ethnology*, 9:302-330, 1970.

<sup>38</sup> Tomado de: BINFORD, L. R. Willow Smoke and Dog's Tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation. *American Antiquity*, (45)1:4-20, 1980.

corridas.<sup>35</sup> Se cree, por ejemplo, que el aumento del tamaño corporal del *Homo erectus* en comparación con sus antecesores es una adaptación para regular la temperatura corporal de manera más efectiva en un ambiente caluroso como el de la sabana, lo que le habría permitido no sólo recorrer mayores distancias sino también correr de manera más eficaz.<sup>36</sup>

En consecuencia, teniendo en cuenta que los costos asociados al transporte de bienes materiales en grupos con alta movilidad residencial son elevados, la considerable movilidad de los humanos anatómicamente modernos habría impuesto un límite a la acumulación de comida y artefactos. Adicionalmente, la práctica de normas y sanciones sociales que buscaban promover la repartición de recursos como una manera de hacer frente a la carencia de alimentos y a la incertidumbre en temporadas de escasez, habría impedido la monopolización de recursos y la aparición de diferenciación económica en los *Homo sapiens* modernos.

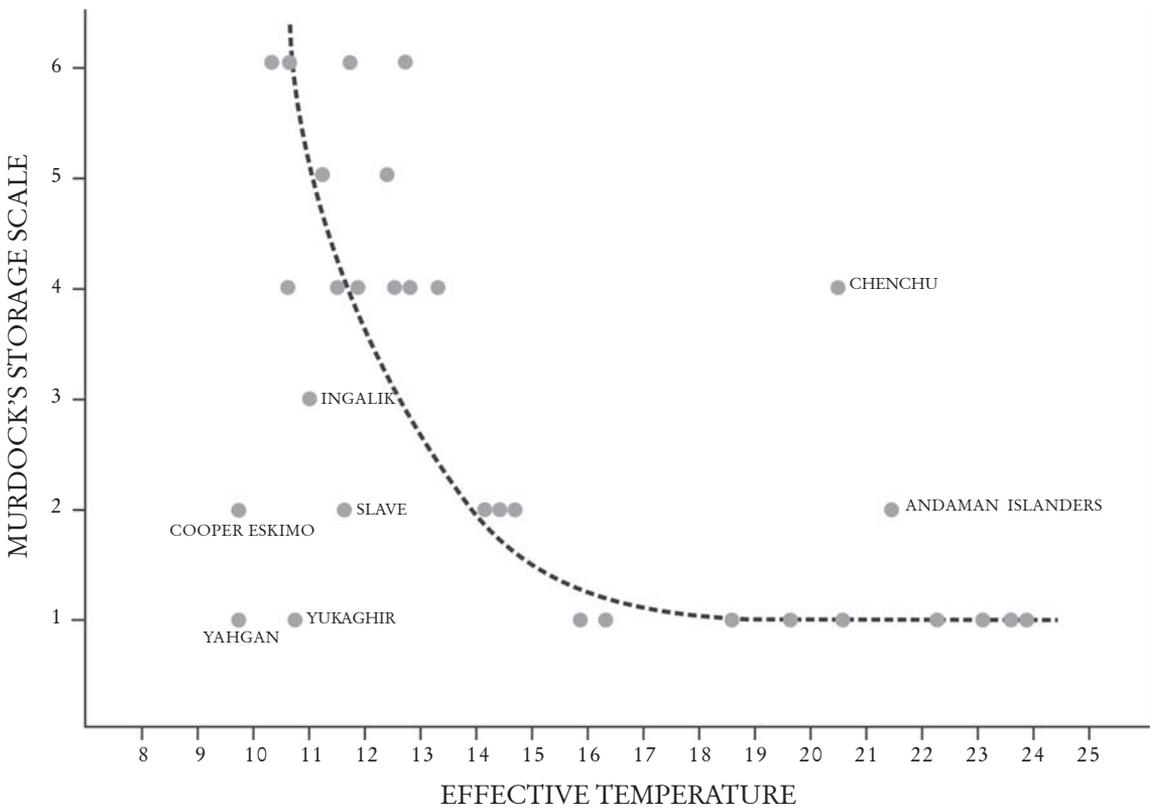


Figura 5: Relación entre dependencia del almacenamiento y temperatura efectiva para varios grupos de cazadores recolectores. La escala ordinal de dependencia del almacenamiento<sup>37</sup> varía entre uno y seis, siendo seis la máxima dependencia del almacenamiento<sup>38</sup>

Tabla 2: Peso corporal y áreas cubiertas (HR) en hectáreas para varias especies de homínidos<sup>39</sup>

Species	Male wt (kg)	Female wt (kg)	Avg wt (kg)	HR <sub>i</sub> -Ape (ha)	HR <sub>i</sub> -Human (ha)
<i>A. afarensis</i>	44.6	29.1	37.0	40	247
<i>A. africanus</i>	40.8	30.2	35.5	38	234
<i>A. robustus</i>	40.2	31.9	36.1	39	239
<i>A. boisei</i>	48.6	34.0	44.3	51	316
<i>H. habilis</i>	51.6	31.5	41.6	47	290
<i>H. erectus</i>	63.0	52.3	57.7	73	452
<i>H. sapiens</i>	65.0	54.0	59.5	76	471

## Los ataques de depredadores

<sup>39</sup> ANTÓN, S. C.; LEONARD, W. R. & ROBERTSON, M. L. An ecomorphological model of the initial hominid dispersal from Africa. *Journal of Human Evolution*, 43: 773-785, 2002.

Una de las principales amenazas que los individuos del género *Homo* habrían tenido que enfrentar en un ambiente como el de una sabana que se extiende progresivamente, con cada vez menos árboles en dónde resguardarse, es la presencia de depredadores terrestres. En grupos con alto riesgo de ataques por parte de depredadores, las hembras se verían obligadas a permanecer en grupos cohesivos, lo que haría que el acceso a las hembras fértiles fuera un recurso relativamente fácil de monopolizar, obligaría a los machos a competir intensamente por reproducirse y finalmente terminaría por crear jerarquías de dominación. En grupos con bajo riesgo de depredación, por el contrario, las hembras tienden a permanecer en una forma menos cohesiva, lo que reduce la competencia de los machos por aparearse y, por ende, la presencia de jerarquías.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Van SCHAIK, C. P. *Op. cit.*

<sup>41</sup> CHARNOV, E. L. *Life History Invariants: Some Explorations of Symmetry in Evolutionary Ecology*. Oxford: Oxford University Press, 1993.

Existe una correlación en mamíferos y primates<sup>41</sup> que sugiere que el mayor tamaño corporal de los *Homo* en comparación con el del *Australopithecus* refleja una reducción en la mortalidad. De acuerdo a esta idea, una vez alcanzada la madurez sexual, la energía y los recursos que antes se invertían en el crecimiento, ahora son invertidos en la reproducción. Se presenta entonces un balance entre los beneficios de crecer más y los beneficios de reproducirse más pronto. Cuando los niveles de mortalidad disminuyen, la selección natural favorece un retraso en la llegada de la madurez sexual con el fin de conseguir los beneficios de un gran tamaño, favoreciendo de este modo más el crecimiento que la reproducción. Tamaños corporales como los del *Homo sapiens* moderno reflejan entonces una edad de madurez más tardía, una reducción en la mortalidad y un incremento de la longevidad.

Los primates que viven en árboles tienen vidas más prolongadas, aparentemente debido a los bajos riesgos de ataque por parte de depredadores.<sup>42</sup> La curvatura de las falanges indica que el *Homo habilis* pasaba parte de su tiempo en los árboles.<sup>43</sup> De otro lado, el hecho de que los brazos del *Homo erectus* sean más cortos y las piernas más largas que las de sus antecesores<sup>44</sup>, así como que su hueso fémur sea relativamente más fuerte que su hueso húmero<sup>45</sup>, indica que este homínido ya no residía en los árboles. Esto significa que tanto el *Homo erectus* como sus sucesores, aunque pasaban la mayor parte del tiempo en el suelo, lograron de algún modo hacer frente a los ataques de los depredadores. A pesar de que no ha sido demostrado que un mayor tamaño corporal ofrezca alguna ventaja a los primates en la defensa frente a los animales carnívoros<sup>46</sup>, una manera efectiva de enfrentar a los predadores habría sido a través del uso del fuego. La más temprana evidencia de un uso controlado del fuego ha sido establecida en una fecha de hace alrededor de 790.000 años.<sup>47</sup>

Es probable que haya ocurrido una reducción en la mortalidad del *Homo erectus* y los *Homo sapiens* modernos, que bien pudo haber sido causada por la disminución en el número de ataques por parte de los depredadores, pero que también pudo ser producida por una reducción en la variación de la disponibilidad de comida. Los primeros humanos modernos pudieron haber desarrollado estrategias para reducir esta variabilidad, y una de ellas pudo ser a través de comportamientos cooperativos tales como compartir la comida o colaborar en la crianza de los descendientes.

