

Conhecimento comum e auto-organização

Willem (Pim) Ferdinand Gerardus Haselager

w.haselager@nici.kun.nl

www.nici.kun.nl/~haselag

Dpt. of Artificial Intelligence/Cognitive Science,

Nijmegen Institute for Cognition and Information, University of Nijmegen, The Netherlands

Post-Graduate Program in Cognitive science and Philosophy of Mind, Philosophy Department, UNESP, Brazil

&

Maria Eunice Quilici Gonzalez

gonzalez@marilia.unesp.br

Pós-graduação na área de Ciência Cognitiva e Filosofia da Mente,

Departamento de Filosofia, UNESP,

Av. Hygino Muzzi Filho 737, Marília, SP, 17525-900, Brasil

Abstract

According to traditional cognitive science, our common sense behavior is the consequence of reasoning and planning processes on the basis of common sense knowledge. Specifically, common sense knowledge (our beliefs and desires) is taken to consist of propositional attitudes. We will argue that the traditional view of everyday behavior as caused by propositional attitudes provides an artificial impression of the nature of our everyday behavior. The root of this problem lies within classical epistemology, with its attempt to analyze knowledge in terms of justified true belief.

We propose an alternative, systemic, view of common sense knowledge that is based on the theory of self-organization and embodied embedded cognition. Common sense knowledge should not to be conceived as beliefs *about* the environment, but rather as dispositions to interact *with* the environment. These dispositions are the result of self-organizing dynamic couplings between body and world and are incorporated instead of represented. Combined with a pragmatist approach to epistemology, this systemic conception of common sense knowledge may provide a proper perspective on the nature of our everyday behavior.

Resumo

De acordo com Ciência Cognitiva tradicional, na esteira das concepções da psicologia popular, nosso comportamento é uma consequência de processos racionais e planejados com base no conhecimento comum. Especificamente, considera-se que o conhecimento comum (que reúne crenças e desejos) consiste em atitudes proposicionais. Procuraremos mostrar que a perspectiva tradicional sobre o comportamento cotidiano, como sendo causado por atitudes proposicionais, gera uma concepção artificial sobre a natureza do comportamento comum. A raiz deste problema encontra-se na epistemologia clássica, uma vez que ela concebe o conhecimento em termos de crença verdadeira justificada.

Neste trabalho propomos uma perspectiva alternativa, sistêmica, do conhecimento do senso comum apoiada na Teoria da Auto-Organização e na Teoria da Cognição Incorporada e Situada. Argumentamos que o conhecimento do senso comum não pode ser propriamente concebido como crença verdadeira justificada *a respeito* do meio ambiente, mas, sim, como disposições para interagir no meio ambiente. Tais disposições resultam de acoplamentos dinâmicos e auto-organizados entre o corpo e o mundo, sendo, antes de tudo *incorporados*, o invés de *representados*. Combinada com uma epistemologia próxima ao Pragmatismo, esta concepção sistêmica do conhecimento do senso comum pode fornecer uma perspectiva apropriada sobre a natureza de nosso comportamento cotidiano.

Introdução

Herdeira da tradição Platônica, a ciência cognitiva tradicional procura caracterizar o conhecimento através de estruturas simbólicas abstratas que são manipuladas por mecanismos de recepção passiva de informação. Como no mito platônico da caverna - que caracteriza os indivíduos como seres acorrentados, receptores passivos de sombras que lhes chegam através de imagens luminosas projetadas na parede da caverna - os cognitivistas tradicionais elaboram modelos computacionais do processo cognitivo. Tais modelos simulam (ou mesmo reproduzem) o comportamento, supostamente inteligente, de sistemas de processamento de informação que, operando com representações simbólicas, respondem à estímulos formalmente estruturados.

Nesse cenário, conforme procuraremos mostrar, a ciência cognitiva tradicional, influenciada pela Epistemologia clássica, caracteriza o conhecimento comum em termos de atitudes proposicionais resultantes de planejamentos racionais estruturados a partir de regras abstratas aplicadas a manipulação de símbolos. De acordo com essa concepção, nosso comportamento é freqüentemente entendido como uma consequência de nossas crenças e desejos. Assim, por exemplo, se acreditamos que a Argentina é um país muito bonito, e se desejamos estar em um país bonito, é muito provável que procuraremos viajar para a Argentina, se as circunstâncias assim permitirem. Nossas crenças e desejos causam nosso comportamento. Podemos explicar nosso comportamento indicando nossos desejos e crenças relevantes, e outras pessoas podem prever, até certo ponto, nosso comportamento se elas conhecerem nossos desejos e crenças. No que se segue argumentaremos que tal caracterização do conhecimento comum é inapropriada e que ela gera mais problemas do que soluções.

