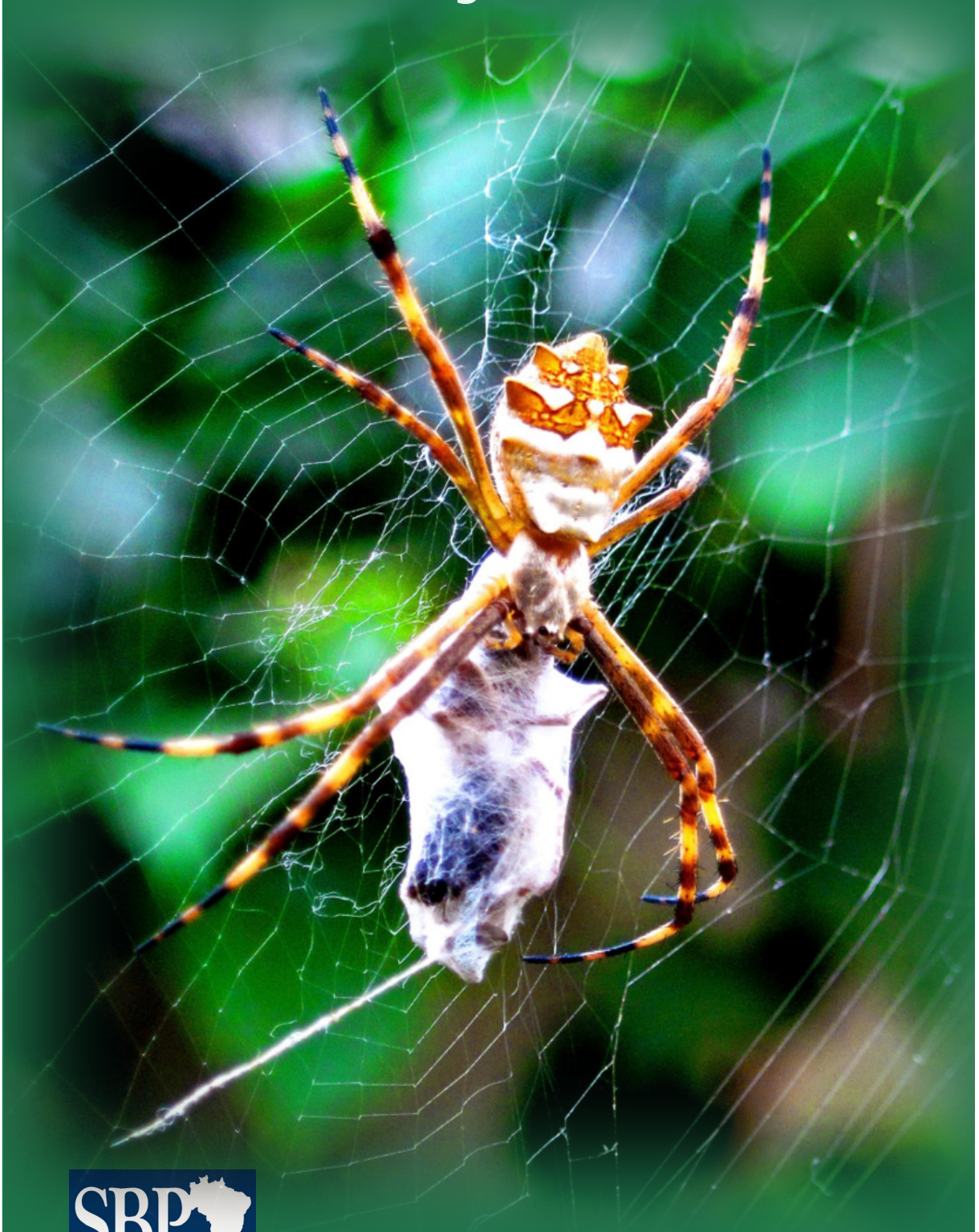
PARA ALÉM DA DICOTOMIA INATO-APRENDIDO:

Contribuições de César Ades à Psicologia Brasileira



SBP
SOCIEDADE BRASILEIRA DE PSICOLOGIA

SBP E-Books

Organizadoras
Patrícia Izar
Paula Inez Cunha Gomide

PARA ALÉM DA DICOTOMIA INATO-APRENDIDO:

Contribuições de César Ades à Psicologia Brasileira

Patrícia Izar
Paula Inez Cunha Gomide
(Org.)

PARA ALÉM DA DICOTOMIA INATO-APRENDIDO:
Contribuições de César Ades à Psicologia Brasileira

SBP E-Books

Ribeirão Preto
2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PSICOLOGIA (SBP)
Copyright© 2018 Associação Brasileira de Psicologia (SBP)

Presidente
Deisy das Graças de Souza

Vice-Presidente
Ricardo Gorayeb

Conselho Editorial
Andreia Schmidt (USP)
Brigido Vizeu Camargo (UFSC)
Deisy das Graças de Souza (UFSCar)
Ederaldo José Lopes (UFU)
Isaías Pessotti (USP)
João Cláudio Todorov (UnB)
José Aparecido da Silva (USP)
José Lino de Oliveira Bueno (USP)
Maria Martha Costa Hubner (USP)
Marilene Proença Rebello de Souza (USP)
Maycoln Leôni Martins Teodoro (UFMG)
Olavo de Faria Galvão (UFPA)
Paula Inez Cunha Gomide (Universidade Tuiuti)
Ricardo Gorayeb (USP)
Ronaldo Pilati (UnB)
Silvia Helena Koller (UFRGS)

Capa e Diagramação
Renata B. Shimocomaqui Françolin

Foto de capa
Mariana Lorenzo (2010)

DOI: http://www.doi.org/10.5935/978-85-61272-03-6.2018B001

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

P221 Para além da dicotomia inato-aprendido [recurso eletrônico] : contribuições de César Ades à Psicologia Brasileira / organizado por Patrícia Izar, Paula Inez Cunha Gomide. - Ribeirão Preto, SP : SBP, 2018.
157p.

ISBN: 978-85-61272-03-6 (Ebook)

1. Psicologia. I. Izar, Patrícia. II. Gomide, Paula Inez Cunha. III. Título.

CDD 150
2018-1336 CDU 159.9

Elaborado por Vagner Rodolfo da Silva - CRB-8/9410

Índice para catálogo sistemático:
1 . Psicologia 150
2. Psicologia 159.9

SUMÁRIO

César Ades e a Etologia no Brasil: Artigos de 1965 a 1988 05

O comportamento exploratório: Problemas de definição 09

Efeitos de mudanças na intensidade luminosa sobre a resposta de levantar-se do rato branco 29

A observação do comportamento em situações experimentais 45

Nota sobre a possível integração entre Psicologia Experimental Animal e Etologia 57

Uma perspectiva psicoetológica para o estudo do comportamento animal 61

Notas para uma análise psicoetológica da aprendizagem 71

Sobre a motivação: Notas à margem de um capítulo sobre motivação 83

Motivação animal: Da equilibração clássica à perspectiva ecológica 95

Um roedor e seu ninho 103

Entre *Eidilos* e *Xenidrins*: Experiência e pré-programas no comportamento humano 113

A construção da teia geométrica como programa comportamental 123

Memória e aprendizagem em aranhas 141

PREFÁCIO

César Ades e a Etologia no Brasil: Artigos de 1965 a 1988

Patrícia Izar[1]



Algum tempo depois da morte trágica de César Ades, ocorrida em março de 2012, fui convidada, por Paula Gomide, a organizar um número especial da revista *Temas em Psicologia*, com a republicação de artigos antigos de César, que representassem seu pensamento científico, sua abordagem ao estudo do comportamento, sua contribuição à Psicologia brasileira. Posteriormente, a Sociedade Brasileira de Psicologia (SBP) propôs publicar o material como um livro organizado (*E-books*).

A tarefa não foi simples. Sua obra inclui além de dezenas de capítulos de livros, mais de uma centena de artigos publicados em periódicos científicos, a partir da década de 1960, ainda antes de completado o curso de graduação em Psicologia, até 2009, pouco antes de sua morte. Como apontado por diversos de seus colegas em textos escritos em sua homenagem, a pesquisa de César era guiada por sua enorme curiosidade, biológica e psicológica, o que o levou à investigação de muitos diferentes assuntos, de memória a cuidado parental, comunicação, motivação e emoção, culminando num vasto conjunto que Fernando Leite Ribeiro tão apropriadamente chamou de "meada de muitos fios"[2].

Mas, completada a leitura, percebi em vários dos artigos aquilo que para mim caracterizou o principal fio da meada de César: a ideia de que a dicotomia inato-adquirido, característica de muitas abordagens ao estudo do comportamento, não faz sentido. Essa visão de César o distanciou, ainda que pouco, mesmo da Etologia clássica. Entusiasmei-me ao vislumbrar esse pensamento, subjacente à sua visão integradora da Psicologia, já desde seu primeiro artigo, e sendo pouco a pouco desenvolvido ao longo dos anos. Esta coletânea, portanto, foi selecionada do legado de César Ades

[1] Departamento de Psicologia Experimental, USP, patrizar@usp.br.
[2] Ribeiro, 2012. Revista *Cultura e Extensão USP, 7,* 15-18.

por esse fio que escolhi puxar. Busquei, também, apontar o caminho que suas ideias foram percorrendo, trazendo os primeiros artigos, em que a formação em Psicologia Experimental era predominante, mas o flerte com a etologia já se delineava.

A coletânea traz dois de seus primeiros artigos que, pelo valor histórico, recuperam a formação de seu pensamento. Já estava ali presente a importância de olhar para o comportamento atual, espontâneo do animal, mesmo do rato branco no laboratório.

Ades, C. (1965). O comportamento exploratório: Problemas de definição. *Jornal Brasileiro de Psicologia, 2,* 19-52.

No seu primeiro artigo, César, então ainda cursando a graduação, já mostrava seu interesse pelo conceito de motivação e pelo comportamento natural do animal, ainda que estivesse discutindo o comportamento de ratos brancos de laboratório. O objetivo do trabalho foi, a partir de uma revisão da literatura, buscar uma definição precisa para o comportamento exploratório, ou curiosidade, do rato branco a partir do seu principal desencadeador: a novidade. Nesse exercício, além de discutir questões de motivação, também perpassa a noção de predisposição natural para aprender, afirmando "A exploração não é, primariamente, um produto da experiência passada com eventos reforçadores" (p. 37), mas também "não é uma resposta inata ou não-aprendida, apenas possui os reforçadores não específicos, autônomos" (p. 39). Finalmente, também se destaca a importância já dada aos estudos comparativos em sua revisão. César aponta para o risco de generalizações baseadas em estudos só de ratos, discutindo evidências de diferenças encontradas entre espécies e mesmo entre linhagens distintas.

Ades, C. (1968). Efeitos de mudanças na intensidade luminosa sobre a resposta de levantar-se do rato branco. *Ciência e Cultura, 20,* 59-72.

Seguindo a mesma linha do primeiro artigo, César busca um referencial teórico na Etologia, ainda que descrevendo o repertório comportamental do rato branco no laboratório. Justifica a empreitada já no primeiro parágrafo, "o conhecimento psicológico de um animal começa com a descrição fiel de seu comportamento, tal como ocorre espontaneamente". Em sua discussão, busca analisar o comportamento de levantar-se como respondente ou operante, mas parte, mais uma vez da justificativa etológica.

Selecionei, também, quatro artigos, descritos a seguir, publicados entre 1976 e 1987, em que César Ades foi desenvolvendo sua abordagem ao estudo do comportamento animal, que chamou de abordagem psicoetológica.

Ades, C. (1976). A observação do comportamento em situações experimentais. *Ciência e Cultura, 28,* 25-34.

Nesse artigo, César mais uma vez busca defender uma contribuição da abordagem etológica à Psicologia Experimental. Aqui, mais do que uma integração de conteúdos, argumenta a favor da observação do repertório comportamental espontâneo do animal na situação experimental como ferramenta metodológica relevante. Sua posição é a de que a análise do efeito de uma variável independente sobre a dependente pode ser incompleta ou equivocada se baseada apenas no registro de alterações de frequência da variável dependente. O efeito poderia aparecer, por exemplo, como alteração de uma sequência comportamental, só detectável a partir do registro nos moldes da observação naturalística, de todas as categorias comportamentais exibidas pelo animal. Aqui, portanto, defendeu claramente o uso da observação naturalística para investigações de problemas orientados teoricamente pela Psicologia Experimental, e conduzidos em condições de experimentação no laboratório.

Ades, C. (1978). Nota sobre a possível integração entre Psicologia Experimental Animal e Etologia. *Psicologia, 4,* 1-6.

Neste artigo, César amplia sua oposição à dicotomia entre as abordagens

de Psicologia Experimental e Etologia também quanto ao método de investigação: ou observação naturalística em ambiente natural ou experimentação em laboratório. Nesta nota, defendeu a possibilidade de estudos de observação em laboratório e estudo de experimentação na natureza. Na conclusão, já ensaia a defesa de uma aproximação de conteúdo entre as duas abordagens de uma "estratégia unificada de estudo do comportamento animal".

Ades, C. (1986). Uma perspectiva psicoetológica para o estudo do comportamento animal. *Boletim de Psicologia, 36,* 20-30.

O enfoque de César ao estudo do comportamento foi por ele sintetizado neste artigo, em que defendeu uma abordagem psicoetológica, um termo cunhado por seu orientador de doutorado, Walter Hugo de Andrade Cunha (Carvalho, 2012), e que ele adotou para se referir a um programa de pesquisa cujo foco eram comportamentos ecologicamente relevantes, estudados em situação de laboratório como modelo de contexto natural, num contexto de comparação entre espécies. Defende, explicitamente, uma teoria geral, integrada, do comportamento animal. Considera que a abordagem psicoetológica é uma "etologização" do referencial da psicologia experimental, ampliando os problemas de investigação para além de "respostas mais simples e de fácil registro", para "comportamentos ecologicamente relevantes". Neste artigo, César também traz exemplos de como se podem analisar comportamentos adaptativos com paradigmas de aprendizagem. Expande, assim, a defesa de uma integração metodológica.

Ades, C. (1987). Notas para uma análise psicoetológica da aprendizagem. *Boletim de Psicologia, 37,* 24-35.

Como explicitado por ele em nota, é uma sequência do artigo de 1986. Aqui a argumentação é acrescida de conceitos e exemplos oriundos de uma disciplina emergente, a ecologia comportamental, César já busca fazer uma análise psicoetológica da otimização do forrageamento, um tema central da nova disciplina. Destaca sua preocupação com a ausência de análises de processos ontogenéticos e diferenças individuais, nessa nova abordagem.

Nessa época, César Ades escreveu dois artigos seminais, em que explicitou sua interpretação de motivação pela perspectiva psicoetológica, também reproduzidos nesta coletânea:

Ades, C. (1982). Sobre a motivação: Notas à margem de um capítulo sobre motivação. *Arquivos Brasileiros de Psicologia, 34,* 62-74.

Ades, C. (1985). Motivação animal: Da equilibração clássica à perspectiva ecológica. *Psicologia. Teoria e Pesquisa, 1,* 147-157.

César considerava que o modelo homeostático de equilibração não permitia a formulação de uma teoria geral de motivação. Argumentou que era preciso levar em conta que o estímulo externo tem um valor de incentivo independente do estado de privação do organismo; o custo de exibição do comportamento; processos ontogenéticos (aprendizagem individual e social) e o que chamou de a matriz ecológica: "animais de habitats diferentes estão sujeitos à ação de variáveis motivacionais diversas".

Sempre inspirado por essa perspectiva dos problemas adaptativos peculiares a cada espécie, nos artigos descritos a seguir, César exercitou seu programa de pesquisa, fundamentado na ideia da comparação entre espécies distintas.

Ades, C. (1982). Um roedor e seu ninho. *Boletim de Psicologia, 34,* 60-71.