### La crianza cooperativa

La transición desde el *Australopithecus* al *Homo* estuvo marcada, entre otras cosas, por un incremento en el tamaño corporal y en el volumen cerebral, así como por una mayor movilidad, lo que habría aumentado los requerimientos energéticos diarios de los *Homo*. La correlación entre la masa corporal y los gastos energéticos diarios en primates permite estimar que los gastos energéticos diarios del *Homo erectus* y de los humanos anatómicamente modernos fueron considerablemente mayores a los del *Australopithecus*.<sup>48</sup> Especialmente, se ha encontrado que los incrementos fueron mayores en las hembras debido a los costos asociados a la gestación y particularmente a la lactancia, que es una de las fases más costosas del ciclo reproductivo desde el punto de vista energético (tabla 3).

<sup>42</sup> BORRIES, C. et al. Primate life stories and dietary adaptations: a comparison of Asian colobines and macaques. *American Journal of Physical Anthropology*, 144: 286-299, 2011.

<sup>43</sup> TOCHERI, M. W. et al. The primitive wrist of *Homo floresiensis* and its implications for hominin evolution. *Science*, 317:1.743-1.745, 2007.

<sup>44</sup> McHENRY, H. M. & COFFING, K. *Australopithecus* to *Homo*: Transformations in body and mind. *Annual Review of Anthropology*, 29:125-146, 2000.

PONTZER, H. Ecological energetics in early Homo. *Current Anthropology*, 53: 346-358, 2012.

<sup>45</sup> RUFF, C. Femoral/humeral strength in early African *Homo erectus*. *Journal of Human Evolution*, 54:383-390, 2008.

<sup>46</sup> PLAVCAN, J. M. Reconstructing social behavior from fossil evidence. In: BEGUN, D. R. (Ed.). *A Companion to Paleoanthropology*. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2013. p. 226-243.

<sup>47</sup> GOREN-INBAR, N. et al. Evidence of hominin control of fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Science*, 304: 725-727, 2004.

<sup>48</sup> AIELLO, L. C. & KEY, C. The energetic consequences of being a *Homo erectus* female. *American Journal of Human Biology*, 14:551-565, 2002.

Tabla 3: Requerimientos energéticos diarios (DEE) calculados para una homínino hembra<sup>49</sup>

	Body mass	DEE	Gestation	Lactation
<i>A. afarensis</i>	29.3	1175.3	1469.1	1633.7
<i>A. africanus</i>	30.2	1202.3	1502.8	1671.2
<i>P. robustus</i>	31.9	1252.7	1565.9	1741.2
<i>P. boisei</i>	34.0	1314.0	1642.6	1826.5
<i>H. erectus</i>	52.3	1815.0	2268.7	2486.5
<i>H. sapiens</i>	56.8	1930.9	2413.6	2664.7

Se sabe que los humanos tienen períodos más cortos de intervalos entre nacimientos y de lactancia en comparación a los chimpancés. Datos de ciclos reproductivos de chimpancés y de humanos contemporáneos indican que si las hembras *Homo erectus* tuvieran un intervalo entre nacimientos más similar al del *Homo sapiens* actual que al del chimpancé, ellas podrían haber tenido una mayor cantidad de crías con un menor costo energético.<sup>50</sup> Esto implica que el destete de las crías ocurriría a edades más tempranas y que, dado el corto intervalo entre nacimientos, los hijos tendrían que competir por adquirir alimento con los adultos.

En ambientes forestales donde los niños son igual de eficientes que los adultos en la recolección de frutas esto no habría sido un problema. Pero en la sabana, donde las frutas son más escasas, la consecución de alimentos como tubérculos o carne animal requiere de habilidades y fuerza, e implica un cierto riesgo. La vida para los niños sería entonces muy difícil, a menos que otros miembros del grupo como las tías y las abuelas colaboren en su crianza, lo que aumentaría la aptitud inclusiva de estas hembras.<sup>51</sup> Incluso es posible que los machos también hayan contribuido al cuidado y a la crianza de sus hijos, aumentando con ello su aptitud inclusiva, siempre y cuando ellos tengan la certeza de paternidad.<sup>52</sup> Aún si no hay certeza de paternidad, los machos se habrían beneficiado de la reducción en el intervalo de nacimientos, lo que habría incrementado el número de hembras fértiles en la población en un momento dado, así como las oportunidades del macho para aparearse.<sup>53</sup>

La selección sexual favorece aquellos rasgos en los machos que otorguen una ligera ventaja sobre otros en la competencia por las hembras, tales como un mayor tamaño. Una manera en que las hembras pueden modificar esta

<sup>49</sup> AIELLO, L. C. & KEY, C. *Op. cit.*

<sup>50</sup> AIELLO, L. C. & KEY, C. *Op. cit.*

<sup>51</sup> O'CONNELL, J. F. *et al.*, *Op. cit.*

<sup>52</sup> ROSAS, A. El entorno ancestral de las normas de equidad. En: ROSAS, A. (Ed.). *Filosofía, Darwinismo y Evolución*. Bogotá: Unibiblos, 2007. p. 275-312.

<sup>53</sup> AIELLO, L. C. & KEY, C. *Op. cit.*

<sup>54</sup> DARWIN, C. *Op. cit.*  
ANDERSSON, M. *Sexual Selection*. Princeton: Princeton University Press, 1994.

<sup>55</sup> Tomado de PLAVCAN, J. M. Body size, size variation, and sexual size dimorphism in early *Homo*. *Current Anthropology*, 53:409-423, 2012.

tendencia es a través de la elección de pareja.<sup>54</sup> Aunque ellas pueden beneficiarse al aparearse con los competidores más exitosos del grupo (los individuos con los mejores genes), ellas también pudieron haber optado por aparearse con aquellos individuos que les ofrecieran una mayor inversión parental, beneficiándose con los recursos que estos machos les proveían a ellas y a sus hijos, lo que pudo haber reducido los índices de mortalidad infantil y mortalidad materna. Si este hubiera sido el caso, las presiones que favorecerían un mayor tamaño en los machos se habrían relajado, y lo que deberíamos encontrar en el registro fósil del *Homo* es una disminución del dimorfismo sexual causado por un aumento en el tamaño corporal de las hembras en comparación con el de los machos. Esto es lo que efectivamente se ha encontrado en el registro fósil del *Homo erectus* (figura 6).

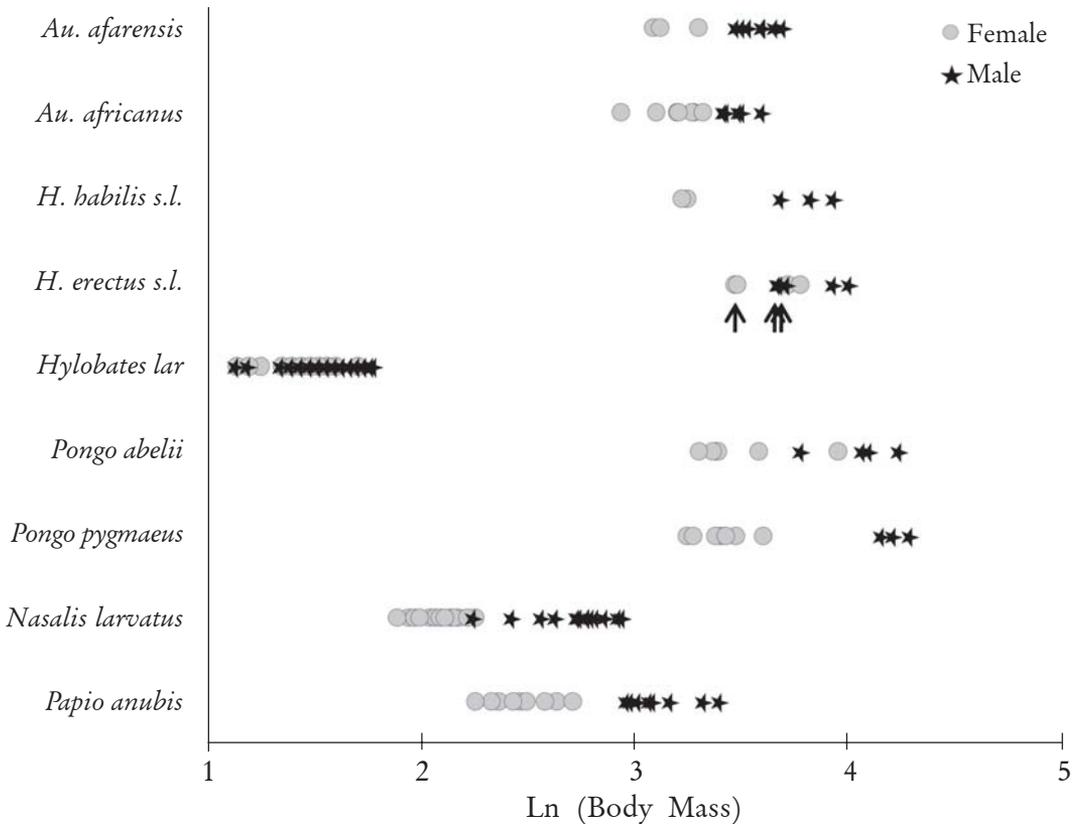


Figura 6: Masa corporal para hembras y machos en primates. Las flechas corresponden a uno de los especímenes de *Homo erectus* encontrado en Dmanisi, Georgia<sup>55</sup>

## La formación de coaliciones

- <sup>56</sup> PLAVCAN, J.; Van SCHAİK, C. P. & KAPPELER, P. M. Competition, coalitions and canine size in primates. *Journal of Human Evolution*, 28:245-276, 1995.
- <sup>57</sup> PLAVCAN, J. M. Sexual dimorphism in primate evolution. *Yearbook of Physical Anthropology*, 44:25-53, 2001.