A ‘Psicologia popular’

Na filosofia e na ciência cognitiva, a concepção acima esboçada é conhecida como psicologia popular (‘folk psychology’). A idéia central aqui é que conduzimos nossa vida cotidiana, da forma que o fazemos, através de crenças e desejos (esperanças, medos, etc.) que moldam nosso comportamento. Gastamos um tempo enorme falando com os outros sobre nossos (e de outros) estados mentais.

De acordo com alguns teóricos (principalmente, Fodor, Stich e Churchland), as pessoas aprendem a psicologia popular muito cedo (a partir dos quatro anos, Perner, 1991) na forma de uma teoria. Isto é, elas aprendem que, quando alguém quer X (digamos um brinquedo) então aquela pessoa geralmente procurará obter X. As pessoas usam esse corpo de conhecimento da psicologia popular para prever e explicar o comportamento dos outros. Esta concepção é algumas vezes conhecida como ‘a teoria da teoria’: trata-se da teoria segundo a qual a psicologia comum é uma teoria que é aprendida em torno de quatro anos de idade.

Uma concepção alternativa é dada pela teoria da simulação; a idéia básica aqui é que as pessoas se imaginam no lugar de outro (imaginam que eles possuem as crenças e desejos de outros)/ imaginam o que elas fariam em tais circunstâncias, e utilizam suas próprias decisões para prever o comportamento da outra pessoa. Por exemplo, imaginamos que estamos na situação de Antônio, e que, como Antônio, pensamos que se P então Q. Se, novamente como Antônio, desejássemos Q, faríamos P. Então podemos prever que Antônio também fará P. Apesar das diferenças entre a *teoria da teoria* e a teoria da simulação, investigações empíricas sobre a natureza da psicologia popular têm nos deixado com mais perguntas do que respostas. Resultados recentes de investigações empíricas indicam que algumas vezes empregamos a *teoria da teoria* e outras vezes empregamos a *teoria da simulação* para prever e explicar o comportamento dos outros (Stone & Davies, 1995; Perner, no prelo, p.5).

Conhecimento comum: atitudes proposicionais

Qual é a característica comum das duas teorias? Ambas caracterizam os estados mentais (como crenças e desejos) como atitudes proposicionais. Se acreditamos que a Argentina é um país bonito, nos encontra, supostamente, em uma relação computacional com uma proposição que instancia o conteúdo: ‘Argentina é um país bonito’. Podemos ter diferentes atitudes em relação a tal proposição: posso acreditar, duvidar, ter esperanças, e assim cor diante,

Queremos focalizar aqui uma hipótese muito popular na ciência cognitiva tradicional, segundo a qual todas as nossas crenças e desejos devem ser caracterizados em termos de proposições em relação as quais assumimos certas atitudes *. Esta é uma visão do senso comum que está muito próxima da concepção segundo a qual o conhecimento é essencialmente proposicional. Conforme detalharemos adiante, a Epistemologia clássica estabelece, ou procura estabelecer, uma nítida

distinção entre conhecimento e crença. De acordo com a tradição filosófica, o conhecimento possui algo mais que as meras crenças. Mas em nenhum momento o caráter proposicional de ambas é colocado em dúvida. Esta pressuposição nos parece problemática porque ela nos induz a uma concepção do senso comum entendido como um conjunto de descrições sobre o mundo. Além disso, ela conduz a uma concepção do comportamento comum como sendo guiado por conhecimento descritivo sobre o mundo, a partir do qual raciocinamos.

Segundo essa concepção, mesmo nas situações mais mundanas, estamos engajados na atividade de planejar, raciocinar e tomar decisões. Como argumentaremos abaixo, esta concepção é inadequada como uma caracterização das causas de nosso comportamento comum. Ela nos conduz a uma concepção equivocada a respeito de nossas atividades cotidianas.

Senso comum ou senso artificial?

