

biologia da libertação

ciência, diversidade e responsabilidade

Cognições mínimas

Hilton F. Japyassú

A psicologia evolucionista, uma ecologia comportamental evolutivamente orientada, e que se aplica especialmente ao ser humano, tem chegado a um relativo consenso acerca da organização modularizada da cognição (Buss, 1999). Nossa percepção, decisão e ação estariam formatadas em sistemas de processamento de informação relativamente autoreferentes, que funcionam em concerto, é claro, mas cujos maquinismos internos seriam em grande medida independentes dos maquinismos internos de outros módulos cognitivos. Tais módulos seriam fruto de nossa história, tendo sido úteis no nosso paleolítico ambiente de adaptação evolutiva, quando vagávamos pelo mundo em bandos de poucos primatas. Foi este ambiente arcaico que moldou nossa percepção do mundo e que selecionou nossos módulos cognitivos os quais garantem, por exemplo, que sejamos bebês especialmente atentos ao rosto e ao sorriso humanos, ou seja, garantem que tenhamos em nosso cérebro uma área que lide especialmente com a decodificação da face, um módulo da face (Otta, 1994). A psicologia evolucionista sugere que temos centenas de módulos, os quais lidam, cada um deles, com um aspecto particular

de nosso ambiente: detecção de contornos, de cantos, de movimento, detecção de sexo e idade e estado de ânimo no tom da voz, isolamento de sílabas e palavras no meio de um fluxo sonoro, categorização afetiva de humanos e efetiva de objetos, enfim, centenas de módulos neurais que organizam nossa percepção do ambiente e nossas ações (para vozes discordantes, ver Buller, 2006).

Nesta abordagem, aumentos na capacidade cognitiva são obtidos via multiplicação de módulos especializados para o desempenho de tarefas de sobrevivência e reprodução. Isto sugere, mesmo que indiretamente, que animais muito simples, pequenos invertebrados como formigas, aranhas ou caramujos, seriam pouco interessantes como objeto de estudo para as ciências cognitivas já que, no mínimo, não haveria espaço físico em seus diminutos sistemas nervosos para a presença das centenas de módulos especializados que nos tornam tão plásticos, ajustáveis, adaptáveis a condições das mais variadas. Isto não impede que, no nível que compete a estes pequenos animais, tenham surgido seus “pequenos gênios”, como as abelhas e seu sistema comunicativo complexo, os polvos e sua reconhecida cognição espacial, ou mesmo algumas ainda pouco conhecidas aranhas papa-moscas, também com habilidades cognitivas surpreendentes (v. abaixo). Tais habilidades extraordinárias de seus representantes máximos, não passariam de curiosidades para o psicólogo evolucionista já que, de qualquer forma, seriam incomparavelmente inferiores aos feitos cognitivos humanos. Além disso, tais animais seriam apenas as exceções que confirmam a regra, aqueles que teriam logrado evoluir alguns poucos módulos especializados apesar das evidentes limitações na capacidade de processamento de informação. Meu objetivo neste trabalho

é mostrar que talvez não seja este o caso, que talvez haja outras formas para o aumento da cognição, rotas evolutivas alternativas que poderiam ser exploradas, e que estes pequenos seres talvez tenham importantes contribuições para as ciências cognitivas.

Informação e comportamento – Uma questão que atravessa este discurso da psicologia evolucionista diz respeito à informação para a percepção-ação. Nos comportamos de tais formas em tais circunstâncias porque nosso sistema nervoso tem informações prévias acerca do que discernir nas circunstâncias e de como agir quando tal discernimento se produz. Estas informações seriam relativamente encapsuladas nos módulos, e a cognição evoluiria pelo aumento do domínio ou do número destes módulos.

Habitualmente a cognição não é associada à idéia de instinto, mas sim à idéia de plasticidade, de ajustes não automáticos ao ambiente. Apesar disso, sempre esteve claro que o agrupamento de unidades simples funcionando em conjunto pode produzir grande complexidade, via fenômenos auto-organizativos. Mas o que seriam estas unidades simples, o que seria um instinto se ele existisse em estado puro? Seria uma resposta automática a um estímulo específico que, depois de iniciada, continua sem interrupção até o final, até a realização de sua função adaptativa. O instinto seria então um módulo no organismo que envolve a percepção especializada para aspectos particulares de um objeto em um contexto relevante, um processamento especializado desta informação, e a efetuação de uma resposta típica da espécie. Então, o que seria um comportamento plástico, ajustável ao contexto? Nem sempre os estímulos são claros e simples. Situações mais complexas podem requerer res-

postas também mais complexas. Partindo do instinto simples, de uma associação (não)perigo-(não)fuga, podemos imaginar agora um contínuo crescente de perigo, com um limiar para fuga; isto já envolve uma avaliação, no lado perceptual e associativo, dos elementos vários que compõem a cena de perigo. Há mais cognição embutida nesta avaliação do risco, embora a resposta após o limiar seja sempre a mesma: fuga.

