

DA ORIGEM DA VIDA AO HOMEM

Parte IV* (Final)

MUCIO PIRAGIBE RIBEIRO DE BAKKER**
Contra-Almirante (Ref²)

SUMÁRIO

O ciclo vital humano e o envelhecimento	
O ciclo vital	
O envelhecimento	
A seleção sexual e a origem das raças humanas	
Palavras finais	
Novos aspectos da evolução humana	
O altruísmo humano. O nascimento da civilização: A base da moral	
Apêndice I – A origem da vida (A biogênese)	
Apêndice II – A antropologia molecular	
Apêndice III – Quadro dos antepassados do homem	
Glossário	

O CICLO VITAL HUMANO E O ENVELHECIMENTO

O ciclo vital

O ciclo vital, ou ciclo biológico, algo semelhante ao que Lewin (cien-

tista, jornalista e escritor britânico) denominou de “variáveis da história da vida”, é fator que afeta a trajetória do indivíduo desde o seu nascimento até a morte, abordando a sua geração, o desenvolvimento, a maturação e o ocaso, incluindo também a duração da

* As partes I, II e III foram publicadas nas *RMB* dos 1º, 2º e 3º trimestres/2015, respectivamente.

** Conferencista, escritor e colaborador frequente da *RMB*. Foi diretor da Escola de Guerra Naval, secretário da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar e diretor de Hidrografia e Navegação da Marinha.

amamentação¹, a idade da maturidade sexual, o período de gestação, a quantidade da prole, o intervalo entre gestações, a longevidade (expectativa de vida), o cuidado parental (quando existe) que a mãe ou o pai dispensam à prole, as relações sociais entre os indivíduos adultos, como machos e fêmeas se escolhem para acasalar, a frequência do relacionamento sexual e a menopausa (quando existe).

Lewin concentrou sua análise separando o reino animal segundo dois critérios de geração da prole: a seleção-k, característica dos primatas; e a seleção-r, das demais espécies animais. As características mais marcantes da primeira são a geração de poucos filhotes, em contraposição à geração de uma grande prole da segunda. De todos os primatas, o homem é o exemplo extremo da seleção-k, o exemplo mais acabado.

A outra consideração de Lewin refere-se às estratégias de desenvolvimento dos animais, as quais ele classificou de *estratégia altricial* e *estratégia precoce*. Essa separação é importante para explicar as diferentes evoluções das espécies. Na altricial, as espécies geram filhotes muito imaturos, incapazes de sobreviver sozinhos; a gestação é longa e os filhotes têm cérebros grandes. Na precoce, ao contrário, são filhotes maduros e podem se defender sozinhos; a gestação é curta e o tamanho do cérebro do recém-nascido é pequeno.

Todas essas comparações permitem que se façam algumas previsões sobre as primeiras espécies de homínidos. Normalizando os tamanhos dos cérebros dos primatas em relação aos das outras espécies de animais, ressalta evidente a sua maior dimensão em relação ao restante do corpo. Isso nos leva a crer que os primeiros homínidos tiveram vidas lentas em termos dos fatores do ciclo vital (variáveis de histórias de vida), com uma capacidade craniana que cresceu continuamente. Assim, podemos considerar que o tamanho do corpo, o tamanho do cérebro, a variabilidade ambiental e as taxas de mortalidade são os fatores determinantes para explicar a história e a evolução de cada espécie através dos tempos (filogenia).

Mas, sob o ponto de vista animal, o nosso ciclo vital é diferente, em quase todos os aspectos, dos ciclos das outras espécies, apesar dele variar enormemente entre as espécies. Para mencionar só alguns exemplos, a maioria dos animais tem ninhadas de muito mais de um filhote por vez, a maioria dos pais animais não cuida dos filhotes e a maioria das espécies animais vive só uma pequena fração dos 70 anos que vivemos em média.

Dentre as nossas características excepcionais, algumas são compartilhadas pelos primatas antropóides, o que significa que, simplesmente, mantivemos as características que nossos ancestrais antropóides já haviam adquirido. Por exemplo, os prima-

¹ Para os primatas mais próximos da espécie humana, o chimpanzé e o gorila, a duração da amamentação é superior em mais de seis vezes à duração do período gestacional. Como os humanos compartilham com eles mais de 98% do material genético, se usarmos o mesmo critério, a idade natural do nosso desmame seria de 5,4 anos – seis vezes a duração da gravidez. Muitos primatas desmamam sua prole quando rompem seus primeiros molares permanentes. Nossos molares emergem entre 5,5 e 6 anos de vida. É interessante salientar que nossos filhos só alcançam autonomia imunológica em torno de 6 anos de vida, o que nos permite inferir que, ao longo do nosso recente passado evolutivo, nossas crianças dispunham de uma imunidade ativa até essa idade, aproximadamente. Os dados disponíveis sugerem que os bebês humanos estão predispostos a receber os benefícios do aleitamento durante um período de 2,5 anos até um aparente limite de sete anos. Hoje muitas sociedades podem satisfazer as necessidades nutritivas das crianças com alimentos de adultos modificados. Por outro lado, as sociedades industrializadas podem compensar alguns benefícios imunológicos da amamentação (não todos) por meio de vacinas, antibióticos e melhorias nas condições sanitárias e higiênicas. Porém as necessidades fisiológicas, cognitivas, emocionais, afetivas e psicológicas das crianças persistem quando afastadas prematuramente do contato físico da mãe, o que poderá ter consequências futuras na formação da personalidade da criança. O desmame precoce é mais cultural do que natural.

tas antropoides geralmente têm um filhote de cada vez e vivem por muitas décadas.

Em outros aspectos somos muito diferentes, inclusive dos primatas antropoides. Os bebês humanos são alimentados pelos pais mesmo depois do desmame, enquanto os antropoides desmamados buscam sua própria comida. Os nossos elaborados métodos de obter alimentos, que dependem de ferramentas, tornam as crias humanas desmamadas incompetentes para se alimentarem por conta própria, exigindo dos pais um longo período de provisão de alimentos, educação e proteção essencial para a sobrevivência de suas proles. Essa dependência extraordinariamente prolongada, exigindo o cuidado dos pais por vários anos, traz duas consequências importantes: favorece o aprendizado em detrimento das respostas inatas, ou a infância prolongada proporciona um cérebro maior para o aprendizado, o que são, de fato, duas faces da mesma moeda. Do lado dos pais, há também consequências: uma infância longa requer estabilidade e união permanente do casal.

