

Haselager, W.F.G. (2004). O mal estar do representacionismo: sete dores de cabeça da Ciência Cognitiva. In A. Ferreira, M.E.Q. Gonzalez & J.G. Coelho (Eds.). Encontros com as Ciências Cognitivas, Volume 4. São Paulo: Coleção Estudos Cognitivos (pp. 105-120).

## O mal estar do representacionismo: sete dores de cabeça da Ciência Cognitiva<sup>1</sup>

*Willem Ferdinand Gerardus Haselager<sup>2</sup>*

### Introdução

Há um crescente número de cientistas cognitivos que enfrentam um mal-estar com a abordagem representacionista na explanação do comportamento inteligente. No entanto, dizer exatamente o que há de errado com o representacionismo é uma tarefa muito difícil, até porque a utilização de representações não é completamente inadequada. Mais precisamente, entendemos que a Ciência Cognitiva tornou-se dependente de representações. Nosso principal objetivo neste texto é discutir alguns dos sintomas dessa dependência.

### Ciência Cognitiva *versus* Behaviorismo

O principal objetivo da Ciência Cognitiva é explicar o comportamento inteligente. Embora essa ciência possa ser retratada como um estudo da mente, cabe notar que estados mentais ou internos são considerados necessários por causa de seus efeitos, direta ou indiretamente, no comportamento externo. Mesmo nos primórdios da Inteligência Artificial, McCarthy e Hayes (1969, p. 463) declaravam explicitamente que era seu objetivo criar “um programa computacional capaz de agir inteligentemente no mundo”.

Como sabemos, antes do surgimento da Ciência Cognitiva, o behaviorismo era a abordagem predominante na Psicologia. Uma característica fundamental do behaviorismo era sua rejeição de estados mentais internos na explicação do comportamento. Skinner, por exemplo, defendia a hipótese de que o uso de estados mentais nas explicações do comportamento apenas revelava a lacuna de nosso conhecimento: usamos conceitos mentais apenas quando as reais causas ambientais do comportamento são obscuras para nós. Obviamente, o problema do behaviorismo era que suas próprias explicações limitavam-se ao comportamento e a processos de aprendizagem relativamente simples. A cognição mais abstrata, como a encontrada na linguagem, no raciocínio e no planejamento, por exemplo, permanecia fora de seu alcance.

A Ciência Cognitiva assumiu, no lugar do behaviorismo, uma posição predominante na área. Ela pretende explicar a cognição mais abstrata tendo como base a suposição de que estados mentais

---

<sup>1</sup> Texto traduzido do inglês por Mariana Claudia Broens.

<sup>2</sup> Artificial Intelligence, Nijmegen Institute of Cognition and Information (NICI), Radboud University, Nijmegen, Holanda e Pós-Graduação em Filosofia, UNESP, Marília, SP, Brasil. Endereço eletrônico: [w.haselager@nici.ru.nl](mailto:w.haselager@nici.ru.nl). Home page: [www.nici.ru.nl/~haselag](http://www.nici.ru.nl/~haselag).

internos são causalmente relevantes para o comportamento. Esse efeito causal no comportamento pode ser entendido em termos de processos computacionais sobre representações internas. Apesar de que a noção de representação é uma das pedras fundamentais da Ciência Cognitiva (o outro é a computação), seu significado preciso tem se tornado constantemente mais obscuro. Tomaremos a definição a seguir, frequentemente utilizada nos debates em torno ao representacionismo, como nosso ponto de partida:

Um sistema sofisticado (um organismo) projetado (tendo evoluído) para maximizar algum fim (a sobrevivência, por exemplo) deve, em geral, ajustar seu comportamento às características, estruturas ou configurações ambientais que lhe são específicas de formas não inteiramente pré-configuradas em seu *design*. [...] Mas se as características relevantes não estão sempre presentes (ou não são detectáveis), então elas podem, pelo menos em alguns casos, ser representadas; isto é, algo diferente pode ocupar seu lugar se tiver o poder de guiar o comportamento. Aquilo que ocupa o lugar de algo dessa maneira é uma representação; aquilo cujo lugar é ocupado é seu conteúdo; e ocupar o lugar de um conteúdo é representá-lo (HAUGELAND, 1991, p. 62).