Complexificando ainda mais, poderíamos incluir respostas intermediárias que acompanhassem a graduação do risco, tais como aumentar o nível de atenção, aumentar o tônus muscular, aproximar-se de um refúgio, emitir sinais de alerta, entrar no refúgio, fechar o refúgio. Neste caso, já temos um acréscimo de informação também no lado motor: para cada nova possibilidade de ação, teríamos que ter um novo módulo neural para a organização rápida e eficiente do novo desempenho. Podemos acrescentar ainda outros eixos de percepção-ação, como por exemplo, a concomitante presença de fêmeas ativando em acréscimo uma conexão (não)fêmea-(não)cortejamento. Nesta situação mais complexa, o animal pode agora decidir permanecer no local mesmo em situação de risco, visando cortejar a fêmea.

Neste caso o elemento decisório ficou mais complexo, conectado a um maior leque de respostas possíveis, as quais podem também ser um gradiente crescente de respostas alternativas. Maior complexidade na percepção, na decisão, e na resposta, implica maior cognição embutida no sistema, seja via aumento do número de módulos, seja via complexificação dos módulos existentes e da conectividade entre os módulos que coordenam a ação adaptativa.

Apesar do crescente de complexidade, nestes exemplos as opções de percepção-ação ainda estão todas na mesa, dadas a priori na organização interna do animal. Para tornar ainda mais complexa a questão, poderíamos pensar em uma situação para a qual o animal não possui de antemão as opções de percepção-ação: ele precisa aprender a reconhecer o perigo, aprender a resposta adequada. Nestes casos, o que a psicologia evolucionista tem demonstrado é que, para cada nova capacidade de aprendizagem, mais informação tem que ser previamente embutida no sistema. Exemplificando este ponto, temos o comportamento de caça em aranhas papa-moscas do gênero *Portia* (Cross e Jackson, 2006). Tais aranhas são araneófagas, e formam imagens de busca que aceleram a localização e o reconhecimento das várias espécies de aranha-presa das quais se alimentam. Elas aprendem táticas de captura espécie-específicas para cada uma de suas aranhas-presas. Por exemplo, para invadir a teia de uma aranha-presa, ela testa vários sinais vibratórios na periferia da teia, até encontrar um que cause quietude na aranha-presa. O aprendizado deste “mantra”, no entanto, não se dá por tentativa e erro cega: as primeiras tentativas de *Portia* já estão dentro de um espectro de frequências e intensidades próximas ao do padrão final e eficiente aprendido, o que sugere que a aranha já possuía informações relevantes acerca dos sinais minimamente adequados para a tarefa em questão (Jackson e Pollard, 1996).

Para que possamos aprender eficientemente, temos que ter uma maquinaria neural organizada especificamente para este aprendizado, ou seja, temos que ter um sistema nervoso formatado para aprender acerca daquele tipo particular de fenômeno, para se focar neste tipo

de percepto, para extrair regularidades de causa e efeito deste tipo de situação. Então, novamente, quanto mais eu sou capaz de aprender, mais eu tenho que ter informações prévias acerca do mundo, das coisas às quais eu tenho que atentar, da gama de respostas admissíveis para aquele contexto particular.

Evoluções da cognição – Talvez não seja sempre assim. Talvez possa haver formas alternativas de aumento de cognição. Talvez a evolução, através de sua constante bricolagem, chegue por caminhos imprevistos a um aumento de cognição. Para buscar tais caminhos, vamos nos centrar em modelos simples.

É sempre bom podermos lidar com modelos simplificados de nosso objeto de estudo (a cognição) e, diferentemente de alguns modelos matemáticos hiper-simplificados que deformam a realidade a ponto de torná-la irreconhecível, as aranhas são um modelo simplificado que existe, que não pode deformar a realidade, e ao qual se aplica adequadamente o conceito básico de cognição como aparato que organiza a percepção-ação em meios complexos. Assim, ao invés de simular sistemas cognitivos simplificados em ambientes virtuais, vamos trabalhar com organismos cognitivos simplificados em ambientes reais: aranhas, em suas teias, caçando suas presas.

