

O nicho cognitivo: coevolução de inteligência, sociabilidade e linguagem¹

Steven Pinker

Harvard University, Cambridge



RESUMO – Embora Darwin tenha insistido que a inteligência humana pudesse ser inteiramente explicada pela teoria da evolução, o co-descobridor da seleção natural, Alfred Russel Wallace, afirmou que a inteligência abstrata era de nenhuma serventia para os ancestrais humanos e só poderia ser explicada pelo design inteligente.² O aparente paradoxo de Wallace pode ser solucionado através de duas hipóteses sobre a cognição humana. A primeira é de que a inteligência humana seja uma adaptação a um conhecimento de uso, a um estilo de vida socialmente interdependente – o “nicho cognitivo”. Isto compreende a habilidade de fazer triunfar as defesas evolutivas fixas de plantas e animais pelo uso do raciocínio, incluindo armas, armadilhas, planos de movimentos coordenados e desintoxicação de plantas. Tal raciocínio explora as teorias intuitivas sobre os diferentes aspectos do mundo, como objetos, forças, trajetórias, lugares, estados, substâncias e crenças e desejos de outras pessoas. A teoria esclarece traços zoológicamente³ incomuns no *Homo sapiens*, incluindo nosso complexo kit de ferramentas, a grande variedade de habitat e dietas, as prolongadas infâncias e vidas longas, a hipersociabilidade, o complexo ritual de acasalamento, a divisão em culturas e a linguagem (que multiplica o benefício do conhecimento, pois o know-how tem utilidade não somente prática, mas também como um bom intercâmbio com os outros, aumentando a evolução da cooperação). A segunda hipótese é de que os humanos possuem uma habilidade de *abstração metafórica* que os permite agregar faculdades que evoluíram originalmente para a resolução de problemas físicos e de coordenação social, aplicá-las a questões abstratas e combiná-las produtivamente. Essas faculdades podem ajudar a esclarecer o surgimento da cognição abstrata sem forças evolucionárias sobrenaturais e estranhas e que são, em princípio, testáveis através da análise estatística dos indícios de seleção no genoma humano.

Palavras-chave: Cognição; Evolução humana; Metáfora

ABSTRACT – Although Darwin insisted that human intelligence could be fully explained by the theory of evolution, the codiscoverer of natural selection, Alfred Russel Wallace, claimed that abstract intelligence was of no use to ancestral humans and could only be explained by intelligent design. Wallace’s apparent paradox can be dissolved with two hypotheses about human cognition. One is that intelligence is an adaptation to a knowledge-using, socially interdependent lifestyle, the “cognitive niche”. This embraces the ability to overcome the evolutionary fixed defenses of plants and animals by applications of reasoning, including weapons, traps, coordinated driving of game, and detoxification of plants. Such reasoning exploits intuitive theories about different aspects of the world, such as objects, forces, paths, places, states, substances, and other people’s beliefs and desires. The theory explains many zoologically unusual traits in *Homo sapiens*, including our complex toolkit, wide range of habitats and diets, extended childhoods and long lives, hypersociality, complex mating, division into cultures, and language (which multiplies the benefit of knowledge because know-how is useful not only for its practical benefits but as a trade good with others, enhancing the evolution of cooperation). The second hypothesis is that humans possess an ability of metaphorical abstraction, which allows them to coopt faculties that originally evolved for physical problem-solving and social coordination, apply them to abstract subject matter, and combine them productively. These abilities can help explain the emergence of abstract cognition without supernatural or exotic evolutionary forces and are in principle testable by analyses of statistical signs of selection in the human genome.

Keywords: Cognition; Human evolution; Metaphor

¹ Traduzido por Aline Conceição Job da Silva, Fernanda de Marchi e Karine Monteiro de Souza. Supervisão de Tradução: Dr. Adriana Angelim Rossa. Artigo originalmente publicado no Proceedings of the National Academy of Sciences em 2010 com o título: *The cognitive niche: Coevolution of intelligence, sociality, and language*.

² N. do T.: A teoria do design inteligente sustenta que certas características do universo e dos seres vivos são mais bem explicadas por uma causa inteligente, e não um processo não direcionado como a seleção natural. (Fonte: Discovery Institute <<http://www.discovery.org/csc/topQuestions.php#questionsAboutIntelligentDesign>>).

³ N. do T.: Zoológicamente refere-se aquilo que está relacionado ou o que afeta aos animais inferiores, normalmente não se considerando os seres humanos. (Fonte: <www.merriam-webster.com/dictionary/zoologically>).

O bicentenário do nascimento de Darwin e o sesquicentenário da publicação de *A origem das espécies* chamaram a atenção do mundo para o empolgante campo da teoria da seleção natural e para a não menos importante aplicação dela para a mente humana. “A psicologia será baseada num novo fundamento”, escreveu notoriamente Darwin no final de *A origem*, “baseado na necessária aquisição de cada poder e capacidade mental via gradação. Uma luz será lançada sobre a origem do homem e sua história”.

Muito menos atenção tem sido dada ao codescobridor da seleção natural, Alfred Russel Wallace, apesar de sua prodigiosa genialidade científica, e é muito pouco provável que o bicentenário de seu nascimento em 1823 vá gerar a mesma comoção. Uma das razões vem a ser o fato de que Wallace deixou de ser menos profético sobre o poder da seleção natural como uma explicação da complexidade adaptativa no mundo vivo. Mais especificamente, Wallace, de modo notório, alegou que a teoria da evolução por seleção natural era inadequada para explicar a inteligência humana:

Nossa lei, governo e ciência exigem continuamente que analisemos fenômenos complexos até alcançarmos o resultado esperado. Até os nossos jogos, como o xadrez, nos obrigam a exercitar essas habilidades em um nível elevado... Um cérebro ligeiramente maior do que o de um gorila teria sido completamente suficiente para seu limitado desenvolvimento mental; portanto, devemos admitir que o cérebro grande que o gorila realmente possui jamais poderia ter se desenvolvido unicamente a partir de uma daquelas leis da evolução, cuja essência é levar a um grau de desenvolvimento exatamente proporcional às necessidades de cada espécie, nunca além delas⁴...

A Seleção Natural conseguiu apenas dotar o homem selvagem com um cérebro um pouco maior do que o de um primata, enquanto na realidade ele possui um cérebro bem inferior ao de um filósofo⁵ (1, p. 340, 343).

O resultado, afirmou Wallace, foi de que “uma inteligência superior guiou o desenvolvimento do homem para um direção precisa e para um propósito especial (1, p. 359).”

⁴ Our law, our government, and our science continually require us to reason through a variety of complicated phenomena to the expected result. Even our games, such as chess, compel us to exercise all these faculties in a remarkable degree. ... A brain slightly larger than that of the gorilla would ... fully have sufficed for the limited mental development of the savage; and we must therefore admit that the large brain he actually possesses could never have been solely developed by any of those laws of evolution, whose essence is, that they lead to a degree of organization exactly proportionate to the wants of each species, never beyond those wants. ...

⁵ Natural selection could only have endowed savage man with a brain a few degrees superior to that of an ape, whereas he actually possesses one very little inferior to that of a philosopher. (1, p. 340, 343).

Poucos cientistas atualmente aceitam o criacionismo, a teleologia ou o espiritualismo de Wallace. Não obstante, é apropriado levar em consideração o importante enigma levantado por ele; a saber, por que os humanos têm a habilidade de buscar feitos intelectuais abstratos, como ciência, matemática, filosofia e lei, considerando que as oportunidades para exercitar tais talentos não existiam no estilo de vida de coleta através do qual os humanos evoluíram e não teriam garantido a eles vantagens de sobrevivência e de reprodução mesmo que eles pudessem?