Outro aspecto do ciclo vital humano relaciona-se com a sexualidade, na qual diferimos substancialmente dos primatas antropoides. Somos incomuns porque praticamos sexo por prazer e em privado, em vez de fazê-lo principalmente em público e apenas quando a fêmea pode conceber. Somos nominalmente

monogâmicos, mas existe a busca de sexo extraconjugal, bastante influenciada pela educação particular de cada indivíduo e pelas normas da sociedade em que vive.²

O envelhecimento

O envelhecimento é mais uma característica do ciclo vital humano. Com o passar do tempo, todos envelhecemos e morremos, e o mesmo ocorre com os indivíduos de todas as espécies animais. Porém as espécies envelhecem em ritmos muito diferentes.

Sabemos que o desenvolvimento do homem é retardado, provavelmente, por causa de sua posição erecta e do seu cérebro avantajado, características que parecem ter resultado de um desenvolvimento sinérgico. O desenvolvimento retardado do homem deve ter produzido um cérebro maior, pelo prolongamento das taxas de crescimento fetais, proporcionando a formação craniana para que pudesse assumir a postura erecta. Esta postura lhe deixou as mãos livres para o uso de ferramentas e forçou a seleção natural no sentido do crescimento do cérebro. E um cérebro maior resultou em maior longevidade.

Dentre os animais, somos relativamente longevos e nos tornamos ainda mais na época em que o *Homo Sapiens* substituiu o Homem de Neanderthal³. Estima-se que, por

2 Os gibões formam casais duradouros, e o sexo extraconjugal entre eles é desconhecido; entre os chimpanzés comuns, o sexo extraconjugal não tem importância porque eles não praticam o casamento, assim como entre os orangotangos; o gorila é polígamo e o macho dominante vive com o harém de fêmeas e os jovens. Entre esses antropoides, o sexo só é praticado no período do estro das fêmeas. Segundo estudo recente, o fato de os humanos viverem em casais não representa apenas um acidente cultural, mas o resultado de mudanças comportamentais ocorridas ao longo de milhões de anos. A monogamia se tornou predominante entre os primatas que viviam sob o risco de infanticídio. As fêmeas não ovulavam durante a amamentação e era um interesse genético que os machos matassem os filhotes dos rivais para forçar a ovulação das fêmeas. Não haveria monogamia se não houvesse antes o infanticídio. A monogamia se expandiu e afetou diferentes espécies que, uma vez monogâmicas, desenvolviam o cuidado paternal para ajudar a prole, o que, provavelmente, deve ter ocorrido com a espécie humana.

3 Supõe-se que os Neanderthais, nessa época, tinham uma expectativa de vida bem menor, talvez 40 anos, e poucos devem ter conhecido os netos, o que dificultaria a transmissão de cultura por via oral. Por outro lado, alguns pesquisadores admitem que o período gestacional das mulheres neanderthais poderia ter sido maior do que o das mulheres do *Homo Sapiens*.

essa época, a expectativa de vida do Homo Sapiens já alcançasse 60 anos, o que lhe deve ter permitido certa convivência com seus netos. Essa convivência deve ter se constituído em fator de significativa importância para a transmissão eficaz da cultura e das habilidades adquiridas entre as gerações.

A seleção natural deve ter agido para adequar o ritmo de envelhecimento a todos os sistemas fisiológicos, envolvendo inúmeras mudanças simultâneas. Seus sinais são encontrados no desgaste dos dentes; na diminuição acentuada do desempenho muscular; nas perdas significativas da visão, audição, olfato e paladar; no enfraquecimento do coração; no entupimento das artérias; na diminuição da capacidade pulmonar; no aumento da porosidade dos ossos; na redução do fluxo de filtração dos rins; na deficiência do sistema imunológico; na perda de memória etc. Na verdade, a evolução deve ter programado para que essa gradativa deterioração dos sistemas fisiológicos do indivíduo culminasse com sua morte natural, que deve ter sido programada pela natureza para ocorrer no final da sua fertilidade. O fato de as mulheres viverem décadas após a menopausa e os homens até uma idade em que a maioria deles já não se ocupa de procriar é uma exceção entre os animais.⁴

A SELEÇÃO SEXUAL E A ORIGEM DAS RAÇAS HUMANAS

Os seres humanos pertencem a uma espécie polimórfica, com a mesma identidade biológica, e as suas diferenças secundárias, como a cor da pele, a cor e a forma dos olhos, os cabelos, os pelos e o tamanho do corpo e outras características físicas e fisiológicas, foram desenvolvidas ao longo de milênios, por meio de escolhas estéticas de grupos humanos isolados e submetidos a determinadas condições ambientais.

Darwin atribuiu tais escolhas estéticas, que denominou de “seleção sexual”, um fator de significativa importância para a existência das diferenças secundárias verificadas entre os seres humanos. Em seu livro *A descendência do Homem* (1871), Darwin atribuiu a origem das “raças humanas” às suas preferências sexuais e não apenas aos ditames da seleção natural. Por esse mecanismo de seleção sexual, o homem também teria capacidade de alterar suas características secundárias. Ao perseguir padrões de beleza restritos a cada grupo isolado, ele variaria na cor da pele e em outros traços físicos exteriores.

O “belo ideal” é um conceito social que se materializou nos indivíduos, nas mulheres que usavam adornos e até nas manifes-

⁴ A natureza deve ter programado a morte para ocorrer no final da fertilidade das espécies. O fato das mulheres viverem décadas após a menopausa e os homens até uma idade em que a maioria deles já não pode procriar é uma exceção, que pode ser explicada pela intensa fase de cuidados com a prole, que costuma se estender por quase duas décadas. Com a idade, a maioria dos mamíferos, incluindo os machos humanos, os chimpanzês e os gorilas de ambos os sexos, passa por um declínio gradativo até a interrupção da fertilidade, não pelo corte abrupto desta que ocorre na mulher. A menopausa feminina, provavelmente, é o resultado de dois aspectos singularmente humanos: o perigo excepcional que o parto representa para a mãe e o perigo que a morte da mãe representa para a sua prole. Como os bebês humanos se desenvolvem muito lentamente e não conseguem se alimentar sozinhos após o desmame (diferentes dos jovens antropóides), a morte de uma mãe caçadora-coletora provavelmente poderia ter sido mais fatal para seus filhos até o final da infância do que para qualquer outro primata. Uma mãe caçadora-coletora, com diversos filhos, colocaria em risco a vida deles em cada gravidez posterior. Quando se tem três filhos vivos, por exemplo, e ainda dependentes da mãe, não seria lógico arriscar a perda de três em função de um quarto. Por isso, a natureza levou a seleção natural a interromper a fertilidade da fêmea humana, de forma a proteger os seus filhos ainda dependentes. Mas como parto não implica risco de morte para os pais, os homens não desenvolveram a menopausa (Jared Diamond. *O terceiro chimpanzé*. Editora Record, 2010). (Também publicada no 3º trim./2015, NR 10)

tações artísticas. Esses padrões se tornaram dominantes, na medida em que passaram a intervir nas escolhas matrimoniais e, por esse processo, se disseminaram pelo grupo. Nada disso precisou ser consciente para agir sobre o homem, assim como o instinto não é consciente no animal.

