

Um enfoque informacional do processo de criação

Ettore Bresciano Filho
Maria Eunice Quilici Gonzalez

Como citar: BRESCIANO FILHO, E.; GONZALEZ, M. E. Q. Um enfoque informacional do processo de criação. *In:* GONZALEZ, M. E. Q.; DEL-MASSO, M. C. S.; PIQUEIRA, J. R. C. (org.). **Encontro com as Ciências Cognitivas - volume 3**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2001. p. 211-228.

DOI: <https://doi.org/10.36311/2001.85-86738-19-0.p211-228>



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin derivados 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

UM ENFOQUE INFORMACIONAL DO PROCESSO DE CRIAÇÃO¹

Ettore BRESCIANI FILHO²
Maria Eunice Quilici GONZALEZ³

1 Introdução

Este trabalho faz parte de um conjunto de trabalhos referentes à modelagem do processo de criação individual (BRESCIANI,1998; GONZALEZ, 1988), os quais visam estudar a integração das etapas do processo de cognição com as etapas do processo de criação, analisando as relações entre elas a partir da perspectiva da ciência cognitiva. O fenômeno de auto-organização é aqui considerado como parte da explicação do processo de criação.

2 Disciplinas centrais da ciência cognitiva

As denominadas ciências cognitivas, com desenvolvimento dominante a partir de 1950, reúnem as perspectivas que se pode ter do processo de cognição, incluindo diferentes áreas do conhecimento como a filosofia, a psicologia, a linguística, a antropologia, a neurociência, a inteligência artificial e a física, entre outras. Desse modo, as ciências cognitivas se caracterizam por apresentar um enfoque multidisciplinar no tratamento do processo cognitivo.

Contudo, mais recentemente, as *ciências cognitivas* convergiram para se constituir em uma disciplina autônoma com a denominação de *ciência cognitiva*. Essa nova disciplina tem um enfoque centrado na modelagem do processo de cognição através dos métodos computacionais desenvolvidos na inteligência artificial e na construção de redes neurais artificiais. Na perspectiva dessa ciência, o sistema cognitivo é caracterizado

¹Trabalho apresentado nos Seminários sobre Auto-Organização, do CLE-Centro de Lógica, Epistemologia e Filosofia da Ciência, da Unicamp – Universidade Estadual de Campinas, 2º semestre de 1999.

²Professor Titular, aposentado e colaborador, da Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, Campinas, SP. Professor Titular Contratado, do Instituto de Informática, PUC-Campinas, SP. E-mail: brescia@lexxa.com.br

³ Professora Doutora, da Faculdade de Filosofia e Ciências, Unesp, Campus de Marília, SP. E-mail: gonzalez@marilia.unesp.br

através de processamentos de informação que envolvem percepção, memorização e aprendizagem.

A dinâmica de investigação dos processos cognitivos requer, na ciência cognitiva, uma cooperação inter e multidisciplinar, uma vez que, apesar de compartilhar o mesmo objeto de análise, cada uma de suas disciplinas constituintes mantém muitos dos seus princípios e métodos no estudo da cognição. Inicialmente, na década de 70, métodos específicos de modelagem do processo cognitivo apoiaram-se na *psicologia cognitiva* e na *inteligência artificial*. Especial ênfase é dada ao estudo das representações mentais, entendidas como estruturas abstratas de símbolos e imagens processadas à semelhança daquelas presentes nos computadores digitais.

Mais recentemente (a partir da década de 80) métodos de análise e conceitos da neurociência e da física (em especial da mecânica estatística) foram introduzidos na ciência cognitiva, criando-se uma nova vertente denominada *conexionismo* ou *processamento em paralelo de informação*. Os métodos de análise e conceitos emprestados dessas ciências proporcionaram a construção das denominadas *redes neurais artificiais*, que enfatizam a participação de fenômenos físicos *não simbólicos* no processo cognitivo. A ênfase original no estudo das representações mentais constitui, atualmente, assunto de grande polêmica na ciência cognitiva, tendo sido objeto de críticas por parte dos adeptos da ciência cognitiva dinâmica que defendem uma concepção não-representacionista do conhecimento. Sem entrar em detalhes sobre tal polêmica, pelo menos para o momento, convém introduzir alguns conceitos básicos da ciência cognitiva tradicional, lembrando que o objeto do presente estudo é o *processo de criação* e a identificação da presença do fenômeno de *auto-organização* como parte desse processo.

Na busca dos conceitos fundamentais explicativos do funcionamento do sistema cognitivo procurou-se utilizar [na década de 1950] a teoria da informação e a ciência da computação que tradicionalmente vinham sendo aplicadas aos estudos dos processos de resolução de problemas. Ambas envolvem o estudo do processamento de símbolos e estudam os mecanismos da transmissão, comunicação e recepção de sinais, utilizando conjuntos de unidades básicas de informação, com a possível presença de ruído. Elas também permitiram a construção de diagramas de fluxo para representar o processo de pensamento, mas apresentaram dificuldades para tratar [somente através de um conjunto de unidades básicas de informação] as informações que possuem conteúdos e significados. Para superar essas dificuldades, adotou-se um procedimento experimental no qual o sujeito (objeto de estudo) é submetido a determinadas solicitações, observando-se o seu comportamento lingüístico, como no método de

estímulo – resposta adotado pelo behaviorismo.⁴ Desse modo foi possível considerar também as informações com significados e as representações mentais supostamente presentes nos processos cognitivos dos indivíduos.