A concepção vigente na ciência cognitiva tradicional, segundo a qual nosso comportamento comum é uma consequência das inferências formuladas com base em atitudes proposicionais, tem conduzido a sérios problemas. Para mencionar um exemplo:

“Consideremos um exemplo bem conhecido de problema cotidiano: que conhecimento necessitamos para formular um simples plano para quebrar um ovo nas bordas de uma vasilha, com a intenção de colocar o conteúdo do ovo na vasilha. (Elio, 2002, p.11).

A Inteligência Artificial (IA) tradicional tem tentado resolver problemas como este há muito tempo. Desde o momento em que McCarthy & Hayes (1969, p.463) tentaram criar um programa computacional capaz de ‘agir inteligente no mundo’, desde então a IA tem se deparado com a dificuldade de modelar o conhecimento comum e o raciocínio cotidiano. Até o momento, a IA não foi bem sucedida na produção de qualquer máquina que se aproxime de algo que atue inteligentemente no mundo.

Esta falha da IA tradicional em obter tal meta tem sido discutida intensivamente em relação ao conhecido problema dos *frames* (‘the Frame Problem’). Uma parte importante deste problema é que as pessoas possuem uma quantidade surpreendente de conhecimento comum. Não apenas é extremamente difícil de formular *o que* sabemos (veja, por exemplo, o projeto de Cyc: Guha & Lenat, 1990; 1993), como também é ainda mais problemático modelar nosso uso eficiente e

flexível das partes relevantes do nosso conhecimento (Haselager, 1997; 1999; Haselager & van Rappard, 1998).

Entendemos que a raiz da dificuldade reside na própria formulação do problema da natureza do conhecimento xoidiano. É a própria suposição que o conhecimento comum deve ser caracterizado em termos de atitudes proposicionais, e que nosso comportamento é uma consequência de raciocínio sobre proposições, que conduz a dificuldades. Para caracterizar nossa posição em relação ao exemplo acima mencionado, da quebra do ovo, julgamos que em muitas situações do dia a dia não formulamos planos e o conhecimento que desempenha um papel relevante na nossa conduta não é de um tipo proposicional. Conforme procuraremos argumentar, as suposições da ciência cognitiva possuem raízes na epistemologia clássica que é essencialmente platônica.

Conhecimento e opinião verdadeira: a Epistemologia clássica

Um dos problemas mais discutidos na Epistemologia clássica diz respeito à distinção entre conhecimento e opinião verdadeira. Tal problema foi originalmente formulado por Platão que, no diálogo *Teeteto*, considera várias situações em que um indivíduo pode possuir crenças verdadeiras acerca de eventos no mundo, mas não possuir conhecimento sobre tais eventos. Assim, por exemplo, Wilma pode acreditar que choverá, em uma data e hora específicas, sem possuir qualquer conhecimento sobre meteorologia. Ainda que sua crença se mostre verdadeira e que, de fato, chova na data e hora previstas, ainda assim, dada sua ignorância sobre meteorologia, não se considera que ela possua conhecimento sobre a ocorrência da chuva naquele momento. O problema do Teeteto se coloca quando perguntamos: o que é que um indivíduo, dotado de crenças verdadeiras sobre um evento, deve possuir além dessas crenças para que possamos considerá-lo um conhecedor da ocorrência de tal evento?

Várias propostas de solução para o problema do Teeteto vem sendo discutidas entre os filósofos por muitos séculos sem uma solução que seja, consensualmente, considerada satisfatória. Contudo, a grande maioria dos filósofos admite que a solução para o problema do Teeteto deve partir da suposição que o conhecimento envolve um procedimento de justificação racional de crenças verdadeiras. Nesse contexto, o problema do conhecimento se desloca para o problema da

justificação racional: em que condições um sujeito, possuidor de crenças verdadeiras, estaria apto para justificá-las?

Uma dificuldade central do problema do conhecimento, tal como caracterizado na tradição platônica, diz respeito à circularidade que parece estar envolvida na escolha dos candidatos que poderiam fundamentar o processo de justificação racional de crenças verdadeiras. Assim, por exemplo, processos de justificação de crenças que se sustentam em verificações empíricas envolvem problemas de circularidade, uma vez que a escolha dos dados observacionais relevantes, que supostamente fundamentariam uma verificação empírica, requer conhecimento; precisamente o que estamos procurando definir. O mesmo pode ser dito de outros processos de justificação que envolvem, por exemplo, elementos estatísticos, éticos, etc. Uma vez que não é qualquer dado estatístico ou elemento ético que pode ser qualificado como um candidato apropriado para justificar uma crença verdadeira, eles exigem um critério apropriado de seleção, cuja escolha parece pressupor o conhecimento que procuramos definir.