As duas características mais importantes das representações são que elas se colocam no lugar de algo e que o sistema usa as representações com o objetivo de guiar seu comportamento. De acordo com a Ciência Cognitiva tradicional, então, as representações desempenham um duplo papel: carregam um conteúdo e causam o comportamento. Mesmo se a Ciência Cognitiva clássica e o Conexionismo discordam a respeito do efetivo formato das representações, eles têm esse pressuposto em comum.

A perspectiva geral é a de que o meio ambiente apresenta problemas para o sistema, aos quais devem ser resolvidos através do processamento interno de informação. As representações são postuladas para atuar como intermediárias entre a percepção e a ação, especificando informações sobre o mundo, frequentemente de forma independente do contexto – e da ação.

Certamente, a credibilidade das representações internas foi consideravelmente fortalecida pela existência de modelos computacionais que efetivamente desempenham tarefas que em seres humanos requerem inteligência. Como afirmou Fodor: “Sem representações não haveria computação; sem computação não haveria modelagem” (FODOR, 1975, p. 31). E poderíamos acrescentar que sem modelagem não haveria Ciência Cognitiva. Além disso, um forte argumento a favor das representações sempre foi a indagação retórica: “E de que outro modo poderíamos explicar a cognição e o comportamento inteligente?”.

As dores de cabeça representacionistas

A seguir, pretendemos criticar o uso de representações na Ciência Cognitiva, mas não queremos fazê-lo exageradamente. Para evitar, desde o início, mal entendidos, ressaltamos que não estamos sugerindo que a Ciência Cognitiva deva abandonar inteiramente sua posição representacionista. Não consideramos exagerado dizer que a Ciência Cognitiva derrotou o behaviorismo porque o uso de representações internas tornou possível estudar fenômenos cognitivos que estavam fora do alcance deste último. Não estamos afirmando que o behaviorismo estava certo nem que, por outro lado, o uso explanatório de representações internas está equivocado. No entanto, consideramos que a Ciência Cognitiva exagerou em sua reação contra o behaviorismo e que isso a

impediu de avaliar criticamente seu principal instrumento explanatório. Como colocado, entendemos que a Ciência Cognitiva tornou-se dependente (ou adicta) do representacionismo. E, como ocorre frequentemente em casos de dependência, isso significa que a Ciência Cognitiva utiliza representações rapidamente e com excessiva frequência. Além disso, essa enorme pressa nem sempre permite avaliar com clareza o uso de representações. Em suma, entendemos que o uso acrítico de representações originou várias dores de cabeça à Ciência Cognitiva.

#### 1 “Atue normalmente!” O problema do *frame*

Um dos mais importantes problemas enfrentados pela Ciência Cognitiva é como fazer com que computadores apresentem senso comum e executem tarefas do cotidiano. Essa questão não se refere ao desempenho eficiente de tarefas especializadas (derrotar o campeão mundial de xadrez ou detectar onde se encontram reservatórios ocultos de petróleo, por exemplo). Trata-se de ações de nosso dia-a-dia: preparar o café da manhã, rir de uma piada, conversar durante o café da manhã, escolher um caminho para ir a um lugar específico na cidade onde moramos, etc.

O problema é que, quando o examinamos de perto, o “agir normalmente” conta com uma enorme quantidade de conhecimento comum. Precisamos saber, por exemplo, que a porta deve ser aberta antes de entrar num lugar ou que a água é necessária para fazer café. Do mesmo modo, precisamos saber que as pessoas gostam, em geral, de perder peso, mas não querem fazê-lo cortando seus braços ou pés, ou que pessoas não entram em ruas sem saída em circunstâncias normais, etc.

A questão central aqui é que as pessoas parecem ter uma enorme quantidade de conhecimento comum e são capazes de utilizar esse conhecimento rapidamente e com eficiência. Já foi demonstrado, inclusive, que é muito difícil formular exatamente o que conhecemos (ver, por exemplo, o Cyc-project: GUHA; LENAT, 1990, 1993; DREYFUS, 1992, p. p.xvi-xxx). Mas é ainda mais difícil modelar nosso uso eficiente e flexível de partes relevantes daquilo que conhecemos. Até o momento, as tentativas de modelagem do raciocínio do senso comum, tendo por base uma grande quantidade de conhecimento interno representado, fracassaram. Representações em demasia resultam em apatia computacional, pois o sistema se perde em seu próprio armazenamento de informações. Um sistema representacional capaz de agir inteligentemente no mundo é rapidamente sufocado por seus próprios recursos representacionais.