Eu sugiro que o enigma possa ser solucionado com duas hipóteses. A primeira é de que os humanos evoluíram para preencher o “nicho cognitivo”, um modo de sobrevivência caracterizado pela manipulação do ambiente através do raciocínio causal e da cooperação social. A segunda é de que as faculdades psicológicas que evoluíram para prosperar no nicho cognitivo podem ser agregadas a domínios abstratos por processos de abstração metafórica e combinação produtiva, ambas vividamente manifestadas na linguagem humana.

O nicho cognitivo

O termo nicho cognitivo foi proposto por Tooby and DeVore (2) para explicar a constelação de traços zoológicamente incomuns do *Homo Sapiens* moderno sem recorrer a mecanismos evolutivos incomuns.

A proposta dos autores começa com uma generalidade biológica de que os organismos evoluem a custas de outros organismos. Com a exceção das frutas, praticamente todo animal encontra sua fonte de alimento em uma parte integrante de algum outro organismo, que é rapidamente incorporado por este animal. Como consequência, os organismos desenvolvem defesas que os protegem de serem devorados. Animais desenvolvem velocidade, camuflagem, couraça e manobras defensivas. Plantas, por outro lado, não podem se defender apenas com o comportamento, assim elas recorrem à guerra química e desenvolvem uma farmacopeia de venenos, agentes irritantes, substâncias amargas e para dissuadir os herbívoros que desejam devorá-las. Como resposta, os devoradores produzem, para penetrar essas defesas, armas ofensivas, couraças e velocidade ainda mais desenvolvidas, e órgãos como o fígado que servem para desintoxicar de venenos. Tudo isso seleciona para uma melhor defesa, para um melhor ataque, assim por diante, em uma corrida armamentista coevolutiva, sobrepondo várias gerações de seleção natural.

Tobby and DeVore (2) sugerem que os humanos exploram um nicho cognitivo dos ecossistemas mundiais. Em biologia, um “nicho” é, às vezes, definido como “o papel que um organismo ocupa em um ecossistema”. O nicho cognitivo é uma extensão ampla deste conceito,

tendo como base a idéia de que em qualquer ecossistema existe a possibilidade de um organismo ultrapassar uma defesa fixa de um outro organismo pelo raciocínio de causa e efeito e ação cooperativa – implantar informação e inferência, ao invés de traços particulares de física e química, para extrair recursos de outros organismo em oposição a adaptações para proteger os recursos adquiridos. Essas inferências se exaurem internamente em modelos mentais do mundo governados por concepções intuitivas de física, de biologia e de psicologia, incluindo a psicologia animal. Isso permite aos humanos inventar ferramentas, armadilhas e armas, extrair venenos e drogas de outros animais e plantas, e envolver-se em ação coordenada, como por exemplo, mover-se em diferentes direções em um campo para direcionar e concentrar o jogo, de fato funcionando como um enorme super organismo. Esses estratégias cognitivas são planejados em movimento, em combinações sem fim adequadas à ecologia local. Eles surgem através de planos mentais e são implementados, testados e aperfeiçoados pelas experiências ao longo do tempo de vida dos indivíduos, ao invés de surgirem através de mutações randômicas e de serem armazenados por gerações em decorrência de vagarosos processos de sobrevivência e reprodução diferenciadas. Devido ao fato de que os humanos produzem ações ofensivas em tempo real, o que outros organismos só podem produzir ao longo de anos de evolução, os seres humanos apresentam uma imensa vantagem na corrida armamentista evolutiva. Mesmo antes das atuais extinções antropogênicas em massa, acredita-se que os homens pré-históricos causaram extinções significantes de grandes extensões de fauna sempre que primeiro entraram em um ecossistema.

A teoria do nicho cognitivo ajuda a esclarecer muitos traços zoológicamente incomuns do *Homo sapiens*: características que são universais em todas as culturas humanas (3), mas que são igualmente únicas e hiperdesenvolvidas (especialmente em combinação) em relação ao resto do reino animal. Três dessas características fazem com que a nossa espécie se sobressaia.

Know-How tecnológico

Os seres humanos usam e dependem de muitos tipos de ferramentas, os quais envolvem múltiplas partes e complicados métodos de fabricação. As ferramentas são implementadas em sequências estendidas de comportamento e são adquiridas por descobertas individuais e pelo aprendizado com os outros. Elas são empregadas para capturar e matar animais, para processar comida (incluindo cozinhar, fermentar, embeber, descascar e esmagar para remover toxinas e aumentar a eficácia dos nutrientes) e gerar e administrar medicamentos (4,5). Este raciocínio é amparado pelas

“teorias intuitivas” – compreensão popular de física (em particular, objetos, substâncias e as forças que impingem sobre elas), geometria (lugares, caminhos e direções), biologia (essências que dão aos organismos as suas formas e impulsionam seu crescimento, movimento e processos fisiológicos) e psicologia (interna, desejos e crenças imateriais).

Cooperação entre não aparentados

Os humanos cooperam com outros humanos: eles barganham bens, favores, conhecimento, e lealdade, e agem cooperativamente na criação dos filhos, na colheita, na caça, e na defesa. Esta cooperação, assim, estende-se a outros humanos não relacionados a eles, em trocas de parcerias, coligações e relações comerciais, e, assim sendo, deve ser explicada não por parentesco, mas por mutualismo ou reciprocidade (11).

A evolução da cooperação por altruísmo recíproco⁶ requer um número de adaptações cognitivas, as quais parecem ser bem desenvolvidas em seres humanos (11). Elas incluem reconhecimento de indivíduos (12); memória episódica para suas ações (13); habilidade de classificar essas ações caso violem o contrato de reciprocidade (14, 15); série de emoções morais tais como simpatia, gratidão, raiva, culpa e confiança, a qual incita um indivíduo a dar início a cooperação, recompensa os participantes da reciprocidade e pune os trapaceiros (11, 16); e motivação para determinar a competência, a integridade e a generosidade dos outros (através da fofoca e de outras formas de diligência adequada) e para tornar mais polida a reputação de alguém por meio desses traços (17, 18).

Devido ao fato de os humanos cooperarem através de pelo menos três diferentes tipos de relações, governadas por regras incompatíveis para a distribuição dos recursos – altruísmo recíproco, compartilhamento mútuo, e deferência a indivíduos dominantes – um dupla de humanos pode variar dinamicamente os tipos de relacionamento de acordo com a história, o parentesco, o apoio social, os recursos em risco e o contexto (19). As demandas desta negociação justificam-se por muitos dos aspectos complexos da vida social humana, tais como boas maneiras, hipocrisia, ritual e tabu (20, 21).

A linguagem gramatical

Apesar de vários animais comunicarem-se, os humanos parecem ser únicos no uso de um sistema com-

⁶ N. do T.: Altruísmo Recíproco é umas das teorias da sociobiologia. Ela se baseia nos conceitos de economia e matemática como a teoria dos jogos, em que participantes de uma relação podem obter vantagens mútuas se cooperarem. Fonte: Wikipedia <http://pt.wikipedia.org/wiki/Altru%C3%ADsmo_rec%C3%ADproco>.

binatório infinito, a linguagem gramatical. Na linguagem gramatical, sinais (palavras) são arbitrariamente combinados com conceitos e podem ser dispostos em configurações hierárquicas originais (frases imbuídas em frases) de tal maneira que o significado da sequência pode ser calculado do significado dos símbolos individuais e da maneira que eles são dispostos (22-24). Os significados semânticos dos símbolos (substantivos, verbos, preposições, marcadores de tempo e assim por diante) são relacionados às categorias cognitivas básicas que definem teorias intuitivas: objetos, substâncias, movimentos, causa, ação, espaço, tempo (9, 25). Os arranjos sintáticos servem para expressar relações entre estes conceitos tais como quem fez o quê para quem, o que está aonde e o que é verdade sobre o quê (9). Embora todas as línguas possam ser aprendidas, humanos têm habilidade de inventar, reunir e aprender novas palavras e regras e, desta maneira, não são dependentes de outras espécies como professores (como no caso de macacos), ou mesmo em uma comunidade linguística de longa duração, para desenvolver e usar a linguagem (26).