Cabe neste ponto o destaque de um dos trabalhos fundamentais a partir do qual surgiu a concepção de um modelo geral da *arquitetura da cognição* denominado *controle de adaptação do pensamento* (ANDERSON, 1983). Nesse modelo descreve-se um diagrama de fluxo da informação que se supõe presente no processo cognitivo, sem levar em conta o tipo de conteúdo (visual, verbal, etc.) dessa informação. Além disso, tal modelo considera que as habilidades responsáveis pela percepção, memorização e aprendizagem funcionam de modo semelhante, independente do conteúdo específico de cada modalidade.

Incorporando alguns dos programas de pesquisa da psicologia cognitiva, a ciência cognitiva reúne duas categorias principais de unidades de análise: unidades *moleculares* ou de pequena escala e unidade *molar* ou de grande escala (GARDNER, 1997, p. 110-133). Na primeira, ou seja no tratamento *molecular*, encontram-se os programas que utilizam conceitos da computação e da física aplicados à psicologia (psicofísica). Essas disciplinas tratam do problema de explicar a natureza da cognição humana através de unidades de pequena escala, identificadas em um tempo relativamente curto e passíveis de serem representadas por um conjunto de unidades básicas de informação. Pretende-se com isso estudar os processos elementares, constitutivos da atividade cognitiva, e a partir deles compreender os processos mais complexos. Na segunda, ou seja no tratamento *molar*, incluem-se os programas que observam os problemas através de unidades de grande escala e durante longos períodos de tempo. Esses programas se aproximam mais das informações e experiências da vida quotidiana e utilizam conceitos sistêmicos como aqueles de *estratégia e estrutura*.

Os tratamentos *molecular* e *molar* assemelham-se aqueles métodos de análise denominados, respectivamente, *ascendente* e *descendente*. No primeiro, admiti-se que as tarefas elementares executadas pelo sujeito, no plano microscópico, exercem influência dominante na sua organização mental, e conseqüentemente, no seu comportamento. No caso

⁴ Ainda que inicialmente a ciência cognitiva tenha proclamado uma ruptura com os princípios do behaviorismo, na realidade ela preserva os métodos behavioristas, para estabelecer os procedimentos de análise e verificação do comportamento. Uma aparente ruptura entre a ciência cognitiva e o behaviorismo situa-se na ênfase dada inicialmente pelos cognitivistas ao estudo das representações mentais. Contudo, conforme mencionamos, atualmente tal ênfase encontra-se enfraquecida no interior do paradigma cognitivo, principalmente com o desenvolvimento da ciência cognitiva dinâmica.

do enfoque descendente considera-se que a organização mental do sujeito, estruturada no plano macroscópico, que inclui a análise de esquemas conceituais, direciona o fluxo das tarefas elementares, definindo o seu comportamento.

Convém ainda mencionar que a utilização do *computador*, como instrumento para a elaboração de modelos para simular os processos cognitivos, ajusta-se tanto ao tratamento molecular quanto ao molar. Assim, por exemplo, o tratamento molecular pode ser identificado quando se empregam os conceitos de unidade básica de informação, símbolos e circuitos digitais lógicos associados à construção e operação física do computador (*hardware*). O tratamento molar, por sua vez, pode ser identificado quando se faz uso dos conceitos de programação computacional em diferentes linguagem (*software*). Em decorrência da utilização do computador, muitas das investigações desenvolvidas na ciência cognitiva (em especial na Inteligência Artificial) apresentaram modelos de funcionamento da mente estabelecendo-se etapas de processamento *em série* da informação, com características tipicamente descendente. Posteriormente, com os conceitos da física e da neurociência, outras linhas de pesquisa visaram construir modelos com características ascendentes e com processamento *em paralelo* da informação, como é o caso dos modelos conexionistas.

Além disso, pode-se considerar o funcionamento da mente sob uma perspectiva modular. Nessa perspectiva, as atividades da mente ocorrem em módulos separados, com processos seriais ou paralelos, mas interligados de uma forma ainda pouco conhecida. Os módulos executam atividades associadas aos processamentos da informação (visual, verbal, etc.). Esses processamentos podem ser conduzidos segundo a orientação de um único módulo (processador central) ou, alternativamente, através de módulos interligados. Em contraste com a perspectiva modular, identifica-se também uma perspectiva segundo a qual o processamento de informação é distribuído por toda a rede de unidades de processamento de um modo não localizado e não especializado.

3 O papel da psicologia cognitiva na ciência cognitiva

Os psicólogos cognitivos, bem como a maioria dos cientistas cognitivos, consideram a mente humana como um sistema de processamento de informação. De modo a compreender a influência dos primeiros nos segundos, convém descrever alguns dos conceitos desenvolvidos na psicologia cognitiva, em especial os conceitos de *representação mental*, *memória* e *raciocínio*.

A psicologia cognitiva tem como objeto de estudo a mente humana buscando o desenvolvimento de teorias gerais que explicam a capacidade cognitiva. Ela procura responder a questão: qual a arquitetura da cognição que possibilita a sua capacidade de processamento de informação em geral? De acordo com essa ciência, o sistema cognitivo, entendido como um sistema de processamento de informação, compreende *representações* na forma *de estrutura de dados e processos de operação* dessas representações. Acredita-se que uma resposta preliminar à questão formulada sobre a arquitetura cognitiva pode ser encontrada na identificação das propriedades gerais das representações e dos processos que organizam essas representações.