O trabalho sobre a construção de ninho pelo hamster dourado, resultado de experimentos em colaboração com Emma Otta, exemplifica seu argumento sobre a relevância de realizar experimentos em laboratório sob a ótica da investigação de problemas adaptativos em ambiente natural. Esse exemplo é várias vezes citado nos artigos em que defende a abordagem psicoetológica.

Ades, C. (1986). *Entre Eidilos e Xenidrins: Experiência e pré-programas no comportamento humano.* São Paulo: Edicon.

Neste trabalho, César faz um exercício para aplicar sua visão integradora ao estudo do comportamento humano. De forma brilhante, usando uma metáfora, defende que o comportamento humano não pode ser interpretado como um padrão inato ou como produto arbitrário de regras aprendidas.

Encerro esta coletânea com dois artigos sobre a construção de teia pela aranha *Argiope argentata*, em que César brilhantemente mostra a plasticidade de um programa comportamental:

Ades, C. (1986). A construção da teia geométrica como programa comportamental. *Ciência e Cultura, 38,* 760-775.

Ades, C. (1988). Memória e aprendizagem em aranhas. *Biotemas, 1,* 2-27.

Seu olhar arguto o lançava muito à frente do que se pensava nas ciências do comportamento da época. Seus artigos remetem à contemporânea discussão de plasticidade como adaptação. Não só pelo pensamento arrojado, encerro com esses artigos, mas também porque tratam de seu tema e espécie mais caros, a memória revelada pela aranha tecendo sua teia.

São Paulo, 19 de junho de 2018.

Patrícia Izar
Departamento de Psicologia Experimental
Universidade de São Paulo

O comportamento exploratório: Problemas de definição[1]

César Ades[2]

RESUMO. O conceito de comportamento exploratório (CE) é de origem recente no campo da psicologia experimental. Apesar do interesse cada vez maior que vem suscitando, não recebeu ainda definição inequívoca. O presente trabalho visa confrontar o CE com outros tipos de comportamentos à guisa de preparação para uma definição mais 'sistemática. A atividade "geral" do organismo não mais pode ser considerada uma categoria homogênea de comportamento, dependendo apenas de necessidades internas e se desenvolvendo ao acaso. Resultados experimentais apontam para a importância dos estímulos externos no desencadeamento da atividade, mesmo quando o organismo não se acha num estado de necessidade, e para o caráter complexo da atividade geral que deve ser subdividida em seus componentes funcionais. O CE – constituindo grande parte da chamada atividade "geral" – é uma reação do organismo à novidade dos estímulos, manifestada por uma aproximação e por um contato com os mesmos. O CE eleve ser diferenciado de outras "reações à novidade" (como as reações emocionais). As relações entre o conceito de "nível operante" e o de CE foram analisadas, mostrando-se que há interesse em se considerar o nível operante do ponto de vista dos princípios que regem o CE. Nem todas as reações do organismo não vinculadas diretamente com as chamadas necessidades "fisiológicas", são de natureza exploratória. É preciso evitar a confusão entre reação "exploratória" e reação "independente de necessidades básicas". Foi examinada também a tese segundo a qual os CE seriam respostas aprendidas por intermédio de reforçamentos não exploratórios. A evidência parece indicar que os CE dependem de um reforçamento autônomo apesar de ser possível a influência de outros tipos de reforçamentos. Topograficamente, uma resposta exploratória pode ser idêntica a uma resposta de busca. Foram examinadas as relações entre o CE e a resposta de observação: o CE apareceria numa fase preliminar da aprendizagem. Finalmente, considerou-se a necessidade de uma psicologia comparativa do CE, em vista das diferenças entre linhagens e entre espécies.

ABSTRACT. The concept of Exploratory Behavior (EB) has a recent origin in experimental psychology. In spite of the increasing attention it has received, this concept has not yet been defined unequivocally. The present paper is concerned with the confrontation of EB with other types of behavior, as a preliminary to a more systematic definition. The "general" activity of the organism cannot be considered as an homogeneous behavior category, dependent only of internal need and with a casual development. Experimental results point to the importance of external stimuli in the causation of activity, even if the organism is not in a need state. They also point to the complexity of "general" activity, which should be subdivided into its functional components. EB, which constitutes a great part of the so-called "general" activity, is a reaction of the organism to novelty of stimuli, characterized by approach to and contact with these stimuli. EB must be distinguished from other "novelty reactions", such as emotional reactions. The relations between the "operant level" concept and that of EB were analyzed. There is some profit in considering operant level from the EB point of view. Not all reactions which are not directly related to any of the so-called "physiological" needs, belong to EB. The distinction between "exploratory'' reactions and reactions which are "independent from basic needs" is a necessary one. Are exploratory reactions responses learned by the mediation of non-exploratory reinforcement? Evidence points to the autonomy of exploratory reinforcement of EB, although the simultaneous influence of other reinforcements is also possible. Topographically, an exploratory response can be identical to a "searching" response. The relations between EB and observing responses were examined. EB would appear in a preliminary fase of learning. Finally, it was noted that a comparative psychological study since there are differences between strains and between species.

[1] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada *Jornal Brasileiro de Psicologia, 2,* 19-52, 1965, que autorizou a publicação nesta coletânea.

[2] Universidade de São Paulo.

SOMMAIRE. Le concept de Comportement Explorateur (CE) a une origine récente en psychologie expérimentale. Malgré l'intérêt chaque fois plus grand qu'il suscite, ce concept n'a pas encore reçu de définition précise. Ce travail a pour objectif confronter le CE avec d'autres types de comportement, em guise de préparation pour une définition plus systématique. L'activité "générale" de l'organisme ne peut plus être considérée comme une catégorie homogéne de comportement, dépencfant seulement des nécessités internes et se développant au hasard. Les résultas expérimentaux démontrent l'importance des stimuli externes pour susciter l'activité, même quand l'organisme n'est pas dans un état de nécessité,et le caractere complexe de l'activité "générale" qui devrait être subdivisée en plusieurs secteurs fonctionnels. Le CE – qui constitue une grande partie de l'activité "générale" – est un ensemble de réactions de l'organisme à la nouveauté des stimuli, et se manifeste par l'approche et parle contact avec ceux-ci. Le CE doit être distingué d'autres "réactions à la nouveauté", comme par exemple les réactions émotionnelles. Les relations entre le concept de "niveau opérant" (operant level) et celui de CE ont été analysées. Il a été montré qu'il y a de l'intérêt a étudier le "niveau opérant" du point de vue des príncipes qui s'appliquent au CE. D'autre part, il existe d'autres réactions de l'organisme qui ne dépendent pas directement des "nécessités physiologiques" et qui pourtant ne sont pas exploratrices. Il faut éviter de confondre la réaction "exploratrice" avec celle qui est seulement "indépendente des nécessités basiques". L'hypothése selon laquelle les CE seraient des comportements acquis grâce à des renforcements non-explorateurs a été examinée aussi. Les résultats expérimentaux paraissent indiquer que les CE dépendent d'un renforcement autonome, sans exclure l'influence simultanée d'autres espéces de renforcements. Du point de vue topographique, une réponse d'exploration peut être identique à une réponse de "rechercher". Les relations entre d CE et les réponses d'observation ont été examinées: le CE apparaitrait dans une phase préliminaire de l'apprentissage. Finalement, étant données les différences entre lignées et espéces d'animaux, une psychologie comparée du CE se fait nécessaire.

Quem quer que tenha assistido ao desenvolvimento de ratos brancos poderá ter notado o quão cedo eles começam a "explorar" a sua gaiola, abandonando por intervalos cada vez maiores o ninho. Lá pelo nono ou décimo dia de vida, o rato já se locomove, farejando todos os cantos, abanando uma cabeça onde os olhos ainda não se abriram. Mais tarde, quando pode enxergar e quando o seu desenvolvimento motor chegou a um ponto satisfatório, mostra um interesse maior pelos objetos, "carregando-os, manipulando-os, mordendo-os" (Bolles & Woods, 1964). Estas atividades de locomoção e de manipulação, que parecem movidas pela "curiosidade" – e não por outra motivação mais poderosa – e que, sem dúvida, põem o organismo em contato com os vários estímulos de seu meio, acabam constituindo uma parte não desprezível do repertório de comportamento do animal. Ocorrem na própria gaiola de moradia e principalmente quando o animal é posto numa situação experimental, labirinto, caixa de Skinner, etc.

Este "olhar para cá e para lá", este farejar contínuo, esta locomoção um tanto desordenada, fazem parte do chamado comportamento exploratório (CE) do animal. O CE é um termo genérico, descritivo, preferível a outras expressões, mais presas a interpretações teóricas, como "motivo de manipulação" (Harlow, Harlow, & Meyer, 1950) ou "motivos de curiosidade e investigação" (Butler, 1960). A palavra curiosidade será utilizada aqui, não para designar um motivo, mas para englobar uma série de comportamentos específicos.

O CE, ou "curiosidade", não recebeu muita atenção por parte dos pesquisadores, antes de 1950. Temos, no entanto, algumas exceções. Nissen (1930), utilizando a caixa-obstáculo de Columbia, verificou que ratos atravessam várias vezes uma grade eletrificada, para poder explorar um labirinto complexo. Tolman, já em 1925, denomina de "impulsos exploratórios iniciais" aos comportamentos que precedem a aprendizagem propriamente dita. Nota que, tendo escolhido um braço do labirinto em T, um rato se dirigirá para o outro braço, numa prática seguinte. Este comportamento de alternação, direita-esquerda-direita-esquerda, é um CE muito estudado hoje em dia.

Os psicólogos preocupavam-se mais pelo fenômeno da aprendizagem, no qual, graças à presença de uma privação bastante severa e de recompensas adequadas, o animal acaba adquirindo certas respostas (ou tornando-as mais frequentes)

frente a estímulos determinados. O estudo do CE – mais próximo da aprendizagem dita latente – apresenta-se como mais delicado. Os animais vêm muitas vezes saciados à situação experimental. Não há sempre uma resposta a ser aprendida: procura-se saber para que estímulo – dentro dos muitos que a situação proporciona – se dirigirá o animal. O pedacinho de comida ou a gota de água tradicionais são substituídos por lampejos de luz, por cubos de madeira ou por um padrão estimulatório projetado num anteparo transparente. Segundo Berlyne (1960), o problema do CE seria um de "seleção de estímulo", enquanto que o da pesquisa tradicional sobre aprendizagem, um de "seleção de resposta". Mas esta distinção nada tem de absoluto.

De uns anos para cá, a literatura a respeito de CE tem crescido consideravelmente. O conceito vem adquirindo uma certa respeitabilidade científica. No "*Psychological Abstracts*", o índice não registra trabalhos sob o nome de "CE" até 1954. Depois, o número de referências sobe até um máximo de 24 referências no ano de 1959. É evidente que o número de publicações relacionadas com o CE ainda supera o mencionado. De outro lado, os manuais introdutórios de psicologia (por exemplo, Krech & Crutchfield, 1959; Smith & Smith, 1958) não deixam de incluir, nos seus capítulos sobre motivação, uma parte dedicada ao que poderíamos chamar de ''motivação cognitiva" (Nuttin, 1963). Estudos neurofisiológicos, buscando as relações entre o CE e estruturas neurais subjacentes, vêm consagrar ainda mais o valor heurístico deste conceito.

Apesar desta rápida propagação, o tema ainda não adquiriu a clareza necessária. O que é, concretamente, o CE? Como diferenciá-lo de outras atividades, como a pura locomoção ou a fuga? É o CE um conjunto de respostas aprendidas, como qualquer outro? Muda o CE através dos níveis da escala filogenética? Ainda nos falta uma definição operacional do conceito.

Poderíamos buscar a definição no senso comum. Uma definição de dicionário nos dá a curiosidade como "um desejo forte de ver algo de novo ou de descobrir algo de desconhecido" (Annandale, 1925). Outra a coloca como "um desejo veemente de ver ou conhecer" (Alves, 1958). Temos aqui algo de aceitável: o CE está ligado estreitamente à estimulação nova. Mas nem todo desejo de ver é exploratório, e há uma certa necessidade em se distinguir uma curiosidade apenas "perceptual", uma fome de estímulos como alguns a chamam, de uma curiosidade intelectual, "epistêmica" (Berlyne, 1954). A definição comum é ampla demais. Incluí na ideia de curiosidade conotações espúrias. A delimitação científica do fenômeno deve ser muito mais cuidadosa. Há por exemplo, o caso da pessoa que, ao entrar num laboratório, vê os ratos darem sinais "evidentes" de curiosidade, aproximando-se da janela de sua gaiola, dirigindo a sua cabeça para o lado donde provém o som de passos. Estes comportamentos não são, porém, sinais inequívocos de curiosidade. Uma explicação alternativa talvez fosse mais adequada, neste caso: os animais adotam este comportamento porque, na sua história, foram consistentemente alimentados por seres humanos e porque os estímulos "humanos" adquiriram o valor de sinal (ou estímulo discriminativo) para uma reação de aproximação. Ou, então, porque os estímulos associados ao incentivo provocam, quando apresentados sem o incentivo, uma frustração ativa. A definição experimental de CE exige uma série de controles e verificações. Neste sentido, é muito mais abstrata que a definição do senso comum.

Dúvidas quanto à necessidade do conceito de CE eclodem no próprio campo experimental e incitam a procurar uma melhor definição. Deutsch (1960), no fim de uma discussão precária a respeito de CE, nega que a presença de estímulos novos, no fim de um labirinto, possa permitir a sua aprendizagem e afirma: "não conhecemos suficientemente o rato para invocar, com alguma certeza, tais entidades como uma necessidade de exploração, na maioria das ocasiões em que tem sido pretensamente observada". Bolles & Woods (1964) escrevem, da mesma forma: "A exploração é sem dúvida a atividade funcional do rato que recebe a mais pobre definição... Não há nenhuma base comum para a definição das diversas formas de comportamentos chamados exploratórios, *i.e.*, locomoção, farejar, orientação, manipulação".

Neste artigo, partiremos do pressuposto que o conceito de CE, ainda que vago, abre um novo campo de pesquisa e amplia os resultados obtidos em outros campos. Adotaremos uma forma peculiar de definição, confrontando o CE com outros comportamentos, diferenciando-o progressivamente. Localizaremos pelo menos o principal fator que provoca o seu aparecimento: a novidade dos estímulos.

Atividade geral, necessidades internas e o CE

Os pesquisadores trabalhando com ratos nunca deixaram de reparar na sua tendência a movimentar-se. Mesmo fora do domínio dos estímulos reforçadores comumente usados (comida, água, etc.), ou de seus sinais, o animal gasta energia em gestos, locomoções que não parecem servir um objetivo de ajustamento ao meio. Esta atividade, aparentemente desligada das condições estimulatórias do ambiente, foi denominada de atividade "geral", atividade "espontânea" ou mesmo de comportamento "casual". Esta movimentação não seria o próprio CE? Quais são as relações entre estas duas entidades?

Munn (1950) resumiu muito bem o conceito corrente, há alguns anos, de atividade "geral": "O rato, como outros animais, desenvolve uma variedade de atividades que parecem depender mais de condições fisiológicas do que das propriedades estimuladoras do meio ambiente... muito deste comportamento de regulação interna é aparentemente casual, *i.e.*, sem a direção específica que observamos quando o animal corre para o alimento, para a água ou para um parceiro sexual".

Para o estudo desta atividade geral indiferenciada, Richter e outros pesquisadores (ver Munn, 1950), utilizaram dois aparelhos, um dos quais ainda muito difundido nos laboratórios: a roda de atividade, na qual o rato pode correr horas e horas, apesar de permanecer no mesmo lugar, e a caixa montada sobre tambores, sensível a certas mudanças de posição do animal. Mais tarde, esta caixa foi aperfeiçoada, sendo substituídos os tambores de Marey por contatos elétricos fechando um circuito quando sobre eles se exerce o peso do rato. Na literatura científica norte-americana, recebeu vários nomes ("*estabilimeter*", etc.); parece adequado, em português, o de caixa de oscilação. Foi criado também um dispositivo eletrônico lâmpada-célula fotoelétrica: toda vez que, pela sua passagem, o animal corta o feixe de luz, é liberado um impulso que aciona um contador automático (caixa de registro fotoelétrico). Na roda de atividade, o critério de medida é a distância percorrida num determinado intervalo de tempo. Na caixa de oscilação, a frequência dos contatos estabelecidos e na caixa de registro fotoelétrico, a frequência das passagens do animal frente à fonte luminosa constituem os critérios de medida. Em todos estes instrumentos, o resultado quantitativo é unitário: não sabemos se realmente é devido à mesma categoria comportamental ou se traduz apenas uma soma de várias atividades diferentes.