A linguagem gramatical tem vantagens óbvias na transmissão de informações. Uma vez que permite que mensagens sejam compostas de elementos ao invés de serem traçadas por um repertório infinito, a linguagem gramatical confere a habilidade de expressar um número ilimitado de mensagens originais (27, 28). Jornalistas dizem que quando um cachorro morde um homem, isto não é novidade, mas quando um homem morde um animal, isto é novidade: o poder da gramática é que nos permite expressar novidades, dispondo palavras familiares em combinações originais. Como outros sistemas combinatórios digitais em biologia (RNA, DNA, proteínas), a linguagem pode gerar um vasto número de combinações estruturais. O número de sentenças possíveis (cada uma correspondente a uma mensagem distinta) é proporcional ao número de palavras que podem aparecer em uma posição na sentença elevada à potência da extensão da sentença. Com um significado geométrico aproximado de dez escolhas disponíveis em todas as posições em uma sentença, estima-se que um falante típico de Inglês pode facilmente produzir ou compreender pelo menos 10 na potência 20 sentenças distintas. Isso, por sua vez, torna possível, para os usuários da língua, dividir um número ilimitado de mensagens no que se refere a eventos específicos (quem fez o que a quem, quando, onde e por quê), conhecimento especializado generalizado (para realizar isto, faze aquilo) e contratos sociais flexíveis (se você fizer isto, eu farei aquilo).

Qualquer um que seja descrente de que o pensamento sofisticado, a colaboração e a comunicação podem trazer vantagens de sobrevivência em um estilo de vida pré-histórico precisa apenas ler descrições etnográficas de

caça ou de coleta em povos coletores contemporâneos. Um dos muitos exemplos de engenhosidade de caçadores-coletores pode ser encontrada nesta descrição do antropologista Napoleon Chagnon de como a tribo Ianomâmis caça tatu:

O habitat dos tatus fica a metros abaixo da terra, em tocas que seguem por muitos metros e possuem diversas entradas. Quando os Ianomâmis encontram uma toca ativa, o que é determinado pela presença de uma nuvem de insetos não encontrada em nenhum outro lugar, eles começam a afastar o tatu com fumaça. O melhor combustível para esse propósito é um material com casca retirado de ninhos velhos de cupim, que queima devagar e produz calor intenso e uma densa fumaça. Uma pilha desse material é incendiada na entrada da toca, e a fumaça é abanada para dentro. As outras entradas são logo detectadas devido à fumaça que sobe delas, e então são tapadas com solo. Em seguida, os homens se espalham e ficam com as mãos e os joelhos no chão, com seus ouvidos encostados no solo para ouvirem os tatus se moverem dentro das tocas. Quando escutam algo, eles cavam até atingir a toca, e, com sorte, o animal. Eles podem ter que tentar várias vezes, e é um trabalho cansativo – eles têm que cavar quase um metro. Em uma ocasião, depois de os caçadores terem cavado vários buracos no chão, nenhum com sucesso, um deles rasgou uma enorme vinha, fez um nó em uma ponta e colocou o lado com o nó na entrada do buraco. Girando a vinha entre as mãos, o caçador vagarosamente a empurrou dentro do buraco, até o máximo que pôde. Enquanto seus companheiros estavam com os ouvidos grudados no chão, ele mexeu a vinha, fazendo com que o nó fizesse um barulho, marcando assim o lugar. Ele quebrou a vinha na entrada da toca, puxou o pedaço de dentro do buraco e o deitou no chão, no eixo da toca. Os outros caçadores, então, cavaram no lugar onde eles ouviram o nó e encontraram, logo na primeira tentativa, o tatu asfixiado pela fumaça⁷ (30, p. 78-79).

⁷ *Armadillos live several feet underground in burrows that can run for many yards and have several entries. When the Yanomamö find an active burrow, as determined by the presence around the entry of a cloud of insects found nowhere else, they set about smoking out the armadillo. The best fuel for this purpose is a crusty material from old termite nests, which burns slowly and produces an intense heat and much heavy smoke. A pile of this material is ignited at the entry of the burrow, and the smoke is fanned inside. The other entries are soon detected by the smoke rising from them, and they are sealed with dirt. The men then spread out on hands and knees, holding their ears to the ground to listen for armadillo movements in the burrow. When they hear something, they dig there until they hit the burrow and, with luck, the animal. They might have to try several times, and it is hard work – they have to dig down two feet or more. On one occasion, after the hunters had dug several holes, all unsuccessful... one of them ripped down a large vine, tied a knot in the end of it, and put the knotted end into the entrance. Twirling the vine between his hands, he slowly pushed it into the hole as far as it would go. As his companions put their ears to the ground, he twirled the vine, causing the knot to make a noise, and the spot was marked. He broke off the vine at the burrow entrance, pulled out the piece in the hole, and laid it on the ground along the axis of the burrow. The others dug down at the place where they had heard the knot and found the armadillo on their first attempt, asphyxiated from the smoke (30, p. 78-79).*

Esta sorte grande pode ser recompensada por extraordinária proeza de pensamento popular em taxonomia, psicologia, física e geometria, alguns passam de gerações mais novas, outras improvisaram na hora. E isso depende do comportamento entre muitos indivíduos, coordenados pela linguagem.

Outros traços humanos extremos

Outros traços zoológicamente incomuns do *Homo sapiens* podem ser explicados pela teoria do nicho cognitivo. A grande variedade de habitat e de alimentos explorados por nossa espécie podem, em parte, ter sido possibilitados pela seleção natural dos genes em populações locais por condições ambientais, como radiação solar, dieta e doença (31-34). No entanto, estas adaptações locais diminuem em comparação com aquelas possibilitadas pela tecnologia humana. A colonização dos Inuítes em altas latitudes pode ter sido facilitada por mudanças adaptativas nas formas corporais e na pigmentação da pele, mas dependeu muito mais de parkas, caiaques, mukluks⁸, iglus e harpões. Isso ressalta que o nicho cognitivo difere de muitos exemplos dos nichos em biologia pelo fato de que se define não como um invólucro específico de variáveis ambientais (temperatura, altitude, habitat, tipo e assim por diante), nem como uma combinação específica de outros organismos, mas sim como a oportunidade que qualquer ambiente proporciona para a exploração via modelagem interna de suas eventualidades causais.

Nossas prolongadas infâncias podem servir como um aprendizado em uma espécie que vive pela sua inteligência e nossas longas vidas podem refletir uma inclinação na troca entre reprodução e manutenção somática em direção a esta última de modo a maximizar os resultados dos investimentos feitos durante a infância. A dependência da aptidão das crianças em dominar a cultura local e a tecnologia pode alterar o equilíbrio nas decisões de investimento masculino parental entre cuidar da prole já existente e procurar novas possibilidades de acasalamento. Isso pode ter levado ao cuidado biparental, a união monogâmica de longa duração, a sexualidade complexa (tais como a sexualidade feminina desvinculada da fertilidade e as relações sexuais sujeitas a variações e negociações) e investimento parental multigeracional (35). Esteio para estas hipóteses vem dos dados de Kaplan (36), que tem demonstrado que, entre caçadores-coletores, prolongadas infâncias não podem produzir efeitos a não ser em longos períodos de vida. Até os dezoito anos, os homens não produzem tantas calorias

quanto consomem; sua melhor forma ocorre aos trinta e dois anos, estabelecem-se aos quarenta e cinco e declinam lentamente aos sessenta e cinco. Isso mostra que a caça é uma habilidade dependente de conhecimento, a qual é investida durante uma prolongada infância e retribuída ao longo da vida.