Uma *representação mental* é caracterizada, em geral, como uma estrutura abstrata de símbolos organizada na forma de um padrão informacional declarativo ou imagético. A informação *declarativa* (também denominada informação explícita) constitui as *proposições* representadas através da linguagem. As representações não proposicionais são interpretadas as vezes como sendo *imagéticas* (STILLINGS et al, 1987).

O processo de operação das representações é tratado como um problema de informação de *procedimento* (também denominado de informação implícita, ou ainda, de informação tácita). Esse processo pode ser conduzido de modo controlado ou automático (não-controlado) para se atingir um determinado objetivo. A herança deixada pela psicologia cognitiva à ciência cognitiva, no que diz respeito à hipótese representacional da mente, tem sido compartilhada, desde a década de 60, pelos filósofos e lingüistas que atualmente debatem o valor de tal hipótese.

Um outro conceito bastante caro à psicologia cognitiva, que foi adotada pela ciência cognitiva, é aquele de *memória*, vista como um receptor de representações que são registradas e armazenadas para futura recuperação quando se fizerem necessárias. Considera-se que a memória pode ser desenvolvida através de um mecanismo constituído de três estágios: *aquisição*, que corresponde ao período de tempo no qual se obtém as informações que deverão ser lembradas; *recuperação* que corresponde ao período de tempo no qual ocorre a adaptação ao conhecimento, que deverá ser utilizado em uma determinada situação de processamento de informação; e *retenção*, que compreende o período de tempo entre a aquisição e a recuperação. A memória pode ainda ser classificada como sendo de curto ou de longo prazo. Ambas constituirão a matéria prima a partir da qual se desenvolverá o raciocínio.

O *raciocínio* envolve a utilização de informação para se chegar a conclusões a partir de certas premissas, podendo ser dedutivo, indutivo ou abduativo. Em geral o que se observa muitas vezes é que o raciocínio

dedutivo, que apresenta princípios normativos gerais e formais para tratar as informações, independentemente de um contexto em particular, nem sempre é adotado no raciocínio cotidiano. O que se utiliza é um raciocínio de natureza heurística que se mostra eficaz e eficiente na maioria das vezes, mas em algumas situações conduz a erros. Esse raciocínio não-dedutivo, também conhecido como raciocínio abduutivo (GONZALEZ, 1988) inicia-se com a detecção de anomalias e desenvolve-se no sentido de encontrar hipóteses a partir das quais tais anomalias deixariam de ser entendidas como problemáticas. Uma vez encontradas tais hipóteses extraem-se as conseqüências de se assumi-las como sendo verdadeiras. Finalmente, testes indutivos são realizados para verificar a extensão do seu domínio de aplicação.

Como observação complementar, cabe destacar que a perspectiva da ciência cognitiva tradicional não leva em conta a influência de fatores sociais, culturais e psicológicos relacionados à personalidade e à motivação no processo cognitivo. Essa observação é particularmente importante para o estudo do processo de criação, pois coloca logo de início uma questão fundamental: como poder-se-á conhecer o processo de criação sem considerar os aspectos da personalidade, de aceitação sócio-cultural e da motivação? Felizmente esses aspectos começam a atrair a atenção dos cientistas cognitivos nos últimos anos e novos modelos cognitivos tem sido propostos, como por exemplo o modelo esboçado por Frawley (2000).

4 O papel da inteligência artificial na ciência cognitiva

Ainda na década de 50, surge um grupo de pesquisadores, com formação em matemática, lógica e computação, interessados em investigar a natureza do comportamento inteligente. Eles iniciaram um campo de estudos que passou a ser denominado *inteligência artificial* (IA) do qual se destacam nomes como McCarthy, Minsky, Simon e Newell.

Entre as diferentes definições de IA uma que possui grande aceitação é a seguinte: a inteligência artificial é uma área de investigação científica que tem por objetivo estudar o comportamento inteligente, ou aquele aspecto da mente que pode ser simulado ou modelado pelo computador, de tal forma que a simulação (modelo) apresente as características centrais encontradas no comportamento inteligente. A IA divide-se em IA forte e fraca. A IA forte defende a tese segundo a qual um modelo computacional bem elaborado será considerado inteligente se sua atuação não puder ser diferenciada daquela de um ser humano inteligente. Em situações bem sucedidas diz-se que o modelo passou no *teste de Turing* (o primeiro a propor um modelo computacional da mente). A IA

fraca, entretanto, admite que tal modelo, por si só, não seria considerado inteligente, mas poderia constituir uma simulação útil para se entender o comportamento inteligente.

Entre as diferentes capacidades associadas ao comportamento inteligente destacam-se aquelas envolvidas nos processos de *aprendizagem* a partir da experiência, nos mecanismos que possibilitam respostas rápidas e adequadas às situações novas, no controle do meio-ambiente, na atividade de resolução de problemas, nas tomadas de decisões, entre outros. O objetivo da IA é a construção de máquinas que permitam a simulação (ou reprodução) do comportamento inteligente, de acordo com essas capacidades. Contudo, os resultados obtidos até o momento, apesar de estarem contribuindo significativamente para a automação de diferentes tarefas que requeiram alguma inteligência, estão longe de simularem as capacidades citadas. A capacidade que mais chamou a atenção dos estudiosos do assunto nas décadas de 70-90 foi aquela relacionada à resolução de problemas e tomada de decisões (TURBAN,1995, p.443-444).