Um dos modos em que esta questão se manifesta é no assim chamado ‘problema do frame’, postulado por McCarthy e Hayes (1969); ver também PYLYSHYN, 1987; HASELAGER, 1997). O problema do frame contribuiu para a pesquisa de métodos alternativos de representar o conhecimento, tais como as representações distribuídas do Conexionismo. Em outras ocasiões, procuramos mostrar que o problema não foi resolvido dessa maneira, mas apenas foi transformado em outro problema diferente, mas igualmente sério (HASELAGER, 1999; HASELAGER; van RAPPARD, 1998).

Uma vez que aparentemente estamos hoje tão longe de resolver o problema quanto estavam McCarthy e Hayes no final dos anos 1960, uma questão se coloca com toda força: o conhecimento comum precisa realmente ser representado? Assim, o problema do frame constitui uma das principais razões para assumir uma postura crítica em relação ao representacionismo.

## 2 “Dois candidatos, ambos precários” O problema da estrutura representacional.

Nos bons velhos tempos da Ciência Cognitiva, quando o behaviorismo havia sido recém superado, todos sabiam o que eram representações: seqüências de símbolos bem estruturadas de acordo com regras sintáticas e semânticas adequadas. Sistemas formais automatizados simulavam processos cognitivos humanos que se supunha ocorrerem numa “Linguagem do Pensamento” (LP; FODOR, 1974). Então, no início dos anos 1980, os problemas com que se deparou a abordagem tradicional tornaram-se mais e mais evidentes. O formato simbólico-representacional passou a ser considerado excessivamente lingüístico e muito frágil para dar conta da cognição humana. A alternativa conexionista, baseada na representação distribuída, foi recebida com entusiasmo. Conjuntos de pesos e padrões flexíveis de ativação de unidades neurônio-símile (UNS) substituíram as estruturas de blocos de representações do LP. No entanto, os problemas da representação distribuída rapidamente também se tornaram evidentes. Uma estrutura representacional (por exemplo, quem faz o quê com quem e com o quê, como em “Maria bate em João com a colher”) é possível, por meio de um árduo trabalho, apenas em domínios limitados. O desenvolvimento de representações distribuídas utilizáveis é excessivamente dependente de arranjos pré-fixados, e em si mesmos frágeis, de conjuntos de unidades, cujo treinamento requer uma espantosa quantidade de computações.

Certamente os conexionistas tiveram sucesso ao apontar as fraquezas do esquema representacionista clássico, enquanto que os proponentes da tendência clássica indicam as dificuldades experimentadas pelos conexionistas (por exemplo, Aizawa, 1997; Chalmers, 1993; Churchland, 1989; Fodor; Pylyshyn, 1988; Hadley, 1994; Haselager; van Rappard, 1998; Horgan; Tienson, 1997; Smolensky, 1988). O ponto importante, e frustrante, é que os dois lados têm razão. É preocupante que os fundamentos da Ciência Cognitiva, que se alicerçam nas representações, sejam objeto de acalorados debates sobre sua correta estrutura. Esta questão se torna mais séria ainda quando as críticas a ambas as estruturas representacionais estão basicamente corretas. A questão que surge em decorrência disso é: será a pedra fundamental da Ciência Cognitiva tão sólida quanto se pensava?

## 3 “O que isso significa?” O problema das raízes do significado

A principal razão pela qual as representações são consideradas úteis é, obviamente, que elas ocupam o lugar de alguma outra coisa, elas se referem a algo ausente no ambiente. No entanto, é altamente problemático explicar como as representações adquirem significado. Como podem as representações de sistemas computacionais tornar-se significativas para os próprios sistemas? É importante notar que esta interrogação não diz respeito ao significado das representações de um modelo para seu programador, mas sim do que elas significam para o próprio modelo. Como Harnad (1990) ressaltou, o problema é fazer com que o significado das representações se torne intrínseco ao sistema e não parasitário do significado que está na cabeça de seu idealizador. Para acentuar a diferença entre sistemas naturais e sistemas computacionais foram cunhadas expressões como “significado genuíno” ou “Intencionalidade intrínseca” (Searle, 1980a; 1980b). A principal dificuldade que este problema levanta é que parece difícil que um sistema representacional conecte efetivamente suas representações internas com o mundo, fundamentando-as durante o processo. Assim, a principal

característica das representações ('ocupar o lugar de algo') permanece um mistério para a perspectiva computacional.