As aranhas que escolhemos são as viúvas (viúva negra, amarela, flamenguinha, família Theridiidae), aranhas derivadas das orbitelas, mas que trocaram a construção da teia orbicular pela construção de um lençol irregular de fios, do qual partem fios secos isolados (fios âncora) que aderem ao substrato por uma sapata adesiva, na qual ficam aderidas suas presas, em geral insetos cursoriais. Estudando a evolução das táticas de captura

(de presas) nestes animais verificamos que, mesmo tendo mudado o padrão de teia, eles ainda preservam de seus ancestrais um repertório de caça extremamente reduzido, com apenas uma ou duas táticas¹¹ diferenciadas de abordagem a qualquer dos variadíssimos tipos de presa com os quais se defrontam, o que sugere então que eles apresentam poucos módulos organizando a percepção-ação neste momento inicial de abordagem à presa. Já no que se refere à teia que tais aranhas elaboram, vemos que há uma grande diversidade (inter e intraespecífica) de padrões diferenciados, ou seja, um grande repertório de percepção-ação para a construção de suas armadilhas. Neste caso, dentro do paradigma da psicologia evolucionista, diríamos que teria havido um aumento no número de módulos organizando este aspecto do comportamento. No entanto, o que houve foi justamente o contrário (Japyassú e Caires, 2008). Estudos comparativos da construção de teia nestes animais mostram que a organização interna deste comportamento é verdadeiramente simplificada (Benjamin e Zschokke, 2004). Assim, contrariando o paradigma da psicologia evolucionista, parece que estes animais evoluíram um repertório amplificado de percepção-ação não via acréscimo, mas sim via redução

¹¹ Na tática mais comum, a aranha, a partir do lençol superior, toca no fio âncora (cuja extremidade oposta tem aderida uma presa) e o puxa, descolando a sapata adesiva do substrado, e assim trazendo para si a presa. Ela realiza isto através de movimentos alternados das pernas I e II, enquanto as pernas III recolhem o fio que está sendo puxado, formando com ele uma bolota de seda. A este conjunto de ações denominamos “pesca”. A aranha então volta seu abdômen à presa para nela lançar em seqüência muitos fios de seda adesiva, através de movimentos alternados de suas pernas IV.

no número de módulos que organizam a construção de sua teia.

Para entender melhor o que acontece neste exemplo de maior plasticidade comportamental associada a maior simplicidade da organização modular subjacente, vamos recorrer a um outro estudo com este mesmo grupo de aranhas. Estando sob o lençol de sua teia, tocando um dos fios âncora, as viúvas têm uma tática exclusiva de ataque a suas presas, chamada pesca. Para que este comportamento possa ser realizado, a extremidade terminal do fio âncora de suas teias deve ser destacável do substrato; assim, quando as aranhas puxam o fio âncora, ele se rompe nesta extremidade distal para que elas em seguida alcem para si a presa nele aderida. A teia orbicular (tipo de teia do ancestral das viúvas) não apresenta nenhuma estrutura semelhante ao fio âncora, nenhum fio de captura que seja destacável, que pudesse assim ser “pescado” pela aranha, de modo que elas simplesmente não “pescam”.

Com o intuito de investigar comparativamente este módulo comportamental (pesca), produzimos artificialmente fios âncora em teias orbiculares. Para tanto, cortamos um fio radial (raio de seda seca, não adesiva e pouco elástica) próximo à sua extremidade distal, na periferia da orbe. O raio assim cortado permanecia fixo ao centro da teia, mantendo-se suspenso pelos vários e elásticos fios (das espiras adesivas) que atravessa em seu trajeto à periferia da orbe; a este raio modificado denominaremos pseudoâncora. Na extremidade (agora) livre deste raio, oferecemos uma presa viva, simulando assim, em uma teia orbicular, o contexto de caça usual nas teias irregulares das viúvas (Theridiidae). Como as orbitelas não possuem fios âncora em condições naturais, esperá-

vamos que, com a pseudoâncora, elas realizassem comportamentos de caça diferentes do de pesca, de modo que pudéssemos assim identificar os possíveis ancestrais da pesca. Para nossa surpresa, no entanto, todas as espécies estudadas realizaram a pesca para a captura da presa aderida à pseudoâncora (Penna-Gonçalves *et al.*, 2008). O que isto pode significar?

O ponto que este resultado problematiza é justamente o da informação modularizada para a realização de um comportamento especializado (pesca). Está claro que a pesca é adaptativa, definindo inclusive um clado imenso com mais de 4.000 espécies de aranhas (as viúvas, Theridiidae): não faz sentido supor que este comportamento tivesse sido mantido em um grupo tão expressivo de espécies, se não fosse adaptativo. Além disso, a teia irregular das viúvas apresenta uma estrutura especializada para ser rompida durante a pesca (o fio âncora, com sua sapata adesiva), o que é mais um indício claro de que a pesca deve ter sido selecionada positivamente, o que implica que deveria haver no sistema nervoso destas aranhas uma organização que facilite a execução ordenada dos movimentos que compõem a pesca. Já os sucessivos ancestrais dos theridídeos sempre construíram teias orbiculares, e portanto nunca tiveram a possibilidade de executar a pesca, visto que suas teias orbiculares simplesmente não permitiriam sua execução (em estado natural); daí resulta que tais ancestrais não deveriam ter em seu sistema nervoso uma organização especializada para a execução da pesca.