A *atividade de resolução de problemas* é um tema que se superpõe ao do *raciocínio* e muitas vezes ambos são tratados pelas mesmas teorias. Contudo, a primeira focaliza as situações nas quais princípios específicos são requisitos para um determinado domínio de atividade e nas quais longos períodos de processamento de informações são necessários para se atingir uma determinada meta. Algumas das observações mais interessantes podem ser encontradas na solução de problemas dos tipos: novato e especialista. No primeiro caso são estudados os conceitos que caracterizam a solução de problemas em domínios relativamente pouco conhecidos pelas pessoas, ao contrário do segundo caso no qual são estudados o desenvolvimento e a organização do raciocínio de pessoas com conhecimento profundo em um domínio específico. Admiti-se que os raciocínios abdução, dedução e indução, envolvidos na detecção e solução de problemas do tipo novato e especialista, contribuem para o *processo de criação*, pelo menos no domínio das atividades lógicas e matemáticas.

Um dos trabalhos pioneiros da IA na investigação da atividade de resolução de problemas é o *solucionador geral de problemas* (GPS - General Problem Solver), de Newell, Shaw e Simon. Estes pesquisadores pretendiam simular, e assim explicar através do GPS, o processo de resolução de problemas formais. Grosso modo, o programa desenvolve-se segundo as seguintes etapas: enuncia-se a situação atual descrita por uma situação-problema e também o objetivo final desejado; compara-se a situação atual com o objetivo final. Se estas duas situações coincidirem, então o problema foi resolvido; caso contrário, o solucionador indica a diferença e procura métodos para reduzir tal diferença.

Outro trabalho destacado na ciência cognitiva é aquele que estabelece um modelo de funcionamento da mente com a denominação de *sociedade das mentes* (MINSKY, 1986). Nesse modelo a atividade mental é considerada como constituída de muitos processadores (agentes) especialistas diversificados, atuando simultaneamente, não a partir de um único processador central de informação. Os processadores se comunicam, estimulando ou inibindo uns aos outros, de acordo com as circunstâncias.

Conforme foi ressaltado, a ciência cognitiva utiliza-se de técnicas de simulação computacional para esclarecer, através da criação de modelos, como os seres inteligentes executam tarefas que envolvem raciocínio. Essa prática de simulação da atividade inteligente é também utilizada para aperfeiçoar as próprias técnicas de modelagem. Contudo, os métodos utilizados na ciência cognitiva são diferentes daqueles empregados na psicologia cognitiva: na primeira busca-se desenvolver e verificar programas de computador que representem as características da inteligência. Em geral essa prática exige que o processo de cognição seja passível de formalização. Na psicologia cognitiva, entretanto, essa formalização não é possível devido ao limitado controle que se pode realizar na experimentação direcionada à observação do comportamento humano para inferir os mecanismos presentes no processo cognitivo. Ou seja, a psicologia cognitiva lida diretamente com a mente humana enquanto que a inteligência artificial lida com artefatos.

De qualquer forma, acredita-se que os métodos da ciência cognitiva e da psicologia cognitiva sejam complementares e que esses dois campos de investigação contribuem para explicitar o problema da representação do conhecimento (ou informação) e do *processo* de operação da representação do conhecimento (ou informação) pela inteligência.

Finalmente, cabe chamar a atenção para o fato que a natureza de muitos modelos propostos pela IA para os processos de raciocínio, de solução de problemas e de tomada de decisão não tratam do significado dos argumentos, pois eles são constituídos tão somente de regras formais da lógica e da estatística que relacionam argumentos no plano sintático. Conforme será explicitado, o mesmo não ocorre com os modelos de redes neurais que lidam com o conteúdo das representações. Estes são inspirados no comportamento dos seres humanos que tendem a raciocinar de maneira informal, nem sempre respeitando regras lógicas.

5 O papel das redes neurais artificiais na ciência cognitiva

As principais críticas feitas à perspectiva cognitivista tradicional da mente resumem-se geralmente ao fato que, nessa perspectiva, considera-se que o processamento de informação é localizado e recebe um

tratamento *seqüencial* de regras. Na década de 80, em parte decorrente dessas críticas, ampliou-se a perspectiva cognitivista para a conhecida *perspectiva conexionista*, com a introdução de computações através de redes neurais. Com isso a cognição passa a ser considerada como emergente de um estado global do sistema de processamento de informação, a partir de uma rede constituída de componentes simples. A perspectiva conexionista também se apoia na atividade básica de processamento de informação, mas reúne a esta algumas hipóteses centrais da teoria da auto-organização, da mecânica estatística e das neurociências a respeito da dinâmica da atividade cerebral.

Convém destacar que esse processo de emergência de um estado pode incorporar a idéia da existência de um processo de *auto-organização*. Basicamente o novo conceito é a seguir resumido. Considera-se a existência de um sistema constituído de componentes (neurônios) conectados entre si. Cada componente é ativo em seu meio-ambiente local e está conectado a outros componentes também ativos em seu meio-ambiente local. Cada componente opera com as suas regras e se conecta a outro de acordo com algumas regras comuns. Em decorrência da interação entre os componentes em seus ambientes locais, emerge espontaneamente um estado do sistema com propriedades globais. Esse processo de emergência - que é espontâneo, dinâmico e sinérgico - é denominado *processo de auto-organização*. Através dele, o estado global de um sistema emerge sem o controle de um agente central ou de programação de uma unidade que ordene a ativação ou conexão dos componentes.