Estudios comparativos<sup>56</sup> muestran que el tamaño de los caninos de hembras y machos de primates que habitualmente forman coaliciones es menor que el de las especies de primates con alta intensidad de competencia (figura 7). Sabemos, además, que nuestros ancestros *Homo* del Pleistoceno tuvieron dientes caninos más pequeños que los del *Australopithecus*<sup>57</sup>, lo que podría indicar una reducción en los niveles de competencia debido a la formación de coaliciones.

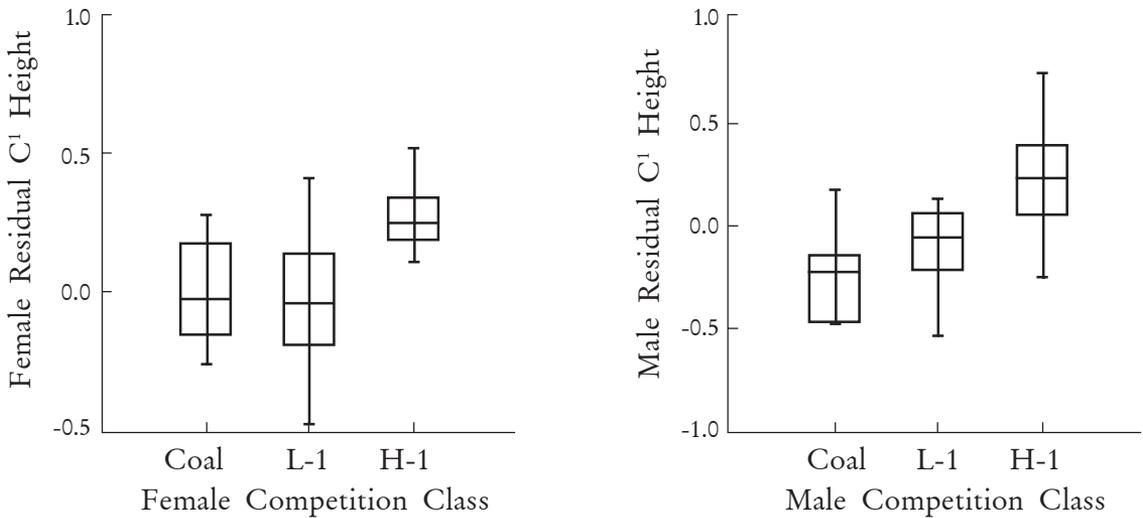


Figura 7: Altura en la corona de los caninos contra niveles de competición en primates machos (derecha) y hembras (izquierda). Coal.: competencia a través de coaliciones, L-I: competencias con baja intensidad, H-I: competencias con alta intensidad<sup>65</sup>

- <sup>58</sup> De WAAL, F. B. M. *Chimpanzee Politics: power and sex among apes*. New York: Harper & Row, 1982.
- NISHIDA, T. Alpha status and agonistic alliance in wild chimpanzees. *Primates*, 24(3): 318-336, 1983.
- MULLER, M. N. & MITANI, J. C. Conflict and cooperation in wild chimpanzees. *Advances in the Study of Behavior*, 35:275-331, 2005.
- HARCOURT, A. H. & De WAAL, F. *Coalitions and alliances in humans and other animals*. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- <sup>59</sup> GILBY, I. C. *et al.* Fitness benefits of coalitionary aggression in male chimpanzees.

Se ha observado que los chimpancés frecuentemente forman coaliciones con el fin de acceder a puestos más altos de la jerarquía<sup>58</sup>, con el fin de disfrutar de mejores beneficios y de un mayor éxito reproductivo<sup>59</sup>. El problema con dicha aproximación es que este tipo de coaliciones no altera la estructura social del grupo, que se mantiene como una organización social jerárquica en la que un dominante monopoliza el acceso a los recursos.

Se cree que esto es así porque la formación de coaliciones requiere de habilidades cognitivas complejas.<sup>60</sup> Esto explica por qué la mayoría de coaliciones que han sido reportadas en animales sean coaliciones diádicas, y por qué en primates, que, a excepción de cetáceos como ballenas y delfines, son los mamíferos con los mayores volúmenes cerebrales en relación a su cuerpo, el número promedio de miembros en una coalición sea aproximadamente igual a

*Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67:373-381, 2013.

- <sup>60</sup> HARCOURT, A. H. Coalitions and alliances: are primates more complex than non-primates? In: HARCOURT, A. H. & De WAAL F. (Eds.). *Coalitions and alliances in humans and other animals*. Oxford: Oxford University Press, 1992. p. 445-471.
- TOMASELLO, M. & CALL, J. *Primate Cognition*. New York: Oxford University Press, 1997.
- <sup>61</sup> SMITH, J. E. *et al.* Evolutionary forces favoring intragroup coalitions among spotted hyenas and other animals. *Behavioral Ecology*, 21 (2):284-303, 2010.
- <sup>62</sup> BOEHM, C. *Hierarchy in the Forest: The Evolution of Egalitarian Behavior*. Cambridge: Harvard University Press, 2001.
- <sup>63</sup> RICHERSON, P. J. & BOYD, R. *Not by genes alone. How culture transformed human evolution*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005.
- <sup>64</sup> NOË, R. Alliance formation among male baboons: shopping for profitable partners. In: HARCOURT, A. & De WAAL, F. (Eds.). *Coalitions and alliances in humans and other animals*. Oxford: Oxford University Press, 1992. p. 285-321.
- <sup>65</sup> Tomado de PLAVCAN, J. M. Reconstructing social behavior from dimorphism in the fossil record. In: PLAVCAN, J. M. *et al.* (Eds.). *Reconstructing Behavior in the Primate Fossil Record*. New York: Springer, 2002. p. 297-338.
- WATTS, D. P. Coalitionary mate guarding by male chimpanzees at Ngogo, Kibale National Park, Uganda. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 44:43-55, 1998.
- <sup>66</sup> ROSAS, A. *Op. cit.*
- <sup>67</sup> WIESSNER, P. Style and social information in Kalahari San projectile points. *American Antiquity*, 48:253-276, 1983. Asimismo, los estilos de las lanzas sugieren la existencia de grupos y patrones regionales.

tres.<sup>61</sup> De acuerdo a esta hipótesis, el incremento en el volumen encefálico que tuvo lugar en el género *Homo* habría generado el desarrollo de capacidades cognitivas más complejas que habrían permitido que las coaliciones fueran cada vez más grandes, hasta el punto en que cada grupo, como un todo, se convirtiera en una gran coalición que impidiera un acceso desigual a los recursos y que controlara cualquier intento de monopolizar los recursos por parte de alguno de sus miembros.<sup>62</sup>

Si la variación climática que tuvo lugar durante el Pleistoceno hizo que el costo del aprendizaje individual fuera elevado, favoreciendo así el aprendizaje basado en la imitación y en la adquisición de información transmitida socialmente en los primeros *Homo sapiens*, entonces la transmisión cultural de caracteres a través de la imitación pudo mantener la variación cultural entre grupos.<sup>63</sup> Además, si se asume que la formación de coaliciones es un comportamiento cooperativo donde el beneficio que un individuo obtiene al hacer parte de una coalición es superior al costo de unirse a esa coalición<sup>64</sup>, los grupos en los que se forman coaliciones deben ser grupos cooperativos que tendrían cierta ventaja en la competencia con grupos en los que no se forman coaliciones, lo que pudo haber permitido que la formación de coaliciones igualitarias haya evolucionado por selección cultural de grupos.

## Conclusiones

Las cinco hipótesis que han sido examinadas en este escrito no son mutuamente excluyentes, de manera que cada uno de los mecanismos propuestos pudo haber contribuido, en algún momento y en algún grado, al surgimiento de condiciones que hicieron que las jerarquías de dominación ya no fuesen favorecidas por la selección natural. Lo que el análisis etnográfico ha destacado, no obstante, es que el igualitarismo no es una simple ausencia de relaciones de dominación, sino más bien un estado positivamente regulado mediante normas acordadas y respaldadas intersubjetivamente.<sup>66</sup>

La presencia de normas sociales en un grupo asume, por lo menos, habilidades cognitivas avanzadas, el aprendizaje y la transmisión de información y la presencia de indicadores que señalen la pertenencia a un grupo.<sup>67</sup> Un indicio de aumento en las habilidades cognitivas es el incremento en el volumen encefálico, que es un rasgo definitorio del género *Homo*, con valores de aproximadamente 800cm<sup>3</sup> en los primeros *Homo*, 1.000-1.200cm<sup>3</sup> en el *Homo erectus* y 1.500cm<sup>3</sup> en el *Homo sapiens*.<sup>68</sup> Adicionalmente, el uso de

- LARICK, R. Spears, styles, and time among Maa-speaking pastoralists. *Journal of Anthropological Archaeology*, 4:206-220, 1985.
- <sup>68</sup> LIEBERMAN, D. E. *Op. cit.*
- <sup>69</sup> WILKINS, J. *et al.* Evidence for early hafted hunting technology. *Science*, 338:942-946, 2012.
- <sup>70</sup> MAREAN, C. W. *et al.* Early human use of marine resources and pigment in South Africa during the middle Pleistocene. *Nature*, 449:905-908, 2007.
- HENSHILWOOD, C. S. *et al.* 100.000-year-old ochre-processing workshop at Blombos cave, South Africa. *Science*, 334:219-22, 2011.
- <sup>71</sup> BROWN, K. S. *et al.* Fire as an engineering tool of early modern humans. *Science*, 325: 859-862, 2009.