A variação racial não ocorre apenas com os seres humanos. A maioria das espécies animais e até das plantas, com distribuição geográfica suficientemente ampla, incluindo todas as espécies de grandes antropoides, também varia conforme seu espaço ambiental e geográfico, como acontece com os gorilas e gibões, por exemplo.

Atualmente, os fósseis dos ancestrais humanos achados anteriormente na África, Ásia e Europa, como o *Homo Habilis*, *Homo Rudolfensis*, *Homo Ergaster*, *Homo Erectus* e outros, devem pertencer todos eles a uma mesma espécie, e o que se acreditava ser uma variabilidade de espécies, na verdade, eram apenas diferenças na aparência de uma mesma linhagem em evolução, aspectos

muito semelhantes aos que hoje observamos nos homens modernos.

Os nossos ancestrais, portanto, não se dividiram em diversas espécies do gênero *Homo*, mas constituíram uma única espécie *Homo* – *Homo Sapiens Sapiens* que emergiu na África e que foi capaz de se adaptar a diferentes ecossistemas. A variação intra-espécie seria mais plausível do que se acreditar na existência de uma grande variedade de espécies, evoluindo paralelamente bem próximas umas das outras. Alguns

estudiosos, no entanto, consideram que o *Homo Neanderthalensis*, sobretudo o que existiu na Europa Ocidental, tendo vivido a maior parte de sua existência durante um período glacial, tenderia a ser tornar uma espécie distinta do *Homo Sapiens*.

PALAVRAS FINAIS

Novos aspectos da evolução humana

Nunca mais acabaríamos de detalhar o balanço dos últimos avanços das ciências pré-históricas se considerássemos não mais apenas os períodos primitivos da homoni-

Os nossos ancestrais, portanto, não se dividiram em diversas espécies do gênero *Homo*, mas constituíram uma única espécie que emergiu na África e que foi capaz de se adaptar a diferentes ecossistemas. A variação intra-espécie seria mais plausível

zação, há milhões de anos, como procuramos fazer, mas também os períodos que se seguiram mais próximos de nós, como, por exemplo, o nascimento do sentimento religioso com os primeiros ritos funerários, as construções dos primeiros templos, o início da pintura e de representações simbólicas ou, ainda, mais recentemente, essa outra revolução fundamental iniciada no Mesolítico, há cerca

de 10 mil anos: a passagem da civilização de colheita àquela da exploração agrícola, a domesticação e criação de animais, tendo por consequência o início do processo de sedentarização, do que resultou um novo grau de sociabilidade, com o advento da propriedade, da construção de aldeias e, provavelmente, das disputas e conflitos, ou mesmo guerras, entre grupos oponentes e rivais.

Ao entrar no período Neolítico, o homem alcançou uma economia produtiva,

na qual apareceram as primeiras culturas de trigo e de outras gramíneas e leguminosas; a intensificação da criação de animais (o cão, os bovídeos, o porco, o carneiro, a cabra); a cerâmica; o ofício de tecer; a roda e as primeiras peças de metalurgia. Assim, a neolitização resultou em uma nova atitude do homem perante a natureza. Ele, ademais, transformou-se fisicamente para atingir as formas antropobiológicas atuais.

A evolução do homem⁵, no entanto, não terminou. Cientistas detectaram várias áreas do genoma humano que continuaram a mudar por seleção natural, nos últimos 10 mil anos. Algumas delas parecem óbvias, como a cor da pele. Mas o metabolismo também mudou para permitir a digestão de alimentos que, no passado, não conse-

guíamos digerir, como o leite. Pessoas que vivem em altitudes elevadas evoluíram para que pudessem lidar com a escassez de oxigênio. Os cientistas acreditam também que as doenças sejam um dos maiores gatilhos da evolução recente, o que pode resultar em algum tipo de imunidade genética por parte de alguns indivíduos. No que se refere a

altura e peso, a seleção natural parece estar reduzindo a altura e aumentando o peso.

No entanto, um grupo de pesquisadores liderados pelo economista e historiador norte-americano Robert William Fogel⁶, Prêmio Nobel de Economia de 1993, estudando as mudanças econômicas e sociais ao longo da História, enunciou uma nova teoria, segundo a qual a tecnologia tem acelerado a evolução humana de forma sem precedentes no último século. O livro publicado pela Cambridge University Press sob o título *The Changing Body: Health, Nutrition and Human Development in the Western World since 1700* (em português, *O Corpo em Mutação, Saúde, Nutrição e Desenvolvimento Humano no Mundo Ocidental desde 1700*) resume o trabalho de dezenas de pesquisa-

dores e, provavelmente, vai realimentar o debate sobre as teorias de Fogel, que alguns consideram como o mais significativo avanço evolutivo da humanidade.

Fogel e seus coautores Roderick Floud, Bernard Harris e Sok Chul Hong defendem que “na maior parte, se não em todo o mundo, o tamanho, a forma e a

**Essa evolução
tecnofisiológica,
impulsionada pelos
avanços na produção
de alimentos e na saúde
pública, ultrapassou tanto
a evolução tradicional que
é possível que as pessoas
de hoje sejam diferentes de
todas as gerações anteriores
do Homo Sapiens**

5 O processo da evolução humana é apoiado por uma grande complexidade de fenômenos, que vão além da teoria da seleção natural de Darwin, abarcando, em maior ou menor grau, os fenômenos da recapitulação, da fetalização, do retardamento, da pedomorfose, da evolução em mosaico, da evolução paralela, das seleções “k” (característica dos primatas) e “r” (das demais espécies animais), da heterocronia, da teoria do “equilíbrio pontual” de Gould etc. Ante a complexidade dos fenômenos que estão associados à evolução da vida, convém mencionar a tese de Gould quando afirma que a história da vida é não predizível, nem necessariamente progressiva, e que os seres vivos, inclusive o homem, surgiram de uma série de eventos contingentes e fortuitos. Gould foi talvez o mais importante paleontologista do século passado. Recebeu do Congresso dos EUA o título de “One of America’s living legends”.