Nesse contexto, o processo de aprendizagem, por exemplo, pode ser visto de duas formas distintas: na perspectiva da psicologia cognitiva a aprendizagem é considerada como um processo no qual ocorre definição, com precisão crescente, das representações do mundo exterior; na perspectiva conexionista a aprendizagem é considerada como um estado global de um sistema (dependendo de sua história), no qual as regras de aprendizagem e a história da conexões entre os seus componentes afetam as conexões presentes. Apesar de divergentes, essas duas perspectivas se assemelham quando apresentam a idéia de que é possível a representação do mundo real e que o indivíduo envolvido tem a capacidade de elaborar representações; mas diferem quando descrevem o modo como as representações são obtidas.

6 Modelos informacionais dos processos de cognição e de criação

6.1 Modelo informacional do processo de cognição

A maioria dos modelos informacionais do processo de cognição caracteriza um *sistema* [indivíduo, organização de indivíduos] como incorporando as funções de receptor, processador e emissor de informação. Essas funções compreendem: (a) a *sensação*, entendida como um processo inicial através do qual o sistema receptor recebe informações na forma de sinais e mensagens provenientes de emissores externos através de canais ramificados de comunicação; (b) a *percepção*, descrita como um processo que envolve o tratamento da informação no qual o receptor pode aceitar ou rejeitar a sensação, que provem do exterior na forma de filtros especializados para selecionar sinais ou mensagens e (c) a *cognição*, entendida como um processo de tratamento da informação no qual o receptor passa do reconhecimento à compreensão da informação de acordo com os seus mecanismos receptores, organizando-os coerentemente. Acredita-se que tais mecanismos se desenvolvem da seguinte forma: a informação proveniente do exterior é inicialmente colocada na *memória*, provocando a sua *reorganização* através da formação de novos conhecimentos. Tal informação pode também desencadear uma ação que modifica o comportamento do sistema. Nessa perspectiva, a *ação* é entendida como a reação do receptor à informação que, sendo devidamente processada, passa a modificar decisões e comportamentos. Essa ação eventualmente pode ser considerada inexplicável (ruído) para todos aqueles que ignoram a circulação de informação que é relevante para o receptor; além disso poder ser uma fonte de nova emissão de informação elaborada e tornada relevante para outros receptores.

Nessa perspectiva, Anderson (1996) propõe as seguintes hipóteses explicativas dos processos envolvidos na aquisição e ampliação do conhecimento:

- 1) A *percepção* trata do modo como se reconhece aquilo que se encontra através da visão, da fala e de outros tipos de reconhecimento de padrões informacionais existentes na realidade exterior. A percepção não é entendida somente como o registro de informação sensorial que chega através dos órgãos sensoriais, mas entende-se que ela combina tal informação (visual, auditiva, etc.) a partir da experiência global do sistema. O processo de percepção visual, por exemplo, é aqui dividido em duas fases: na primeira informações sobre os objetos são extraídas da cena visual e na segunda os objetos e suas formas são reconhecidos considerando-se as condições de possibilidade do sistema em questão.
- 2) A *atenção* refere-se usualmente à seleção de recursos informacionais que focalizam a percepção de determinados objetos em detrimento de

outros. Nessa perspectiva, Anderson considera que o processo de atenção se dá em duas fases: inicialmente ocorre a focalização nos estímulos que caracterizam os elementos de informação do meio ambiente, surgindo posteriormente a síntese desses elementos na forma de um padrão de reconhecimento do objeto. Faz-se também uma distinção entre os processos cognitivos automáticos e os processos cognitivos controlados (se bem que a consideração mais correta seria levar em conta graus variados desses processos); no estudo dessa distinção verifica-se que quanto mais uma tarefa é praticada pelo indivíduo menos atenção é requerida para ser executada.

- 3) A *memória* é estudada a partir de dois modos complementares: considerando-se a forma como a informação entra e é codificada, e o modo como a informação é retida e recuperada no sistema cognitivo. No primeiro caso, a informação proveniente do meio-ambiente tende a permanecer transitoriamente nos sensores e a seguir, para não se perder, segue para a memória de curta duração, de limitada capacidade de retenção, na qual deve ser trabalhada através dos mecanismos de associação e repetição envolvidos no processo de aprendizagem, antes de ser depositada na memória de longa duração (relativamente permanente).

O segundo modo de estudar o assunto, que complementa o anterior, consiste em verificar como a informação é retida e recuperada na memória. Inicialmente existe a dificuldade encontrada pelo indivíduo, não para apreender mas para lembrar-se da maior parte daquilo que foi apreendido. Tal dificuldade ocorre seja por que a informação realmente desapareceu da memória ou por que ela não consegue ser recuperada, e além disso, determinada informação pode ser lembrada em um contexto e não em outro. Quanto à recuperação, pode-se mencionar que o sistema utiliza-se do que consegue se lembrar para inferir sobre o que mais precisa lembrar; ele freqüentemente procura julgar mais a veracidade do que a exatidão das informações recuperadas, elaborando as informações e buscando recuperar o que já verificou e também fazer inferências sobre o que não verificou. O sistema utiliza-se de esquemas para fazer inferência sobre aquilo que verificou. Além disso, a organização hierarquizada da informação parece facilitar a sua recuperação, o mesmo ocorrendo quando o contexto externo ajusta-se à verificação do assunto a ser memorizado.