**Carlos Arturo Plazas** es Magíster en Filosofía por la Universidad Nacional de Colombia y candidato a Doctor en Filosofía en la misma Universidad. Es miembro investigador del Grupo *Ética, comportamiento y evolución*, del Departamento de Filosofía, Becario Asistente de Docencia, y actualmente Visiting Scholar en el School of Human Evolution and Social Change, Arizona State University, bajo la supervisión de Robert Boyd.

caplazasl@unal.edu.co

**Alejandro Rosas** es Licenciado y PhD en Filosofía en 1991 por la Universidad de Muenster, Alemania. Enseña e investiga en el Departamento de Filosofía de la Universidad Nacional de Colombia desde 1992. Ha sido investigador de la Deutsche Forschungsgemeinschaft, de la Fundación Alexander von Humboldt, del Konrad Lorenz Institute for Evolution and Cognition Research y de la John Simon Guggenheim Memorial Foundation.

arosasl@unal.edu.co

herramientas, que sugiere procesos de aprendizaje y de transmisión cultural, habría comenzado hace aproximadamente 2.5 millones de años con la industria olduvayense, que incluye herramientas de piedra simples, y continuó con las hachas de la industria acheuleana que, a pesar de ser relativamente complejas, no presentaron mayores cambios hasta hace 500.000 años, cuando ocurrió un avance significativo con el desarrollo de las puntas de lanza.<sup>69</sup> No obstante, es aproximadamente hace 110.000 años que empiezan a aparecer utensilios con patrones específicos y originales en diversos sitios de África, lo que sugiere la existencia de redes sociales y variaciones regionales que podrían reflejar la formación de los primeros grupos etnolingüísticos.

Otro indicador de adaptación cultural acumulativa que sugiere procesos cognitivos complejos son los comportamientos simbólicos que se dan a través del arte. La más temprana evidencia de referencias simbólicas que se ha encontrado hasta el momento es el uso de pigmentos para pintar el cuerpo y la recolección de conchas y caparazones de moluscos para fabricar adornos, que se ubica alrededor de hace 162.000 años.<sup>70</sup> Finalmente, el tratamiento de rocas por medio del calentamiento a altas temperaturas bajo condiciones controladas con el fin de mejorar el desempeño de las herramientas sugiere la habilidad de hacer asociaciones novedosas, así como un proceso de aprendizaje y copia a lo largo de generaciones, y aparece por primera vez en las costas del sur de África hace 164.000 años.<sup>71</sup>

En conclusión, la evidencia indica que en un punto de la evolución del género *Homo* ocurrió una transición en la organización social desde grupos jerárquicos a sociedades igualitarias. Aunque es ciertamente difícil establecer con certeza en qué momento de la evolución humana surgió el igualitarismo, parece claro que algunos elementos que facilitaron este cambio, como un incremento en el tamaño del cerebro, que sugiere un aumento de las habilidades cognitivas, y la aparición de herramientas complejas y de una prolongada dependencia infantil, que indican la creciente importancia del aprendizaje, ya estaban presentes en el *Homo erectus*. Sin embargo, la más temprana evidencia de habilidades cognitivas avanzadas, identidad etnolingüística, cooperación extensiva con individuos no emparentados genéticamente y aprendizaje socialmente transmitido, que sugieren la presencia de normas sociales que pudieron haber regulado una distribución equitativa de los recursos, aparece en un período de hace 200.000 a 120.000 años, es decir, aproximadamente al mismo tiempo que surge el linaje de los humanos anatómicamente modernos.

# CONFLITO E COOPERAÇÃO NA EVOLUÇÃO HUMANA

---

*Paulo C. Abrantes*

A cooperação no caso humano dá-se em larga escala, entretanto os mecanismos da seleção de parentesco e do altruísmo recíproco revelam-se insuficientes para explicá-la. Outra linha de pensamento postula uma segunda modalidade de herança, a cultural, ao lado da herança genética. A cooperação humana estaria assentada, nesse cenário, num intrincado processo de coevolução gene-cultura, em que grupos que adotaram normas e instituições favorecendo a cooperação tiveram maior aptidão, em nosso passado evolutivo, do que grupos nos quais as variantes culturais não inibiam comportamentos egoístas. A seleção no nível do grupo é vista como central – uma solução para a qual Darwin já havia acenado – e o conflito entre grupos apresenta-se como um requisito para que tenha intensidade. Num cenário alternativo aqui proposto, a cooperação teria sido muito mais frequente no Pleistoceno do que é admitido no primeiro; a psicologia pró-social teria evoluído na linhagem hominínea antes mesmo do surgimento do homem anatomicamente moderno e por uma seleção atuando no nível do indivíduo.

O comportamento altruísta vem desafiando os evolucionistas: como explicar que um indivíduo reduza a sua aptidão para favorecer a de outro? Na tentativa de responder a essa questão, as abordagens que adotam o marco teórico da biologia evolutiva revelam uma ambivalência entre cooperação e conflito. A despeito da atenção que Darwin concedeu ao comportamento altruísta, ele considerou indispensável a luta pela existência (*struggle for life*) no processo de seleção natural.<sup>1</sup> De Waal critica a ênfase que, tradicionalmente, os biólogos evolucionistas colocaram nas propensões humanas para o conflito, que compartilhariamos com outros animais, a despeito do “verniz” de altruísmo que as recobrem.<sup>2</sup>

A ênfase no egoísmo e no conflito foi reforçada com a adoção do chamado “ponto de vista do gene” (PVG) a partir dos anos 1960-70. Dawkins difundiu a idéia de que os próprios genes seriam “egoístas”, embora tenha ressaltado que fez uso metafórico desse termo.<sup>3</sup> Surpreendentemente, observou-se nos últimos anos uma tendência oposta: a cooperação passou a ser tomada como modelo para explicar as diversas transições em individualidade que ocorreram desde o surgimento da vida na Terra, a exemplo da emergência dos organismos multicelulares, que pressupõem a colaboração e a divisão de trabalho entre as suas células. A própria célula eucariota pode ser descrita como envolvendo a colaboração entre organelas que, antes, viviam autonomamente. Em sua resenha da obra clássica de Maynard-Smith & Száthmary, Queller sugere que o *modelo cooperativo* permite unificar todas essas transições, incluindo a passagem das sociedades de primatas para as sociedades humanas, apontada por aqueles autores como a mais recente.<sup>4</sup>

Ocorre, contudo, que o modelo cooperativo não elimina o conflito – simplesmente o desloca para um outro nível da hierarquia biológica. Por exemplo, no caso da transição para os organismos multicelulares, o conflito deixa, em larga medida, de ocorrer entre as células, para se dar entre os próprios organismos (condição considerada necessária para que populações de organismos evoluam por seleção natural).

Em vários artigos, explorei a possibilidade de integrar a cooperação humana, com seus pré-requisitos cognitivos, num cenário mais amplo envolvendo as demais transições em individualidade.<sup>5</sup> O meu objetivo aqui é mais restrito: examinar como cooperação e conflito são combinados em diversos cenários que atribuem à cultura importância central quanto a moldar a evolução humana.

<sup>1</sup> As formulações recentes da seleção natural tendem a ser mais abstratas e não explicitam essa condição. Ver GODFREY-SMITH, P. *Darwinian populations and natural selection*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

<sup>2</sup> DE WAAL, F. *Primates and Philosophers: how morality evolved*. Princeton: Princeton University Press, 2006. p. 3; 25.

<sup>3</sup> DAWKINS, R. *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press, 1989.

<sup>4</sup> MAYNARD SMITH, J. & SZATHMÁRY, E. *The major transitions in evolution*. Oxford: Oxford University Press, 1997.

QUELLER, D. Cooperators since life began. *Quarterly Review of Biology*, v. 72, n. 2, p. 184-188, 1997.

<sup>5</sup> ABRANTES, P. Culture and transitions in individuality. In: DUTRA, L. H. & MEYER LUZ, A. (Orgs.). *Temas de Filosofia do Conhecimento*. Coleção Rumos da Epistemologia, v. 11. Florianópolis: NEL/UFSC, 2011, p. 395-408.

ABRANTES, P. Human evolution and transitions in individuality. *Contrastes*, v. xviii, p. 203-220, 2013. (Suplemento: Filosofia actual de la biología.)