Finalmente, a divisão da humanidade em culturas diferindo em linguagem, costumes, usos, dietas e assim por diante, é uma consequência da dependência humana de informações aprendidas (palavras, receitas, estilo de ferramentas, técnicas de sobrevivência, acordos de cooperação e costumes) e sua natureza itinerante. Como grupos dissidentes perdem o contato com seus progenitores ao longo do tempo, a tecnologia e os costumes que os dois grupos acumulam vão divergir um do outro (37).

Evolução hominídea e o nicho cognitivo

Considerando que a oportunidade para explorar os ambientes pela tecnologia e pela cooperação são independentes em ecossistemas específicos, por que os hominídeos do Plioceno entraram no nicho cognitivo e desenvolveram cognição, linguagem e sociabilidade sofisticadas, ao invés de uma outra população de algum outro táxon ou época? Este tipo de questionamento histórico é problemático, se não impossível de se responder precisamente pelo fato de a raridade do *Homo sapiens* impedir testes estatísticos de correlação entre traços relevantes e os ambientes através das espécies. No entanto, se considerarmos o nicho cognitivo como uma série de pressões de seleção reforçadas mutuamente, cada uma das quais existentes individualmente em uma forma mais fraca para outras espécies, nós podemos testar se a variação na inteligência dentro de um grupo menor, ao lado de uma consideração dos traços provavelmente possuídos por humanos ancestrais extintos, reforça conjecturas específicas.

Obviamente qualquer teoria ortogenética (como a de Wallace) estabelecendo que o surgimento de nossa espécie era o objetivo do processo evolutivo é inconsistente com os mecanismos conhecidos da evolução. Também é evidente que a inteligência, a qual depende de um cérebro grande, não é um bem gratuito na evolução (38). O custo desse cérebro inclui uma demanda metabólica de uma grande quantidade de tecido neural, um ajuste na anatomia da pélvis feminina necessária para dar a luz a filhos de caixa craniana maior e os riscos de danos do parto, de quedas, de mutação e de carga parasitária carregada por tão complexo órgão. O enquadramento apropriado da pergunta deve questionar quais circunstâncias fizeram os benefícios da inteligência superar os custos. A hipótese é de que o hominídeo ancestral, mais do que qualquer outra espécie,

⁸ Bota forrada feita com pele de rena ou de foca e usada pelos esquimós. Fonte: *The Free Dictionary* <<http://www.thefreedictionary.com/mukluk>>.

tinha uma série de traços que pendiam às compensações para futuros investimentos na inteligência. Um dos fatores pode ter sido a posse de mãos preênsais (uma adaptação para a vida em árvores) em combinação com a capacidade de ser bípede (presumivelmente uma adaptação para a locomoção). Através dos registros fósseis é possível saber que essas características precederam a expansão do cérebro e o desenvolvimento do uso de ferramentas (39). Talvez a disponibilidade de manipuladores de precisão significasse que qualquer habilidade melhorada para imaginar como alguém pode alterar um ambiente poderia ser explorada na fabricação e no transporte de ferramentas.

Um segundo fator para a evolução da inteligência nos hominídeos ancestrais pode ter sido uma dieta oportunista que incluía carne e outros recursos de proteína difíceis de serem obtidos (5). A carne não é somente um recurso concentrado de nutrientes para um cérebro faminto, mas pode ter selecionado, por sua vez, para uma maior inteligência, já que alimentar-se de carne requer mais inteligência para despistar um animal do que para despistar frutas e folhas.

Um terceiro fator pode ter sido a convivência em grupo, outra vez com a possibilidade de um resultado positivo: os grupos permitem que habilidades adquiridas sejam compartilhadas, mas também selecionam para a inteligência social necessária para prosperar de uma cooperação sem serem explorados.

Apoio indireto para as hipóteses de que a sociabilidade e a característica de serem carnívoros contribuíram para a evolução da inteligência humana surge de estudos comparativos, os quais mostram que a grande inteligência através das espécies animais é correlacionada com o tamanho do cérebro, com a característica de ser carnívoro, com o tamanho do grupo e com a infância e o tempo de vida prolongados (40, 41). Eu não tenho conhecimento de qualquer pesquisa que tenha procurado pela correlação entre a posse de apêndices preênsais e inteligência, embora seja tentador descobrir que os polvos são altamente inteligentes.

Coevolução da cognição, da linguagem e da sociabilidade

Muitos biólogos afirmam que um nicho é algo que é *construído*, ao invés de inserido, por um organismo (43, 44). O comportamento de um organismo altera suas cercanias físicas, que afetam as pressões de seleção, que por sua vez selecionam por adaptações adicionais para explorar o ambiente alterado, e assim por diante. Um exemplo clássico está na forma como os castores produziram um nicho aquático e desenvolveram adaptações adicionais para ali prosperarem. As características de um nicho *cognitivo* são construídas de modo semelhante, no sentido

de que incrementos iniciais em cooperação, comunicação ou tecnologia alteraram o ambiente social e, portanto, as pressões de seleção para os hominídeos ancestrais. Certamente, não é coincidência que as habilidades psicológicas que subjazem o conhecimento tecnológico, a comunicação infinita e a cooperação entre não aparentados são todas hiperdesenvolvidas na mesma espécie; cada uma aumentando o valor das outras duas. (Um sistema de resposta e de autocorreção similar podem ligar inteligência com a história de vida e variáveis de ecologia comportamental mencionadas na seção anterior).

Uma interdependência evidente relaciona a linguagem e o conhecimento. O produto final da aprendizagem de habilidades de sobrevivência é informação armazenada no cérebro. A linguagem, assim, é um meio de transmissão dessa informação para outro cérebro. A capacidade de compartilhar pelo uso da linguagem alavanca o valor de aquisição de novos conhecimentos e habilidades. Ninguém precisa recapitular as tentativas e erros, acidentes de sorte ou lances de gênio de outros indivíduos, mas pode construir seu conhecimento sobre suas próprias descobertas, evitando, assim, o desperdício proverbial de reinventar a roda.

A linguagem não apenas diminui o custo de aquisição de uma habilidade complexa como multiplica o benefício. O conhecimento pode não apenas ser explorado para a manipulação do ambiente, mas também compartilhado com aparentados e cooperadores. De fato, entre mercadorias, a informação é raramente propícia a ser compartilhada, pois é aquilo que os economistas chamam um “bem não rival”: ele pode ser duplicado sem perda. Se eu lhe der um peixe (um bem rival), eu não mais tenho o peixe. Por outro lado, se eu lhe ensinar a pescar, isso não significa que agora sou amnésico para a habilidade de pescaria; essa mercadoria valiosa agora existe em dobro como múltiplas cópias. A linguagem pode multiplicar esta proliferação: pelo custo mínimo de alguns segundos de fôlego, um falante pode conceder ao ouvinte o benefício incalculável de um bocado de novos conhecimentos. De forma significativa, uma mercadoria que confere um alto benefício aos outros a um baixo custo individual é um ingrediente chave na evolução da cooperação por altruísmo recíproco, pelo fato de que ambas as partes podem se beneficiar pela troca a longo prazo (11). A habilidade de dividir conhecimento através da linguagem, portanto, pode ter sido um importante acelerador na evolução da cooperação, pois dá aos seres humanos tanto o incentivo como os meios para cooperar. As pessoas podem não apenas negociar mercadorias, mas também conhecimento e favores e as negociações não se limitam a aquilo que pode ser negociado aqui e ali, mas a mercadorias e favores transferidos em períodos muito distantes.