Um outro aspecto adicional importante é a classificação da memória em duas categorias (nesse caso, a classificação é aplicada aos seres humanos devido à introdução do conceito de *consciente*): *memória explícita* e *memória implícita*. A memória explícita é aquela que se desenvolve em estado de plena consciência durante o acesso à informação,

e a memória implícita é aquela que não requer consciência durante o acesso à informação. Nesse último caso, interpreta-se a não consciência no sentido que se identifica a informação [se está ciente dela] mas não se consegue descrevê-la ou mesmo classificar sua ocorrência. Esses conceitos estão associados àqueles, já discutidos, de *informação declarativa* (explícita ou proposicional) que se refere, por exemplo, às tarefas que podem ser descritas, e de *informação de procedimento* (implícita ou tácita) que diz respeito, por exemplo, ao modo de executar essas tarefas.

Com essa breve síntese dos pressupostos fundamentais da ciência cognitiva, pretende-se, a seguir, investigar o processo de criação a partir do seu enfoque informacional.

6.2 Modelo informacional do processo de criação

O modelo informacional do processo de criação aqui apresentado é adaptado do modelo proposto por Csikszentmihalyi e Sawyer (1995, p.338). Esses autores fazem referência e ampliam o modelo de Hadamard (1949), mas não mencionam o modelo tradicional anterior de Wallas (1926). No modelo aqui apresentado busca-se a integração dos denominados enfoques intrapsíquico e interpssíquico, pois admite-se que o processo criativo envolve um círculo recorrente de relações da pessoa com o domínio (área ou assunto de trabalho ou de conhecimento) e com o campo (ou meio ambiente social constituído particularmente de indivíduos experientes no domínio) segundo as etapas seqüenciais a seguir descritas que envolvem: preparação, incubação, iluminação e elaboração, seguida de verificação e comunicação. Trata-se de um modelo aplicado aos sistemas humanos, mas pode-se ampliar a sua aplicação substituindo e adaptando os conceitos de consciente e inconsciente (ou subconsciente).

A *preparação* é uma fase do processo criativo em que o indivíduo encontra-se estimulado por pressões externas ou internas, envolvendo, muitas vezes, um trabalho consciente de consideração de situações que se apresentam como problemáticas. Trata-se de uma etapa do processo racional do pensamento que fornece informação para o *subconsciente* (palavra utilizada no lugar de *inconsciente*) que começará, então, a operar. Esta etapa envolve, em geral, a concentração de *atenção* em relação a um problema ou vários problemas que requerem solução durante um tempo suficientemente longo para a compreensão das variáveis neles envolvidas. As características de motivação, cognição e socialização do indivíduo, que se manifestam na forma de impulsos de curiosidade e interesse pelo assunto, associados ao acesso às informações, estão envolvidas nesta etapa.

A *incubação* caracteriza aquele período de inquietação intelectual em que a mente seleciona informação em busca de solução para algum problema, sem um rumo ou caminho claramente estabelecido. Esta fase envolve um processo que para alguns é ativo e orientado e para outros é um processo de combinação ao acaso, abaixo do limite da consciência. Quanto a questão do tempo de duração observa-se que o processo denominado *problema apresentado* é de curta duração e o processo de *problema descoberto* é de longa duração. No processo de solução do problema apresentado, o problema é conhecido e apenas precisa-se encontrar uma solução; neste caso o indivíduo se defronta com um problema formulado dentro de um paradigma científico tradicional. No processo de verificação do problema descoberto, a natureza do problema é pouco conhecida e o problema somente consegue ser formulado no momento da iluminação; nesse outro caso, o indivíduo enfrenta uma inquietação intelectual ou existencial de sentido geral, fora de um contexto paradigmático (CSIKSZENTMIHALYI; SAWYER, 1995).

A *iluminação* caracteriza a etapa do processo de criação na qual, após um período de inquietação, o subconsciente combina ou seleciona uma idéia (de modo pouco conhecido) contribuindo para a sua emergência na consciência (experiência do aha!). Diferentemente da etapa de preparação, que é considerada como um processo de *memorização de informação*, a etapa de iluminação é vista como um processo de *recuperação de informação* que se inicia no subconsciente e que resulta em um *padrão* suficientemente intenso para emergir na consciência de um modo indireto, envolvendo um certo grau de aleatoriedade, a partir da rede de processamento subconsciente de informação.

Finalmente, nas etapas de *avaliação e elaboração*, a idéia que surge na etapa anterior mostra-se útil após uma análise da mente consciente do indivíduo criativo e após uma elaboração para apresentação pública da mesma. Essas etapas, bem como aquela de preparação, dependem muito do modelo social de internalização do campo e do domínio, caracterizando um processo de filtragem inverso ao da iluminação no qual as informações passam pela consideração das relações sociais interpessoais.

Quanto à etapa de *incubação*, Csikszentmihalyi e Sawyer acrescentam que as influências dos fatores sociais decorrentes do campo e do domínio passam a agir como principais meios de controle: o indivíduo assimila as hipóteses e as regras de um determinado domínio através do processo de aculturação, e essa assimilação permanece como *filtro* nos limites entre o processamento consciente - subconsciente. O subconsciente não pode ser manipulado diretamente, mas apenas indiretamente pela criação consciente e pelo desenvolvimento desse filtro que já se inicia na etapa de preparação.