6 Fogel, Robert William – Nova Iorque, 1926. Professor em Harvard (1975-1981) e depois na Universidade de Chicago. Recebeu, em 1993, com Douglas C. North, o Prêmio Nobel de Economia.

longevidade do corpo humano mudaram mais substancialmente e mais rapidamente ao longo dos últimos 300 anos do que nos vários milênios anteriores”. E destacam que essas alterações aconteceram num espaço de tempo que é “diminuto nos padrões da evolução darwiniana”.

O ritmo da mudança tecnológica e fisiológica do homem no século XX é impressionante, diz Fogel. Além disso, a sinergia entre as melhoras na tecnologia e na fisiologia é maior que a simples soma das duas. Essa evolução tecnofisiológica, impulsionada pelos avanços na produção de alimentos e na saúde pública, ultrapas-

sou tanto a evolução tradicional que é possível que as pessoas de hoje sejam diferentes de todas as gerações anteriores do Homo Sapiens. A evolução, portanto, não parou e nem vai parar; apenas vem sofrendo o grande efeito cultural e tecnológico da civilização de consumo, sob os mais variados aspectos, como é exemplo a própria sexualidade humana. Atualmente,

o sexo biológico, que define o macho e a fêmea de uma espécie, no gênero Homo, parece não ter mais o mesmo significado em face dos problemas psíquicos do indivíduo, que pode até alterá-lo mediante intervenção cirúrgica. Talvez seja possível que a sexualidade esteja se modificando (ou evoluindo) sob pressão intensiva de uma tecnologia e de uma propaganda midiática voltada para a erotização e erogenização da sociedade, para a otimização de todas as formas de orgasmo e pela utilização desenfreada do sexo em seus aspectos antinaturais. Casais

do mesmo sexo estão sendo admitidos, e a família humana tradicional, que se formou naturalmente há milhões de anos, está em acelerado processo de transformação (ou de extinção?).

O altruísmo humano. O nascimento da civilização; A base da moral

O homem já não se transforma fisicamente. Ao se desenvolver no plano social, criou uma ruptura com o processo anterior, no qual, por força de pressões ambientais, os animais se adaptavam mediante transformações físicas milenares. No homem,

o instinto animal evoluiu e aprofundou seu caráter social, impondo formas de cooperação, tornando-o um animal social, capaz de várias ações altruísticas. Aliás, o instinto social é característica de várias espécies, como as abelhas, as formigas e vários mamíferos superiores. Por meio dele, a reprodução do grupo entra em causa, condicionando as ações e escolhas individuais.

No homem, desde a divisão do trabalho entre macho e fêmea para cuidar da cria (longamente inabilitada para, sozinha, prover a vida) até o desenvolvimento das instituições sociais, como a ciência e a medicina, um novo percurso evolutivo se instaurou quando crianças, velhos e indivíduos menos aptos foram protegidos, em vez de eliminados. E o resultado desse longo processo é a civilização, na medida em que os padrões de comportamento encontram formas de se impor ao grupo e de se sobrepor aos do indivíduo. O nascimento

O nascimento da civilização sem ruptura com a dimensão biológica da vida certamente constituiu a base material e natural da moral.

No final do Neolítico, por volta de 3.300 anos a.C., o homem descobre a escrita. Começava a História

da civilização sem ruptura com a dimensão biológica da vida certamente constituiu a base material e natural da moral.

No final do Neolítico, por volta de 3.300 anos a.C., o homem descobre a escrita. Começava a História.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<PSICOSSOCIAL>; Antropologia; História Geral;

APÊNDICE I

A ORIGEM DA VIDA (A BIOGÊNESE)

*“Uma célula orgânica aparece
No infinito de tempo. E vibra e cresce,
E se desdobra, e estala num segundo.
Homem: eis o que somos no mundo!”*
Guilherme de Almeida (1890-1969)

Nas condições primitivas do planeta, sem o oxigênio atmosférico produzido pelas plantas, mas com a presença de metano e amoníaco, as substâncias químicas elementares que formariam as moléculas da vida, isto é, as moléculas de proteínas, apareceram espontaneamente. Essas condições foram repetidas em laboratório, obtendo-se a formação de moléculas de açúcares sob a ação dos raios ultravioleta provenientes do Sol; de aminoácidos (que são macromoléculas que constroem as proteínas) com descargas elétricas, como os raios que atingiram a Terra; e os ácidos graxos (que formam gorduras) com o calor, possivelmente das fontes termais dos fundos oceânicos.

Pode-se, então, imaginar os oceanos primitivos tornando-se uma “sopa” dessas moléculas; como não havia seres vivos para comê-las, nem oxigênio para decompô-las (pela oxidação – reação química frequentemente provocada pelo oxigênio), seu poder de concentração só poderia crescer. Porém, uma maior concentração dessas moléculas naturalmente aumentaria as probabilidades de encontro entre elas e de combinações em cadeia. A energia necessária a essas sínteses poderia ser atribuída às altas pressões existentes nos fundos marinhos. Assim, o problema da síntese das grandes moléculas apresenta dois aspectos interdependentes e mais complexos: o primeiro é o aparecimento, entre um infinito número de probabilidades, somente das moléculas que se conheciam e que podiam interagir; o segundo é o modo pelo qual essas moléculas deixavam de ser uma “sopa” e adquiriam individualidade celular – o que ocorreu quando, em sua integração, conseguiram se organizar em unidades metabólicas e autorreprodutoras. E, em processo de metabolismo primário, passaram a usar as outras como alimento, numa espécie de canibalismo.¹

Os primeiros seres vivos, monocelulares e muito simples, mal apareceram e já começaram a obter sua energia da ruptura das moléculas da “sopa”, à sua volta, o que deve ter ocorrido no momento em que foram capazes de absorver e expulsar substâncias, como em um protometabolismo; esgotadas estas, passaram a usar as dos outros seres vivos. E se nesta fase já não tivessem aparecido seres capazes de explorar a forma comum de energia da superfície do planeta, que é a luz solar, o período inicial de “canibalismo” poderia ter acabado com a vida, apenas iniciada. Assim, o primeiro problema – por que vingaram apenas certos tipos de macromoléculas, que são as moléculas que formam as proteínas – resolve-se no seguinte: porque apareceram os indivíduos que eliminaram aqueles incapazes de

¹ Isto nos leva à primeira constatação: os heterótrofos, os seres vivos que comem outros seres vivos (como os animais e os fungos), apareceram antes dos autótrofos – aqueles que sintetizam seu próprio alimento (como os vegetais que utilizam a luz e as bactérias que usam energia química dos componentes de enxofre e ferro, elementos existentes no núcleo terrestre).

formar sistemas autorreprodutores². Mas como apareceram as primeiras protocélulas, isto é, aquelas com as primeiras substâncias de macromoléculas não dissolvidas no ambiente, mas agrupadas numa unidade constante e autorreprodutora?