Uma das descobertas relativas à atividade gera: é que ela depende de certas condições fisiológicas, "internas", de certas necessidades (termo utilizado com o sentido de "*drive*"). Richter, por exemplo, constatou a existência de ciclos de atividade, sendo o rato mais ativo na parte escura do dia. Descobriu também ciclos de menor duração, ligados à privação de alimento. Mesmo tendo alimento de sobra na sua gaiola, o rato restringe, durante pequenos intervalos, o seu consumo. Desta restrição resultam contrações estomacais e também uma maior taxa de atividade. As fêmeas, em geral mais ativas que os machos, apresentam um máximo de atividade cada 4-5 dias, devido ao estro (ver Reed, 1947). Os fatores ambientais, e o seu efeito sobre a atividade, não foram pesquisados, a não ser no caso da influência do calor e do frio, influência ambiental, é claro, mas muito pouco específica.

Postulou-se então uma relação simples entre estados de necessidade e a atividade indiferenciada. Quanto maior a necessidade, maior a atividade. Adlerstein & Fehrer (1955) colocaram ratos saciados e ratos privados de alimento num labirinto complexo, subdividido em várias unidades. O número de unidades atravessadas pelo animal constituía um indício de seu nível de atividade. Os animais famintos exploravam de 50 a 75% mais unidades do que os mantidos no regime *ad lib.* de alimentação. Miles (1962), trabalhando com gatos, obteve, com 1, 6 e 20 h de privação alimentar, um nível de atividade – tal como medido pela caixa de registro fotoelétrico – progressivamente maior. Siegel & Steinberg (1955) tornam ainda mais precisa a função: a atividade aumenta, num ritmo de aceleração negativa com privações de 0, 12, 24, 36 e 48 h. Estes resultados sugerem um papel ativador direto à necessidade. Em princípio, qualquer necessidade deveria ser capaz de produzir o aumento não específico de movimentação. É como se existisse um reservatório energético central ao qual contribuíram as necessidades particulares (fome, sede, etc.).

O aumento de atividade não é devido apenas à privação prolongada. O regime alimentar ao qual o animal é submetido (isto é, quando tem acesso à comida apenas 1 vez por dia, por um período delimitado) também tem os seus efeitos sobre a chamada atividade espontânea. Hall & Connon (1957) fizeram a comparação entre dois grupos de ratos, um sob regime alimentar (23 h de privação – 1 h de acesso à comida), outro normalmente sem restrições alimentares, quando ambos tinham apenas 5 h de privação. Ambos tinham então a mesma privação, diferindo pela sua história consumatória. Os ratos sob regime mostraram-se muito mais ativos.

Justifica-se a qualidade de "casual" que se atribui à atividade geral? O comportamento de um rato numa situação livre dá uma impressão nítida de desordem. As variações na direção parecem não obedecer a plano algum, Vendryès (1956) analisou fotograficamente o voo de uma mosca, debaixo de um lustre, durante 4 min, tomando uma fotografia cada 1/48 s. A distribuição das localizações da mosca no fundo sobre o qual voava era, segundo o autor, quase casual. Não se poderia prever exatamente, partindo de uma posição da mosca, as posições ulteriores. Mas este estudo demonstra várias falhas metodológicas. Até que ponto há casualidade na locomoção do rato? Estudos mais rigorosos poderiam responder a indagação, descobrindo, ou não, estereotipias (Miller & Frick, 1949) na corrente de comportamento que compõe a atividade geral.

A atividade geral foi vista, até agora, como uma categoria homogênea, como posta em ação por necessidades internas e praticamente autônoma frente aos estímulos do meio. Pesquisas há, no entanto, que dão outra imagem do fenômeno, e que o aproximam do CE.

1. A dependência em relação à situação estimulatória

Se a movimentação observada no rato apenas traduz estados internos mais ou menos fortes, então, não há nenhuma razão para se falar em curiosidade ou em comportamentos de exploração. Estudos recentes mostram que, ao contrário, o estímulo externo tem a maior parte da responsabilidade pela ativação do organismo

Os diferentes aparelhos de medida fornecem escores bastante divergentes. Strong (1957), entre outros, constatou que a fome somente produzia maiores índices de atividade no caso de ser utilizada a roda de atividade. Quando avaliada por uma caixa de oscilação comum (pouco sensível), a atividade não é influenciada pela necessidade. Medida com caixas de oscilação sensíveis, ela demonstra até um decréscimo!

A roda de atividade é um instrumento de medida falho pela sua própria essência. Contrariamente aos registros mais fiéis, este contamina, influencia o próprio processo que pretende medir. A roda, por causa de sua inércia, continua a rodar um pouco, mesmo quando o rato parou de correr e isto basta para provocar de novo a resposta de correr. O que se mede então, não é nenhuma "atividade geral", mas sim, a resposta do rato a uma situação estimulatória muito específica, muito artificial. De outro lado, como fazem notar Spear & Hill (1962), ratos que vivem nas rodas perdem muito peso: outro fator provocando um acréscimo de necessidade não previsto nos planos experimentais.

As divergências nos resultados obtidos com diversos aparelhos levam a duas conclusões naturais: – os comportamentos medidos não são os mesmos (e neste caso a atividade geral não é algo de homogêneo, de monolítico), – as situações experimentais provocam comportamentos diferentes e, neste caso, os comportamentos "gerais" dependem dos estímulos ambientais, além de estarem sob o controle dos fatores internos.

Mas os resultados obtidos por Campbell & Sheffield (1953) são argumentos mais poderosos contra a tese da "espontaneidade" do comportamento estudado. Ratos isolados num ambiente constante, suportam uma privação de até 72 h demonstrando um ligeiro acréscimo de atividade, comparado ao acréscimo produzido por 10 min de mudança estimulatória. Teghtsoonian & Campbell (1960) confirmaram estes resultados num estudo posterior. O seu grupo experimental, situado num cubículo praticamente à prova de sons e de mudanças visuais, e o grupo de controle, localizado

num laboratório barulhento, foram privados definitivamente (até a morte) de alimento. Os ratos mantidos no laboratório aumentaram na sua atividade de 400% em relação ao nível obtido antes da privação, enquanto que os isolados tinham um decréscimo inicial seguido de um aumento máximo de apenas 70%.

Estes resultados nos apresentam o efeito da necessidade sob outra luz: ela aumenta a atividade somente se o organismo for provido de um ambiente rico em variações estimulatórias. Campbell & Sheffield contestam a interpretação do "*drive*" como produtor de atividade e lhe substituem uma concepção baseada no efeito de sensibilização: a privação ou qualquer estado de necessidade abaixariam os limiares de reação do organismo, favorecendo a hiperatividade no contato com mudanças estimulatórias.

Hall (1955), depois de alguns dias de adaptação dos Ss ao aparelho experimental (roda de atividade) e alguns dias dedicados à avaliação de uma linha de base, submeteu os seus animais a um regime de privação de água. A sala experimental estava quase sempre na escuridão, sendo de outro lado protegida contra sons. Apesar destas precauções em reduzir a estimulação, houve maior atividade no grupo sob regime alimentar do que no outro. O autor achou estes dados incompatíveis com a teoria da necessidade como "sensibilizadora" do organismo. Mas Hall tinha usado as rodas de atividade que, como vimos, fornecem um estímulo de feedback ao organismo, mesmo na situação, ambiental a mais controlada. Num estudo subsequente, Treichler & Hall (1962) – o mesmo Hall – compararam o nível de atividade em três aparelho: a roda, a caixa de oscilação e o labirinto complexo ("*Dashiell maze*"). Chegaram à conclusão de que "o efeito da privação sobre a atividade na caixa de oscilação tem sido mínimo, a não ser quando acompanhado pela estimulação externa ambiental". As medidas tomadas com a roda, ao contrário, aumentavam à medida que diminuía o peso do animal (em relação ao peso de animais de controle), mesmo com um cuidadoso controle das fontes externas de estimulação.

A tese de Campbell & Sheffield recebe outra confirmação, desta vez provinda do campo neurofisiológico. Recentes descobertas põem em relevo o papel importante do sistema reticular ascendente na manutenção do estado de vigília do organismo (ver Magoun, 1958; Samuels, 1959, etc.). Um mecanismo neural "não específico" seria responsável pelo nível de vigilância ou de utilização de energia no organismo. Um conceito psicológico, proposto há muito tempo por Duffy (1934), o de ''ativação'' ganha nova popularidade justamente por adaptar-se muito bem às descobertas neurofisiológicas. Vamos considerar a ativação, não do seu ponto de vista fisiológico, mas tal como ela se manifestaria no comportamento. Um animal deitado ou sonolento teria um grau muito pequeno de ativação enquanto que outro, gesticulando freneticamente, estaria no ponto máximo de ativação. É como se pudéssemos classificar os diversos comportamentos de acordo com a energia posta em jogo, numa escala quantitativa. Mas, além deste aspecto energético, o comportamento também incluiria um aspecto direcional: manifestado na seleção de alguns estímulos, na rejeição de outros, no encadeamento de respostas aprendidas etc.

A privação de alimento produz um aumento na ativação elo organismo. Bélanger & Feldman (1962), por meio de um critério fisiológico – ritmo dos batimentos cardíacos – mostram que o organismo fica mais ativado (o coração bate mais depressa) com níveis cada vez mais severos de privação de água (até 72 h). Por sua vez, a ativação se marca por um abaixamento dos limiares sensoriais; "até certo ponto, escreve Duffy (1962), a sensibilidade sensorial aumenta (*i.e.*, estímulos fracos são percebidos mais facilmente) quando o nível de ativação é mais alto". Não é difícil ver a relevância desta discussão para a tese "sensibilizadora" de Campbell & Sheffield. O animal, por causa da ativação provinda da fome, fica mais sensível aos vários estímulos que o rodeiam, reagindo a eles de maneira mais frequente e mais consistente. Sem eles, no entanto, a ativação pode ser marcada nos critérios fisiológicos (batimentos cardíacos, nível de resistência da pele, etc.), mas não no próprio comportamento. Malmo (1959) mostra que, quando um homem é impedido de dormir, até 60 h, o seu nível de ativação aumenta com as horas de vigília, mas com uma condição: que estímulos variados estejam bombardeando-o constantemente. Se a pessoa não estiver ocupada, por exemplo, numa tarefa difícil e exigindo muita atenção como a detecção de flutuações na intensidade de um sinal luminoso, ela acaba sucumbindo ao sono, isto é, o seu nível de ativação desce a um mínimo.

À proposição que a ativação produzida por um estado de necessidade precisa de uma variação estimulatória para se manifestar, temos que acrescentar outra: os estímulos externos, por si, têm a propriedade de ativar o organismo. A estimulação que chega aos órgãos receptores tem duas funções: uma função de "*cue*" ou sinal e também uma função ativadora, sendo mediadas estas funções por tratos nervosos diferentes (Hebb, 1955).

Para que esta função ativadora se mantenha íntegra, é preciso, no entanto, que haja uma certa variação na estimulação. O efeito dos estímulos externos é muito maior quando eles possuem uma característica de "novidade" ou, em outras palavras, quando são "inesperados" para o organismo. A apresentação constante do mesmo estímulo acaba muitas vezes elevando os limiares de reação do animal: depois de um certo número de vezes, o estímulo apresentado não provoca a menor reação de atenção no organismo, exatamente como se não tivesse ocorrido. Assim, se registrarmos os potenciais elétricos do córtex de um animal adormecido, um som de, por exemplo, 500 ciclos acordará o animal e produzirá a característica resposta de ativação no traçado eletroencefalográfico (bloqueio das ondas alfa, etc.). Mas, se repetirmos o mesmo estímulo várias vezes, o animal acabará não se movendo e a resposta cerebral desaparecerá. Agora, basta mudar o som para 100 ciclos para ver reaparecer a resposta de ativação em toda a sua magnitude (Jasper, 1958).

É necessário então, para que o organismo animal permaneça num certo nível de atividade, não só que haja alguma estimulação provinda do ambiente, mas que esta estimulação seja variada, ofereça mudanças e complexidades. O CE é fruto da "reatividade" do organismo aos estímulos novos. É um comportamento que traduz o impacto da estimulação nova, tanto no seu aspecto ativador como no seu aspecto de "*cue*", sobre o animal. Não deve ser confundido com o conceito de atividade "geral" no qual não há especificação das relações com o meio de estímulos. O CE é provocado pela mudança e pela padronização dos estímulos.

É importante notar que também os animais saciados reagem – por uma aproximação – aos aspectos novos de seu meio e isto serve para reforçar a tese que "a exploração é função das condições estimulatórias do meio e que depende menos das condições de privação do animal" (Bolles & De Lorge, 1962). Animais saciados, quando lançados no meio extremamente novo e variado que é uma superfície aberta ("*open-field*") logo começam a se locomover, visitando as várias partes do espaço que está à sua disposição. Animais famintos colocados num ambiente novo onde uma comida farta está esparramada, exploram primeiro, comem depois. A exploração compete com a própria reação consumatória (Bolles & Rapp, 1965).

No estudo do CE, teremos sempre que levar em conta os efeitos ativadores das necessidades. Não sabemos ainda como se processa esta sensibilização, não sabemos porque a privação de água, por exemplo, não tem a mesma repercussão que a privação de comida. Ainda é preciso investigar as relações entre outros fatores de ativação (estimulação aversiva, drogas, etc.) sobre o CE. Mas, com ou sem privação, parte da atividade geral do animal é devida à mudança sensorial e pela sua característica de aproximação, de investigação, de maior exposição dos receptores às fontes de mudanças, merece o nome de CE.

2. Direção encontrada no CE

Quanto maior a nossa experiência com o comportamento ("geral") do animal, menos ele parece casual. É evidente que, na exploração de situações muito complexas, quando muitos estímulos novos confrontam o animal, a escolha de um ou de outro é imprevisível. A exploração de uma superfície, de outro lado, não é algo de contínuo, constante: há paradas bruscas, momentos compridos de imobilidade e, de novo, locomoção e exploração. Não é possível especificar, com certeza, o momento em que o animal vai parar ou vai retomar a sua atividade. Critérios estatísticos, tirados do estudo de muitos casos, permitem pelo menos atribuição de uma certa probabilidade a cada intervalo de exploração ou de não exploração. Os registros mais acurados, levando em conta os detalhes da atividade, desvendam uma regularidade que o viés dos aparelhos de medida escondia.

Propomos aqui a existência de "unidades" de exploração, que é possível distinguir, com maior ou menor nitidez, dentro do fluxo total de comportamento. Cada unidade é determinada pelo tempo de interação entre o organismo e o estímulo (ou padrão de estímulos) novo. Por exemplo: na caixa onde o animal está em observação, introduz-se um objeto, como um lápis. O barulho que esta operação provoca já atrai a atenção do animal (em linguagem mais "objetiva": o animal orienta os seus órgãos receptores para o lugar donde provém o som), que não tarda em se aproximar do objeto, farejando-o, contornando-o e às vezes mordendo-o. Se o lápis é movimentado, o animal o segue e continua na sua inspecção, Depois de um certo tempo, o objeto é abandonado e o rato volta à sua atividade ou inatividade anterior ou então, muda de atividade. A unidade de CE começa com a introdução do estímulo novo e acaba quando não há mais interação entre o organismo e o objeto.