Uma tentativa recente de resolução do problema do Teeteto foi proposta por Dretske no seu livro *Knowledge and the flow of information* (1981). Nessa obra, Dretske investiga o conceito de *informação* argumentando que um estudo cuidadoso de tal conceito nos indica uma saída para a circularidade presente nos processos de justificação racional do conhecimento. Grosso modo, a proposta de Dretske envolve duas etapas. Na primeira, apoiando-se na teoria matemática da comunicação desenvolvida por Shannon e Weaver (1948), ele fornece uma caracterização naturalista da informação: trata-se de um elemento objetivo, cuja existência independe de mentes conscientes ou de qualquer fator subjetivo. O mundo físico é considerado por Dretske como estando repleto de relações legiformes que se estabelecem entre conjuntos, padrões ou estruturas de naturezas diversas. A informação é justamente aquele indicador de relações que pode ser objetivamente registrado por um receptor (humano ou não) que esteja devidamente equipado para tal.

O caráter legiforme e objetivo da informação, tal como caracterizada acima, indica, no entender de Dretske, um forte candidato para resolver o problema do Teeteto. Tendo caracterizado a informação de maneira naturalista, Dretske propõe, na segunda etapa de sua argumentação, uma definição do conhecimento entendido como “...crença verdadeira sustentada em *informação*”

Uma vez que sua concepção de informação não pressupõe a existência de conhecimento (e nem mesmo de uma consciência), e dado o caráter legiforme da informação que assegura a sua objetividade, ele argumenta que temos, finalmente, uma definição do conhecimento que não envolve circularidade.

Não é nossa intenção debater aqui a validade e o alcance da proposta de Dretske.

Nosso principal objetivo consiste em indicar a natureza da tradição platônica na epistemologia e suas conseqüências problemáticas para a pesquisa na I.A. no que diz respeito ao comportamento e ao conhecimento comum. No que se segue, examinaremos uma visão alternativa do senso comum, que se sustenta na Teoria da Cognição Incorporada e Situada e na Teoria da Auto-Organização.

Cognição situada e incorporada e a Teoria da Auto- Organização

No mito platônico da caverna, os observadores são forçados a permanecer passivos. Suas crenças sobre o mundo não podem ser colocadas em prática. Contudo, o senso comum está diretamente ligado à prática e à ação. Supostamente, o senso comum é o que nos habilita a atuar como atuamos à medida que interagimos cotidianamente com aquilo que nos circunda. Nessa perspectiva, rejeitamos a idéia segundo a qual o conhecimento do senso comum (crenças) deve ser interpretado como descrições (proposicionais) do mundo, formuladas a partir de uma perspectiva de observadores passivos. Em contraste, propomos um esboço de uma interpretação do senso comum fundada em uma perspectiva de indivíduos ativos. Nossa sugestão básica é que o conhecimento do senso comum deve ser concebido como inteiramente incorporado e situado na natureza, consistindo de padrões potenciais de interação dos indivíduos com o mundo. Esta concepção ajusta-se aos desenvolvimentos recentes na área de ciência cognitiva, algumas vezes indicada pelo nome de 'Cognição Enativa', 'Cognição incorporada' ou 'Cognição incorporada e situada' (CIS) e também a Teoria da Auto-Organização (TAO). A TAO e a CIS ressaltam que a cognição desempenha um papel adaptativo e flexível em nossas atividades no mundo. Algumas noções da CIS e TAO centrais para nosso objetivo são:

- (1) O mundo: sistemas cognitivos estão situados no meio ambiente e seus comportamentos estão, essencialmente, imersos no mundo. Ao invés de conceber o mundo como um componente separado e distinto dos processos cognitivos, o mundo é considerado como parte deles.
- (2) O corpo: sistemas cognitivos são essencialmente sistemas incorporados, com dinâmicas corporais intrínsecas (isto é, tendências de coordenação espontâneas, Kelso, 1995) contribuindo para o comportamento do sistema e, de acordo com Damásio (1994) para a racionalidade. A percepção e a ação são consideradas como uma unidade funcional ao invés de componentes separados,