Não parece correto dizer que as aranhas orbitelas guardam hoje em seu sistema nervoso módulos neurais prontos para o desempenho de um comportamento que não só elas nunca desempenharam, como nunca desem-

penharão, já que a teia orbicular nem mesmo permite seu desempenho. Se as aranhas orbitelas atuais usam o comportamento de pesca frente a pseudoâncoras, e se elas não têm porque ter uma organização modular especializada para a pesca, o ancestral das viúvas também não deve ter possuído tal organização modular para a pesca. Assim, o que teria evoluído neste ancestral seria não o comportamento de pesca em si, mas a teia irregular (com seus fios âncora naturalmente destacáveis). Isto indica que o comportamento de pesca não evoluiu lentamente por seleção gradual de coordenações motoras parciais que respondem a estímulos específicos; ele surge de modo instantâneo, fruto da conjunção favorável entre uma organização interna não especializada e uma ordenação externa nova e imprevista (pseudoâncora e presa aderida). Neste caso, a organização interna é inespecífica; ela não se refere à externa, não a prevê de forma alguma.

Se há causação da ordenação externa sobre a organização interna, esta não foi selecionada ao longo de gerações sucessivas; ela é da ordem do instantâneo. Mais que isso, é apenas na conjunção de tais ordenações que se pode falar na presença de algum tipo de informação. Assim, para sermos honestos, teríamos que dizer que o que evoluiu foi um sistema de acoplamento aranha/ambiente, e que a informação para o desempenho está neste conjunto acoplado.

O mesmo raciocínio de evolução da cognição via acoplamento organismo-ambiente permitiria entender o aparente paradoxo do exemplo anterior, qual seja, o do aumento no repertório de percepção-ação apesar da diminuição no número de módulos organizando o de-

sempenho. Ao descartarem fases inteiras do algoritmo ancestral de construção de teia orbicular, ou seja, ao reduzirem sua organização interna deflagrando o surgimento das teias irregulares tridimensionais, o novo algoritmo, mais simples, passa a estar menos isolado do ambiente externo.

Enquanto as aranhas orbitelas produzem teias reconhecivelmente orbiculares em qualquer ambiente adequado que se lhes apresente, os theridídeos ajustam cada nova teia às novas circunstâncias presentes, a cada reconstrução; suas teias apresentam uma variabilidade individual e interespecífica muito maior que a das orbitelas (Eberhard *et al.*, 2008). Assim, a simplificação da organização modular orbicular ancestral resultou em uma maior dependência do contexto de construção, em um maior acoplamento entre a organização interna reduzida e o ambiente externo. Seria justamente esta maior conectividade com o ambiente, este menor isolamento em relação a este ambiente, que seria responsável pela ampliação fenotípica que observamos.

E a quê isto tudo leva? O que nos dizem então as aranhas desde o lado de fora do teatro cartesiano? Elas nos dizem que há um caminho que a evolução pode seguir em que não há, dentro do indivíduo, acréscimo de informação sobre o mundo, acréscimo da informação que enviesa nossas concepções sobre o mundo, enfim, que nos dá pré-conceitos sobre o mundo; que esta informação interna ou interiorizada (com a qual a psicologia evolucionista trabalha) não é a única informação que evolui darwinianamente; que há uma informação que só se constitui enquanto informação no instante preciso da interação organismo/ambiente, e que tal informação sis-

têmica, embora de natureza diversa da primeira, evolui do mesmo modo.

Assim, parece que nosso estudo de micro-cognições em modelos biológicos simples nos leva a conclusões curiosas. Há uma informação que evolui nos sistemas vivos que não está presente neles, mas sim na conexão entre o ser vivo e o mundo. Estamos muito habituados com a idéia de que guardamos dentro de nós informação sobre o mundo (genes, memórias), mas o que estamos tentando mostrar aqui é que existe ainda um outro tipo de informação que não está dentro de nós, que não se refere ao mundo, que não representa o mundo, posto que ela só se configura no momento exato da interação com o mundo. E o que parece mais estranho às concepções científicas dominantes é que tal informação conectiva também evolui darwinianamente. Neste sistema informativo, alterações na organização interna ou na ordenação do ambiente levam a novidades evolutivas instantâneas.

Mudanças evolutivas no contexto produzem novos significados na organização interna, mesmo que ela permaneça inalterada. Em um sistema assim ampliado, talvez seja mais adequado falar não na evolução da informação, mas sim na evolução do sentido em um mundo ou, se preferirem, da evolução de um mundo em sentidos diversos.