Mas não é preciso *introduzir* um objeto novo para que haja esta aproximação, esta focalização do animal. Mesmo na superfície de exploração (um simples espaço onde o animal é livre de se locomover) podemos ainda constatar unidades semelhantes. Por exemplo: o rato está parado. Logo em seguida o vemos abanar a cabeça e virá-la em direções diversas, num comportamento que chamaremos de "*scanning*" (o que os autores norte-americanos intitulam às vezes de "*sniffing*" ou farejar). Neste momento, podemos predizer com uma certa probabilidade que, ao "*scanning*", segue uma locomoção e a exploração de um determinado lugar do espaço livre. Esta exploração, dura alguns momentos e é substituída por uma mudança de direção, por outra unidade de exploração.

Nem sempre, é claro, estas unidades se recortam de maneira tão clara. Às vezes fundem-se em cadeia, como quando um rato está dando voltas na mesa onde foi colocado. Ele pode seguir por bastante tempo a borda da mesa, orientando sua cabeça para a estimulação que lhe provém das paredes da sala, sem precisar parar para cada padrão estimulatório encontrado.

A tese defendida é esta: o CE é dirigido (para aspectos específicos do meio). A ideia de uma direção do comportamento não precisa ser taxada sempre de subjetiva ou mentalista. Bindra (1959b) retomando certas concepções tolmanianas – mostrou ser o alvo um ponto de referência, objetivo, utilizado pelo psicólogo na sua descrição do comportamento. O alvo do CE – não no sentido teleológico, mas no descritivo – são certos objetos ou eventos novos, em relação aos quais o animal ajusta o seu comportamento.

Malmo (1965) aponta para vários estudos que demonstram a existência de "gradientes fisiológicos" em certas medidas de ativação, como a tensão muscular e mudanças respiratórias e cardiovasculares. Estes gradientes acompanham a execução de tarefas como o desenho de uma estrela (com o espelho) ou o simples ato de ouvir um trecho de Kant ou de uma novela policial. As medidas – que começam com o início da tarefa – demonstram acréscimos progressivos através do tempo e voltam a baixar, geralmente, no fim da tarefa. À guisa de especulação, podemos supor a existência, em cada unidade de CE, de gradientes semelhantes, indicando a manutenção de um certo nível de atenção.

O estímulo que provoca o CE não produz apenas um efeito de ativação não específico. Tem um papel de "*cue*" importante já que determina a orientação do comportamento.

3. A atividade como diferenciada

As discussões precedentes já devem ter mostrado a dificuldade de se defender a ideia de uma atividade "geral" homogênea. As diferenças entre os aparelhos usados são talvez devidas ao fato de captarem, cada um deles, aspectos parciais do todo da atividade, comportamentos diferentes. É tempo que se deixe de lado os próprios termos de "geral", "casual", "espontâneo" aplicados à atividade. A corrente de comportamentos do animal deve ser estudada como sugerem Baumester, Hawkins & Cromwell (1964), em partes, descobrindo-se os vários parâmetros de cada "subclasse" de atividade.

Cofer & Appley (1964) sugerem uma divisão da atividade em "irrequieta" (*restless*) e "atividade de correr": mas esta divisão é muito arbitrária. Depende das particularidades dos aparelhos usados (roda onde se corre, etc.) e não das características funcionais do próprio comportamento. Strong (1957) distingue uma atividade locomotora de outra mais delicada, mas o critério é apenas quantitativo.

O conceito de matriz do comportamento, introduzido por Bindra (1961) parece-nos mais adequado. Frente a uma situação experimental nova, o animal reage com uma série de atos, alguns dos quais são relevantes (isto é, contribuirão para a aprendizagem requerida), e outros irrelevantes (isto é, endereçados a aspectos da situação não escolhidos pelo experimentador), e a aprendizagem consiste na eliminação progressiva das respostas irrelevantes, paralela a um aumento de frequência dos atos relevantes. Atos relevantes e irrelevantes fazem parte da matriz do comportamento. Muitos são denominados pelo autor de "reações à novidade": são atos estereotipados como andar, farejar, levantar-se sobre as patas de trás, reações de paralisação ("*freezing*"), etc. Nem todos estes atos podem receber o nome de "exploração" pois não consistem numa maior exposição aos estímulos. O "*freezing*" por exemplo, que poderia ser tomado como indício de medo, restringe o número de estímulos com os quais o rato pode entrar em contato. Um estudo típico sobre as "reações à novidade" é o de Bindra & Spinner (citado por Bindra, 1959a). Estes pesquisadores transportaram os ratos de suas gaiolas de moradia para três caixas com diferentes graus de novidade. A taxa de "farejar" era maior na caixa menos nova enquanto que o "limpar-se" ("*grooming*") era mais frequente na mais nova das caixas. A ocorrência de atos destes depende pois da novidade do ambiente.

A contribuição de Bindra consiste em ter utilizado, na psicologia, o método da descrição do comportamento por categorias, de há muito empregado pelos etólogos. A preocupação excessiva pela definição de resposta como "modificação de parte do ambiente" tem prejudicado o conhecimento das respostas que fazem parte do repertório específico do animal. O "limpar-se" não modifica o ambiente (talvez, um ambiente interno), mas é uma variável dependente digna de consideração. O nome de "reações à novidade" para cobrir as diversas categorias, é infeliz pois deixa supor que são atos que ocorrem somente em situações novas. O limpar-se e locomoção são atividades comuns do rato, mesmo no seu ambiente "natural", a exígua gaiola de laboratório. É provável que a situação nova tenha um efeito ativador, aumente a sua frequência.

Bolles (1965) ampliou e sistematizou o método sugerido por Bindra. Refinou o sistema de categorias descritivas, adotou um método de amostragem temporal (por exemplo, 24 registros de categoria durante 20 min) e estudou o comportamento do rato na sua própria gaiola, fornecendo-nos critérios de comparação para avaliar o impacto de situações novas. No seu estudo de 1965, podemos encontrar uma descrição dos seus controles experimentais minuciosos e das categorias de comportamento utilizadas. Neste estudo, foi mostrado que a privação aumenta a taxa de muitas categorias, mesmo quando o animal é deixado na sua gaiola de moradia.

Na descrição do comportamento do rato, achamos conveniente o uso das seguintes categorias, de ordem muito geral: comportamento de ingestão, comportamento social, comportamento relacionados com o próprio corpo, comportamentos não exploratórios, mas relacionados com a novidade ambiental (como o "*freezing*" e outras reações aparentemente emocionais), sono e descanso, e finalmente comportamentos exploratórios (que têm por fim expor o animal a padrões estimulatórios) e interações ativas com o meio, de caráter não exploratório (como por exemplo morder, correr numa roda de atividade, rasgar papeis, etc.). Não é preciso enfatizar que estas divisões não são estanques e que elas servem apenas como preparação de um conhecimento menos classificatório e mais funcional. De outro lado, as categorias podem variar com os objetivos experimentais e com os aparelhos disponíveis.

Quais são os comportamentos exploratórios? Primeiro, é importante notar que seria melhor dizer comportamentos principalmente exploratórios, pois comportamentos que não diferem na topografia podem servir a funções bem diferentes. Entre os comportamentos que servem principalmente a exploração, temos: os movimentos das orelhas, da cabeça e do corpo que se manifestam quando irrompe uma mudança estimulatória bastante brusca, temos o "scanning" já mencionado, a locomoção num meio novo, a manipulação de objetos, etc. De qualquer maneira, não podemos ter

certeza de estarmos lidando com um comportamento exploratório antes de ter especificado as condições ambientais que provavelmente lhe deram origem. Se acendermos uma luz no quarto onde estão as gaiolas de ratos, poderemos constatar a ocorrência de uma determinada categoria de comportamento, o "levantar-se sobre as patas traseiras": tendo uma certa informação a respeito do estímulo (sabendo, por exemplo, que ele é relativamente novo e que não foi associado anteriormente a respostas recompensadas) e vendo que o comportamento por ele eliciado é de "aproximação" ou focalização, podemos garantir que se trata de um CE.

4. A atividade e os estímulos proprioceptivos

Todas as locomoções não têm um caráter exploratório. Muitas vezes, tendo em vista uma atividade que ocorre num meio extremamente familiar (como a gaiola de moradia) e pouco variado, é lícito perguntar se o rato não se movimenta simplesmente para se movimentar, não visando especialmente fins "exteroceptivos". É o problema de "*drive*" para a atividade.

Das poucas pesquisas que investigaram a existência desta necessidade, a mais clássica é a de Hill (1956). Utilizou como variável independente o tempo de restrição da movimentação: prendia os ratos em cubículos estreitos – mas não desconfortáveis – durante 0, 5, 24 e 46,5 h antes das práticas experimentais. Cada rato passava pelas quatro condições. A prática era feita em rodas de atividade, onde os ratos podiam correr durante 1 h e 30 min. A atividade na roda aumentava com o tempo de restrição. Hill opta pela existência de uma necessidade de atividade, a ser diferenciada de uma necessidade exploratória. Esta conclusão pode ter fundamento, já que, no período de restrição, os ratos não foram privados de novidade exteroceptiva (as gaiolas de restrição, feitas de grades, não impediam um certo "*scanning*" visual do ambiente), mas apenas da estimulação interna provinda da própria atividade. Resultados ulteriores do mesmo autor não confirmam a relação simples entre privação de movimento e movimento subsequente para períodos muito longos de restrição. Mas isto não perturba as conclusões já dadas. A privação dos estímulos externos, como foi mostrado em experimentos célebres (ver Hebb, 1958), pode acarretar certos distúrbios de comportamento e afigura-se como bastante desagradável para os sujeitos que se lhe submetem. A privação de uma certa estimulação proprioceptiva talvez seja também aversiva e causa de acréscimo na atividade subsequente. Ao estudarmos o comportamento, não podemos, pois, esquecer que parte da movimentação não depende de seus efeitos estimulatórios exteroceptivos, mas que se desenvolve em função de estímulos internos. Por mais que se isole um rato de mudanças e de estímulos ambientais, ele ainda manifesta um resíduo de atividade, talvez devido aos fatores mencionados.

A partir de uma análise do conceito de "atividade geral", chegamos a apontar para certas características constantes do CE. Este depende da estimulação externa, ele é provocado principalmente por flutuações e mudanças nesta estimulação, ele é "dirigido". O CE deve ser diferenciado de reações não exploratórias, como o "freezing" e talvez uma certa movimentação fruto de estímulos proprioceptivos. O conceito de "atividade geral" não parece ser muito útil: ao contrário, parece retardar estudos funcionais do comportamento.

O CE e a noção de "nível operante"

Uma das inovações trazidas por Skinner ao estudo do comportamento tem sido a distinção entre comportamento operante e comportamento respondente. Enquanto que, no segundo caso, é possível descobrir o estímulo que necessariamente provocará o comportamento (como o pó de carne provoca salivação), no primeiro, a localização se revela mais difícil e até desnecessária. Nas próprias palavras de Skinner (1938): "Há uma grande porção de comportamentos que não parecem ser eliciados, no sentido em que em cisco no olho elicia o fechamento da pálpebra, apesar de poderem estabelecer outros tipos de relacionamentos com os estímulos externos. A atividade

espontânea original do organismo é principalmente deste tipo, como também a maior parte dos comportamentos condicionados do organismo adulto... Quanto a espontaneidade não pode ser evitada, há uma tentativa de defini-la em termos de estímulos desconhecidos... Eu não quero dizer que não existem forças originando o comportamento espontâneo, mas simplesmente que elas não se localizam no meio".

A distinção entre operante e respondente tem se provado frutífera para a pesquisa. Agora, dizer que o comportamento operante foi "emitido" sem especificar as condições estimulatórias que permitiram a sua emissão, é truncar a explicação. Toda a discussão a respeito de atividade geral visou ressaltar a dependência que liga os comportamentos aparentemente espontâneos ao contexto onde ocorrem. O estudo do chamado comportamento operante depois da introdução dos reforços comuns ("*pellet*" de comida ou gota de água) deve ser precedido por um estudo do mesmo comportamento antes do reforçamento. Quais são as condições de estimulação que facilitam o aparecimento do "bater na barra"? A que são devidas as primeiras ocorrências "espontâneas" destas respostas? Como se modifica a frequência do responder através de um contato contínuo com os mesmos estímulos? O estudo do CE pode ser visto como uma tentativa de responder a estas perguntas. O seu objeto de estudo é o "nível operante" de certas respostas de aproximação e de manipulação.

Mas não se trata de somente investigar as respostas exploratórias em si. O conhecimento dos princípios que regem o CE ajuda a entender melhor a própria aprendizagem. A probabilidade de ocorrência de tal ou outro "operante" depende da história passada do animal e também das condições presentes da situação experimental. Um ponto preto sobre um fundo branco terá muito mais probabilidade de ser investigado pelo animal do que um ponto mais claro. Objetos sobressalentes, lâmpadas, barras, pedaços de madeira também. Um objeto e relativa novidade (isto é, não encontrado muito, no passado próximo ou longínquo, pelo animal) será visitado imediatamente. Pode-se determinar então a maior ou menor facilidade de condicionamento das respostas a vários aspectos da situação experimental.

Situações que provocam muito CE, atrasam a aprendizagem de uma resposta determinada a parte determinada da situação. Bindra demonstrou de maneira elegante que as "reações à novidade" são responsáveis às vezes pelo decréscimo de "força" ("*habit strength*") e certas respostas, porque interferem com as mesmas. Toda mudança das condições experimentais pode acarretar tal decréscimo, provocando CE e outras reações à novidade. As situações clássicas de aprendizagem – o treino pelo reforço positivo, o treino de evitação, etc. – sofrem a influência dos mesmos fatores (Bindra, 1959a, 1961). Focalizando apenas o comportamento de bater na barra, Schoenfeld, Antonitis & Bersh (1950) mostraram que o nível operante para esta resposta diminuía, até chegar a valores assintóticos, depois de 6 dias de observação.

Já Segal (1959), na sua avaliação da "estabilidade" do nível operante, não descobriu um decréscimo regular, mas sim, flutuações que eram maiores para o grupo saciado do que para o grupo privado. De outro lado, descobriu uma relação negativa entre privação e nível operante. O grupo de privação mais severa (23 h e 30 min, sem comer nem beber) respondeu menos à barra que o grupo saciado. O autor conclui que, apesar das flutuações, o operante é uma característica bastante estável da relação entre o organismo e um determinado "*manipulandum*". Sob privação, a estabilidade seria ainda maior.

As conclusões e os dados de Segal contradizem as generalizações já elaboradas a respeito de atividade e de CE. 1) Não há aumento de atividade com a privação mas sim, um decréscimo; 2) Não há o decréscimo no nível operante a ser esperado de acordo com uma teoria que atribui características ativadoras e diretoras ao estímulo novo. Segundo esta teoria, à medida que o estímulo é apresentado – mais e mais – ao animal, perde o poder de eliciar exploração.

Kiernan (1965) num experimento recente sobre o efeito de "testes preliminares de determinação do nível operante", mostra que ratos famintos reagem mais à barra "neutra" e à barra que provoca o advento da luz do que ratos saciados, ao receberem um "teste" de nível operante. A privação, contrariamente ao estudo de Segal, serviu para aumentar a probabilidade de resposta.

Premack & Collier (1962) distinguem entre comportamentos recorrentes e não recorrentes. Os comportamentos não recorrentes são os que se extinguem progressivamente no contato com o estímulo: a resposta à barra, por exemplo. Uma barra colocada na caixa de moradia do rato acaba não atraindo senão 2 ou 3 batidas que, segundo os autores, poderiam muito bem ser casuais. Segal, no estudo citado, avaliava o nível operante em sessões de 25 min, uma por dia. O longo intervalo entre as sessões pode ter realmente permitido a não extinção do comportamento.

Em suma, apesar da afirmação de Segal de que "nem o conceito de exploração de um meio estranho, nem o fenômeno de reforçamento sensorial por estímulos novos são explicações suficientes para a emissão de operantes incondicionados", o nível operante parece se submeter a certas relações válidas para todos os CE.