A linguagem pode promover cooperação, mas ela também depende disso, pois não há nenhuma vantagem em compartilhar informação com adversários (como pode ser observado na expressão “ficar sem se falar”). As sinergias inerentes entre linguagem, inteligência, sociabilidade, maiores investimentos de pais e avós na criação da prole, infâncias e vidas prolongadas e diversos habitat e fontes de alimento sugerem que estas características aderem-se como uma caracterização do nicho cognitivo, com melhoramentos em cada uma trabalhando como uma pressão de seleção adicional para os outros. No que diz respeito ao tempo, nós esperaríamos que as adaptações correspondentes coevolúram gradualmente, começando pelas primeiras espécies hominídeas que possuíam alguma mínima combinação de pré-condições (por exemplo, a capacidade de ser bípede, a convivência em grupo, os animais onívoros), aumentando em complexidade através da linhagem das espécies que demonstraram sinais de uso de ferramentas, cooperação e adaptações anatômicas para a linguagem e explodiram comportamentalmente no *Homo sapiens* moderno.

Avaliando a teoria do nicho cognitivo

A teoria do nicho cognitivo, acredito eu, tem várias vantagens como uma explicação da evolução da mente humana. Ela incorpora fatos sobre os mecanismos cognitivo, afetivo e linguístico descobertos pela moderna psicologia científica ao invés de recorrer a caixas pretas vagas e pré-científicas como “comportamento simbólico” ou “cultura”. Para ser mais preciso: as adaptações cognitivas incluem “teorias intuitivas” de física, biologia e psicologia; as adaptações para cooperação compreendem as emoções morais e mecanismos para lembrar-se de indivíduos e de suas ações; as adaptações linguísticas incluem o aparato combinatório para a gramática e as unidades sintáticas e fonológicas por ela manipuladas.

As pressões de seleção que a teoria invoca são diretas e não dependem de algum comportamento altamente específico (por exemplo, o uso de projéteis, o rastreamento de crianças perdidas) ou do ambiente (por exemplo, uma mudança determinada no clima), nenhuma delas parece ter ocorrido nos milhares de anos em que os humanos modernos evoluíram seus cérebros grandes e suas ferramentas complexas. Em vez disso, ela invoca vantagens intrínsecas de conhecimento, cooperação e comunicação que nós reconhecemos no mundo contemporâneo indiscutivelmente. Ciência e tecnologia, organizações (tais como corporações, universidades, exércitos e governos) e os meios de comunicação (tais como a imprensa, o correio, a telefonia, a televisão, o rádio e a internet) são, respectivamente, apenas o exercício da cognição, da sociabilidade e da linguagem em sentido

amplo e possibilitam isoladamente e em conjunto a obtenção de resultados que seriam impossíveis sem eles. A teoria do nicho cognitivo simplesmente extrapola essas vantagens em sentido contrário no tempo e na escala.

Além disso, a teoria não requer nenhuma revisão da teoria evolutiva: nem a teleologia e o criacionismo de Wallace, nem os mecanismos que são estranhos, extremos ou invocados ad hoc pela nossa espécie. Embora a linguagem gramatical seja única dos seres humanos, e nossa inteligência e sociabilidade sejam hiperdesenvolvidas, não é incomum para a seleção natural favorecer traços únicos ou extremos, tais como a tromba do elefante, a presa do narval, as barbatanas da baleia, o bico de pato do ornitorrinco e a armadura do tatu. Considerando as vantagens práticas inegáveis do raciocínio, da cooperação e da comunicação, parece desnecessário, ao explicar a evolução dos mecanismos mentais humanos, atribuir um papel fundamental às macromutações, à exaptação, à seleção natural fugidia, à seleção de grupo, à memética, à teoria da complexidade, à evolução cultural (outra além da que chamamos “história”) ou à teoria da dupla herança (outra além do lugar-comum em que os produtos do comportamento de um organismo são parte de seu ambiente seletivo).

A teoria pode ser testada mais rigorosamente, além disso, pelo uso do conjunto de técnicas relativamente novas para a detecção de “pegadas da seleção” no genoma humano (através, por exemplo, da comparação entre proporções de substituições de pares de base não sinônimas e sinônimas ou das variações em um gene dentro e através das espécies) (32, 45, 46). A teoria prediz que existem muitos genes que foram selecionados na linhagem conduzindo aos seres humanos modernos cujos efeitos se concentram na inteligência, na linguagem e na sociabilidade. Retrospectivamente, ela prediz que qualquer gene que cause efeitos desproporcionais na inteligência, na linguagem e na sociabilidade (ou seja, aqueles que não apenas afetam o crescimento total ou a saúde) serão reconhecidos como objetivos do processo de seleção. Isso distinguiria a teoria de outras que reclamam uma única macromutação, ou que reclamam mudanças genéticas que afetaram apenas propriedades globais do cérebro como o tamanho total ou aquelas, ainda, que atribuem toda a complexidade e diferenciação do comportamento humano social, cognitivo ou linguístico à evolução cultural. Não necessariamente qualquer desses genes afeta apenas um único traço, ou seja o *único* gene afetando um traço (“o gene altruísta”, “o gene gramático”, e assim por diante) ou, ainda, apareça novamente na evolução humana (ao contrário de ser mudanças funcionais num gene encontrado em outros mamíferos). A única exigência é que eles, os genes, contribuam para a versão moderna desses traços no ser humano. Na prática, os genes podem ser identificados

como versões regulares dos genes que causam distúrbios cognitivos (por exemplo, retardo mental, transtornos do pensamento, principais dificuldades de aprendizagem), distúrbios sociais (por exemplo, autismo, fobia social, transtorno de personalidade antissocial) ou distúrbios da linguagem (por exemplo, atraso na aquisição da linguagem, transtorno específico da linguagem, gagueira e dislexia na medida em que ela é uma consequência de transtorno fonológico). Do mesmo modo, os genes podem ser identificados como uma família de alelos cujas variantes causam alteração em inteligência, personalidade, emoção ou linguagem.

Diversas descobertas recentes têm dado suporte a essas previsões. O gene para o fator de transcrição FOXP2 é monomórfico em humanos com desenvolvimento normal e quando ele sofre mutação causa distúrbios na fala, na gramática e no controle motor orofacial (47, 48). A versão humana do fator apresenta duas diferenças da versão encontrada em grandes primatas, pelo menos uma delas funcional, e o primata homólogo apresenta apenas uma única diferença não funcional da encontrada em ratos. O padrão de conservação e de variação tem sido interpretado como uma evidência para a história da seleção na linhagem humana (49). Além disso, diversos genes expressos no desenvolvimento do sistema auditivo diferem em humanos e em chimpanzés e demonstram sinais de seleção na linhagem humana. Pelo fato de que as demandas auditivas gerais são similares em humanos e chimpanzés, é provável que elas tenham sido selecionadas pela sua utilidade na compreensão da fala (50). E o gene humano ASPM, o qual quando modificado causa microcefalia e inteligência reduzida, também mostra sinais de seleção nas gerações desde nosso ancestral comum com os chimpanzés (51). É provável que muitos mais genes com efeitos cognitivos, sociais e linguísticos sejam identificados nos anos vindouros e a teoria do nicho cognitivo prediz que muitos ou todos os genes venham a ser adaptativamente evoluídos.