ABRANTES, P. Evolução humana: estudos filosóficos. *Rev. Filos. Aurora* (Curitiba), v. 25, n. 36, p. 75-105, jan./jun. 2013.

## Reciprocidade forte e fraca

Na literatura em economia evolucionista, define-se reciprocidade “forte” pela associação de duas predisposições: a) a cooperar, ou seja, quando um indivíduo reduz a sua aptidão biológica em favor daquele para o qual o seu comportamento se dirige, sem que haja expectativa de reciprocidade; b) a punir aqueles que não se comportam cooperativamente, mesmo quando não se é alvo direto do comportamento egoísta, que pode manifestar-se de diferentes modos.<sup>6</sup>

A reciprocidade é dita “fraca” quando o comportamento cooperativo tem por base uma expectativa de reciprocidade em interações repetidas entre dois indivíduos. A reciprocidade fraca inclui, além do altruísmo recíproco (uma forma *direta* de reciprocidade), a reciprocidade *indireta*, na qual o altruísta leva em consideração informações a respeito da reputação daqueles com os quais interage, de modo a aumentar a probabilidade de que o seu comportamento seja dirigido a outros altruístas, e não a desertores ou oportunistas.<sup>7</sup>

Há fartas evidências empíricas da ocorrência de reciprocidade forte em humanos.<sup>8</sup> Este parece ser um traço que distingue nossa espécie de outras, nas quais o altruísmo associa-se à reciprocidade fraca, ou se dirige a parentes (ou seja, indivíduos com os quais se compartilha uma proporção significativa de genes).

Pode-se especular a respeito das causas *próximas* da reciprocidade forte (como, por exemplo, diversas motivações, a introjeção de normas sociais de conduta que requerem, por sua vez, determinadas capacidades que lhes dão suporte etc.). Esse não será o meu foco. Vou assumir que existe reciprocidade forte em humanos, e investigar explicações evolutivas para tal (em termos de suas causas últimas, portanto). Admitirei, também, que a reciprocidade forte torna possível a cooperação na escala em que ocorre nos grupos humanos.

### Explicações para a reciprocidade fraca com base no PVG

As diversas soluções para o enigma da cooperação podem ser apresentadas de acordo com o nível no qual atua a seleção natural, e com os tipos de interação que admitem entre indivíduos situados nos vários níveis da hierarquia biológica e social.

<sup>6</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity and Its Evolution*. Princeton: Princeton University Press, 2011. p. 20.

CHUDEK, M. *et al.* Culture-gene coevolution, large-scale cooperation, and the shaping of human social psychology. In: STERELNY, K. *et al.* (Eds.). *Cooperation and its evolution*. Cambridge: MA, The MIT Press, 2013. p. 447.

ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. Evolução humana: a teoria da dupla herança. In: ABRANTES, P. (Org.). *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: ARTMED, 2011. p. 261-295.

<sup>7</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. Origins of Human Cooperation. In: HAMMERSTEIN, P. (Ed.). *The genetic and Cultural origins of Cooperation*. Cambridge (MA): The MIT Press, 2003. p. 433.

<sup>8</sup> GINTIS, H. *et al.* Explaining altruistic behaviour in humans. In: DUNBAR, R. & BARRETT, L. (Eds.). *The Oxford Handbook of Evolutionary Psychology*. Oxford: Oxford University Press, 2009. p. 605-619.

Darwin considerava que a seleção no nível do grupo (doravante, SG) explicaria a evolução da cooperação: grupos que adotam valores, regras e instituições que favorecem a cooperação têm maior aptidão do que grupos mais tolerantes com respeito a comportamentos egoístas.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> DARWIN, C. *The Descent of Man*. Londres: Penguin, 2004. parte I, cap. 5.

A explicação darwinista com base na SG foi bem aceita por décadas, mas caiu em descrédito nos anos 1970 a partir das propostas de Hamilton, Williams e Trivers, entre outros, que propuseram explicações segundo as quais a cooperação resultaria da seleção atuando no nível mais baixo possível. O comportamento cooperativo seria esperado somente naquelas situações em que genes fossem compartilhados, numa proporção significativa, entre o agente e o beneficiário do comportamento. Nesse caso, a cooperação teria evoluído por seleção de parentesco (*kin selection*). Uma explicação alternativa, embora complementar, invocaria a reciprocidade direta e/ou a indireta.

Tais mecanismos são, contudo, limitados para explicar a cooperação em grandes grupos humanos. Efetivamente, quando a população ultrapassa um determinado patamar, o altruísmo não pode mais ser explicado seja com base em relações de parentesco, seja na reciprocidade fraca. Em grupos grandes, torna-se impraticável monitorar como se comportou cada indivíduo no passado ou conhecer sua reputação.

Explicações alternativas têm sido propostas para fazer face às limitações desses mecanismos, embora nenhuma delas desconsidere a contribuição destes na evolução do comportamento altruísta, a depender da espécie, do contexto, e da etapa em que se encontra o processo.

O caso humano requer uma explicação espécie-específica. Acredito que a chave resida no papel que a cultura passou a desempenhar em nossa linhagem, enquanto causa última do modo como nos comportamos em diversas situações.

## **Evolução da cooperação segundo a teoria da dupla herança**

Uma das particularidades da teoria da dupla herança (TDH) é, justamente, o modo como incorpora a cultura na evolução de um equipamento psicológico que possibilitou a cooperação em larga escala. A ênfase que a TDH dá à herança cultural coloca em pauta, de um lado, certos tipos de aprendizagem e, de outro, a psicologia social subjacente à reciprocidade forte.

No que diz respeito à aprendizagem, de acordo com essa reconstrução, algum ancestral hominíneo passou a ter, a partir de um certo momento da evolução nessa linhagem, capacidades para a aprendizagem social por imitação, que possibilitaram a acumulação de cultura.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> A acumulação de cultura deve ser distinguida da simples posse de cultura. Encontramos cultura em várias espécies, desde que o termo "cultura" seja definido de modo adequado (ver o artigo "Natureza e cultura" neste volume), mas a acumulação cultural, ao que tudo indica, só ocorre de modo palpável no caso humano.

A capacidade para imitar de modo fidedigno estaria, possivelmente, assentada numa "teoria da mente" (uma expressão equívoca, mas que se adotou na literatura especializada): a capacidade para imputar estados mentais a outros (supostos) agentes, também conhecida como a capacidade para a leitura de mentes (*mindreading*). Passou-se, também, a imitar não de modo indiscriminado, mas enviesado. Vieses como o conformista – uma tendência a imitar o comportamento mais frequente no grupo – e a seguir modelos – uma tendência a se imitar, preferencialmente, indivíduos que ocupam uma posição destacada no grupo –, potencializaram a assimilação e a transmissão de cultura.

Esses vieses na imitação permitem resguardar a identidade cultural de cada grupo e, associados a outros mecanismos, levam a uma diversificação cultural dos grupos.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. *Op. cit.*; cf. FOLEY, R. & LAHR, M. The evolution of the diversity of cultures. *Phil. Trans. R. Soc. B*, v. 366, p. 1.080-1.089, 2011. Ver, também, artigo de Lúcia Neco & Peter J. Richerson neste volume.

A evolução dos diversos vieses psicológicos que afetam a transmissão cultural é um tópico importante da pesquisa recente, e cada um deles requer um tratamento especial. Há modelos que estabelecem, por exemplo, uma correlação entre a evolução do conformismo e a instabilidade climática do Pleistoceno, mas não entrarei aqui nesses detalhes.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> HENRICH, J. & BOYD, R. The evolution of conformist transmission and the emergence of between-group differences. *Evolution and Human Behavior*, v. 9, p. 215-241, 1998. ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. *Op. cit.*, p. 293. Ver, também, o artigo de Lúcia Neco & Peter J. Richerson neste volume.

Além dos vieses na aprendizagem social que acabo de mencionar, teriam evoluído, segundo a TDH, elementos de uma psicologia social nos grupos de cooperadores, incluindo propensões a seguir normas e a punir os que não cooperam.

Modelos matemáticos mostram, contudo, que a sanção moral é uma condição necessária, mas não suficiente para a evolução da cooperação. Um estoque de emoções, como a culpa e a vergonha, evoluíram de modo a aumentar o custo da deserção e tornar desnecessária a sanção na maioria dos casos. Richerson & Boyd incluem essas propensões e emoções no que denominam "instintos tribais".

Inclui-se nessa psicologia social uma sensibilidade aguçada ao uso de marcadores simbólicos. Estes consolidam a identidade cultural de cada grupo ao erguerem barreiras à migração entre eles (a linguagem sendo especialmente eficaz nesse tocante).<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Ver o artigo de Cláudia Rodrigues-Carvalho neste volume, a respeito das funções do "pensamento simbólico".

A TDH trabalha com um modelo de agentes dotados de uma psicologia social desse tipo, afastando-se, assim, do

modelo de agentes racionais cujo comportamento resulta do cálculo das vantagens e desvantagens de cooperar em cada situação particular.