Uma boa ilustração de como a cognição e o comportamento dependem de especificidades do corpo e do meio ambiente é fornecida por Thelen & Smith (1994). Bebês que já aprenderam a engatinhar (aos oito meses e meio de idade) não hesitam ao descer uma rampa acentuada de 10 a 40 graus. Após cair algumas vezes, eles param de engatinhar na rampa: eles aprendem os riscos presentes nessa atividade. No momento em que começam a andar (de 12 a 14 meses), eles têm que aprender tudo novamente. Na mesma situação, 10 de 15 crianças descem rampa abaixo sem hesitação. Algumas crianças quando colocadas em frente da rampa, na posição de engatinhamento, não descem por ela, mas quando colocadas em pé elas descem "como se tivessem se tornado instantaneamente ignorantes da existência prévia da rampa" (Thelen & Smith, 1994, p. 220).

- (3) O cérebro: o cérebro não é concebido como 'espelho' do mundo, como um sistema primariamente movido por representações e processamento de informação, mas sim como um dispositivo de controle da ação (ver, por exemplo, em VARELA et al., 1991, a noção de 'cognição enativa').
- (4) Interação e pareamento: em todos os planos de descrição o comportamento pode ser entendido como emergindo de interações contínuas e não lineares entre organismo e ambiente.
- (5) O tempo: os processos cognitivos se desenvolvem (*unfold*) em tempo real; a necessidade de agir e reagir no tempo funciona como pressão da seleção operando nos organismos bem como em seus padrões comportamentais.

- (6) Auto-Organização: sistemas complexos reúnem um grande número de componentes interagindo (por exemplo, células, tecidos, sistemas de órgãos, subsistemas funcionalmente definidos para o movimento, a percepção, etc) entre si de tal forma que todos contribuem para o seu comportamento global. Devido à interação não linear dos componentes de tais sistemas, padrões auto-organizados de comportamento podem emergir.

A perspectiva básica que a TAO e a CIS fornecem é que muito de nosso comportamento cotidiano emerge em tempo real a partir da junção dinâmica entre corpo, cérebro e meio ambiente. A CIS e a TAO enfatizam as possibilidades de interação do organismo com o meio ambiente. Cada situação fornece certas possibilidades de ação e torna outras mais difíceis. Obviamente existe uma conexão muito próxima entre esta concepção e a noção gibsoniana de *affordance*: "behavioral opportunities in a niche for an organism, relative to coordinated action and perceived by the organism-in-action." (Clancey, 1997, p.251-258).

A partir dessa perspectiva, então, é mais frutífero interpretar um organismo como um 'repertório móvel de comportamentos' do que como um 'observador passivo acorrentado'. Nosso conhecimento do senso comum é incorporado e situado, ele está em nossas ações e não em nossas descrições do que conhecemos sobre o mundo. Se olharmos para o exemplo da 'quebra do ovo', acima mencionado, o problema de como quebrar um ovo não se resume a uma consulta na base de dados de nosso conhecimento proposicional para formular um planejamento simples. Ao invés disso, o meio ambiente e suas propriedades possibilitam, selecionam ou explicitam certos comportamentos. A borda da vasilha permite a quebra da casca do ovo. O movimento que fazemos com nossos braços e mãos não é planejado e calculado, mas emerge da dinâmica intrínseca de nosso corpo, do peso do ovo, da influência da gravidade e de muitos outros fatores. Nesse sentido, os aspectos gerais do organismo na situação do senso comum se auto-organizam em uma seqüência apropriada de comportamentos emergentes. Crenças e desejos, estão, então, intrinsecamente, e não inferencialmente, relacionados ao comportamento. Não existe, nessa perspectiva, a necessidade de uma exploração exaustiva de uma imensa base de dados do senso comum para escolher as partes relevantes de modo similar a 'um planejamento comportamental simples'. O conhecimento do senso comum não é descritivo e nem proposicional; tampouco se

encontra estocado em alguma de base de dados. Ao contrário, o conhecimento está nos padrões comportamentais que um organismo tem a sua disposição.