Surgimento da ciência e de outros empenhos abstratos

Mesmo que a evolução da poderosa linguagem e da inteligência fosse explicável pela teoria do nicho cognitivo, poder-se-ia perguntar, com Wallace, como mecanismos cognitivos que foram selecionados para o raciocínio físico e social possibilitaram ao *Homo sapiens* se engajar no pensamento lógico altamente abstrato necessário para a ciência moderna, filosofia, governo, comércio e lei.

Uma peça-chave para a resposta a essa pergunta é que, na verdade, os seres humanos, não se envolvem prontamente nessas atividades de raciocínio lógico (9, 10, 52). Em maior parte dos períodos, lugares e estágios do

desenvolvimento, as habilidades aritméticas das pessoas consistem nas exatas quantidades “um”, “dois” e “muitos” e com uma habilidade de estimar grandes quantidades por aproximação (53). Sua física intuitiva corresponde mais à teoria medieval do ímpeto⁹ do que à mecânica newtoniana (sem mencionar a Teoria da Relatividade ou a Teoria Quântica) (54). Sua biologia intuitiva consiste em criacionismo, não em evolucionismo; consiste em essencialismo, não em genética populacional; e em vitalismo, não em fisiologia mecânica. Sua psicologia intuitiva é a dualidade corpo/alma, não o reducionismo neurobiológico. Sua filosofia política é baseada em parentesco, clãs, tribos e vingança, e não na Teoria do contrato social. Sua economia é baseada na troca de favores “olho-por-olho” e na moeda de troca, não em dinheiro, juros, aluguel e lucro (58). E sua moral é um misto de intuições sobre pureza, autoridade, lealdade, conformidade, e reciprocidade, não noções generalizadas de igualdade e justiça que nós identificamos com o raciocínio moral (16).

De qualquer forma, alguns seres humanos foram capazes de inventar os diversos componentes do conhecimento moderno e todos são capazes de aprendê-los. Então, ainda necessitamos de uma explicação de como nossos mecanismos cognitivos são capazes de aceitar esse pensamento lógico abstrato.

O elemento crucial pode ser encontrado em um fenômeno psicolinguístico chamado abstração metafórica (9, 59-61). Linguistas como Ray Jackendoff, George Lakoff e Len Talmy já perceberam que construções frasais associadas a cenários concretos são frequentemente estendidas analogamente para conceitos mais abstratos. Considere os exemplos abaixo:

1. a. O mensageiro foi de Paris para Istambul.
- b. A herança foi para Fred.
- c. A luz foi do verde para o vermelho.
- d. A reunião foi das 3:00 até às 4:00.

A primeira frase usa o verbo *ir* e as preposições *de* e *para* no seu sentido usual de espaço, indicando movimento de um objeto de uma origem até um destino. Mas em 1 (b), as palavras são usadas para indicar um movimento *metafórico*, como se a riqueza se movesse no espaço, de um dono para outro dono. Em 1 (c) as palavras são usadas para expressar uma mudança de estado: uma espécie de movimento de estado-espaço. E em 1 (d) a frase comunica mudança de tempo, como se agendar um evento fosse mudá-lo ou movimentá-lo através de uma linha de tempo.

⁹ N. do T. Teoria desenvolvida na primeira metade do Século XIV por Jean Buridan. Essa teoria, que explicava o movimento de projéteis, antecipou o conceito de inércia, desenvolvido posteriormente por Isaac Newton. (Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/ciencia_medieval>).

Uma forma similar de extensão pode ser encontrada em construções frasais que expressam o uso da força:

2. a. Rose forçou a porta para abri-la.
- b. Rose forçou Sadie a partir.
- c. Rose forçou-se a partir.

Em 2 (a), temos um exemplo de força física, mas em 2 (b), temos uma espécie de força *interpessoal* metafórica (uma ameaça ou uso de autoridade), e em 2 (c) temos uma força *intrapessoal*, como se o indivíduo fosse dividido em agentes e uma parte pudesse controlar ou forçar a outra.

Metáforas tácitas envolvendo espaço e força são onipresentes na linguagem dos seres humanos. Além disso, elas participam do aparato combinatório da gramática, e assim podem ser reunidas em unidades mais complexas. Muitas expressões comunicativas, por exemplo, utilizam a metáfora complexa do interlocutor, colocando um objeto (a ideia) em um recipiente (a mensagem), e o movendo para um destinatário (o leitor ou ouvinte): Nós *unimos* nossas ideias para *colocá-las em* palavras, e, se nossas palavras não são *vazias*, nós podemos *transmiti-las* para um ouvinte, que poderá *descompactar* nossas palavras para *extrair* seu conteúdo.

É evidente que essas metáforas podem ser apenas construções opacas, criadas em raros momentos por falantes no passado, e memorizadas, porém não compreendidas, por falantes atuais. Mas muitos fenômenos sugerem que elas refletem uma habilidade da mente humana em conectar ideias abstratas com cenários concretos de forma muito rápida. Primeiramente, as crianças cometem, de forma ocasional, erros em sua fala espontânea, o que sugere que elas traçam paralelos entre espaço e outros domínios e os estendem em metáforas que não podem ter sido memorizadas através de seus pais. Alguns exemplos são¹⁰: *Eu visitei a azul manga* (mudança de localização – mudança de estado), *Posso fazer uma leitura atrás do jantar?* (espaço – tempo), e *Minha boneca é amassada de alguém... mas não de mim* (origem de movimento – origem de causalidade) (63, 64). Em segundo lugar, diversos experimentos têm mostrado que, quando as pessoas estão envolvidas em raciocínio espacial simples, esse interfere em seus pensamentos sobre tempo e posse (9). Por último, adultos vivem episódios de lembranças espontâneas, nos quais uma ideia é ativada somente por que ela compartilha uma estrutura conceitual abstrata com essa lembrança e não com uma característica sensorial concreta. Por exemplo, um episódio em que um barbeiro não cortou o cabelo de um homem curto o suficiente pode lembrá-lo de uma esposa não deixando o seu bife bem passado. Uma tentativa inútil de escurecer uma foto por

igual no *photoshop* pode lembrar alguém de uma tentativa inútil de nivelar uma mesa oscilante, cortando pedacinhos de cada uma de suas pernas (9,65,66). Esse processo analógico de lembrança pode ser um mecanismo mental em tempo real que permite que estruturas cognitivas para espaço, força e outras entidades físicas sejam utilizadas em temas mais abstratos.

O valor da abstração metafórica não consiste em notar a semelhança poética, mas sim no fato de que certas relações lógicas que são aplicadas no espaço e na força podem ser, efetivamente, transferidas para domínios abstratos. A posição de um objeto no espaço é logicamente semelhante ao valor de uma variável, e assim, o raciocínio espacial pode ser cooptado para proposições inferenciais. No que diz respeito ao espaço, sabendo que A se move de X para Y, pode-se deduzir que A está agora em Y, mas não estava em Y no passado. Quanto à posse, uma inferência isomórfica pode ser feita: se Michael dá A para Lisa, é ela quem possui A agora; mas no passado, Lisa não tinha posse de A.

Um isomorfismo semelhante permite que o raciocínio sobre força seja agregado ao raciocínio sobre causalidade abstrata, uma vez que ambos dão suporte a inferências contrafatuais. Se A força B a mover-se de X à Y, então se A não tivesse forçado B, B ainda estaria em X. Da mesma forma, se Michael forçasse Lisa a ser educada com Sam, então se Michael não tivesse forçado Lisa, ela não teria sido educada com Sam.