Richerson & Boyd acreditam que pelo menos alguns dos grupos humanos do final do Pleistoceno já eram bastante complexos: eram tribos que podiam chegar a reunir de centenas a milhares de pessoas e que agregavam, seguindo vários padrões e em diferentes níveis, grupos menores. A estabilidade de tais tribos requeria a reciprocidade forte (e a psicologia social que lhe dá suporte), bem como vários tipos de instituições.<sup>14</sup> A evolução cultural teria, segundo eles, favorecido a cooperação em grupos cada vez maiores.<sup>15</sup>

As propensões e emoções que passaram a integrar, gradualmente, a psicologia social humana funcionaram no sentido de manter, em cada grupo, um ponto de equilíbrio com respeito às variantes culturais adotadas pela maioria dos seus integrantes. Tais propensões psicológicas também nivelaram a aptidão dos cooperadores relativamente à dos desertores (ver o artigo de Plazas & Rosas neste volume). A variação *dentro* dos grupos reduziu-se, portanto, e aumentou a variação *entre* os grupos, possibilitando a emergência de múltiplos grupos em equilíbrio estável. Nesse cenário, a intensidade da SG aumentou relativamente à seleção no nível do indivíduo.

É preciso distinguir a questão da origem da variação entre os grupos, da sua manutenção – que se daria por algum mecanismo de herança e por maneiras de impedir que a migração entre eles tenda a homogeneizá-los. A herança *genética* não permite manter a variação num cenário em que haja migração entre grupos, o que, muito provavelmente, foi comum entre os caçadores-coletores do Pleistoceno. Por essa razão, os que admitem uma herança exclusivamente genética consideram, acertadamente, que a seleção no nível de grupo pode ser desprezada como fator causal na evolução.

Segundo Richerson & Boyd, para que a SG seja um fator causal significativo, duas condições têm que ser satisfeitas: 1) a existência de variação entre grupos e mecanismos que a mantenham; 2) o conflito entre grupos.

A herança *cultural* (ocorrendo dentro de cada grupo) possibilita, efetivamente, que a primeira condição seja satisfeita. A variação relevante entre os grupos é, no caso, cultural; e o que permite mantê-la são os vieses na aprendizagem por imitação e a psicologia social acima descrita. Marcadores simbólicos desempenham, também, um papel cen-

<sup>14</sup> RICHERSON, P. & BOYD, R. *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005, p. 229. A demografia dos grupos humanos é relevante para a crítica que Richerson & Boyd fazem aos psicólogos evolucionistas. Estes supõem que, no Pleistoceno, os grupos humanos eram bandos formados basicamente de familiares, o que requer somente modalidades fracas de reciprocidade. Para estimativas demográficas a respeito dos grupos humanos do final do Pleistoceno usando diferentes métodos, ver: ATKINSON, Q.; GRAY, R. & DRUMMOND, A. mtDNA variation predicts population size in humans and reveals a major southern Asian chapter in human prehistory. *Molecular Biology and Evolution*, v. 25, n. 2, p. 468-474, 2008.

BOCQUET-APPEL, J.-P. *et al.* Estimates of Upper Paleolithic meta-population size in Europe from archaeological data. *Journal of Archaeological Science*, v. 32, p. 1.656-1.668, 2005. Agradeço a Peter Richerson por essas indicações.

<sup>15</sup> RICHERSON, P.; BOYD, R. & HENRICH, J. Cultural Evolution of Human Cooperation. In: HAMMERSTEIN, P. (Ed.). *Genetic and cultural evolution of cooperation*. Cambridge: The MIT Press, 2003, p. 368; cf. RICHERSON, P. & BOYD, R. Culture is Part of Human Biology: Why the Superorganic Concept Serves the Human Sciences Badly. In: GOODMAN, M. & MOFAT, A. (Eds.). *Probing human origins*. Cambridge (MA): The American Academy of Arts and Sciences, 2002, p. 59-85. Ver, também, o artigo de Lúcia Neco & Peter J. Richerson neste volume.

tral, como ressaltai anteriormente, dificultando a invasão de indivíduos cujo comportamento é pautado por normas distintas, adotadas por outros grupos.

A partir do momento em que a variação entre grupos não somente é gerada mas também mantida e estabilizada, a SG pode intensificar-se, a depender das relações que se estabelecem entre os grupos.<sup>16</sup> Aqui entra em cena a *segunda* condição estabelecida por Richerson & Boyd: o conflito entre grupos. Este pode levar, em situações extremas, à guerra, com o extermínio do grupo perdedor ou a absorção dos seus integrantes pelo grupo ganhador.

Uma possibilidade, nesse cenário conflituoso, seria aquela em que o crescimento populacional do grupo mais apto, em função das variantes culturais que adota, é maior do que o do grupo menos apto, encurralando este último (*demographic swamping*).<sup>17</sup>

Preenchidas as condições estipuladas acima, a evolução de grupos de cooperadores pode, portanto, ter sido favorecida pela SG, não se incorrendo nos problemas no modo como essa hipótese foi proposta por Darwin e pelos que apostaram nela até meados do século XX.

## O cenário de Bowles e Gintis

Tal cenário situa-se numa tradição comprometida com a coevolução gene-cultura, que inclui os trabalhos de Cavalli-Sforza & Feldman, Boyd & Richerson e Durham.<sup>18</sup>

Bowles & Gintis também apontam para a insuficiência dos mecanismos baseados no compartilhamento de genes e no altruísmo recíproco, que não poderiam ter produzido a “liga da sociedade”.<sup>19</sup> Argumentam que as situações de conflito inter-grupal – por conduzirem, via de regra, à dispersão dos integrantes de um grupo ou ao seu puro e simples extermínio –, reduzem o poder explicativo do altruísmo recíproco. A reciprocidade forte é necessária, justamente, nas condições extremas envolvendo guerra, fome e doença, quando não se pode esperar a retribuição futura por um gesto altruísta. Evidências empíricas sugerem que essas condições eram bastante comuns no Pleistoceno, em função, sobretudo, das dramáticas oscilações climáticas que caracterizaram essa era.<sup>20</sup>

Bowles & Gintis invocam, além disso, evidências a respeito do tamanho dos grupos humanos à época, e do grau em que seus integrantes compartilhavam genes. O número de pessoas com as quais um indivíduo se relacionava – constante ou esporadicamente, em interações de vários tipos que ocorriam entre grupos –, era bastante grande ao

<sup>16</sup> RICHERSON, P. & BOYD, R. não se detêm nos problemas conceituais colocados pela seleção em múltiplos níveis, uma investigação que vem sendo empreendida, nas últimas décadas, sobretudo por filósofos (ver OKASHA, S. *Evolution and the levels of selection*. Oxford: Clarendon Press, 2006; SOBER, E. & WILSON, D. S. *Unto others – the evolution and psychology of unselfish behavior*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 1998). Fiz, recentemente, um exame dos pressupostos da TDH nesse tocante (ABRANTES, P. *Human evolution and transitions in individuality*. *Op. cit.*).

<sup>17</sup> Outra hipótese seria a do grupo mais apto ser tomado como modelo e o comportamento dos seus integrantes imitado pelos indivíduos do grupo menos apto, fazendo com que as variantes culturais do primeiro aumentem de frequência neste último, podendo levar à sua extinção enquanto grupo cultural distinto. Não está claro se este é um cenário de conflito e se, conseqüentemente, está atuando a SG.

<sup>18</sup> CAVALLI-SFORZA, L. & FELDMAN, M. *Cultural transmission and evolution: a quantitative approach*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1981.

BOYD, R. & RICHERSON, P. *Culture and the Evolutionary Process*. Chicago: The University of Chicago Press, 1985.

DURHAM, W. H. *Coevolution: genes, culture and human diversity*. Stanford (CA): Stanford University Press, 1991.

<sup>19</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* *Op. cit.*, p. 94.

<sup>20</sup> HENRICH, J. & BOYD, R. *The evolution of conformist transmission and the emergence of...* *Op. cit.*

final do Pleistoceno, de modo que relações de parentesco e/ou a expectativa de reciprocidade não poderiam ter dado sustentação ao comportamento cooperativo.<sup>21</sup>

Por seleção interdêmica, comportamentos altruístas que, em princípio, diminuem a aptidão dos indivíduos podem evoluir por SG, desde que beneficiem o grupo num ambiente de conflito com outros grupos.<sup>22</sup> Aposta-se, neste caso, que a reciprocidade forte já seria uma realidade nos grupos humanos em torno de 90 mil anos.<sup>23</sup> O cenário que descrevem é de um “altruísmo paroquial”: cooperamos com quem é do mesmo grupo cultural, mas raramente com os que são de outro.<sup>24</sup>

Esses autores discutem a possibilidade alternativa de que a cooperação tenha evoluído sem conflito direto entre grupos, como simples decorrência de pressões do ambiente físico – da instabilidade climática do Pleistoceno, por exemplo, associada à escassez de recursos. Nessas condições adversas, os grupos de cooperadores teriam subsistido e se reproduzido, mas não aqueles onde a colaboração não se dava no mesmo grau. Contudo, eles não consideram plausível esse cenário.<sup>25</sup> Um dos seus argumentos é que, numa fase em que não haja instituições que nivelem as aptidões entre os indivíduos dentro do grupo, a cooperação só pode evoluir quando os grupos são pequenos, as taxas de migração são baixas, ou então quando os grupos interagem de modo belicoso.<sup>26</sup>

Tal cenário retoma, portanto, a imagem darwinista de um mundo “vermelho em garras e dentes” (*red in tooth and claw*), embora não se aplique, agora, às relações entre agentes *dentro* dos grupos, mas sim às relações *entre* grupos.<sup>27</sup>

Bowles & Gintis mencionam não somente a evolução de certas propensões psicológicas que favoreceram a cooperação, mas, também, a incorporação de práticas e convenções que tenderam a nivelar os membros do grupo quanto à sua aptidão e, por essa via, reduziram o conflito interno. Eles destacam a importância de práticas como o compartilhamento de recursos e de informação entre não aparentados; a promoção do consenso na tomada de decisão; o pareamento de indivíduos conforme características similares, de modo que comportamentos cooperativos sejam dirigidos a outros cooperadores e não a egoístas ou desertores. Essas práticas pressupõem um elenco de emoções, bem como capacidades para internalizar normas, ou seja, todo um complexo cognitivo que diminuiu os custos envolvidos na punição dos que não cooperavam.<sup>28</sup>

<sup>21</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* *Op. cit.*, p. 94-99; 102.