Tanto para a etapa de *preparação* como para a de *incubação*, Csikszentmihalyi-Sawyer sugerem a existência de um *modelo mental de três fases* aplicado às duas categorias de problemas (apresentado e descoberto), fases que são desenvolvidas através da socialização profissional. Na primeira fase, denominada *atenção consciente*, os estímulos para a atenção são provenientes do campo, do domínio e da própria pessoa nas formas de predileções programadas, motivos apreendidos, interesses socializados e valores culturais. Contudo, apenas alguns conjuntos de elementos (chunks) de informações podem ser considerados em cada momento. Essa fase caracteriza-se por um *processamento serial de atenção dirigida*, em uma transformação diacrônica. Na segunda fase, denominada *seleção semiconsciente*, as informações relevantes - que devem passar do consciente para o subconsciente - são selecionadas por um filtro. Esse filtro sofre a influência do campo e do domínio e, particularmente, da própria pessoa em função de características da personalidade como a curiosidade e a motivação. Na terceira fase, denominada *processamento subconsciente*, os múltiplos conjuntos de informações podem ser considerados simultaneamente através de uma rede de entidades de processamento subconsciente conduzido de forma distribuída e paralela; esta fase caracteriza uma transformação sincrônica (semelhante aquela da sociedade da mente proposta por Minsky, 1986).

O modelo apresentado sugere que a criação científica revolucionária envolve também os três níveis do processo inconsciente de *problema descoberto* e que a criação científica normal se utiliza mais do processo consciente típico da resolução de *problema apresentado*.

6.3 Modelo informacional proposto: integração dos processos de cognição e criação

Para iniciar a discussão sobre o tema indicado no título deste trabalho, propõe-se um modelo informacional geral que permite a integração dos modelos informacionais descritos para a cognição e para a criação.

No processo de criação, a etapa de *preparação* se utiliza das etapas de sensação, percepção e atenção do processo de cognição para obter as informações consideradas relevantes pelo indivíduo, a partir de sua comunicação com o meio-ambiente. Nessa etapa, o indivíduo recorre à memória externa; mas também se utiliza da memória, anteriormente elaborada na etapa de cognição a partir da qual extrai informações de referência para comparar com aquelas obtidas externamente e decidir sobre a relevância das mesmas de acordo com o seu desejo.

Com a descrição acima, sugere-se que a etapa de *preparação* é em grande parte um processo conduzido pelo indivíduo de uma forma

consciente e racional. Em contraste, nas etapas de *incubação* e de *iluminação* o conhecimento é criado através da recuperação das informações na memória, e da reestruturação (reorganização) dessas informações em um novo padrão, sem o controle de mecanismos racionais. Essas etapas têm as características de um processo autônomo no indivíduo e ocorrem, em grande parte, como um *insight* de forma inconsciente.

O processo de criação se completa nas etapas de elaboração, verificação e comunicação, que correspondem predominantemente à etapa da ação desenvolvida no âmbito do processo geral de cognição que é, finalmente, compartilhado com a coletividade.

7 O fenômeno de auto-organização no processo

As etapas do processo de criação parecem ocorrer predominantemente na seqüência indicada. Contudo, elas não ocorrem, necessariamente, como um processamento em série de informações, ou seja, como um processamento linear com as diferentes etapas ocorrendo em seqüência, mas podem ocorrer num processamento em paralelo de informações, em diversas direções (arborescente) e em paralelo. Pode ocorrer que uma parte das informações seja processada seqüencialmente e outra parte paralelamente, mas não obrigatoriamente estes processos precisam acontecer ao mesmo tempo.

Além disso, caracterizando a natureza complexa do sistema, ocorrem por vezes processamentos recorrentes com direções circulares dentro e entre as diferentes etapas. Neste caso, verifica-se a presença da realimentação de informações – ou causalidade circular - com a qual cada etapa afeta a si própria e as demais sendo afetadas por elas. No final do processo, as informações processadas se completam estabelecendo, idealmente, um conjunto de informações coerentes, e um curso de ação e comunicação apropriados.

Na medida em que a criação parece ocorrer de forma autônoma, pelo menos parcialmente, nas etapas de *incubação* e *iluminação*, ou seja, sem a supervisão consciente total do indivíduo, pode-se sugerir a *presença do fenômeno de auto-organização* no processo de *reestruturação de um padrão mental* na forma de um novo padrão de informação.

Contudo, convém lembrar que o processo de auto-organização também pode estar presente em todas as etapas dos processos de cognição e de criação, apesar de parecer ser dominante nas etapas de recuperação da memória que envolve a reorganização de informação (no processo de cognição), correspondente às etapas de incubação e iluminação (no processo de criação).

8 Considerações finais

O modelo do processo de criação aqui proposto possui fortes raízes na ciência cognitiva a medida em que ele se integra ao tratamento informacional desenvolvido nesta ciência. Ele também incorpora as hipóteses fundamentais da teoria da auto-organização, em especial aquelas relativas à: (a) possibilidade de emergência de novas formas de organização a partir da interação espontânea – independente de um centro organizador – entre elementos constituintes de sistemas físicos e biológicos; (b) causalidade circular, que admite a presença da realimentação de informações em um sistema de tal forma que a causa de um fenômeno pode ser afetada/alterada pelos seus próprios efeitos, controlando e sendo controlada por eles de maneira autônoma.