#### 4 "*Representações? Onde?*" O problema da operacionalização

Ultimamente tem sido desenvolvido um número crescente de sistemas que aprendem a efetuar tarefas de um modo mais ou menos autônomo, como, por exemplo, os que utilizam algoritmos genéticos. Frequentemente, esses sistemas são analisados apenas depois de terem aprendido como realizar a tarefa. Assim, esta linha de trabalho é diferente da abordagem tradicional na qual os recursos representacionais são previamente especificados e programados no sistema. É interessante notar que pesquisadores trabalhando nessa área levantam a questão de como determinar se os sistemas autônomos de aprendizagem são representacionais e, se forem, que representações eles desenvolveram:

Investigamos máquinas simples de sistemas visuais desenvolvidas por evolução artificial no lugar das técnicas de *design* da engenharia tradicional, e note-se que a tarefa de identificar representações internas torna-se difícil pela ausência de uma definição operacional de representação no plano da causação mecânica. Conseqüentemente, questionamos a natureza, e até mesmo a existência, de representações que se postula serem utilizadas nos sistemas visuais naturais (isto é, nos animais) (CLIFF; NOBLE 1997, p.1156; ver também BEER 1995; BROOKS, 1991; 1995).

Um modo usual de estabelecer se um sistema físico constitui um sistema computacional e representacional é indicando um isomorfismo entre eles (o sistema físico e uma descrição representacional e computacional). No entanto, Putnam (1988) criticou severamente o uso abusivo de isomorfismos. De acordo com sua tese da instanciação universal, todo sistema físico aberto pode efetuar qualquer computação. Embora essa tese tenha sido questionada por Chalmers (1995, 1996) e Chrisley (1995), permanece o fato de que o isomorfismo está longe de ser considerado uma noção não problemática. Entendemos que é altamente problemático que numa ciência haja incertezas a respeito da operacionalização adequada de uma de suas noções centrais.

#### 5 "*Este comportamento parece inteligente, então deve ser representacional*". O problema do observador

Todos estamos familiarizados com a tendência humana de projetar nossas vontades e desejos nos outros. Fazemos isso não apenas em relação ao conteúdo dessas vontades e desejos (como, por exemplo, quando dizemos "você realmente quer que eu saia, não quer?"), mas também em relação ao próprio esquema conceitual das crenças e desejos em geral. Não apenas atribuímos crenças e desejos a animais como cachorros e gatos, mas fazemos o mesmo, muitas vezes sem nos dar conta, com computadores ("por que você não quer fazer isto?") e até com carros. Em especial, robôs parecem estimular ainda mais nossa disposição de atribuir a outros seres uma vida mental. Encontramos exemplos interessantes dessa disposição em relação a robôs no trabalho de Braitenberg (1984); e a empresa Sony está tentando explorar economicamente essa inclinação humana com o AIBO e outros projetos de robôs domésticos.

Consideramos que os cientistas cognitivos têm essa mesma tendência em relação às representações: sempre que observam o comportamento de um sistema, manifestam essa compulsão de atribuir-lhe representações internas. No entanto, um dos fundadores da Ciência Cognitiva alertou-nos contra essa tendência nos primórdios dessa área do saber. Simon (1969/1996, p. 51) deu o exemplo de uma formiga na praia:

Ela se move em frente, vira à direita para facilitar a escalada de um montículo íngreme, desvia-se de uma pedra, pára por uns segundos para trocar informações com outro membro da colônia. Assim ela vai traçando seu caminho tortuoso de volta a seu lar.

Embora seu comportamento pareça complicado e difícil de descrever, Simon argumenta que a complexidade não reside na formiga, mas surge da complexidade da superfície da praia. Simon (1969/1996, p. 53) coloca que o mesmo pode ser dito de seres humanos:

Seres humanos, considerados como sistemas comportamentais, são bastante simples. A aparente complexidade de nosso comportamento ao longo do tempo é em grande parte um reflexo da complexidade do ambiente em que nos encontramos.