O valor de uma variável (que é paralelo com a posição no espaço) e a causalidade de mudança (que é paralela a aplicação de força) são os elementos básicos do pensamento científico. Isso sugere que uma mente que desenvolveu mecanismos cognitivos para raciocínio sobre espaço e força, uma memória analógica que encoraja conceitos concretos a serem aplicados a conceitos abstratos com estruturas lógicas semelhantes, e mecanismos de combinação produtiva que se reúnem em complexas estruturas de informação hierárquicas, poderia se engajar na atividade mental necessária para a ciência moderna (9, 10, 67). Nessa concepção, a habilidade do cérebro de fazer abstrações metafóricas não evoluiu para criar metáforas na língua, mas para multiplicar as oportunidades para fazer inferências cognitivas em outros domínios, não somente adaptados originalmente para um modelo cognitivo.

Evidências da ciência da educação e da história da ciência sugere que analogias estruturadas e outras tarefas mentais nas quais um domínio concreto da cognição é associado com um novo tema são fundamentais para o descobrimento e transmissão de ideias científicas e matemáticas (8, 68-70). As crianças aprendem a expandir seu senso primitivo de números além de “um, dois, muitos” ao perceberem as analogias entre um aumento em

¹⁰ N. do T.: Exemplos originais do Inglês: *I putted part of the sleeve blue, Can I have a reading behind the dinner?, My dolly is scrunched from someone...but not from me.*

magnitude aproximada, posição em uma linha e a ordem dos números em uma sequência. Para aprender química, as crianças deixam de lado noções intuitivas de essências e forças vitais e pensam em seres vivos da mesma forma em que pensam em ferramentas, com uma função e uma estrutura. Para aprender psicologia e neurociência, eles devem tratar a mente não como uma alma imaterial, mas sim como o órgão de um ser vivo, como um artefato projetado pela seleção natural e como uma coleção de objetos físicos, neurônios.

Wallace, lembrem-se, também quis saber sobre a habilidade humana em participar de instituições modernas como governos, universidades e grandes empresas. Porém, como a incompreensível habilidade dos seres humanos em fazer ciência, sua igualmente perplexa capacidade de participar em organizações modernas é, em parte, um pseudo problema, porque, na verdade, as regras das instituições modernas não chegam até nós naturalmente.

A socialização em ambientes naturais é baseada em conceitos e razões adaptadas a parentesco, domínio, alianças e reciprocidade. Os seres humanos, quando deixados com seus próprios mecanismos, tendem a aplicar essa mentalidade dentro de organizações modernas. O resultado disso é o nepotismo, favoritismo, respeito a autoridade e consenso político – todos eles apropriados a sociedades tradicionais em pequena escala e a sociedades modernas e corrosivas.

Da mesma maneira que a ciência bem sucedida exige que as pessoas reorganizem suas faculdades cognitivas de modo inédito, organizações bem sucedidas precisam de pessoas para reorganizarem suas faculdades sociais em termos evolutivos, de maneira inédita também. Em universidades, por exemplo, a atitude de compartilhar com a comunidade (o que é naturalmente aplicado à distribuição de comida na família ou vilarejo) deve ser aplicada ao benefício de ideias, que são tratadas como recursos a serem compartilhados ao invés de características que refletem uma pessoa, ou vontades inerentes que camaradas devem respeitar se desejam manter sua amizade. A avaliação de ideias deve ser apreendida da atitude das autoridades: chefes de departamento podem exigir escritórios ou salários maiores, mas não que seus colegas ou alunos concordem com suas teorias. Essas regras novas e radicais para relacionamentos são a base para o debate aberto e a revisão por pares no mundo acadêmico, e para os sistemas de freios e contrapesos e sistemas contábeis encontrados em outras instituições modernas (9).

Conclusão

A evolução da mente humana é um mistério tão denso que se tornou o ponto principal de discórdia entre dois dos codescobridores da teoria da seleção natural. Ele

(o mistério) tem sido um incentivo para o criacionismo e para o espiritualismo nos dias deles e nos nossos e continua a ser uma fonte de complicações propostas e elaborações da teoria evolutiva. Mas daqui a um ano, durante as celebrações da vida e da obra de Darwin, caberia observar se a aplicação mais parcimoniosa de sua teoria à mente humana é suficiente, considerando que a mente, como outros órgãos complexos, deve sua origem e modelagem à seleção natural.

Eu delineei uma teoria verificável, arraigada na ciência cognitiva e na psicologia evolutiva, que sugere tal ocorrência. De acordo com esta teoria, os homínidos evoluíram para que pudessem se especializar no nicho cognitivo, que é definido por: raciocínio sobre a estrutura causal do mundo, cooperação com outros indivíduos, compartilhamento de conhecimento e negociação de acordos através da linguagem. Esta tríade de adaptações coevoluiu uma com a outra e com a história de vida e de características sexuais, tais como aumento do investimento parental por ambos os sexos e por gerações, infância e tempo de vida prolongados, sexualidade complexa e acumulação de conhecimento local e convenções sociais em culturas distintas.

Embora adaptações para o nicho cognitivo concedam vantagens evidentes em qualquer ambiente natural, elas são insuficientes para o raciocínio em instituições modernas como a ciência e o governo. Ao longo da história e na educação por eles feita, os povos se acomodaram a estas novas habilidades e ao conjunto de conhecimentos pelo processo de abstração metafórica, na qual esquemas cognitivos e emoções sociais que evoluíram para um domínio possam ser aplicadas a outro domínio e reunidas em estruturas mentais cada vez mais complexas.

Referências

1. Wallace AR. (1870). *The limits of natural selection as applied to man. Contributions to the theory of natural selection: a series of essays*, ed. Wallace AR (MacMillan, New York).
2. Tooby J, DeVore I. (1987). *The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling. The evolution of human behavior: primate models*, ed Kinzey WG (SUNY Press, Albany, NY).
3. Brown DE. (1991). *Human universals* (McGraw-Hill, New York).
4. Kingdon J. (1993). *Self-made man: human evolution from eden to extinction?* (Wiley, New York).
5. Wrangham RW. (2009). *Catching fire: how cooking made Us Human* (Basic Books, New York) pp v.
6. Leslie AM. (1994). *ToMM, ToBY, and agency: Core architecture and domain specificity. Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture*, eds Hirschfeld LA, Gelman SA (Cambridge Univ Press, New York).