Comportamentos não exploratórios e independentes de necessidades "fisiológicas"

Chauvin (1960) propõe uma definição – por exclusão – do CE: "Se todas as necessidades possíveis são satisfeitas, os resíduos dos movimentos de busca e de deslocamento pertencem muito provavelmente ao comportamento de exploração". Esta definição é ampla demais. Junta aos CE, comportamentos que – apesar de não dependerem de necessidades chamadas fisiológicas – não são necessariamente atos de resposta à novidade ou de busca da novidade.

Um destes comportamentos é justamente o de correr na roda de atividade. Pode ser influenciado, como vimos, por necessidades, mas pode ocorrer independentemente das necessidades. De outro lado, não se pode dizer que ponha o rato em "comércio" com situações novas ou complexas. O fato da roda ser familiar não impede o surgimento da resposta de correr.

Outra destas respostas é a de cavar. Deutsch (1960), verificando o ardor com que ratos de laboratório constroem túneis quando postos sobre o material adequado, pergunta-se se isto não seria o sinal de um "*drive*" poderoso. King & Weisman (1964) provaram com espécies selvagens (*Peromyscus*) de roedores a existência de uma preferência nítida pelo comportamento de cavar areia. Os roedores eram testados numa gaiola dupla, uma parte servindo de moradia e a outra de situação experimental. Nesta parte da gaiola, uma batida numa de duas barras provocava a descida de um pouco de areia numa abertura na própria parede da caixa. Esta areia podia ser "manipulada" pelo animal e caía numa gaveta situada embaixo da grade do fundo da gaiola. Certos animais chegaram a cavar quantidades de areia iguais a 1.000 vezes o peso de seu próprio corpo. O ritmo de batidas na barra era 10 vezes maior no grupo "reforçado" com areia do que num grupo de controle.

Os autores afirmam que "as propriedades reforçadoras do habitat transcendem aparentemente as necessidades orgânicas do animal". Não há muita probabilidade do comportamento de "cavar areia" ser um comportamento exploratório, porque não é possível especificar os estímulos novos para que tende.

Talvez pertençam à mesma categoria certas atividades vigorosas chamadas de "jogo": correr, pular, rolar-se no chão, etc. Ocorrem no animal saciado e parecem não servir nenhuma necessidade óbvia, apesar de, algumas, vezes, ser difícil diferenciar a briga "de verdade" de uma briga amigável e de brincadeira.

Alguns autores (Welker, 1961) aproximam o jogo do comportamento exploratório. Como o CE, ele seria evocado mais pelos aspectos novos da situação, e deixaria de ser tão consistente com o correr do tempo. Haveria uma "saciação" do jogo semelhante à saciação da resposta exploratória. É difícil encontrar um limite entre a exploração e o brinquedo, mas pode-se avançar que, no jogo, é a própria atividade que tem um efeito reforçador. No CE, a mudança externa assumiria um papel mais importante. Mas, na falta de estudos experimentais sobre o jogo, não podemos esclarecer muito o conceito.

O CE e a aprendizagem

Um ceticismo oportuno, nos leva a perguntar se o CE não seria simplesmente

um conjunto de respostas adquiridas graças à ação dos reforçadores comuns. O poder que um certo estímulo tem de provocar o CE, não será devido à sua associação com estímulos de maior importância biológica? Durante o desenvolvimento do indivíduo, ocorrem emparelhamentos que passam desapercebidos aos olhos do experimentador. Por exemplo, num determinado laboratório, o alimento é sempre renovado na presença da luz, o que confere à luz, ou ao advento da luz, o valor de um reforçamento secundário e o que explica o aumento de frequência de uma resposta qualquer quando seguida de luz. Os experimentos utilizando a luz como "estímulo novo", e que demonstram que o rato é capaz de aprender uma resposta (bater na barra) quando esta é seguida de luz, devem primeiro demonstrar que a luz não está provida de um valor de reforço secundário.

1. A mudança estimulatória como estímulo discriminativo (Sinal)

No fenômeno da "alternação espontânea", um rato escolhe, na segunda prática, o braço do labirinto em T que ele não escolheu na primeira. Este fenômeno parece reforçar a ideia de que a mudança na escolha é devida à preferência por estímulos novos (o braço do T visitado na primeira prática perdeu, pelo menos momentaneamente, a sua característica de "novo"). Estes & Schoeffler (1955) no entanto, procuraram evitar a hipótese de um "*drive*" para a novidade, invocando fatores experienciais. Sugerem que a preferência pelos estímulos novos pode simplesmente ter sido adquirida em contato passados com reforçadores. Como se daria esta aprendizagem? *1*. Haveria uma certa mudança estimulatória anterior ao reforçamento (tratador de animais chegando, abrindo as gaiolas, etc.); *2*. Esta mudança (e, por generalização, qualquer mudança) acabaria adquirindo o valor de reforçador secundário, por emparelhamento com um incentivo incondicionado (Comida).

A favor de sua hipótese, citam um experimento realizado por alunos no qual um grupo experimental de ratos – durante a exploração de uma mesa – recebia o incentivo em lugares sempre diferentes, sendo reforçados, logo, em não visitar os mesmos lugares. Estes ratos demonstraram muito maior índice de alternação espontânea quando colocados subsequentemente num labirinto em Y. Este estudo, é claro, não constitui prova suficiente que a mudança e a complexidade estimulatórias não provocam respostas de exploração. Consegue apenas demonstrar que, em certos casos, a mudança estimulatória em si pode adquirir o valor de sinal para o reforçamento.

2. O CE como comportamento aprendido

Outros estudos reduziram a exploração a comportamentos aprendidos, mas de outra maneira: não seria a mudança estimulatória o sinal de reforçamento, mas certos estímulos específicos, associados anteriormente a consequências "satisfatórias". Woods & Bolles (1965) planejaram um experimento elegante para responder à pergunta: "Pode ser encontrada uma relação entre os já adquiridos hábitos alimentares de um sujeito e a sua reação subsequente à fome numa situação exploratória?".

A partir do 19º dia de vida, os ratos foram isolados de sua mãe e divididos em três grupos, um dos quais recebia a sua comida esparramada pelo chão ("*pellets*"), o outro em alimentadores fixos (tendo que roer os pedaços de alimento através de uma tela de arame) e o terceiro sob forma líquida (*metrecal*). Este tratamento visava determinar a aprendizagem de respostas alimentares específicas que, por hipótese, apareceriam depois em testes de exploração (caso houvesse ligação entre as reações exploratórias e as de aproximação da comida). A superfície a ser explorada continha objetos duros e pequenos distribuídos casualmente. Os sujeitos foram postos à prova em condição de privação e saciados, sendo as suas respostas ao ambiente subdivididas em três categorias: a) exploração de objetos; b) exploração não dirigida a objetos; c) comportamento não exploratório (como "*freezing*", etc.).

Os animais que tinham experiência de "*pellets*" esparramados exploravam mais, quando saciados, os objetos da situação experimental. "Até este ponto, o comportamento exploratório é função de hábitos alimentares previamente ad-

quiridos". Mas, seguindo a mesma linha de explicação, esperaríamos um aumento de exploração dos objetos, neste grupo, com um aumento da fome: o que não ocorreu. Ao contrário, a fome diminuiu, nos sujeitos deste grupo, a exploração de objetos no chão. No grupo criado sem comida no chão, a fome aumentava a exploração dos objetos e diminuía a exploração não dirigida a objetos. A exploração não é, primariamente, um produto da experiência passada com eventos reforçadores, como os reforçadores alimentares.

3. A mudança estimulatória como sinal "frustrador"

Campbell (1960) demonstrou que a mudança estimulatória pode ser transformada em sinal e que, desta forma, ela provoca muito mais atividade do que se não tivesse sido emparelhada com o incentivo. Comparou a atividade de dois grupos de ratos, um saciado e o outro privado de água. Depois de um período de adaptação a caixa de oscilação, os ratos experimentais entravam num regime de privação de água, em que recebiam a sua porção diária de água logo depois 1 min de mudança estimulatória, que consistia em apagar as luzes do laboratório, constantemente acesas.

A atividade global dos ratos privados superou muito pouco a dos saciados. Mas a sua atividade no minuto de mudança estimulatória foi crescendo cada vez mais, com o correr das práticas. Em linguagem antropomórfica, era como se antecipassem a vinda da água. A interpretação do autor, como a de Sheffield & Campbell num estudo semelhante realizado em 1954, é que o sinal adquire a capacidade de evocar frações da resposta consumatória, que por sua vez provocam urna frustração pela simples razão de o incentivo não estar presente. Para Baumeister, Hawkins & Cromwell (1964) não seria preciso invocar nem a formação de uma resposta fracionária antecipatória, nem a frustração. O sinal simplesmente provocaria resposta aprendidas anteriormente, como no treino de discriminação. Mas esta interpretação é pouco plausível visto que a atividade provocada pelo sinal difere da atividade de aproximação ou de ingestão ligada à apresentação do incentivo.

4. DISCUSSÃO

Os resultados experimentais citados mostram que o reforçamento com incentivos comuns (água, etc.) *pode*, em certos casos, aumentar a frequência de certas respostas de natureza exploratória. Animais alimentados depois de uma mudança estimulatória preferirão o braço mais novo de um labirinto em T. Animais com hábitos alimentares específicos poderão dirigir-se mais para objetos parecidos com a comida (se bem que isto não se dê no estado de privação). Finalmente mudança estimulatórias que precederam consistentemente o reforço são capazes de provocar um grande surto de atividade, muita da qual poderia ser classificada como exploratória. Uma grande cautela é, pois, necessária, no planejamento e na interpretação de experimentos sobre CE. Não e sempre possível controlar o efeito de fatores associativos (isto é, devidos à experiência com reforços não exploratórios); certos esquemas experimentais, no entanto, conseguem reduzir a sua influência. Em todo caso, a possibilidade de um efeito aprendido deve ser levada em conta na interpretação dos resultados.

A pesquisa de Walk (1960) chama a atenção justamente por incluir controles drásticos da história passada dos animais. Ratos criados na escuridão e ratos criados num ambiente iluminado foram colocados no braço central – cinza – de um labirinto em T, no fim do qual podiam apenas *ver*, mas não percorrer, os dois outros braços, de cor preta e branca respectivamente. Na prática seguinte, estes dois braços eram da mesma cor, seja branco, seja preto e o seu acesso era possibilitado aos ratos. Tanto os criados no escuro como os outros escolheram o braço cuja cor tinha mudado, da primeira para a segunda prática. O autor acha que "este experimento oferece confirmação para a base não-aprendida dos comportamentos de exploração e curiosidade".

Lockard (1963), de outro lado, examina as teorias explicativas do reforçamento sensorial (isto é, quando o reforço utilizado para aumentar a frequência das batidas na barra é uma mudança estimulatória visual). Cita pesquisas nas quais a associação prévia de luz ou sombra com alimento não produzia efeitos sobre o comportamento de procurar a mudança na iluminação. O reforçamento secundário não explica porque um rato dá uma resposta que fará surgir a luz.

A sensibilidade às mudanças e à variação de estímulos, o fato de certas mudanças serem reforçadoras, a justo título, não exigem uma explicação em termos das necessidades ditas "fisiológicas" ou básicas. Não parece necessário reduzir o fenômeno a certos processos clássicos, como o reforçamento secundário. Nisto, a própria ideia de um nível operante, anterior a todo condicionamento, pode servir de argumento. Há características do meio, principalmente as de mudança estimulatória, possuindo o poder "incondicionado" de servir de incentivo para certas respostas: seria sobrecarregar este artigo, citar todas as pesquisas a favor deste ponto de vista. Com isto não se quer dizer que a resposta exploratória seja inata ou não aprendida: *apenas que ela possui estímulos reforçadores específicos, autônomos*. A questão da autonomia de "*drives*" de exploração ou de curiosidade, tem provocado muitas discussões teóricas que não abordaremos aqui.

5. O CE como fase preparatória de aprendizagem

Uma especulação muito antiga a respeito do jogo – nos homens e nos animais – afirma ser sua a função de preparar o organismo para problemas verdadeiros, a serem encontrados mais tarde. O jogo seria um instinto incompleto, variável, sem objetivos consumatórios imediatos. Da mesma forma, o CE parece constituir a fase preparatória para muita aprendizagem. Para que haja aprendizagem de uma resposta, é preciso que ela ocorra primeiro, e esta ocorrência depende muitas vezes de fatores exploratórios. Para que o rato chegue ao final do labirinto, onde receberá uma bolinha de comida, é imprescindível que algo o leve a andar no labirinto, na primeira vez em que nele for colocado. Os "ensaios" da aprendizagem por ensaio e erro, são locomoções, nos caminhos certos e nos becos sem saída, que não dependem ainda do reforçamento não exploratório. O condicionamento pavloviano não ocorre tão rapidamente se houver, antes, extinção da resposta de orientação (incondicionada) ao estímulo condicionado. O animal vem à situação experimental com uma propensão a reagir, por aproximação (ou, às vezes, por retraimento e inibição) aos estímulos novos e complexos. Mais tarde, alguns destes adquirem o valor de sinal, pelo emparelhamento com alguma condição reforçadora. A resposta antes dada ao mesmo estímulo, agora ganha em intensidade e frequência. Muitas vezes, ela continua igual, topograficamente, à resposta original, exploratória.

Seja o comportamento que poderemos chamar – sempre de maneira descritiva – de "busca". Pode ser provocado muito facilmente, retirando-se a barra da caixa de Skinner. O rato sedento cujo comportamento de bater na barra já foi treinado tem uma série de comportamentos dirigidos para o lugar onde existia antes o *manipulandum*. São os comportamentos que, no passado, colocavam o animal em presença da barra, lhe permitiam perceber a barra. É comum também, notar que um animal num treino de discriminação, aprende a olhar para o estímulo discriminativo (a "procurar" o estímulo discriminativo) antes de responder. Há busca quando são evocadas respostas de "perceber o estímulo discriminativo", na ausência deste (ou até que ele seja percebido). Estas respostas "perceptuais" – chamadas, segundo um uso moderno: respostas de observação – ocorrem, evidentemente, antes do advento do reforçamento não exploratório, e de maneira bastante semelhante.

A semelhança entre as respostas de observação antes e depois da aprendizagem foi ressaltada por Tolman (1955), numa de suas últimas descrições do VTE ("*Vicarious trial and error*"). Tolman notou que, cedo na aprendizagem de uma discriminação (no aparelho de Lashley), os ratos demonstravam mais oscilação nas respostas perceptuais (olhando para um estímulo e depois para outro e assim por diante) quando os dois estímulos estavam bem diferentes (por exemplo, um preto e o outro branco). Por quê? Segundo Tolman, haveria uma investigação de estímulos novos.

No caso de estímulos parecidos (dois tons de cinza), haveria menos oscilação porque a "saciação" de novidade de um dos estímulos se generalizaria para o outro. Mais tarde na aprendizagem, ocorre mais oscilação no caso de estímulos parecidos do que de estímulos radicalmente diferentes. Qualquer que seja a explicação para isto, o importante é que as respostas de observação ocorrem antes da aprendizagem e durante a mesma.

O CE pode ser entendido então como uma resposta de observação (Stollnitz, 1965): resposta de observação é toda resposta que resulta na exposição a um estímulo discriminativo) ocorrida antes do treino de discriminação, ligada a certas propriedades intrínsecas do estímulo e à sua discrepância em relação a estímulos percebidos anteriormente.

Nas condições práticas, é muito difícil separar o efeito de novidade de um estímulo de seu efeito de sinal. Mesmo um estímulo nunca dantes encontrado pode evocar – por generalização – uma resposta de observação aprendida. Mas esta é uma dificuldade que se encontra na maioria dos estudos psicológicos que pretendem isolar, no estado puro, percepção, aprendizagem, etc.