Consideramos que esse alerta de Simon foi negligenciado devido aos muitos sucessos do representacionismo. Ao primeiro sinal de inteligência (e muitas vezes até sem isso, como mostraremos a seguir), começamos quase automaticamente a procurar a complexa estrutura interna que torna tal comportamento possível. Entendemos que esta disposição é prejudicial.

6 " *Vou primeiro buscar uma representação...* " O problema da dependência (primeira parte)

Tim van Gelder (1995) oferece uma boa ilustração do problema da dependência (embora ele não utilize esta expressão). Seu exemplo data de 1788, no período da revolução industrial inglesa, quando máquinas a vapor eram utilizadas para tecer o algodão usado em roupas e tapeçarias de qualidade superior. Para obter a mais alta qualidade, a pressão do vapor precisava ser transferida para o movimento gradual da roda que controlava os teares. Uma válvula podia ser usada para regular a pressão do vapor, mas como controlar a válvula?

Um cientista cognitivo com uma boa formação, observa van Gelder (1995, p. 348), imediatamente pensaria mais ou menos o seguinte:

1. Medir a velocidade da roda.
  2. Comparar a velocidade atual com a velocidade desejada.
  3. Se não há discrepância, voltar ao primeiro passo. Se houver:
    - a. medir a pressão usual do vapor;
    - b. calcular a mudança desejada na pressão do vapor;
    - c. calcular o ajuste necessário na válvula.
  4. Fazer o ajuste necessário na válvula reguladora da pressão.
- Voltar para o primeiro passo.

Trata-se de uma perfeita solução representacional e computacional e não há nada de errado com ela na perspectiva da Ciência Cognitiva. Vários componentes do sistema são identificados (um para medir a velocidade da roda, outro para medir a pressão do vapor, uma unidade central de

processamento) e estes componentes se comunicam por meio de representações até que eventualmente alguma ação tenha que ser realizada.

A solução para o problema da regulação da pressão do vapor, tal como proposta por James Watt, é completamente diferente. Watt constrói uma máquina, o “Regulador Watt” (RW), que possui um eixo vertical conectado à roda. Dois braços com esferas metálicas na ponta são anexados ao eixo com dobradiças. Quando a roda se movimenta, a força centrífuga empurra as esferas para o lado e para o alto, o que provoca o fechamento da válvula, reduzindo a quantidade de vapor e movendo lentamente a roda para baixo. Assim é produzido o movimento gradual dos teares.

Van Gelder aponta que não há troca de representações entre os componentes do sistema, inexistindo o processamento computacional de representações para determinar o que deve ser feito. Ao invés disso, há um acoplamento físico direto entre os componentes do sistema. O objetivo de van Gelder, que consideramos acertado, é ressaltar que caímos na tentação representacionista muito rapidamente e sem necessidade. Entendemos que a razão pela qual os cientistas cognitivos postulam soluções representacionistas decorre de sua superexposição a esse tipo de solução à qual se apegam tão automaticamente quanto alcoólatras se apegam a sua garrafa.

#### *7 “Será tudo um sistema representacional?” O problema da dependência (segunda parte)*

Entendemos que o quadro que traçamos até agora já parece suficientemente problemático, mas como reação ao exemplo do ‘Regulador Watt’ de van Gelder, Bechtel (1998) argumenta que o RW é, apesar de tudo, um sistema representacional<sup>3</sup>. Bechtel explicita que um sistema pode ser considerado representacional se: 1) um objeto externo (x) é representado internamente por um sistema (z); 2) um estado interno (y) ocupa o lugar do objeto (x) e 3) o sistema (z) coordena seu comportamento em relação ao objeto representado (x) por meio da representação interna (y). Entendemos que esta colocação está de acordo com a definição de Haugeland (já discutida). Esta análise, observa Bechtel, pode ser aplicada ao RW sem nenhum problema: o ângulo dos braços de metal representa (‘ocupa o lugar de’) a velocidade da roda e é usado pelo RW para regular a válvula de pressão (isto é, para coordenar o comportamento do sistema com a velocidade da roda). Em outros termos, para Bechtel, o RW é um sistema representacional, mesmo se se trata de “um caso muito pouco interessante”, como ele é o primeiro a admitir.