7. Spelke ES, Breinlinger K, Macomber J, Jacobson K. (1992). Origins of knowledge. *Psychol Rev* 99:605-632.
8. Carey S (2007) *Origins of concepts* (MIT Press, Cambridge, MA).
9. Pinker S. (2007). *The stuff of thought: language as a window into human nature* (Viking, New York).
10. Pinker S. (1997). *How the mind works* (Norton, New York).
11. Trivers R. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *Q Rev Biol* 46:35-57.
12. Kanwisher N, Moscovitch M. (2000). The cognitive neuroscience of face processing: An introduction. *Cogn Neuropsychol* 17:1-13.
13. Klein SB, Cosmides L, Tooby J, Chance S. (2002). Decisions and the evolution of memory: Multiple systems, multiple functions. *Psychol Rev* 109:306-329.
14. Cosmides L, Tooby J. (1992). Cognitive adaptations for social exchange. *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*, eds Barkow JH, Cosmides L, Tooby J (Oxford Univ Press, New York).
15. Cosmides L, Tooby J. (2010). Whence intelligence? *Proc Natl Acad Sci USA*.
16. Haidt J. (2002). The moral emotions. *Handbook of affective sciences*, eds Davidson RJ, Scherer KR, Goldsmith HH (Oxford Univ Press, New York).
17. Nowak MA, Sigmund K (1998) Evolution of indirect reciprocity by image scoring. *Nature* 393:573-577.
18. Ridley M. (1997). *The Origins of virtue: human instincts and the evolution of cooperation* (Viking, New York) 1st American Ed, p. viii, 295.
19. Fiske AP. (1991). *Structures of social life: the four elementary forms of human relations* (Free Press, New York).
20. Pinker S, Nowak MA, Lee JJ. (2008). The logic of indirect speech. *Proc Natl Acad Sci USA* 105:833-838.
21. Lee JJ, Pinker S. (2010). Rationales for indirect speech: the theory of the strategic speaker psychological review.
22. Pinker S. (1991). Rules of language. *Science* 253:530-535.
23. Jackendoff R. (2002). *Foundations of language: brain, meaning, grammar, evolution* (Oxford Univ Press, New York).
24. Chomsky N. (1972). *Language and mind* (Harcourt Brace, New York) Extended ed.
25. Jackendoff R. (1990). *Semantic structures* (MIT Press, Cambridge, MA).
26. Senghas A, Kita S, Özyürek A. (2004). Children creating core properties of language: Evidence from an emerging sign language in Nicaragua. *Science* 305:1779-1782.
27. Nowak MA, Plotkin JB, Jansen VA. (2000). The evolution of syntactic communication. *Nature* 404:495-498.
28. Pinker S. (1999). *Words and Rules: The Ingredients of Language* (Harper Collins, New York).
29. Miller GA, Selfridge J. (1950). Verbal context and the recall of meaningful material. *Am J Psychol* 63:176-185.
30. Chagnon NA (1992) *Yanomamö: the last days of eden* (Harcourt Brace, New York).
31. DiRienzo A. (2010). Human population diversity. *Proc Natl Acad Sci USA*.
32. Bustamente C. (2010). Genomic footprints of natural selection. *Proc Natl Acad Sci USA*.
33. Jablonski N. (2010). The skin that makes us human. *Proc Natl Acad Sci USA*.
34. Tishkoff S. (2010). Paleo-demography from extant genetics. *Proc Natl Acad Sci USA*.
35. Hawkes K. (2010). The evolution of human life history. *Proc Natl Acad Sci USA*.
36. Kaplan H, Robson AJ. (2002). The emergence of humans: The coevolution of intelligence and longevity with inter-generational transfers. *Proc Natl Acad Sci USA* 99:10221-10226.
37. Richerson P. (2010). How cultures evolve. *Proc Natl Acad Sci USA*.
38. Wallace D. (2010). Peopling the planet: Out of Africa? *Proc Natl Acad Sci USA*.
39. Wood B. (2010). Evolution of the hominids. *Proc Natl Acad Sci USA*.
40. Lee JJ. (2007). A g beyond Homo sapiens? Some hints and suggestions. *Intelligence* 35: 253-265.
41. Boyd R, Silk JB. (2006). *How humans evolved* (Norton, New York), 4th ed.
42. Mather JA. (1995). Cognition in cephalopods. *Adv Stud Behav* 24:317-353.
43. Odling-Smee FJ, Laland KN, Feldman MW. (2003). *Niche construction: the neglected process in evolution* (Princeton Univ Press, Princeton, NJ).
44. Lewontin RC. (1984). *Adaptation. Conceptual issues in evolutionary biology*, ed Sober E (MIT Press, Cambridge, MA).
45. Kreitman M. (2000). Methods to detect selection in populations with applications to the human. *Annu Rev Genomics Hum Genet* 1:539-559.
46. Przeworski M, Hudson RR, Di Rienzo A. (2000). Adjusting the focus on human variation. *Trends Genet* 16:296-302.
47. Vargha-Khadem F et al. (1998). Neural basis of an inherited speech and language disorder. *Proc Natl Acad Sci USA* 95:12695-12700.
48. Lai CSL, Fisher SE, Hurst JA, Vargha-Khadem F, Monaco AP. (2001). A novel forkhead domain gene is mutated in a severe speech and language disorder. *Nature* 413:519-523.
49. Enard W et al. (2002). Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language. *Nature* 418:869-872.
50. Clark AG et al. (2003). Inferring nonneutral evolution from human-chimp-mouse orthologous gene trios. *Science* 302:1960-1963.
51. Evans PD et al. (2004). Adaptive evolution of ASPM, a major determinant of cortical size in humans. *Hum Mol Genet* 13:489-494.

52. Pinker S. (2002). *The blank slate: The modern denial of human nature* (Viking, New York).
53. Carey S. (2009). *Origins of concepts* (MIT Press, Cambridge, MA).
54. McCloskey M. (1983). Intuitive physics. *Scientific american* 248:122-130.
55. Atran S. (1998). Folk biology and the anthropology of science: Cognitive universals and cultural particulars. *Behav Brain Sci* 21:547-609.
56. Bloom P. (2003). *Descartes' baby: How the science of child development explains what makes Us Human* (Basic Books, New York).
57. Daly M, Wilson M. (1988). *Homicide* (Aldine de Gruyter, Hawthorne, New York).
58. Fiske AP. (2004). Four modes of constituting relationships: Substantial assimilation; space, magnitude, time, and force; concrete procedures; abstract symbolism. *Relational Models Theory: A Contemporary Overview*, ed Haslam N (Erlbaum Associates, Mahwah, NJ).
59. Lakoff G, Johnson M (1980) *Metaphors we live by* (Univ of Chicago Press, Chicago).
60. Jackendoff R. (1978). Grammar as evidence for conceptual structure. *linguistic theory and psychological reality*, eds Halle M, Bresnan J, Miller GA (MIT Press, Cambridge, MA).
61. Talmy L. (2000). *Force dynamics in language and cognition. Toward a cognitive semantics 1: concept structuring systems* (MIT Press, Cambridge, MA).
62. Reddy M. (1993). *The conduit metaphor: A case of frame conflict in our language about language. Metaphor and thought*, ed Ortony A (Cambridge Univ Press, New York), 2nd ed.
63. Bowerman M. (1983). *Hidden meanings: the role of covert conceptual structures in children's development of language. The Acquisition of Symbolic Skills*, Eds Rogers DR, Sloboda JA (Plenum, New York).
64. Pinker S. (1989). *Learnability and cognition: the acquisition of argument structure* (MIT Press, Cambridge, MA).
65. Hofstadter DR. (1995). *Fluid concepts and creative analogies: computer models of the fundamental mechanisms of thought* (Basic Books, New York), p. ix, 518 p.
66. Schank RC (1982) *Dynamic memory: A theory of reminding and learning in computers and people* (Cambridge Univ Press, New York).
67. Gentner D. (2003). *Why we're so smart. Language in Mind: Advances in the Study of Language and Thought*, eds Gentner D, Goldin-Meadow S (MIT Press, Cambridge, MA), p. 195-235.
68. Gentner D, Jeziorski M. (1989). Historical shifts in the use of analogy in science. *The psychology of Science: Contributions to Metascience*, eds Gholsen B, Shadish WR, Beimeyer RA, Houts A (Cambridge Univ Press, New York).
69. Spelke E. (2003). *What makes us smart? Core knowledge and natural language. Language in Mind: Advances in the Study of Language and Thought*, eds Gentner D, Goldin-Meadow S (MIT Press, Cambridge, MA).
70. Boyd R. (1993). *Metaphor and theory change: What is "Metaphor" a metaphor for? Metaphor and thought*, ed Ortony A (Cambridge Univ Press, New York), 2nd ed.

Recebido: 01.08.2010

Aprovado: 15.08.2010

Contato: <pinker@wjh.harvard.edu>