Importância do estudo comparativo do CE

Uma tradição (iniciada no campo da psicologia da aprendizagem) leva os pesquisadores a utilizarem o rato (e às vezes o camundongo), nos seus estudos de CE. É verdade que o rato é um animal extremamente curioso a ponto de ter sido chamado por Lorenz (1956) de "especialista da não especialização". É mesmo possível que tenha sido escolhido como animal experimental por excelência – não só por causa de sua facilidade de manutenção – como pela sua flexibilidade comportamental e sua capacidade exploratória (ver Cunha, 1964). Praticamente todos os dados citados no presente artigo foram obtidos com *Rattus norvegicus*.

Há conveniência em se estudar um processo comportamental com um animal tão conhecido. Muitos parâmetros, relativos a seu desenvolvimento, à sua capacidade de aprender, as suas reações aos regimes de privação alimentar, à luz, ao calor, etc. são em parte estabelecidos. As funções relativas ao CE tornam-se mais significativas, no contexto dos muitos estudos sobre o rato.

Agora convém adotar um ceticismo frente às extrapolações exageradas que, neste ponto da pesquisa, pretenderiam estar descobrindo, no roedor albino em questão, leis gerais da curiosidade, aplicáveis em todos os níveis da escala filogenética. Não se pode colocar, como princípio *a priori* que "passando do unicelular ao homem, nenhum princípio novo é requerido".

1. Diferenças entre linhagens

Carr & Williams (1957) examinaram as diferenças entre três linhagens de ratos: um de seus grupos experimentais era constituído de ratos albinos, outro de ratos pretos e um terceiro de ratos "*hooded*". A pureza da carga genética era garantida por cruzamentos repetidos entre irmãos e irmãs, até 50 gerações. Os efeitos da experiência passada deviam ser os mesmo para os três grupos, criados no mesmo laboratório. Os "*hooded*" demonstraram a maior atividade exploratória no labirinto em Y, seguidos pelos ratos pretos e finalmente pelos albinos. Neste experimento, a diferença pode ser avaliada como "diferença quantitativa", pois não havia diferença fundamental na *forma* das funções relacionando a atividade exploratória (número de unidades atravessadas) à passagem do tempo no labirinto em Y. Assim mesmo, é uma diferença consistente.

Barnett (1958) introduziu pequenas mudanças estimulatórias na própria gaiola de moradia de ratos selvagens, ratos albinos ou "*hooded*". Estas mudanças consistiam em transferir o alimento de um recipiente para outro, novo, ou então

simplesmente na colocação de um recipiente novo na gaiola, em diversas posições. A mudança não trouxe desvantagens para os ratos albinos e os "*hooded*": exploravam imediatamente o novo recipiente. Mas ela teve efeitos drásticos sobre o comportamento alimentar do outro grupo: vários ratos pararam de comer, por um ou mais dias. A taxa de alimentação diminuía bastante.

Estes estudos são representativos dos muitos que demonstram diferenças (principalmente quantitativas) entre linhagens de ratos ou camundongos. Bruell (1962) descreve excelentes trabalhos sobre a genética do comportamento exploratório.

2. Diferenças entre espécies

Aspectos qualitativos já separam os vários mamíferos: esperamos então diferenças bem maiores ao descermos no nível dos artrópodos. Mas pouquíssimos estudos têm sido realizados com espécies inferiores, o que impossibilita uma visão comparativa ampla.

Fatores anatômicos são importantes. Os experimentos sobre o "motivo de manipulação" não poderiam ter sido feitos com o cachorro que, por não ter dedos flexíveis, não é muito apto a manipular com precisão os elementos de um quebra-cabeça. O rato, por sua vez, e é uma de sua atividade mais precoces consegue segurar pequenos objetos: pedacinhos de ração, toquinhos de madeira e mesmo barbantes. Evidentemente, os seus movimentos não são muito flexíveis. Ao macaco, então, são abertas oportunidades manipulatórias proibidas aos demais animais (exceto ao homem, é claro). Como poderia um rato resolver o problema dos dois bastões, acessível porém aos macacos de Köhler (1925)?

Glickman & Hartz (1964) numa pesquisa elaborada, compararam 7 tipos de roedores, entre os quais o rato albino, o camundongo albino, a cobaia, a chinchila. A superfície exploratória utilizada continha, em parte das práticas, um pequeno cubículo no qual, quando quisesse, o animal podia se refugiar. Este dispositivo permite diferenciar até um certo ponto a exploração da fuga, pois quando o animal não quer explorar, ele pode ter acesso ao cubículo. Com duas espécies apenas (cobaia e rato branco) foi verificada a lei enunciada por Welker: a exploração "forçada" (isto é: sem o cubículo) é muito maior – segundo o critério das unidades atravessadas – do que a exploração livre, com oportunidade de fuga no cubículo. Mas cada espécie apresentava, na superfície de exploração, um padrão muito diferente de comportamentos parciais: as cobaias, por exemplo, passaram a maior parte do tempo paradas, com fortes movimentos respiratórios ("*freezing*"), enquanto que os ratos já corriam de um lado para outro.

É importante saber, também, a que estímulos reagem mais as diversas espécies. Mudanças luminosas não afetam, é óbvio, espécies cegas. No rato, que enxerga um tanto, elas são importantes, mas talvez nem tanto quanto mudanças olfativas. Em geral, os estímulos explorados pelo animal são os que podem ser discriminados em treinos clássicos de discriminação.

Um estudo ainda para ser feito é o que relacionaria as diferenças na exploração a diferenças no habitat das espécies estudadas. Como foi notado várias vezes, o comportamento exploratório (pelo menos no rato) pode estar ligado a comportamentos territoriais e a padrões de comportamento específico.

Glickman, Sroge & Hoff (1961) utilizaram mais de 150 animais de zoológico num estudo comparativo da exploração. As suas respostas a 5 objetos novos foram registradas. Os resultados indicam – salvo numa exceção talvez devida a vieses de aparelhagem – um aumento de exploração através da escala evolucionária. Infelizmente não indicam os objetos utilizados e a técnica pela qual tornaram comparáveis os resultados obtidos com diversas espécies. O resultado concorda com a tese de Nissen (1951), segundo a qual haveria menos jogo e exploração nas espécies cuja organização perceptual fosse pronta muito logo depois do nascimento. Mas são generalizações apressadas a serem confirmadas por boas observações e bons experimentos.

3. Táticas de exploração

Cada animal adota uma certa maneira de explorar um local ou um estímulo. Há muitas e muitas maneiras de passar em revista os milhares de estímulos de uma situação. O rato, por exemplo, segue sempre paredes ou superfícies verticais, quando em exploração. Esta tendência tem sido relacionada a um tropismo cujos estímulos seriam de tacto. Mas ela se encontra em outros animais (tartaruga, peixe) que não tocam na superfície vertical que seguem o controle pode muito bem ser visual.

Os macacos "*rhesus*" têm uma grande dificuldade em aprender problemas de discriminação quando o estímulo a ser discriminado ocupa uma pequena porcentagem da superfície (no cento) de cartões que recobrem o incentivo. É que, segundo Stollnitz (1965), "os macacos olham onde põem os seus dedos". Quando o estímulo discriminativo está afastado do lugar onde o macaco segura o cartão (nas bordas), a aprendizagem se torna árdua. O "olhar-onde-se põem-asmãos" é uma tática peculiar de exploração. Antes de planejarmos um estudo do CE, devemos conhecer as principais táticas da espécie utilizada.

A psicologia comparativa da exploração ainda está para ser feita.

REFERÊNCIAS

Adlerstein, A., & Fehrer, E. (1955). The effect of food deprivation on exploratory behavior in a complex maze. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 48,* 250-253.

Alves, A. T. (1958). *Dicionário Moderno da Língua Portuguesa.* São Paulo: Edições úteis.

Annandale, C. (1925). *The Large Type Concise English Dictionary.* London: Blackie and Son Ltd.

Barnett, S. A. (1958). Experiments on 'neophobia' in wild and laboratory rats. *British Journal of Psychology, 49,* 195-201.

Baumester, A., Hawkins, W. F., & Cromwell, R. L. (1964). Need states and activity level. *Psychological Bulletin, 61,* 438-453.

Bélanger, D., & Feldman, S. M. (1962). Effects of water deprivation upon heart rate and instrumental activity in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55,* 220-225.

Berlyne, D. E. (1954). A theory of human curiosity. *British Journal of Psychology, 45,* 180-191.

Berlyne, D. E. (1960). *Conflict, Arousal and Curiosity.* New York: McGraw-Hill.

Bindra, D. (1959a). Stimulus change, reactions to novelty and response decrement. *Psychological Review, 66,* 96-103.

Bindra, D. (1959b). *Motivation: a Systematic Reinterpretation.* New York: Ronald Press.

Bindra, D. (1961). Components of general activity and the analysis of behavior. *Psychological Review, 68,* 205-215.

Bolles, R. C. (1965). Effects of deprivation conditions upon the rat's home cage behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 60,* 244-248.

Bolles, R. C., & De Lorge, J. (1962). Exploration in the Dashiell maze as a function of prior deprivation, current deprivation and sex. *Canadian Journal of Psychology, 16,* 221-227.

Glickman, S. E., & Hartz, K. E. (1964). Exploratory behavior in several species of rodents. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 58,* 101-104.

Glickman, S. E., Sroge, R., & Hoff, W. (1961). The evolution of responses to novel objects. *American Psychologist, 16,* 445 (Abstract).

Hall, J. F. (1955). Activity as a function of restricted drinking schedule. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 48,* 265-266.

Hall, J. F., & Connon, H. E. (1957). Activity under low motivational levels as a function of the method of manipulating the deprivation period. *Journal of Genetic Psychology, 91,* 137-142.

Harlow, H. F., Harlow, M. K., & Meyer, D. R. (1950). Learning motivated by a manipulation drive. *Journal of Experimental Psychology, 40,* 228-234.

Hebb, D. O. (1955). Drives and the C. N. S. (conceptual nervous system). *Psychological Review, 62,* 243-254.

Hebb, D. O. (1958). The motivating effects of exteroceptive stimulation. *American Psychologist, 13, 109-*113.

Hill, W. F. (1956). Activity as an autonomous drive. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 49,* 15-19.

Jasper, H. (1958). Reticular-cortical systems and theories of the integrative action of the brain. In H. F. Harlow, & C. N. Woolsey Eds.), *Biological and Biochemical Bases of Behavior.* Madison: University of Wisconsin Press.

Kiernan. C. C. (1965). Effects of food deprivation and unconditioned operant pretests on bar pressing for light in the albino rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 60,* 268-271.

King, J. A., & Weisman, R. G. (1964). Sand digging contingent upon bar pressing in deermice (*Peromyscus*).

Animal Behavior, 12, 446-450.
Krech, D., & Crutchfield, R. S. (1959). *Elements of Psychology.* New York: Knopf.
Köhler, W. (1925). *The Mentality of Apes.* Boston: Routledge and Kegan Paul.
Lockard, R. B. (1963). Some effects of light upon the behavior of rodents. *Psychological Bulletin, 60, 509-*529.
Lorenz, K. (1956). *Plays and vacuum acticities in L'Instinct dans le Comportement de l'Animal et de l'Homme.* Paris: Masson et Cie.
Magoun, H. W. (1958). Non-specific brain mechanisms. In H. F. Harlow, & C. N. Woolsey (Eds.), *Biological and Biochemical Bases of Behavior.* Madison: University of Wisconsin Press.
Malmo, R. B. (1959). Activation: a neuropsychological dimension. *Psychological Review, 66,* 367-386.
Malmo, R. B. (1965). Physiological gradients and behavior. *Psychological Bulletin, 64,* 225-234.
Miles, R. C. (1962). Effects of food deprivation on manipulatory reactions in cat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55,* 358-362.
Miller, G. A., & Frick, F. C. (1949). Statistical behavioristics and sequences of responses. *Psychological Review, 56,* 311-324.
Munn, N. L. (1950). *Handbook of Psychological Research on the Rat.* Boston: Houghton Mifflin.
Nissen, H. W. (1930). A study of exploratory behavior in the white rat by means of the obstruction method. *Journal of Genetic Psychology, 37,* 361-376.
Nissen, H. W. (1951). Phylogenetic comparisons. In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of Experimental Psychology.* New York: Wiley and sons.
Nuttin, J. (1963). La motivation. In P. Fraisse, & J. Piaget (Eds.), *Traité de Psychologie Expérimentale.* Paris: Presse Universitaires de France.
Premack, D., & Collier, G. (1962). Analysis of nonreinforcement variables affecting response probability. *Psychological Monographs, 76* (5, whole n. 524).
Reed, J. D. (1947). Spontaneous activity of animals. *Psychological Bulletin, 44,* 393-412.
Samuels, I. (1959). Reticular mechanisms and behavior. *Psychological Bulletin, 56,* 1-25.
Schoenfeld. W. N., Antonitis, J. J., & Bersh, P. J. (1950). Unconditioned response rate of the white rat in a bar-pressing apparatus. *Journal of Comparative and Phyological Psychology, 43,* 41-48.
Sheffield, F. D., & Campbell, B. A. (1954). The role of experience in the "spontaneous" activity of hungry rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 47,* 97-101.
Siegel, P. S., & Steinberg, M. (1955). Activity level as a function of hunger. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 48,* 272-277.
Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organisms.* New York: Appleton-Century.
Smith, K. U., & Smith, W. M. (1958). *The Behavior of Man: Introduction to Psychology.* New York: Holt.
Spear, N. E., & Hill, W. F. (1962). Methodological note: excessive weight loss in rats living in activity wheels. *Psychological Review, 11,* 437-438 (Psychol. Abstract)..
Stollnitz, F. (1965). Spatial variables, observing responses and discrimination learning sets. *Psychological Review, 72,* 247-261.
Strong, P. N. Jr. (1957). Activity in the white rat as a function of apparatus and hunger. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 50,* 596-599.
Teghtsoonian, R., & Campbell, B. A. (1960). Random activity of the rat during food deprivation as a function of environmental conditions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 53,* 242-244.
Tolman, E. C. (1925). Purpose and cognition: the determiners of animal learning. *Psychological Review, 32,* 85-297.
Tolman, E. C. (1955). Principles of performance. *Psychological Review, 62,* 315-326.
Treichler, F. R., & Hall, J. F. (1962). Relationship between de privation, weight loss and several measures of activity. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55,* 346-349.
Vendryès, P. (1956). *Déterminisme et Autonomie.* Paris: Armand Colin.
Walk, R. D. (1960). Response of dark and light reared rats to stimulus change. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 53,* 609-611.
Welker, W. I. (1961). An analysis of exploratory and play behavior in animals. In D. W. Fiske, & S. R. Maddi (Eds.), *Functions of Varied Experience.* Homewood: Dorsey Press.
Woods, P. J., & Bolles, R. C. (1965). Effects of current hunger and prior eating habits on exploratory behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 59,* 141-143.

Efeitos de mudanças na intensidade luminosa sobre a resposta de levantar-se do rato branco[1,2]

César Ades[3]

RESUMO. Uma resposta pouco estudada do rato branco, a resposta de "levantar-se" (*Le*) foi focalizada neste trabalho. Depois de uma descrição geral da resposta, relatou-se um experimento cujas conclusões foram as seguintes: certas mudanças estimulatórias provocam um acréscimo na frequência de *Le*; frente a uma situação quase constante, os *Les* se tornam menos frequentes com o passar do tempo; há uma recuperação espontânea da resposta *Le* depois de três dias de intervalo; existe também um decréscimo relativamente permanente da frequência de *Le*, que sobrevive ao intervalo. A introdução de objetos novos numa determinada parte do ambiente provoca um aumento da produção de *Le* nesta mesma parte. Discutiu-se a seguir a semelhança entre a resposta *Le* e outros comportamentos chamados exploratórios. Mostrou-se uma ambiguidade da resposta *Le*, que tem características de comportamento operante e que também se assemelha a um reflexo. Para explicar o decréscimo constatado no ritmo de emissão da resposta, foi exposta a tese hulliana da inibição reativa e condicionada, dando-se preferência a uma teoria alternativa que enfatizaria a repetição do estímulo e não a mera repetição da resposta como fator de enfraquecimento da resposta. Sugeriu-se finalmente uma possível correspondência entre o decréscimo do *Le* e uma diminuição da ativação, tal como medida por critérios fisiológicos.