Por mais surpreendente que possa parecer a conclusão de Bechtel, ela dificilmente poderá ser evitada. Embora isso possa ser interpretado como uma amarga derrota imposta ao anti-representacionismo de van Gelder, entendemos que a conclusão de Bechtel é, antes de tudo, uma ilustração de uma dependência que foge ao controle dos cognitivistas e que faz perder a capacidade de discernimento (alcoólatras graves ingerem outros líquidos que contêm álcool como se fossem bebidas alcoólicas). Contudo, entendemos que, se todo sistema pode ser considerado representacional, o próprio conceito de representação corre o risco de esvaziamento. Afinal de contas, a idéia original era que a Ciência Cognitiva podia superar o behaviorismo porque era capaz de modelar a cognição

---

<sup>3</sup> Não faço justiça a Bechtel ao referir-me a ele em relação à dependência representacionista. Longe de ser dependente, Bechtel tem um enfoque muito sutil, e respeitável, sobre os temas relativos ao representacionismo. No artigo que citamos, ele apenas pretende explicar que, de acordo com a interpretação representacionista padrão, o RW é um sistema representacional. Ao fazer isso, ele forneceu um exemplo muito útil para o objetivo geral deste trabalho. O mesmo ocorre com o trabalho de Churchland e Sejnowski que serão discutidos a seguir.

abstrata. Desse modo, se até mesmo mecanismos simples, como o Regulador Watt, podem ser considerados representacionais, então a noção de representação perde as vantagens explicativas que possuía quando combatia o behaviorismo. Note-se, a propósito, que a situação atual é muito diferente da situação dos primórdios da Ciência Cognitiva, uma vez que ainda estava claro naquela época o que era (ou não) uma representação. Afinal, tendo por base a Tese da Linguagem do Pensamento, o Regulador Watt não pode ser considerado um sistema representacional.

Um exemplo semelhante em relação à noção de computabilidade pode ser encontrado no trabalho de Churchland e Sejnowski (1992, p. 61-69). O exemplo que apresentam é o da máquina de peneirar grãos de Garret construída em 1851 que não explicaremos neste texto. Os autores alegam que há um claro isomorfismo entre as descrições funcionais e físicas da peneira mecânica, suficiente para garantir uma interpretação computacional. Os mesmos autores observam ainda que:

Esta caracterização geral de computação pode ser criticada justamente por ser excessivamente geral. Isto porque, num sentido amplo, mesmo um coador ou uma peneira mecânica pode ser considerado um computador desde que se ordene seus inputs em tipos; e se desejarmos investir nosso tempo nisso, podemos até descrever o comportamento dos inputs e outputs. Embora esta observação seja correta, não é propriamente uma crítica: trata-se principalmente de uma avaliação legítima sobre a abrangência da noção de computação (CHURCHLAND; SEJNOWSKI, 1992).

Dada a relevância atribuída neste trabalho à questão da dependência, não podemos deixar de notar a semelhança da última frase da citação acima com a jovial colocação: “Eu não tenho um problema com a bebida porque nunca tenho problema para beber”. A conotação positiva da abrangência da computação sugerida por Churchland e Sejnowski pode talvez ser entendida se consideramos que eles utilizaram tal noção no sentido amplo e universalmente aceito na Ciência Cognitiva: no interior do debate entre a IA e o Conexionismo não estão em questão a existência e o papel das representações e da computação, mas sua natureza e formato. No entanto, com o surgimento da abordagem dinâmica da cognição, a situação mudou; é justamente no debate com os anti-representacionistas que não se pode mais considerar como auto-evidente que a cognição se resume a operações computáveis ou estados representacionais. Considerando as mudanças ocorridas no debate, o apreço manifestado por Churchland e Sejnowski pela amplitude das noções de representação e computação não pode mais ser sustentado sem bons argumentos.

## Conclusão

Os problemas discutidos acima não constituem, certamente, argumentos decisivos contra o uso de representações. No entanto, consideramos que os problemas levantados fornecem bons motivos para indagar seriamente se as representações mentais são sempre necessárias ou úteis e se é possível produzir modelos cognitivos e explanações sem elas. Desse modo, a máxima metodológica que propomos não é “abaixo as representações!”, mas “utilizar representações em explanações e modelagens apenas quando for necessário”.