Conclusão

Como apontamos, uma das principais questões da epistemologia consiste em estabelecer a diferença entre conhecimento e crença. A interpretação clássica considera que o processo de obtenção do conhecimento começa com crenças, a partir das quais se inicia a busca pelas condições que devem ser adicionadas à crença (notadamente justificação racional) de modo a qualificá-la como conhecimento. A natureza da crença é tomada como um ponto de partida relativamente não problemático para análise posterior do conceito de conhecimento. Contudo, sugerimos que graças à importância que a epistemologia atribuiu às noções de justificação e de verdade, a interpretação da crença foi construída de uma maneira particular. E é a própria interpretação da noção de crença - entendida como uma atitude proposicional - que tem como consequência o interesse da Epistemologia nos processos de justificação e de legitimação. Mais especificamente, é a ênfase que se coloca na noção de verdade em relação ao conhecimento que conduz à interpretação da crença como sendo proposicional por natureza. Assim, a concepção das crenças como atitudes proposicionais não é considerado um ponto de partida passível de discussão para o desenvolvimento da pesquisa sobre a natureza do conhecimento, mas, antes, uma consequência de uma pesquisa epistemológica.

A partir da idéia de que crenças são atitudes proposicionais, precisamos um pequeno passo para sugerir as operações inferenciais como meios de se combinar representações portadoras de conteúdo proposicional das crenças. Nesse cenário, o senso comum se torna 'intelectualizado', 'racionalizado' e 'computacionalizado'. Com base nessa concepção, a IA tentou modelar nossa capacidade cotidiana de agir inteligentemente no mundo, sustentada em planejamento e raciocínio. O fracasso da IA para atingir suas metas pode servir como uma indicação da inadequação da suposição de que as crenças possuem um caráter intrinsecamente proposicional.

Neste trabalho procuramos esboçar os contornos de uma concepção alternativa do senso comum baseada nas idéias de cognição situada e incorporada e nos pressupostos da teoria da auto-organização. De acordo com esta perspectiva, os organismos são concebidos como agentes situados no mundo ao invés de sujeitos passivamente observando e pensando sobre o mundo. Em

relação ao conhecimento do senso comum, sugerimos, então, que este se caracteriza em termos de relações que se estabelecem entre o agente e o mundo que torna possível (affords) suas ações.

Referências

- Elio, R. (2002). *Common sense, reasoning & rationality*. Oxford: Oxford University Press.
- Clancey, W.J. (1997). *Situated cognition: On human knowledge and computer representation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Damasio, A.R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Avon Books.
- Davies, M. & Stone, T. (1995). (Eds.). *Mental simulation*. Oxford: Blackwell.
- Dretske, F. (1981). *Knowledge and the flow of information*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Guha, R.V. & Lenat, D.B. (1990). Cyc: a midterm report. *AI Magazine*, 32-59.
- Guha, R.V. & Lenat, D.B. (1993). Re: Cycling paper reviews. *Artificial Intelligence* (61), 149-174.
- Haselager, W.F.G. (1997). *Cognitive science and folk psychology: The right frame of mind*. London: Sage.
- Haselager W.F.G. (1999). On the potential of non-classical constituency. *Acta Analytica*, 22, (pp. 23-42).
- Haselager W.F.G. & van Rappard J.F.H. (1998). Connectionism, systematicity, and the frame problem. *Minds and Machines*, 8(2), (pp. 161-179).
- Kelso, J.A.S. (1995). *Dynamic patterns: The self-organization of brain and behavior*. Cambridge, Massachusetts: MIT-Press.
- McCarthy, J. & Hayes, P.J. (1969). Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In D. Michie & B. Meltzer (Eds.). *Machine Intelligence 4*. 463-502.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: Bradford Books/MIT-Press.
- Perner, J. & Kühberger, A. (forthcoming). Framing and the theory-simulation controversy: Predicting people's decisions. *Mind & Society* (Special Issue of contributions to ESF workshop "Natural Bases of Human Inference"). **Error! Reference source not found.**
- Shannon, C.E. & Weaver W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Thelen, E., & Smith, L.B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge, Massachusetts: MIT-Press.
- Varela, F.J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT press.

Agradecimentos

Agradecemos aos nossos colegas do Grupo de Estudos Cognitivos da UNESP (especificamente a Maria Cândida De-Masso, Carmem Beatriz Milidoni e Mariana Claudia Broens), bem como as agências de fomento FUNDUNESP, FAPESP e NICI, Holanda, por financiarem esta pesquisa.