Nesse contexto, o processo de criação é visto como um processo que se inicia, em geral, com a detecção de um problema, ou anomalia, cuja solução requer a expansão ou, por vezes, o abandono do universo informacional do sujeito/sistema para quem tal problema se apresenta.

Diante da identificação de uma anomalia (fase de preparação), o sujeito inicia uma busca – em geral inconsciente – de informações ou hipóteses relevantes que se provadas verdadeiras solucionariam o problema em questão (fase de incubação). Nos casos bem sucedidos, após um período de inquietação, tais hipóteses emergem, espontaneamente, dos elementos informacionais disponíveis ao sujeito (fatos ou hipóteses antigas), independente de seu controle ou de qualquer programa preestabelecido (fase de iluminação). Ainda que esta fase se desenvolva sem que o sujeito exerça um controle sobre ela, não parece ocorrer aqui, em geral, a interferência de elementos irracionais. Ao contrário, nesta etapa a mente parece operar no sentido de buscar, ainda que de maneira não controlada, alguma forma de restabelecer a coerência que encontra-se abalada com a detecção de anomalias.

Conforme ressalta Peirce (1931-1958), a mente é um sistema dinâmico, cuja atividade central é a produção de hábitos. Estes hábitos, quando encontram-se fortemente consolidados, adquirem o estatuto de *crenças*, tais crenças “[...] enquanto duram, constituem hábitos fortes e como tais forçam o homem a acreditar até que uma surpresa quebre tal hábito” (CP, 5.524). Ao experienciar a quebra de hábitos bem estabelecidos, a mente criativa não descansará até que um novo hábito seja estabelecido como substituto do anterior que foi abalado. É nesse processo que novos fatos são considerados, os quais sugerem novas hipóteses à mente que busca restabelecer uma certa coerência/harmonia no conjunto global de suas crenças. As conseqüências de se admitir a veracidade de tais hipóteses

serão então examinadas e verificadas nas etapas de elaboração e avaliação. O processo de criação se completa através da comunicação de resultados à comunidade em que se insere o sujeito criativo.

Sabidamente, as descobertas relevantes situam-se em comunidades de criadores e trazem consigo os traços de uma rede de outras criações efetuadas ao longo do tempo. Nossa tentativa foi mostrar que, a despeito do processo criativo não envolver elementos irracionais (nos quais muitas vezes a visão clássica situa a criatividade), a emergência da novidade é possível considerando os processos auto-organizados presentes na atividade criativa.

A importante visão histórica, e contextualmente situada, não foi aqui tratada. Ela indica, no entanto, um caminho para a reflexão sobre uma possível integração entre a visão cognitivista tradicional e aquela contextualmente situada dos processos informacionais que se configuram como criativos.

Tal projeto de integração, sem dúvida complexo, encontra-se no horizonte da vertente dinâmica da Ciência Cognitiva. A teoria da auto-organização aqui introduzida pode contribuir para o início da construção de uma concepção integradora das visões histórica e informacional dos processos criativos.

Referências

- ANDERSON, J. R. *The architecture of cognition*. L. Erlbaum, Mahwah, N. J., 1996.
- _____. *Cognitive psychology and its implications*. 4 ed. W. H. Freeman: New York, 1995.
- BRESCIANI, F. E. Processo de criação individual e processo de auto-organização. In: GONZALEZ, M. E. Q.; BROENS, M. C. (Org.) *Encontro com as ciências cognitivas*. Marília: Unesp-Marília-Publicações, 1998. p.255-280. v.2.
- CSIKSZENTMIHALYI, M.; SAWYER, K. Creative insight: the social nature of a solitary moment. In: STERNBERG-DAVIDSON, 1995. p.329-363.
- FRAWLEY, W. *Vygotsky e a ciência cognitiva: linguagem e integração das mentes social e computacional*. Tradução de Marcos A G. Domingos. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- GARDNER, H. *A nova ciência da mente*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- GONZALEZ, M. E. Q. *Metodologia da descoberta científica e inteligência artificial*. Campinas, 1988. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- HADAMARD, J. The psychology of invention in the mathematical field. Princeton, N.J.: University Press, 1949, apud CSIKSZENTMIHALYI, M.; SAWYER, K. *Creative insight: the social nature of a solitary moment*. p.332.

MÉLÈSE, J. *Approches systémiques des organisations*. Paris: Les Éditions d'Organisation, 1990, p.11-40.

MINSKY, M. *The society of mind*. New York: Simon & Shuster, 1986.

NEWELL, A.; SHAW, E.; SIMON, H. *Human problem solving*. New Jersey: Englewood Cliffs, 1972.

PEIRCE, C. S. Collected papers (CP). In: HARTSHORNE, C.; WEISS, P.; BURKS, A. (Ed.). *The collected papers of Charles Sanders Peirce*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1931-1958. v. 1-8.

SCHAFFER, S. Caracterizando a descoberta. In: BODEN, M. *Dimensões da criatividade*. Tradução de Pedro Theobaldo. Porto Alegre: Artmed. 1999.

STILLINGS, N. A. *Cognitive science: an introduction*. Cambridge, Mass: MIT/Bradford Press, 1987.

TURBAN, E. *Decision support and expert systems: management support systems*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, N.J., 1995.

WALLAS, G. *The art of thought*. Londres: Butler & Tanner, 1926.