Em si mesma esta máxima está baseada em um princípio muito sensato, a ‘navalha de Ockam’, que postula a não multiplicação desnecessária de entidades. Representações são pressupostos adicionais pelos quais paga-se um preço. Entendemos que uma atitude mais ‘sóbria’ seria invocar representações quando existir um bom motivo ao invés de assumi-las como um ponto de partida.

Durante muito tempo, é claro, o problema era que a alternativa anti-representacionista (ou representacionista moderada) não parecia viável (a menos que se quisesse voltar ao behaviorismo, o que os cientistas cognitivos não desejavam fazer). Não existia o suporte empírico de modelos que possuísssem o mesmo grau de rigor e detalhamento que são rotineiros na Ciência Cognitiva tradicional. Não é sem razão que a pergunta: “de que modo pode-se explicar a cognição sem representações?” foi considerada quase retórica durante muitos anos. No entanto, esses dias acabaram. Uma abordagem que enfatize a importância da interação corporal com o ambiente (‘Teoria de Cognição Incorporada e Situada’), empiricamente sustentada pelas ferramentas da Teoria dos Sistemas Dinâmicos, da Teoria da Auto-Organização e de várias tendências da robótica faz da opção por uma modelagem não representacional um tópico a ser considerado seriamente (ver AGRE, 1997; CLANCEY, 1997; CLARK, 1997; GONZALEZ, 1996; HASELAGER; GONZALEZ, 2004; JUARRERO, 1999; KELSO, 1995; PORT; van GELDER, 1995; THELEN; SMITH, 1994). Considerando as dores de cabeça apresentadas acima, esta abordagem pode oferecer um certo alívio à Ciência Cognitiva.

#### Agradecimentos

O autor agradece a Jelle van Dijk, Iris van Rooij, Piet Smit, Eunice Gonzalez e Mariana Broens pelos comentários construtivos durante a preparação deste artigo, a Mariana Broens pela excelente tradução, e à FAPESP e ao NICI, por financiarem a pesquisa que é a base deste artigo.

#### Referências

- AGRE, P.E. *Computation and human experience*. Cambridge: Cambridge University Press. 1997.
- AIZAWA, K.Explaining systematicity. *Mind & Language*, v.12, p.115-136. 1997.
- BECHTEL, W. Representations and cognitive explanations: Assessing the dynamicist's challenge in cognitive science. *Cognitive Science*, v.22, p.295-318. 1998.
- BEER, R. A dynamical systems perspective on agent-environment interaction. *Artificial Intelligence*, v.72, p.173-215, 1995.
- BRAITENBERG, V. *Vehicles: experiments in synthetic psychology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1984.
- BROOKS, R.Intelligence without representation. *Artificial Intelligence*, v.47, p.139-159. 1991.
- BROOKS, R. Intelligence without reason. In: STEELS, L. & BROOKS, R. (Ed.), *The artificial life route to artificial intelligence: Building embodied, situated agents*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1995. p.25-81.
- CHALMERS, D. J. Connectionism and compositionality: why Fodor and Pylyshyn were wrong. *Philosophical Psychology*, v.6, p.305-319. 1993
- CHALMERS, D.J. On implementing a computation. *Minds and Machines*v. 4, n.4, p.391-402, 1995.
- CHALMERS, D.J.Does a rock implement every finite-state automaton? *Synthese*, v.108, p.309-333. 1996.
- CHRISLEY, R.L.Why everything doesn't realize very computation. *Minds and Machines*, v.4, n.4, p.403-420. 1995.