As moléculas orgânicas que se formaram, sob a influência da energia térmica, química ou mesmo solar, são insolúveis em água e, nela colocadas, ou decantam (não se misturam) ou formam coloides (microscópicas agregações de moléculas em gotículas suspensas, no meio líquido). Mas há um tipo especial de coloide orgânico, isto é, de partículas compostas de moléculas orgânicas que se reúnem – as micelas – rigidamente orientadas e isoladas do meio ambiente por uma película superficial de moléculas d'água, difícil de romper devido à afinidade elétrica com o meio. Esta é a aquisição de uma verdadeira “individualidade”: são os chamados coacervatos. Portanto, muitos desses tipos especiais de coloides orgânicos – os coacervatos – podem ter aparecido na “sopa” oceânica, em que, em um mesmo processo de seleção natural, só as gotas que fossem capazes de absorver outras ou “devorá-las” devem ter sobrevivido. Pode-se até imaginar uma dessas gotas de coacervato absorvendo substâncias da “sopa” exterior ou mesmo outras gotas, por coalescência – reunião de partículas de uma suspensão coloidal – englobando substâncias, ao mesmo tempo em que, dentro dela, outras substâncias se decompõem e são expelidas, como se fosse um modelo de fisiologia primária. Mas, além disso, para que a vida fosse considerada, seria necessário que, entre essas partículas que se alimentavam e cresciam, aparecessem aquelas capazes de se autorreproduzir, isto é, de partir-se em duas ou muitas partículas iguais, com todos os seus componentes. Essas ganharam a partida evolutiva, enquanto as outras iam se reproduzindo caoticamente e se extinguíam. E, nessa época, devia ter aparecido a fotossíntese, que possibilitou a oxigenação da atmosfera e dos oceanos e a criação, na estratosfera, da camada de ozônio.

A individualidade constituiu-se, portanto, formando-se películas organizadas em torno de grandes gotas de coloides orgânicos – os coacervatos. Entretanto, para que a individualidade se mantivesse e a estrutura não fosse decomposta, foi necessário, de um lado, romper moléculas e, de outro, fabricar novas moléculas iguais. Para isso, apareceu a “memória química”, o livro que, dentro das células, tem escrito o que deve ser feito para a reprodução de seres iguais. Este órgão químico é representado pelas moléculas de ADN (ácido desoxirribonucleico), que deve ter se formado bem cedo na função de “memória da espécie”.³

A vida⁴ não é algo fácil de se definir. Uma de suas características gerais reside na composição química de todos os seres vivos: macromoléculas de compostos de carbono e moléculas como proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos ou lipídios, que consistem em inúmeros átomos em diversas combinações. Como regra geral, essas moléculas orgânicas

2 É oportuno observar que, desde o seu começo molecular, a história da vida é a história da seleção natural, até que o homem pôde aboli-la dentro da sua própria espécie, com o uso de sua inteligência.

3 O ADN (DNA, na sigla em inglês) teve um precursor mais simples: o ARN – ácido ribonucleico – (RNA, na sigla em inglês), que é uma molécula que se autorrefaz naturalmente e que pode ter se formado espontaneamente a partir de seus próprios componentes, incluindo o ácido fosfórico e a ribose (um açúcar). O modo exato como o ARN e outras substâncias se reuniram para criar os precursores das células vivas continua a ser um mistério (certamente, é a partícula de Deus da biologia).

4 Qualquer ser vivo deve poder: metabolizar (realizar processos químicos que envolvam produção de energia e eliminação de resíduos); crescer e se desenvolver; responder a estímulos, como luz ou calor; reproduzir-se; possuir membranas celulares (para isolá-las do ambiente e permitir o fluxo seletivo de substâncias para dentro e fora da célula); ter a habilidade de aproveitar ou produzir energia; e possuir material genético para permitir sua reprodução.

podem ser divididas em moléculas funcionais, que executam funções vitais, e moléculas de informação (ADN), que carregam o código genético. É muito provável que o passo decisivo em direção ao desenvolvimento da vida resulte na interação bem-sucedida desses dois tipos de moléculas. A cooperação de blocos de vida em unidades cada vez maiores e mais complexas, como a organização celular dos seres vivos, representa, talvez, a característica mais significativa da vida.

E tudo isso começou há cerca de 3,8 bilhões de anos, na “sopa” dos oceanos primitivos.

APÊNDICE II

A ANTROPOLOGIA MOLECULAR**INTRODUÇÃO**

Aproximadamente a partir dos anos 70 do século passado, um outro grupo de cientistas tem procurado estudar também a origem do homem e sua evolução, não por meio dos fósseis, mas por meio das moléculas dos organismos vivos, as quais, segundo eles, também oferecem indícios bastante confiáveis sobre o passado do homem. Assim, duas revisões significativas na história da evolução humana resultaram dos trabalhos desses cientistas. A primeira afirmava que a linha dos ancestrais do homem podia ter aparecido bem mais cedo do que se pensava, isto é, os hominídeos teriam surgido apenas há 4,5 ou 5 milhões de anos e não há 15 ou 20 milhões de anos como, geralmente, afirmavam os paleontólogos. A segunda observava que o homem estaria muito mais próximo no seu relacionamento com os chimpanzés e gorilas: não seria um primo desses primatas, mas tão-somente um irmão.

A HIBRIDAÇÃO: AS EXPERIÊNCIAS COM O ADN

Essas conclusões foram obtidas por intermédio da engenharia genética e da bioquímica, que, além de fornecerem os recursos para tornar possível a leitura do código do ADN, (DNA, na sigla em inglês) também permitiram aos cientistas efetuar amplas comparações indiretas do ADN de espécies diferentes. Num processamento conhecido como “hibridação”, os cientistas usaram processos químicos para separar as fibras do ADN de espécies diferentes e, então, compará-las. Assim, foi possível verificar quão semelhante era o ADN dessas espécies e, portanto, quão próximo o seu relacionamento.

Entretanto, muito antes que a hibridação fosse possível, o bioquímico Allan C. Wilson e o antropólogo Vincent M. Sarich, ambos da Universidade da Califórnia, em Berkley, haviam começado a realizar estudos comparando homens, chimpanzés e gorilas. Depois de dez anos de trabalho com uma variedade de proteína, cada uma codificada por uma extensão do ADN, em meados da década de 70 do século passado, descobriram que, no nível mais fundamental, as três espécies se diferenciavam, cada uma das outras duas, por um ou dois por cento.