<sup>22</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *Origins of Human Cooperation.* *Op. cit.*, p. 434-5.

<sup>23</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* *Op. cit.*, p. 195.

BOWLES, S. & GINTIS, H. *Origins of Human Cooperation.* *Op. cit.*, p. 434.

<sup>24</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* *Op. cit.*, p. 113.

<sup>25</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* *Op. cit.*, p. 147.

<sup>26</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* *Op. cit.*, p. 130.

<sup>27</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *Origins of Human Cooperation.* *Op. cit.*, p. 437; cf., BOEHM, C. Interactions of culture and natural selection among Pleistocene hunters. In: LEVINSON, S. & JAISON, P. (Eds.). *Evolution and Culture.* Cambridge (MA): The MIT Press, 2006. p. 93-4.

<sup>28</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *Op. cit.* 2011, p. 111.

BOWLES, S. & GINTIS, H. *Op. cit.* 2003, p. 436.

<sup>29</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* Op. cit., p. 50.

<sup>30</sup> A despeito da ênfase na belicosidade, Bowles & Gintis admitem que os grupos humanos do Pleistoceno eventualmente “se beneficiaram de um seguro mútuo de longo prazo, do comércio, do acasalamento [entre indivíduos de diferentes grupos], bem como de outras redes sociais” (BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* Op. cit., p. 94; 114; 134).

<sup>31</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *A Cooperative Species: Human Reciprocity...* Op. cit., p. 3.

<sup>32</sup> BOWLES, S. & GINTIS, H. *Origins of Human Cooperation.* Op. cit., p. 431-434.

<sup>33</sup> Ver ABRANTES, P. Human evolution and transitions in individuality. Op. cit. p. 214-215.

<sup>34</sup> Sterelny combina intuição, argumentação e evidências empíricas. Bowles & Gintis, bem como Richerson & Boyd, acrescentam a modelagem matemática como ferramenta que permite simular diferenças, por vezes pequenas, nos parâmetros que consideram relevantes em cada cenário.

As convenções que tinham sucesso disseminavam-se pelo crescimento e divisão dos grupos que as adotavam.<sup>29</sup> Em contrapartida, os grupos perdedores eram eliminados, ou então seus integrantes assimilados pelos grupos vencedores, passando a imitar os comportamentos e as convenções que prevaleciam nesses últimos (um viés conformista certamente contribuiu para essa assimilação).<sup>30</sup>

Numa crítica à idéia de cultura evocada proposta pelos psicólogos evolucionistas, Bowles & Gintis dão importância, na linha da TDH, à (relativa) autonomia da transmissão cultural: “A cultura é uma força evolutiva por si só, e não simplesmente um efeito da interação entre genes e ambientes naturais”<sup>31</sup>.

As instituições que são legadas às novas gerações podem ser vistas como constituindo nichos. Se tais nichos são estáveis por muitas gerações, podem produzir efeitos sobre a constituição genética dos que neles vivem. Esses nichos podem ter afetado, de modo particular, características psicológicas benéficas ao grupo e reduzido, desse modo, a variação fenotípica interna.

A partir do momento em que o nivelamento reprodutivo é assimilado geneticamente (traduzindo-se numa psicologia pró-social inata) e/ou implementado por normas e instituições, o grupo social, funcionando como um novo *indivíduo coletivo*, pode manter a sua integridade mesmo que a SG perca intensidade.<sup>32</sup> Se esse nivelamento efetivasse, de um modo ou de outro, a transição em individualidade completa-se e é improvável um retorno à etapa em que prevalecera o conflito entre os integrantes de cada grupo.

Um desafio que se coloca para os que tentam reconstruir trajetórias plausíveis para a evolução da cooperação é conceber as etapas iniciais do processo, quando ainda não existem instituições que estabilizem a cooperação em grandes grupos. Usualmente, invoca-se a seleção de parentesco e formas fracas de reciprocidade como detonadores desse processo em pequenos grupos (bandos). À medida que esses grupos vão crescendo, a seleção passaria a atuar, também, no nível do grupo, de modo a manter a sua coesão interna. Pelo menos nessa fase, o conflito entre grupos garantiria a intensidade da SG.<sup>33</sup>

## O cenário de Sterelny

Sterelny é um filósofo da biologia que vem participando da construção de cenários plausíveis para a evolução humana.<sup>34</sup> Ele se compromete, explicitamente, com o papel

<sup>35</sup> STERELNY, K. *Thought in a hostile world*. Malden (MA): Blackwell, 2003. p. 5.

ABRANTES, P. A psicologia de senso comum em cenários para a evolução da mente humana. *Manuscrito – Rev. Int. Fil.*, Campinas, v. 29, n. 1, p. 185-257, 2006.

ABRANTES, P. La imagen filosófica de los agentes humanos y la evolución en el linaje homínido. In: LABASTIDA, J. & ARÉCHIDA, V. (Orgs.). *Identidad y Diferencia*. México: Siglo Veintiuno, 2010. p. 331-348.

ABRANTES, P. Culture and transitions in individuality. In: DUTRA, L. H. & MEYER LUZ, A. (Orgs.). *Temas de Filosofía do Conhecimento*. Op. cit.

<sup>36</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice*. Cambridge (MA): The MIT Press, 2012.

<sup>37</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* Op. cit. p. xiv.

<sup>38</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* Op. cit., p. 178-180; xii.

<sup>39</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* Op. cit., p. 189-190.

integrador da filosofia, no sentido de “fundir as concepções científica-evolutiva e social-científica da agência humana”<sup>35</sup>.

Recentemente, Sterelny reafirmou seu projeto de explicar o caráter único do homem.<sup>36</sup> Tanto Boyd & Richerson, quanto Bowler & Gintis, perseguem o mesmo objetivo, mas os cenários que delineiam são bem diferentes.

As divergências dizem respeito à emergência de uma nova modalidade de herança em nossa linhagem, e ao papel que possa ter desempenhado o conflito direto entre grupos humanos na conformação de uma psicologia social que possibilite a cooperação. Os posicionamentos que se possam adotar diante desses tópicos têm consequências, por sua vez, para a questão dos níveis em que a seleção natural teria atuado na linhagem hominínea.

Com respeito ao primeiro ponto, Sterelny afirma, categoricamente, que não se compromete “com a herança cultural como um motor da evolução humana... [e] com a dupla herança como uma característica geral da transmissão cultural através das gerações”<sup>37</sup>.

No que diz respeito à SG, ele não é menos taxativo, contrapondo-se às teses dos autores examinados até aqui, que pressupõem a SG como um mecanismo indispensável na evolução de uma psicologia pró-social. Sterelny argumenta que traços associados a determinadas “práticas culturais” teriam aumentado a aptidão *dos indivíduos* no interior dos grupos que cooperavam.<sup>38</sup> Esses traços eram relevantes para a “administração de riscos” (*risk management*) em ambientes adversos, envolvendo atividades como as seguintes: o compartilhamento de informações importantes para a sobrevivência dos membros do grupo; o envolvimento em estratégias coletivas de defesa contra predadores na savana; o forrageamento cooperativo, com divisão de trabalho entre mulheres e homens; o cuidado parental compartilhado; a construção coletiva de abrigos etc..<sup>39</sup>

Certas motivações e características emocionais – como uma maior tolerância com respeito aos aprendizes, especialmente crianças e jovens –, também foram favorecidas pela seleção natural, atuando no nível do indivíduo ao longo da linhagem hominínea, desde muito antes do surgimento do *Homo sapiens*.

Sterelny aposta, portanto, na ocorrência de uma “revolução ecológica” no modo como os hominíneos passaram a interagir com o ambiente e entre si. Essa revolução, que também foi econômica, teria possibilitado uma “retroalimentação positiva entre a cooperação ecológica, a aprendizagem cultural e a mudança ambiental... [e teria] estrutura-

do a evolução hominínea”. Ele considera que todos esses fatores coevoluíram, incluindo a tecnologia, a organização social e a demografia.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 3-4.