O conhecimento psicológico de um animal começa com a descrição fiel de seu comportamento, tal como ocorre "espontaneamente", isto é, antes de introduzidos controles experimentais drásticos. Esta descrição, utilizada principalmente pelos etólogos, consiste muitas vezes em classificar as respostas típicas do animal em *categorias* como "locomover-se", "dormir", "copular", etc. O conjunto das categorias encontradas forma o *repertório comportamental* do animal em questão.

Brockway (1964), por exemplo, num trabalho sobre o comportamento reprodutivo do periquito, utiliza ao redor de 17 categorias ("Abanar a cabeça", etc.) para abranger o repertório amoroso do pássaro. Cunha (1967), no seu estudo da formiga num meio quase natural, também faz uso de unidades de comportamento como "empinamento do abdômen", "farejamento" e outras. O próprio repertório do rato de laboratório tem sido submetido à classificação. Assim, na resposta de comer, o animal segura com as patas da frente um pedaço de ração e o faz girar à medida que vai roendo. O seu corpo assume então uma posição reclinada, a cabeça próxima ao chão. No ritual da "limpeza" ("*grooming behavior*") ele lambe os pelos das costas, virando a cabeça, ou então se dobra para a frente para tocar a região dos órgãos genitais. Há, também, dentro das respostas de limpeza, o "coçar-se" demorado em que alternam os movimentos rítmicos de roçar a pele e os de mordiscar a pata. A estes e outros comportamentos, Barnett (1963) dá o nome de "movimentos estereotipados".

Focalizamos neste trabalho uma resposta do rato branco que – sem ser tão evidente quanto as outras que descrevemos – destaca-se bastante no repertório global. Trata-se da resposta de "erguer-se sobre as patas de trás" ou "levantar-se" (adotaremos a sigla *Le* para designá-la). Muitos dos que trabalham com ratos

[1] Foi possível realizar a pesquisa relatada neste artigo graças a um auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Ciência e Cultura, 20(1),* 59-71, 1968, que autorizou a publicação nesta coletânea.
[3] Universidade de São Paulo.

podem ter notado este movimento pelo qual o animal se levanta sobre as patas traseiras, apoiando às vezes as da frente numa parede e orientando a sua cabeça para cima, como se estivesse olhando e cheirando a parte superior de seu ambiente. Este padrão motor, que poderia ser visto como uma espécie de prolongamento da locomoção, é emitido com maior frequência nos meios novos para que é transportado o animal.

A descrição de uma resposta extraída do repertório de um animal – por importante que seja – é apenas um primeiro passo. A descrição enquanto descrição seria de pouco valor se não levasse a estudos *funcionais*, isto é, à investigação dos fatores que influem diretamente na frequência, nas características da resposta estudada, na sua relação com as outras respostas do repertório.

Os objetivos do presente artigo são: *1*. Definir e descrever a resposta de *Le*. *2*. Mostrar a relação funcional que liga a frequência desta resposta à estabilidade ou mudança do meio estimulatório. *3*. Discutir, dentro de um contexto teórico, os problemas de definição e interpretação que levanta o estudo da resposta *Le*.

O QUE É O "LEVANTAR-SE"?

Estudos e descrições anteriores

Pouquíssimas são as menções, na literatura sobre o rato, relativas à resposta *Le*. Na maior parte das vezes, comentam-se em descrever em poucas palavras o *Le*, sem tentar descobrir os parâmetros importantes, as variáveis que o afetam.

Num trecho minucioso dos "*Principies of Behavior*" de Hull (1943), encontramos uma destas descrições colaterais do *Le*, talvez a primeira. "O técnico de laboratório abre a tampa da gaiola e o rato – imediatamente – *levanta-se sobre as patas traseiras*, pondo a sua cabeça e patas da frente para fora da abertura. O técnico apanha o rato no meio do corpo, com a sua própria mão e o transporta para um dos compartimentos do aparelho. O animal, depois de uma breve pausa, começa a mover-se dentro do compartimento, farejando e investigando as diversas partes, *estendendo frequentemente para cima as suas patas contra as paredes da caixa*" (p. 70; o grifo é nosso). Neste trecho, encontramos a menção de certas condições que possivelmente favorecem o aparecimento da resposta *Le*: uma mudança nas características do meio e paredes verticais.

Outros pesquisadores – em época mais recente – lidam de maneira específica com a resposta *Le*. Bindra (1959), no sistema de categorias que usa para a descrição do comportamento do rato, inclui a resposta de "farejar e erguer-se". Draper (1967) numa extensa classificação das respostas do rato, menciona a categoria "*rear*" ("Patas dianteiras levantadas do chão ou colocadas perto do corpo"), assim como a categoria "*stand on cage*" ("Patas dianteiras levantadas do chão e apoiadas nos lados da caixa"). Neste estudo, não estabeleceremos distinção entre as duas modalidades da resposta *Le*, a não ser do ponto de vista meramente descritivo.

Num estudo muito detalhado do desenvolvimento do rato branco, feito em termos de categorias, Bolles & Woods (1964) verificaram, apenas na terceira semana de vida, o aparecimento das respostas de levantar-se ("*rearing*"). A emissão destas respostas depende de estados motivacionais do organismo: Bolles (1965) nota que a frequência de levantar-se aumenta com a privação de alimento, mesmo quando o rato permanece no ambiente relativamente calmo de sua gaiola de moradia. Finalmente, os experimentos de Bolles & Seelbach (1964) demonstram que a resposta de levantar-se pode sofrer a influência de um processo de aprendizagem: a punição e o reforçamento alteram a sua frequência.

Fora destes e de poucos outros estudos, a resposta de levantar-se é geralmente considerada como uma variável a ser eliminada, um comportamento incompatível com os que o experimentador quer que seu rato aprenda (correr no labirinto, etc.).

Descrição do *Le*

Uma definição preliminar e simplificada do *Le* poderia ser esta: *O Le é uma resposta de erguer-se sobre as patas traseiras, quer as patas da frente estejam apoiadas numa superfície vertical, quer não.*

A identificação global desta resposta torna-se, pois, relativamente simples e há uma grande concordância entre os escores registrados por observadores diferentes. Em estudos realizados no nosso laboratório, dois juízes independentes registraram simultaneamente o comportamento do mesmo rato. A correlação entre as suas contagens de frequência do *Le* variava entre 0.85 e 0.95.

Estudos descritivos, também completados no nosso laboratório, mostram que a frequência de *Le* com apoio das patas da frente na parede (Figura 1) é maior que a frequência de *Le* sem apoio na parede (Figura 2), pelo menos na situação experimental usada por nós.



Figura 1. *Le* com apoio das patas da frente na parede.



Figura 2. *Le* sem apoio das patas na parede.

Quando usamos, para o *Le*, o nome "resposta", estamos apenas considerando este comportamento do ponto de vista *molar*. Da mesma forma, fala-se no "pressionar a barra" como uma resposta só. Na realidade, tanto o pressionar a barra como o *Le* são cadeias de respostas ligadas intimamente e que somente para

certos fins podem ser considerados como respostas unitárias. Entre as respostas mais *moleculares* que precedem ou acompanham a resposta *Le*, considerada como padrão global de comportamento, distinguiremos principalmente:

– "Erguer a cabeça": a cabeça do rato geralmente se mantém no prolongamento horizontal do corpo. Quando ele anda, deixa a cabeça um pouco inclinada para a frente, o que lhe possibilita farejar o caminho. A resposta *Le* muitas vezes é precedida por uma mudança desta posição da cabeça, que *se ergue para cima*. Nas outras vezes, o movimento da cabeça funde-se com o do corpo, de maneira a tornar difícil a sua diferenciação. O erguer a cabeça pode ocorrer sem ser seguido da resposta *Le*.

– "Erguer o corpo": depois da cabeça, o corpo é erguido de uma vez, num movimento um tanto brusco, mas que não atinge sempre a extensão máxima. As patas podem deixar o chão e chegar a uma altura de 1 cm. Podem chegar até um máximo de 10 a 20 cm (um pouco mais que o comprimento do rato). Muitas vezes, respostas de extensão pequena transformam-se em respostas de extensão completa.

– "Movimentos do corpo durante o *Le*": o rato erguido pode executar movimentos de rotação do corpo todo e parece entrar então em contato com um maior número de estímulos. O rato na posição *Le* consegue até locomover-se um pouco, numa paródia da locomoção humana.

– "Oscilação da cabeça": a cabeça, durante o *Le*, pode entrar num movimento de oscilação de cima para baixo, de baixo para cima, repetidas vezes, numa espécie de "*scanning*".

– "Movimentos das vibrissas e de farejar": os movimentos do focinho, que encontramos no farejamento de superfícies planas também fazem parte do complexo *Le*: movimentos rítmicos de retração distensão da ponta do focinho acompanham um oscilar para a frente e para trás das vibrissas. Na maior parte das vezes, as vibrissas mantêm-se em contato com superfícies sólidas, o que leva a pensar que tenham uma função táctil. Outras vezes, no entanto, o "ir para a frente e para trás" se dá no ar, longe de qualquer superfície ou objeto. Pode-se notar que uma respiração acelerada acompanha os episódios de farejamento. Num estudo de Welker, 1964, encontram-se mais detalhes referentes ao padrão de "*sniffing*" ou farejar.

As respostas moleculares de "erguer a cabeça" e de "oscilação da cabeça", assim como os movimentos de farejamento podem ser emitidos independentemente da resposta molar *Le*. O que caracteriza, o que diferencia o *Le* é o "erguer o corpo", numa aproximação dos estímulos situados *na parte superior* do ambiente. Enquanto a locomoção propriamente dita permite ao rato explorar estímulos ambientais na dimensão horizontal, o *Le* representa uma exploração no sentido vertical.

A definição preliminar que demos do *Le* permite distingui-lo de outros comportamentos do rato. A distinção entre o *Le* e as respostas de limpeza merece, no entanto, mais atenção. Nas respostas de limpeza, o rato chega a se equilibrar nas patas traseiras e as suas patas dianteiras deixam o chão. De acordo com a definição preliminar, estas respostas poderiam se enquadrar na categoria geral das respostas *Le*. Mas, ao passo que no limpar-se, a cabeça do rato está virada em direção ao corpo e executa movimentos rítmicos de mordiscar, lamber, etc., no *Le*, ela está dirigida para cima. De outro lado, o rato em *Le* apresenta o corpo estendido. No limpar-se, o corpo está dobrado e as patas executam, vez ou outras, um coçar que parece incompatível com o *Le*.

O *LE* EM SITUAÇÕES DE ESTABILIDADE E DE MUDANÇA ESTIMULATÓRIA

Em que situações aparece – com maior frequência – o *Le*? É o seu ritmo de emissão sempre constante? Qual o efeito de uma mudança de estímulos sobre o *Le*? Para responder a estas perguntas e para descobrir algumas das características funcionais da resposta *Le*, planejamos uma observação controlada, cujo esquema

era o seguinte: dar 3 sessões sucessivas (com 3 dias de intervalo entre cada duas sessões) aos sujeitos, num ambiente experimental praticamente fixo e, na quarta sessão, efetuar uma mudança estimulatória para apenas metade dos sujeitos. As primeiras três sessões dariam uma ideia de como se modifica a frequência do levantar-se num meio constante e de como intervalos de tempo agem sobre o fenômeno. A comparação entre o grupo experimental (com mudança estimulatória) e o grupo de controle (sem mudança) na quarta sessão mostraria quão importante é a modificação do ambiente para o ritmo de emissão do *Le*.

Método

Sujeitos

Utilizamos, como sujeitos do experimento, 8 ratos albinos machos, ingênuos (isto é, não tendo passado por nenhum outro processo experimental), nascidos no próprio Biotério da Cadeira de Psicologia (USP), pertencentes a duas ninhadas. Tinham, no começo do experimento, aproximadamente 3 meses de idade. As suas experiências anteriores relacionavam-se à troca de alimentos, à limpeza da caixa, a duas manipulações sofridas depois do desmame e às poucas mudanças estimulatórias não controladas do Biotério.

Dispositivo

A situação dentro da qual registramos o comportamento de levantar-se consistia numa simples caixa de madeira, de paredes homogêneas, pintadas interna e externamente de preto fosco. As dimensões desta *caixa de observação* eram: 25 cm de largura, 60 cm de comprimento e 30 cm de altura. A parede frontal da caixa (30 x 60 cm), de vidro, permitia uma visão clara dos movimentos do rato. Na parte superior instalamos uma lâmpada de 5 watts, cuja luz era filtrada por uma placa de vidro despolido. Esta intensidade luminosa mínima não costuma ser aversiva para o rato branco: no nosso caso, ela estava próxima da intensidade da luz reinante na gaiola de moradia dos animais.

A caixa de observação foi colocada num quarto quase completamente escuro de maneira a dificultar a recepção, pelo rato, dos estímulos situados na sala experimental, frente à parede de vidro da caixa: o experimentador, outros objetos, etc. Para manter a situação experimental quase constante e evitar os possíveis rastros cheirosos deixados pelo próprio rato, lavamos cuidadosamente a caixa de observação com uma solução de desinfetante ("*Lysoform*") antes de nela colocar um sujeito.

Na última sessão do grupo experimental (ver "procedimento"), colocamos sete objetos pequenos (quatro pedaços de cartolina cinza de aproximadamente 2 x 3 cm, um pedaço de giz de 3 cm de comprimento e um pedaço de papel amassado que formava uma esfera de mais ou menos 2 cm de diâmetro) na metade *esquerda* da caixa de observação. Dois destes objetos foram pregados na parede a 15 cm do chão. Os outros objetos foram suspensos do teto da caixa, graças a pedaços de arame. Também permaneciam a 15 cm do chão.

Procedimento

Os ratos passaram por três fases sucessivas: a fase de manipulação, a de treino e a crítica.

A. Fase de manipulação: com o propósito de habituar os animais a serem carregados e manipulados pelo experimentador, adotamos o seguinte proce-

dimento: cada animal individual era retirado de sua gaiola de moradia e, na mão do experimentador, era transportado até o extremo do Biotério, a uma distância de 3 m aproximadamente. Depois, era trazido de volta à gaiola de moradia. O percurso todo levava cerca de 30 s. Todos os ratos tiveram uma manipulação diária durante duas semanas (com pausa nos domingos). Esta manipulação preliminar foi efetuada a partir das 19 h, isto é, na mesma hora que as práticas de treino subsequentes.

Esta "habituação" é, como mostra a literatura, muito importante por diminuir as respostas de fuga, de defecação, etc. (respostas que costumam ser chamadas de "reações de medo"), que poderiam interferir no comportamento do rato na situação experimental.

B. Fase de treino (ou fase de estimulação constante): nesta fase todos os animais (N = 8) receberam três sessões dentro da caixa de observação. No começo de uma sessão, o animal era colocado na caixa de observação limpa, permanecendo nela durante 30 min. O experimentador registrava, para cada minuto de prática, a frequência de *Le* na metade direita. O intervalo entre as sessões era de 72 h.

C. Fase crítica: depois da fase de estimulação constante, os ratos foram divididos ao acaso em dois grupos de 4 ratos cada. O *grupo de controle* recebia uma quarta sessão na caixa de observação, na qual não tinham sido efetuadas mudanças. O *grupo experimental* tinha sua quarta sessão numa caixa de observação na qual haviam sido introduzidos 7 pequenos objetos novos, na metade esquerda (ver a parte relativa ao dispositivo).

Durante a fase crítica, também se efetuaram registros. Para o grupo de controle, e como na fase precedente, registrou-se a frequência de *Le* na parte direita e na parte esquerda da caixa. Para o grupo experimental, manteve-se um registro: das respostas *Le* na parte direita da caixa, das respostas na parte esquerda *não dirigida a objetos*. A resposta de um sujeito experimental na metade esquerda da caixa era tida como "dirigida a objetos" quando o focinho ou as vibrissas do mesmo animal se aproximavam a menos de um centímetro de um dos objetos novos, ou tocavam nele.