A COMPARAÇÃO MOLECULAR: AS ALBUMINAS

As experiências com o ADN não foram as primeiras indicações dos laços surpreendentemente estreitos entre o homem e os primatas.

Em 1964, antes que os cientistas tivessem a capacidade de ler ou comparar ADN, Sarich havia começado a comparar espécies animais ao nível molecular de uma maneira diferente: estudando as proteínas sanguíneas, tais como a albumina, que são produzidas pelo sangue, de acordo com instruções transmitidas pelo ADN. Sarich usou seu próprio sangue como fonte de albumina humana e comparou-a com as albuminas de várias espécies animais, inclusive a de todos os primatas. Quando as albuminas eram injetadas numa espécie diferente e entravam em contato com o sistema imunológico do animal, elas estimulavam

a produção de anticorpos, que seriam específicos para o antígeno especial (albumina) que os desencadeavam. E a força da reação formada entre o antígeno e o anticorpo seria uma indicação ou uma medida de quão semelhantes ou diferentes seriam as albuminas.

O ÍNDICE DE DISSIMILARIDADE

Comparando pares de espécies, Sarich obteve um valor chamado de “índice de dissimilaridade” (ou i.d.), que indicaria a distância entre duas espécies. Por definição, dois membros da mesma espécie, dois seres humanos ou dois chimpanzés, teriam um i.d. igual a 1, nessa escala. Isso significaria que suas albuminas seriam idênticas.

Em seus primeiros testes, Sarich e Wilson descobriram que a distância entre uma albumina humana e a de uma vaca era de 20 unidades. Entre o homem e o macaco rhesus, o i.d. era de apenas 2,38. E entre um homem e um chimpanzé a discrepância baixava para 1,17. No final, os resultados detalhados das experiências com as albuminas viriam contradizer o grande quadro das origens do homem, organizado pelos modernos paleontólogos, que agrupavam juntos todos os primatas e conservavam o homem num ramo separado da árvore evolutiva. A prova molecular, ao contrário, colocava o homem firmemente no mesmo ramo que o chimpanzé e o gorila, mas separado dos primatas da Ásia. O i.d. entre os homens e os gibões do sudeste asiático, por exemplo, era significativamente maior que o i.d. entre o homem e o chimpanzé, que é encontrado apenas na África. A distância entre o homem e o chimpanzé ou o gorila era exatamente a mesma que entre o chimpanzé e o gorila.

A ESCALA TEMPORAL DA EVOLUÇÃO – O RELÓGIO MOLECULAR

A outra revisão ocorreria quando Sarich e Wilson transportaram essas “distâncias” bioquímicas entre espécies para uma escala temporal da evolução e encontraram uma diferença acentuada entre o tempo estimado pelos paleontólogos, por meio do registro dos fósseis, e aquele indicado pela antropologia molecular.

O princípio que usavam era relativamente simples: todas as espécies acumulariam as mudanças (mutações) em seu ADN, que é a forma atual de qualquer animal. Assim, as diferenças entre o ADN de duas espécies quaisquer poderiam indicar por quanto tempo essas espécies teriam se afastado no seu caminho evolutivo. Mas essas diferenças no ADN apareceriam também como pequenas alterações no tipo de albumina produzida no sangue, as quais iriam se acumulando com o passar do tempo, de acordo com novas mudanças que poderiam ocorrer no ADN das espécies. E, ainda, essas alterações na albumina poderiam revelar o quanto nitidamente essas espécies estariam relacionadas entre si.

Sarich e Wilson, juntamente com outros antropólogos, verificaram que as mudanças ocorridas na albumina e acumuladas com o passar do tempo poderiam servir como um “relógio molecular” confiável. Mas, para calcular a data de separação das espécies por meio do relógio molecular, os cientistas precisavam de uma referência. Eles usaram, então, as datas dos fósseis indicadas pelos paleontólogos e mostraram que a relação entre o i.d. e o tempo não era linear, mas seguia uma equação simples. Colocando, então, a distância entre o homem e o chimpanzé, ou seja, 1,17 unidades, nessa equação, eles chegaram a uma data de 5 milhões de anos atrás como sendo a data em que o homem teria se separado dos primatas.

Por mais de 15 anos eles têm aperfeiçoado suas técnicas, examinando outras espécies e moléculas diferentes. E todos os seus testes levaram à mesma conclusão sobre a origem humana: um corte triplo ocorreu entre o homem, o chimpanzé e o gorila há mais de 5 milhões de anos, produzindo uma diferença de cerca de 1% na sua estrutura molecular de hoje.

A BRAQUIAÇÃO DO HOMEM

Por outro lado, o professor de Paleontologia Antropológica Sherwood L. Washburn, também da Universidade da Califórnia, afirmou que, embora pareçamos diferentes dos peludos primatas, compartilhamos com eles uma anatomia notavelmente especializada, uma estrutura corporal talhada para a braquiação, isto é, para a vida arborícola. E o homem, mesmo tendo deixado, há milhões de anos, a vida arborícola, continuou, como os primatas, sendo um braquiador. Segundo Washburn, essa descendência da linha de braquiação torna o homem muito mais próximo dos primatas do que se havia imaginado.

NOVOS TRABALHOS DE HIBRIDAÇÃO

David Pilbeam, um paleontólogo da Universidade de Yale, anteriormente um opositor da teoria do relógio molecular, agora considera que a hibridação (ou hibridização) do ADN representaria o melhor meio molecular para se calcular o tempo de ruptura das espécies. Ele se referiu aos novos trabalhos de hibridação dos biólogos Charles Sibley e John Ahlquist, da Universidade de Yale, para dar seu apoio a um novo conjunto de marcação do tempo. As comparações do ADN processadas por Sibley e Ahlquist indicaram que o gorila separou-se mais ou menos há cerca de 10 milhões de anos, enquanto que o chimpanzé e o homem divergiram há cerca de 7 milhões de anos.¹

PALAVRAS FINAIS

Ainda não se pode dizer que os cálculos de Sibley e Ahlquist tenham sido mais corretos do que os de Sarich e Wilson. Mas é possível que as datas dos fósseis e as datas moleculares comecem a reduzir as suas diferenças. Aliás, essas diferenças e as discussões científicas são até normais, e mesmo bem-vindas, à medida que se esboçam novas versões e ideias para a história da origem do homem, procurando estabelecer o ponto de equilíbrio ou de concordância entre as conclusões dos paleontólogos que, pesquisando o passado, abrem caminho para o presente e a dos antropólogos moleculares que estudam o presente para melhor conhecer o caminho do passado.