- CHURCHLAND, P. M. *A neurocomputational perspective: the nature of mind and the structure of science*. Cambridge: MIT Press, 1989.
- CHURCHLAND, P. S.; SEJNOWSKI, T. J. *The computational brain*. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- CLANCEY, W.J. *Situated cognition: on human knowledge and computer representation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- CLARK, A. *Being there: putting brain, body and world together again*. Cambridge, Massachusetts: MIT-Press, 1997.
- CLIFF, D.; NOBLE, J. Knowledge-based vision and simple visual machines. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, v.352, n.1358, p.1165-1175, 1997.
- DREYFUS, H. *What computer's still can't do*. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- FODOR, J.A. *The language of thought*. Cambridge: Harvard University Press, 1975.
- FODOR, J.A.; PYLYSHYN, Z. W. Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis. *Cognition*, v.28, p.3-72, 1988.
- GONZALEZ, M.E.Q. Ação, causalidade e ruído nas redes neurais auto-organizadas. In: DEBRUN, M.; GONZALEZ, M.E.Q.; PESSOA JÚNIOR, O. (Ed). *Auto-organização: estudos interdisciplinares*. Campinas: Unicamp, 1996. p.273-297. (Coleção CLE, v. 18).
- GRUSH, R. The architecture of representation. *Philosophical Psychology*, v.10, n.1, p.5-23, 1997.
- GUHA, R.V.; LENAT, D.B. Cyc: a midterm report. *AI Magazine*, p.32-59, 1990.
- \_\_\_\_\_. Re: Cycling paper reviews. *Artificial Intelligence*, n.61, p.149-174, 1993.
- HADLEY, R.F. Systematicity in connectionist language learning. *Mind & Language*, v.9, p.247-272, 1994.
- HARNAD, S. The symbol grounding problem. *Physica D*, v.42, p.335-346, 1990.
- HASELAGER, W.F.G. *Cognitive Science and folk psychology: the right frame of mind*. London: Sage, 1997.
- \_\_\_\_\_. On the potential of non-classical constituency. *Acta Analytica*, v.22, p.23-42, 1999.
- \_\_\_\_\_.; van RAPPARD, J.F.H. Connectionism, systematicity and the frame problem. *Minds and Machines*, 8, 161-179, 1998.
- \_\_\_\_\_.; De GROOT, A.D.; van RAPPARD, J.H. Representationalism versus anti-representationalism: A debate for the sake of appearance. *Philosophical Psychology*, v.16, n.1, p.5-23, 2003.
- \_\_\_\_\_. (2004). Auto-organização e comportamento comum: Opções e problemas. In: SOUZA, G.M.; D'OTTAVIONO, I.M.L.; GONZALEZ, M.E.Q. (Ed.). *Auto-organização: Estudos interdisciplinares*. Campinas: Unicamp, 2004. p.213-235. (Coleção CLE, v. 38).
- HAUGELAND, J. Representational genera. In: RAMSEY, W.M., STICH, S.P.; RUMELHART, D.E. (Ed.) *Philosophy and connectionist theory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1991. p. 61-90.
- HORGAN, T.; TIENSON, J. *Connectionism and the philosophy of psychology*. Cambridge, Mass.: MIT-Press, 1997.

- HUBEL, D.H.; WIESEL, T.N. Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. *Journal of Physiology*, London, v.195, p.215-243, 1968.
- JUARRERO, A. *Dynamics in action: intentional behavior as a complex system*. Cambridge, MA: MIT Press, 1999.
- KELSO, J.A.S. *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge, Mass: MIT-Press, 1995.
- MCCARTHY, J.; Hayes, P.J. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In: MELTZER, B.; MICHIE, D. (Ed.). *Machine intelligence*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1969.
- NEWELL, A. Physical symbol systems. *Cognitive Science*, v. 4, p.135-183, 1980.
- PORT, R.F.; VAN GELDER, T. *Mind as motion: explorations in the dynamics of cognition*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.
- PUTNAM, H. *Representation and reality*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988.
- PYLYSHYN, Z.W. (Ed.). *The robot's dilemma*. Norwood: Ablex, 1987.
- SEARLE, J. Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, v.3, p.417-424, 1980a.
- \_\_\_\_\_. Intrinsic Intentionality. *Behavioral and Brain Sciences*, v.3, p.450-456, 1980b.
- SIMON, H. *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA: MIT-Press, 1969/1996.
- SMOLENSKY, P. On the proper treatment of connectionism. *Behavioral and Brain Sciences*, v.11, p.1-74, 1988.
- THELEN, E.; SMITH, L.B. *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge, Massachusetts: MIT-Press, 1994.
- VAN GELDER, T. What might cognition be, if not computation? *Journal of Philosophy*, v.92, p.345-381, 1995.