As novas gerações herdaram nichos construídos e se beneficiam, ademais, do envolvimento ativo das gerações mais velhas no ensino das competências relevantes para viver neles – o que Sterelny denominara, anteriormente, “engenharia epistêmica”.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> STERELNY, K. *Op. cit.* 2003, p. 148.  
STERELNY, K. Life in interesting times: cooperation and collective action in the Holocene. In: STERELNY, K. *et al.* (Eds.). 2013, p. 89-108.

A maneira difusa pela qual a informação cultural se transmite em grupos desse tipo – indo de um indivíduo para muitos outros (aparentados ou não), além de ser legada de uma geração a outra –, impede, segundo Sterelny, que se conceba a herança cultural como análoga à herança genética, como fazem Richerson & Boyd nos modelos matemáticos que constroem para a evolução cultural.<sup>42</sup>

<sup>42</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 176.

Em resumo, a linhagem hominínea teria sido palco, segundo Sterelny, da coevolução entre processos como a engenharia epistêmica, o legado às novas gerações de nichos construídos, a aprendizagem social com alta fidelidade, bem como a cooperação no forrageamento. As capacidades cognitivas que dão suporte a esses processos coevoluíram, por sua vez, com os mesmos.

Sterelny questiona, portanto, a tese de Bowles & Gintis segundo a qual as capacidades psicológicas envolvidas na reciprocidade forte teriam evoluído no Pleistoceno superior, num cenário de belicosidade entre grupos. Ao contrário, argumenta que a psicologia subjacente à cooperação teria evoluído muito antes, e composto “o ambiente no qual evoluíram a linguagem, o pensamento normativo, convenções e instituições”<sup>43</sup>.

<sup>43</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 180.

A situação dos humanos no final do Pleistoceno, segundo Sterelny, não era diferente da de outros animais, estando basicamente sujeitos às vicissitudes climáticas, não havendo competição local entre grupos.<sup>44</sup> Além disso, ele argumenta que muitos grupos não tinham um território estável a ser defendido contra as investidas de vizinhos, pois se especializavam na caça a grandes animais migratórios, requerendo mobilidade. Nesse sentido, o modelo territorial que se aplica a chimpanzés não seria adequado para os grupos humanos do Pleistoceno.

<sup>44</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 189.

Embora Sterelny rejeite a tese, assumida por Bowles & Gintis, de que a SG teve papel fundamental na evolução de uma psicologia que favorecesse a reciprocidade forte, ele admite que um ambiente extremamente inóspito, como o que vigorou no Pleistoceno, pode ter aumentado, no final das contas, a intensidade da SG relativamente à seleção no

<sup>45</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 179.

<sup>46</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 176.

<sup>47</sup> Sterelny mostra-se menos convicto, em seu livro de 2012, acerca da relevância da SG para explicar a cooperação em nossa espécie (cf. ABRANTES, P. A psicologia de senso comum... *Op. cit.*).

<sup>48</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 189-190.

<sup>49</sup> BOEHM, C. *Op. cit.*  
HAYDEN, B. Une société hiérarchique ou égalitaire? In: DE BEAUNE, S. (Ed.). *Chasseurs-cueilleurs*. Paris: CNRS Éditions, 2007. p. 197-208.

<sup>50</sup> STERELNY, K. e outros defendem que as atividades agrícolas requerem menos habilidades que as necessárias aos caçadores-coletores, tornando viável o trabalho forçado nos grupos agrários.

nível do indivíduo, mesmo que os “bandos” não se envolvessem em conflito.<sup>45</sup> Ele argumenta que as diferenças nos nichos legados pelas sucessivas gerações em diferentes bandos podem ter-se refletido na sua aptidão diferencial, e a seleção natural atuado também no nível da metapopulação de bandos.

Além disso, pelo simples fato de integrarem o mesmo bando, os indivíduos herdam, *grosso modo*, o mesmo nicho, independentemente das relações de parentesco entre eles.<sup>46</sup> Isso significa que o legado de nichos culturais não gera diferenças nas aptidões dos indivíduos, mas sim nas aptidões *dos grupos*.

A seleção natural pode, portanto, ter atuado sobre a aptidão diferencial dos bandos sem que interagissem e, em particular, sem que houvesse conflito entre eles.<sup>47</sup> Sterelny chega a afirmar que a seleção natural pode ter favorecido não os traços relevantes para o envolvimento em conflitos inter-grupais mas, ao contrário, aqueles que predispunham os hominíneos a evitá-los.<sup>48</sup>

Ele não tem dúvidas, contudo, que a SG foi um fator relevante na complexa teia causal que impeliu a evolução humana a partir da era seguinte: o Holoceno. A chegada de um clima muito mais estável e ameno teria alterado os parâmetros segundo os quais a seleção natural atuou na evolução humana.

Quando a agricultura se tornou possível, há aproximadamente onze mil anos, possibilitando o sedentarismo, ocorreu um importante incremento populacional, sobretudo em algumas regiões (a exemplo do vale do rio Vezère, na França). Surgiram, então, as condições para que o conflito se disseminasse entre os grupos humanos, agora mais complexos, não igualitários e socialmente hierarquizados, quando comparados aos grupos do Pleistoceno.<sup>49</sup>

Sterelny vê como provável a ocorrência, à época, de escaramuças entre agricultores e grupos de caçadores-coletores. Essa convivência, argumenta ele, não pode ser estável: os agricultores, com seus recursos acumulados e de localização previsível, são alvos fáceis dos grupos móveis de caçadores-coletores; e estes últimos são, por sua vez, ameaçados pela expansão dos agricultores e pela degradação ambiental que estes provocam nos territórios onde tradicionalmente caçam. Além disso, o aumento na população de agricultores, a administração e a herança, pelas sucessivas gerações, dos recursos que acumulam, tornaram esses grupos pouco igualitários.<sup>50</sup>

Sterelny sintetiza sua posição na fórmula: “A cooperação e o altruísmo são o combustível da guerra, mas não os filhos da guerra”<sup>51</sup>.

O desafio para ele seria, justamente, explicar como se mantiveram as “disposições pró-sociais” e a cooperação num ambiente que passou a favorecer – ao contrário do que ocorrera no Pleistoceno –, a deserção e o oportunismo, criando as condições para uma “crise da cooperação”.<sup>52</sup>

## Conclusão

As evidências de que há reciprocidade forte em humanos são abundantes e não podem ser explicadas supondo-se, exclusivamente, a importância (inequívoca) de fatores culturais enquanto causas próximas do comportamento humano. A cultura desempenhou, provavelmente, um papel muito mais fundamental na conformação de uma psicologia que, a partir de um certo ponto na linhagem hominínea, deu suporte ao comportamento cooperativo em grandes grupos. Explorei neste artigo três cenários que, a despeito de concordarem com esta tese, divergem em aspectos fundamentais, colocando em destaque questões de fundamentos em biologia evolutiva que vêm sendo discutidas intensamente por filósofos, biólogos, psicólogos e antropólogos, entre outros especialistas. A pesquisa sobre evolução humana tem-se mostrado propícia para esse aprofundamento e, mais do que isso, cobrado posicionamentos a respeito de temas como: o papel do conflito e da cooperação na evolução biológica; a seleção em múltiplos níveis; a existência de processos evolutivos assentados em modalidades não-genéticas de herança; a incorporação da evolução humana nas demais transições em individualidade etc.. Essas questões de fundamentos requerem não somente investigação empírica, mas também análise conceitual, modelagem matemática, simulação etc.. O fato de as evidências empíricas serem lacunares e, comumente, indiretas, só aumentam a relevância de se explorar cenários plausíveis, usando-se os mais diversos métodos. Há ainda muito a ser feito, em várias frentes, para que cheguemos a algum cenário, minimamente consensual, acerca de como se deu a evolução humana em suas diversas fases.

<sup>51</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 177; p. 190.

<sup>52</sup> STERELNY, K. *The evolved apprentice...* *Op. cit.*, p. 196-197.

STERELNY, K. *et al.* *Op. cit.* 2013; cf. RICHERSON, P. Rethinking paleoanthropology: a world queerer than we had supposed. In: HATFIELD, G. & PITTMAN, H. (Eds.). *Evolution of mind, brain and culture*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2013. p. 263-302.

Paulo C. Abrantes é graduado em Física pela Universidade de Brasília, doutor em Filosofia pela Universidade de Paris I e professor associado do Departamento de Filosofia e do Instituto de Ciências Biológicas da UnB. É pesquisador do CNPq e coordenador do grupo de pesquisas em filosofia da biologia cadastrado no Diretório dos Grupos de Pesquisas do CNPq desde 2003. Destaca-se, em sua produção recente, a organização do livro *Filosofia da Biologia*.  
abrantes@unb.br

As páginas dos livros  
podem conter toda  
a história da humanidade.

GRÁFICA EDITORA  
**Pallotti**  
IMAGEM DE QUALIDADE

1923-2015

Rua Padre Alziro Roggia, 115 - CEP: 97.020-590 - Bairro Patronato - Fone: (55) 3220.4500 - Santa Maria/RS