Também não sabemos quais são as partes do nosso ADN responsáveis pelas diferenças funcionais significativas entre os humanos e os chimpanzés. Porém, certamente, tais partes devem estar circunscritas a uma fração ainda não identificada dos 1,6% que nos diferencia daqueles símios e que, provavelmente, deve ser a responsável pela postura ereta, o cérebro grande, a capacidade da fala (dependente de diferenças dos genes que especificam

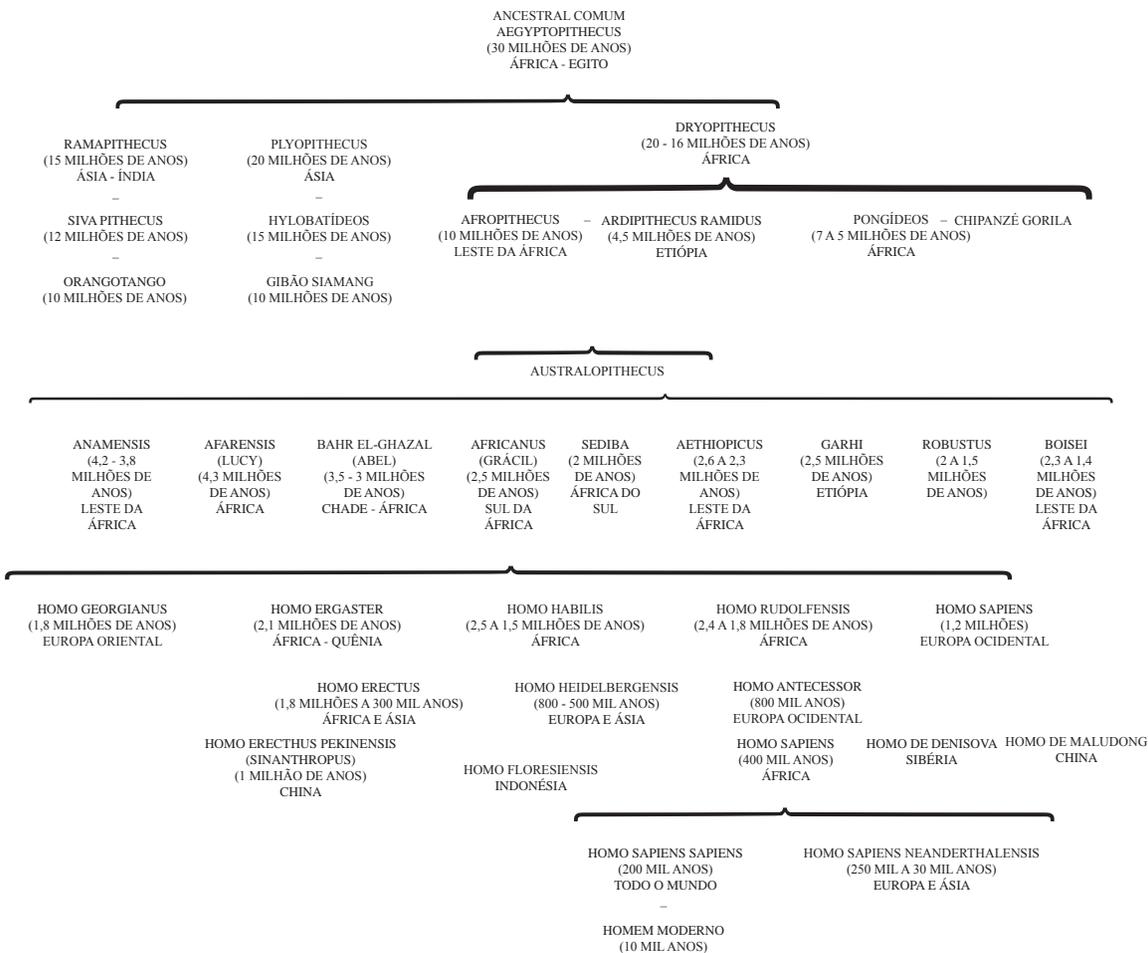
¹ David Pilbeam sugere que o orangotango tenha se separado primeiro, há cerca de 16 milhões de anos. Entretanto, após o sequenciamento do seu genoma, supõe-se que homens e orangotangos tenham se separado, no máximo, há 9 milhões de anos.

a anatomia das cordas vocais e das conexões cerebrais), o escasso pelo corporal e a vida sexual peculiar.

Os trabalhos de Sibley e Ahlquist podem até levar os taxonomistas a rever a classificação dos chimpanzés comuns e dos pigmeus, em face da proximidade genética desses símios com os humanos. Assim, os humanos não constituiriam uma família distinta, nem um gênero diferente, mas pertenceriam ao mesmo gênero dos chimpanzés comuns e dos pigmeus. Existiriam, portanto, três espécies do gênero *Homo*: o chimpanzé comum, *Homo Troglodytes*; o chimpanzé pigmeu, *Homo Paniscus*; e o terceiro chimpanzé, humano, *Homo Sapiens*. Como o gorila é só ligeiramente diferente, ele poderia ser considerado uma quarta espécie, o *Homo Gorilla* (Jared Diamond. *O terceiro chimpanzé*. 2010)

APÊNDICE III

QUADRO DOS ANTEPASSADOS DO HOMEM



Classificação: Reino – animal; Filo – cordados; Sub-filo – vertebrados; Super-classe – tetrápodes; Classe – mamíferos; Ordem – primatas; Super-família – hominóides; Família – hominídeos; Gênero – homo; Espécie – sapiens sapiens.

GLOSSÁRIO

- ADN** – Abreviação de **Ácido Desoxirribo Nucléico (DNA, na sigla em inglês)**. Substância contida no núcleo das células com as informações genéticas que definem as características de cada pessoa e a maneira como as células funcionam em cada indivíduo.
- Autótrofos** – Diz-se dos organismos vegetais que são capazes de elaborar seus próprios alimentos orgânicos, a partir de substâncias minerais.
- Bactéria** – Nome dado aos seres unicelulares pertencentes à classe dos esquizomicetos, de estrutura muito simples e núcleo difuso, que se reproduzem por cissiparidade. As bactérias têm importante papel na natureza, não só pela variedade de espécies como também pela reprodução rápida e diversidade de fenômenos em que tomam parte. Devido à sua rápida multiplicação e ação bioquímica, as bactérias constituem um grupo de importância capital para o equilíbrio na natureza. São células procariotas (anucleadas) que se distinguem dos vírus por conterem, como as células eucariotas (nucleadas), os ácidos dextrorribonucleico e ribonucleico, assim como pelo fato de poderem reproduzir-se independentemente do organismo que parasitam. As bactérias formam um ramo do reino vegetal, segundo alguns autores, e do reino animal, segundo outros.
- Braquiiação** – Modo de locomoção de certos macacos arborícolas de braços compridos, que seguram um galho, balançando o corpo e um dos braços, para alcançar outro galho com o outro braço.
- Célula** – Unidade morfológica e fisiológica dos seres vivos. Todos os seres vivos, com exceção dos vírus, são constituídos por uma ou várias células. Os organismos constituídos por uma única célula são denominados organismos unicelulares. Os constituídos por mais de uma célula são denominados organismos pluricelulares, formados por numerosos tipos de células diferentes. Variáveis na dimensão e na forma, as células têm todas a mesma estrutura. Limitadas por uma membrana, apresentam duas partes: o citoplasma e o núcleo. É no núcleo que se encontra o ADN, responsável pela transmissão dos caracteres hereditários (as hemácias são células que não possuem núcleo).
- Cissiparidade** – Modalidade de reprodução vegetativa dos seres unicelulares em que ocorre a divisão direta das células; esquizogênese; fissiparidade.
- Coacervato** – Fase da coarcevação – fenômeno de separação, em duas fases, de certas soluções macromoleculares – que contém as macromoléculas com os graus de polimerização mais elevados.
- Coloide** – Sistema no qual partículas se encontram suspensas num fluido.
- Dimorfismo** – Conjunto de diferenças entre macho e fêmea de uma mesma espécie.
- Evolução em mosaico** – Diz-se da evolução que não afeta igualmente todas as partes do corpo, como a neotenia.
- Evolução paralela** – Diz-se da evolução de características similares, que ocorre em espécies separadas, submetidas a pressões distintas, mas semelhantes.
- Filogenia** – Evolução das espécies segundo a doutrina do transformismo. Estudo científico dessa evolução.
- Fotossíntese** – Nas plantas verdes, em presença da luz, reação bioquímica que, a partir das moléculas minerais simples (CO_2 , H_2O etc.), produz moléculas orgânicas glucídicas de pouca massa molar. Algumas dessas moléculas são polimerizadas em glucídios de massa molar elevada (amido); outras se transformam em lipídios; e outras, enfim, unem-se a moléculas azotadas. O fenômeno é caracterizado pela absorção de carbono e liberação de oxigênio.
- Gene** – Segmento do ADN responsável pela síntese de uma proteína, enzimática ou não, e, por consequência, de um caráter hereditário. Unidade genética que condiciona a transmissão e a manifestação de caracteres hereditários.
- Hominídeos** – Família de mamíferos primatas antropomorfos, da superfamília dos hominídeos, formada pelo homem atual e pelas espécies fósseis mais próximas, consideradas como ancestrais da espécie humana.
- Hominídeos** – Superfamília de primatas superiores desprovidos de caudas e de bolsas faciais.

- Instinto** – Conjunto de comportamentos animais ou humanos característicos da espécie, transmitidos por via genética e que se exprime na ausência de aprendizagem.
- Molécula** – Partícula formada de átomos que representa, para um corpo ou substância pura constituída por ela, a menor porção de matéria que pode existir no estado livre.
- Sinergia** – Associação de vários órgãos no cumprimento de determinada função fisiológica. Ação simultânea. Associação de vários fatores que, contribuindo para uma ação ordenada, aumentam sua eficiência.
- Vírus** – Microorganismo invisível ao microscópio comum e agente de várias infecções nos homens, animais e vegetais. Os vírus se desenvolvem unicamente no interior das células vivas. A prova de sua existência foi observada em 1898, com os trabalhos de Löffler e Paul Frosch (1860-1928) sobre a febre aftosa. Considerados os mais simples dos seres vivos, os vírus são compostos por uma só cadeia de ácido nucleico, que tanto pode ser ADN (DNA) como ARN, envolvida por uma espécie de casca (cápsula) proteica, proveniente das células parasitadas pelos vírus. Assim, o vírus só pode viver parasitando uma célula, que se torna a sua hospedeira.

BIBLIOGRAFIA

- Andrade, L.A.B., Silva, E.P. e Passos, E. “O que é ser humano?”. *Ciências e Cognição*. Ano 4, vol. 12 (www.cienciasecognicao.org)
- Bakker, Mucio P. R. de. “A evolução cultural do homem”. *Revista Marítima Brasileira*, v. 132, n. 04/06, abr./jun. 2012.
- Capovale, E.; Cardoso, J.L.; Rodrigues J.A.; Carvalho M.M. e Schaedler, N.A. *A neotonia na evolução humana*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Ciência Ilustrada. A história dos três reinos da natureza, vol. III. Abril Cultural, 1969.
- Darwin, Charles. *A origem das espécies*. Editora Universidade de Brasília, 1982.
- Diamond, Jared. *O terceiro chimpanzé*. Editora Record, Rio de Janeiro – São Paulo, 2010.
- Giron, François. “O homem: busca nas profundezas do tempo”, *Cultura, O Estado de S. Paulo*, 9/1/1983.
- Gibbrin, J. e Cherps, J. “A controvérsia sobre os antepassados do homem”, *Cultura, O Estado de S. Paulo*, 9/1/1983.
- Howell, F. Clark. *O homem pré-histórico*. Biblioteca da Natureza Life, Livraria José Olympio Editora, Rio de Janeiro, 1969.
- Lapouge, Gilles. “Do primata ao Homo Sapiens”, *Cultura, O Estado de S. Paulo*, 9/1/1983.
- Leakey, Richard E. e Lewin, Roger. *Origens*. Editora Universidade de Brasília, 1980.
- Leakey, Richard E. *A revolução da humanidade*. Editora Universidade de Brasília. 1981.
- Larrousse Cultural Grande Enciclopédia. Nova Cultural Ltda., 1998.
- Neves, Walter Alves e Piló, Luiz Beethoven. *O povo de Luzia*. Editora Globo, 2008.
- Rodrigues da Costa e Barduzzi, Otávio. “Solidariedade é uma consequência bípede” (www.ite.com.br/apostilas/nipecc/artigosolid.doc).
- Seleções Enciclopédia. Os antepassados do homem, 2004.
- Seleções. Mistérios do Passado, 2003.
- Seleções. A história completa do mundo. As origens do homem, 2009.
- Tudge, Colin. *O Elo*. Rio de Janeiro, Agir, 2010.