Tanto durante a fase de treino como durante a crítica, o experimentador tomou nota da quantidade de defecações por sessão. Tratava-se de um registro que permitiria verificar a existência de uma eventual correlação entre o número de defecações e a frequência de *Le*.

RESULTADOS

Fase de treino (estimulação constante)

1. Como mostra a Figura 3 (frequência média das respostas *Le* nas sessões I, II e III), há um decréscimo de frequência bastante regular, dentro dos 30 min de cada sessão. Este decréscimo *intrassessão* se deu na primeira, na segunda e na terceira sessão da fase de estimulação constante. Qualitativamente, notamos o seguinte desenrolar da atividade do rato, dentro de cada sessão: no começo, logo depois de sua introdução no ambiente experimental, a atividade do rato é frenética e quase constante. *Les* são dados rapidamente e em quase todos os pontos da caixa. Há também movimentos exploratórios de "farejar", nos quais o animal aproxima a cabeça do chão e emite o padrão de retração distensão do focinho. Nesta fase, há uma mudança rápida e frequente de uma categoria para outra e respostas de limpeza, fugidias, chegam a surgir.

Depois, os comportamentos de *Le* e de farejar são substituídos mais e mais por movimentos de limpeza. Num estudo não publicado da atividade do rato branco, encontramos uma relação inversa entre *Le* e limpeza: no decorrer de uma sessão, ao passo que diminui o ritmo de *Le*, aumenta o tempo dedicado à limpeza.

A este período sucede outro, durante o qual o animal adota posições de

"repouso": deita-se, enrola-se e chega até (principalmente na sessão III) a fechar os olhos e apresentar todos os sinais externos de um animal que dorme. Como vemos, a transição é de estados de alta ativação para estados de ativação mínima.

Existem diferenças marcadas na emissão de *Le* entre os ratos individuais: alguns são muito ativos, outros dão muito poucas respostas de *Le*. Mas todos demonstram este decréscimo na taxa de *Le* no decorrer da sessão. As curvas individuais são todas parecidas com as curvas grupais da Figura 3.

Na fase de estimulação constante, a emissão de respostas *Le* concentra-se nos primeiros 10 min, diminui nos 10 min seguintes e é mínima nos últimos 10 min da sessão (ver Tabela 1).

Se a distribuição dos *Les* por meio de cada sessão fosse homogênea, esperaríamos uma porcentagem de 33.33 em cada bloco de 10 min. Como mostra a Tabela 1, quase dois terços da atividade de *Le* do rato ocorrem num terço da sessão.

2. No fim de uma sessão, por exemplo a sessão I, cada rato diminui bastante o ritmo de suas respostas *Le*. Será que esta extinção dura até a sessão seguinte, 72 h depois? Vê-se na Figura 3 que existe uma "recuperação espontânea" da resposta *Le*, depois de cada intervalo de 72 h passadas sem contato com a caixa de observação. No começo da sessão II, há muito mais *Les* do que no fim da sessão I. Nos primeiros minutos da sessão III, o rato dá mais respostas do que nos últimos minutos da sessão II. Esta recuperação é encontrada para todos os animais.

3. A recuperação espontânea não é, porém, completa. Uma certa redução da resposta permanece, apesar do intervalo. Nos primeiros 10 min de sessão II, por exemplo, temos menos respostas *Le* do que nos primeiros 10 min da sessão I. Na Figura 4 é retratado este decréscimo intersessões, sendo cada bloco de 10 min, dentro da sessão, representado independentemente.

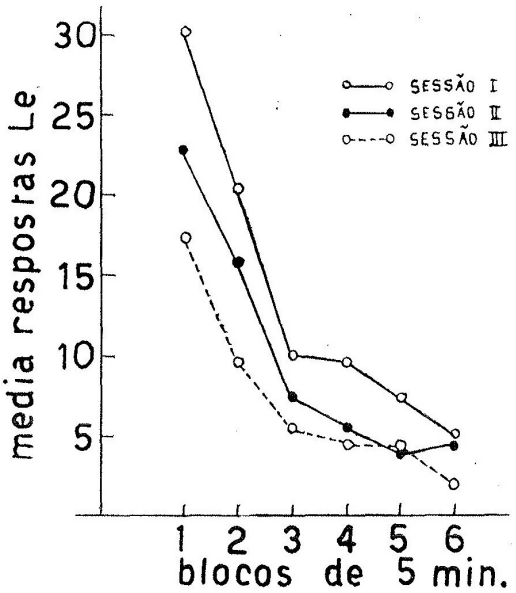


Figura 3. Frequência média das respostas *Le* nas sessões I, II e III.

Tabela 1. Porcentagem de respostas *Le* nos primeiros 10 min, nos 10 min seguintes e nos últimos 10 min de cada uma das três sessões da fase de estimulação constante.

	Partes da sessão		
Sessão	0 10	10 20	20 30
I	61.22	23.79	14.97
II	64.47	21.55	13.95
III	62.71	23.69	13.57

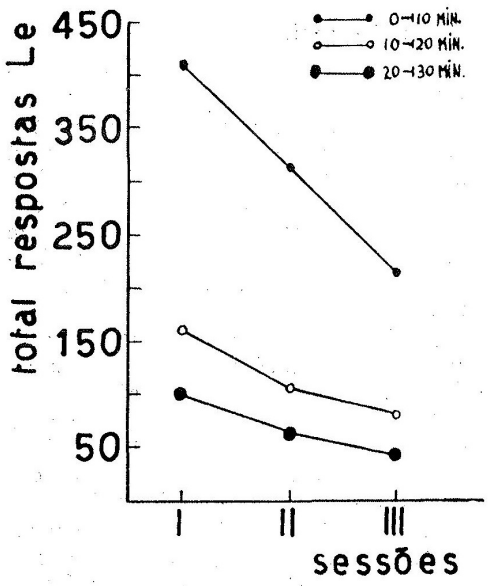


Figura 4. Média de respostas *Le* para o primeiro, o segundo e o terceiro bloco de 10 min nas sessões, I, II e III.

Fase crítica

Ao passo que, para a fase de estimulação constante, os resultados numéricos se referiam ao total dos sujeitos, isto é, aos 8 sujeitos utilizados no experimento, na fase crítica comparamos a atividade dos 4 sujeitos do grupo experimental à dos quatro sujeitos do grupo de controle.

1. Durante a sessão IV, os animais do grupo experimental (confrontados com objetos novos) deram uma média de 47 respostas *Le*. Os do grupo de controle tiveram, em média, 39.5 respostas *Le*. A superioridade do grupo experimental não é, no entanto, estatisticamente significativa ($P > 0.05$).

De outro lado, a observação dos animais experimentais nos revelou ser a sua atividade muito maior nos primeiros 5 min de prática, isto é, logo no primeiro contato com a situação de estímulos modificada. Comparando a média de respostas *Le* – nos primeiros 5 min da sessão IV – dadas pelos sujeitos do grupo experimental à média de respostas dos sujeitos do grupo de controle (respectivamente 23.75 e 18.75), vemos que a diferença é significativa ($P < 0.05$) e no sentido esperado. Os resultados estão expressos graficamente na Figura 5.

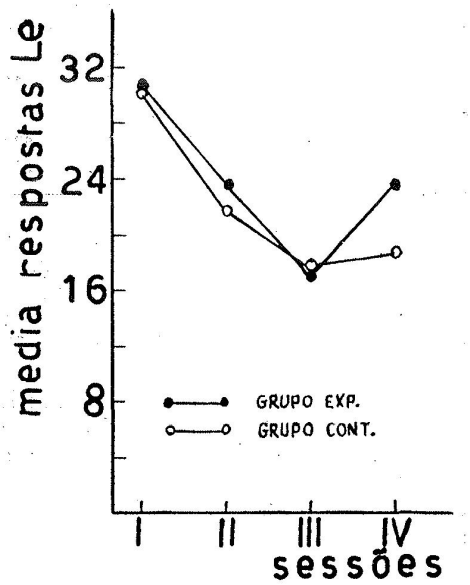


Figura 5. Média das respostas *Le* nos primeiros 5 min das sessões I, II, III e IV.

Os estímulos novos (pequenos objetos a 15 cm de altura) parecem ter tido o efeito de aumentar a frequência de *Le*, nos primeiros 5 min da prática.

2. A porcentagem de respostas *Le* na parte esquerda da caixa de observação, durante a fase de estimulação constante, manteve-se próxima dos 10%, tanto para o grupo experimental como para o de controle. Em outras palavras, a média das respostas na metade esquerda da caixa era quase igual à na metade direita da caixa. Como se pode ver na Tabela 2, as respostas *Le* foram um pouco menos frequentes na metade esquerda, para os animais do grupo experimental.

Na sessão IV, no entanto, a introdução de objetos novos produz um "desequilíbrio" na distribuição das respostas *Le* do grupo experimental: quase 70% das respostas *Le* são dadas na metade esquerda da caixa, no local onde foi efetuada a mudança. O grupo de controle continua tendo, na sessão IV, ao redor de 10% das suas respostas *Le* na metade esquerda.

3. As respostas nas quais o focinho de um sujeito experimental se aproximava bastante de um dos objetos novos, ou seja, "as respostas dirigidas a objetos", diminuíram sensivelmente através da sessão IV. Este decréscimo é expresso graficamente na Figura 6. A diminuição de respostas *Le* dirigidas a objetos é semelhante à que ocorreu – nas sessões I, II e III – para as respostas *Le*. O máximo de frequência localiza-se nos primeiros 10 min da sessão IV.

Tabela 2. Porcentagem de respostas *Le* na metade esquerda da caixa de observação, nas sessões I, II, III e IV (grupo experimental e grupo de controle).

	Sessões			
Grupo	I	II	III	IV
Experimental	48.22	47.01	49.47	67.36
Controle	49.30	50.80	49.05	51.56

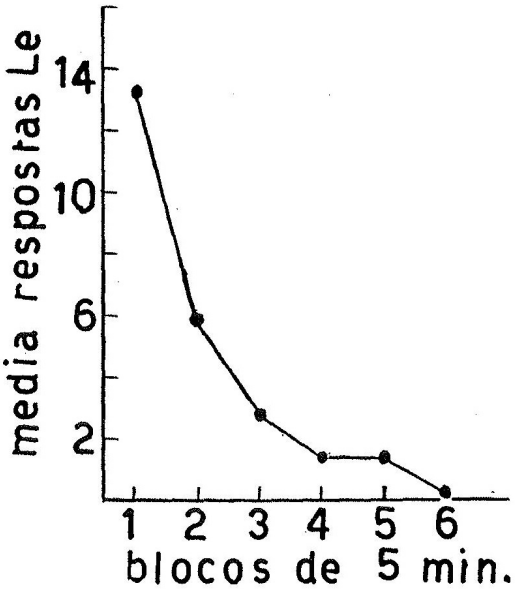


Figura 6. Média das respostas *Le* dirigidas a objetos na sessão IV.

4. Quanto à reação de defecar – que é tida geralmente como indício de "emocionalidade" – foi muito pouco frequente: durante as quatro sessões, apenas um dos ratos apresentou a chamada "reação emocional": defecou 4 vezes na sessão I. *Os outros ratos nunca defecaram na situação experimental*.

A reação de urinar foi mais frequente: 7 ratos urinaram na sessão I, 3 na sessão II, 4 na sessão III e apenas 2 na última sessão.

CONCLUSÃO

As conclusões que agora enunciaremos valem apenas, a rigor, para a situação específica na qual foram estudados os ratos, qual seja a caixa de observação, com tal iluminação, em tal hora do dia, com tais e tais ratos, etc. Esperamos, no entanto, que tenham um valor mais geral e que possam integrar várias noções – correntes na literatura – a respeito do chamado comportamento exploratório.

1. Numa situação estimulatória quase constante, a frequência das respostas *Le* decresce (decréscimo intrassessão).

2. A frequência das respostas *Le* sofre uma "recuperação espontânea" quando o animal é afastado, por algum tempo, dos estímulos da situação experimental.

3. Pode haver um decréscimo permanente das respostas *Le*, que resiste a pelo menos 72 h de intervalo (decréscimo intersessões).

4. A introdução de certos estímulos novos (pequenos objetos suspensos a 15 cm do chão) provoca um acréscimo na frequência de *Le*, pelo menos nos primeiros minutos de apresentação.

5. A introdução de certos estímulos novos numa parte da situação experimental aumenta a proporção de respostas *Le* dadas nesta parte da situação, no local da mudança.

PROBLEMAS DE INTERPRETAÇÃO

O *Le* como comportamento explorativo

Não se pode deixar de notar a semelhança entre o comportamento de levantar-se, com a sua dependência em relação à novidade dos estímulos do meio, e os comportamentos diversos que recebem o nome de "exploratórios". No caso do rato, a exploração locomotora sofre decréscimos paralelos aos descritos neste trabalho. Carr & Williams (1957) utilizaram um labirinto em Y fechado, no qual colocavam os sujeitos (de 3 linhagens diferentes) durante 10 min. O seu plano experimental previa cinco práticas, uma em cada dia: o número de passagens pelos braços do labirinto constituía o critério de exploração. Houve um decréscimo – dentro dos 10 min de prática – da exploração locomotora. Houve também uma diminuição intersessões (para os ratos albinos, os escores médios de exploração para as cinco sessões foram: 50.2, 37.5, 29.6, 24.4 e 21.4).

Esta concordância de resultados leva a perguntar se não é indiferente tomar como critério de exploração a locomoção ou o levantar-se. Faltam dados empíricos que mostrem as identidades ou a correlação dos dois critérios. Notemos apenas que o registro da frequência de *Le* é mais *direto* que o da locomoção, já que se baseia nos próprios movimentos do animal e não no número de unidades – arbitrárias atravessadas pelo mesmo.

De qualquer maneira, se considerarmos o repertório total do animal, veremos que o *Le* constitui apenas uma parcela dos comportamentos que aumentam a probabilidade de seu contato com estímulos novos e variados. A generalização dos resultados da pesquisa com o *Le* para "o comportamento exploratório em geral" deve ser feita com um certo cuidado.

Coloca-se o problema de saber se o conceito "comportamento exploratório" tem alguma função na descrição do comportamento ou se não é apenas uma "ficção", uma expressão à qual não corresponde nenhuma entidade real ou, então, correspondem entidades reais as mais díspares. O mesmo problema é levantado por outros termos-resumo da ciência psicológica, como "operante", "respondente", "instinto", etc. Estes termos (entre os quais podemos incluir o de "exploração") referem-se a uma série de comportamentos *que possuem uma ou mais relações funcionais em comum*. Assim, "operante" indica comportamentos que, entre outras propriedades, sofrem influências

de estímulos contingentes (reforçadores); "comportamento exploratório" relaciona-se aos comportamentos de aproximação e de contato com os estímulos do meio que sofreram uma certa mudança, sem que estes estímulos sejam necessariamente estímulos discriminativos. A utilidade do conceito consiste justamente em servir de mediador entre os vários comportamentos (ou processos comportamentais) que correspondem à definição, de tal maneira que propriedades descobertas a partir de um destes comportamentos possam ser generalizadas – a título de hipótese, é claro – para os outros comportamentos.

Até o momento, o conceito de comportamento exploratório tem servido esta função mediadora, e certas de suas características (como decréscimo frente a um estímulo constante) possuem uma verdadeira, uma verificada generalidade.

Não seriam os *Les* movimentos de "fuga"? Não estariam motivados pelas características aversivas da situação experimental? A um observador ingênuo, o erguer-se do rato aparece mais como uma "vontade de sair da caixa" do que como uma "vontade de ver o que está lá em cima". Não podemos rejeitar de todo esta interpretação, já que – em várias investigações como a de Welker (1959) – demonstrou-se que o rato evita ou foge de certas situações novas. Esta interpretação encontra-se, porém, em dificuldades quando aplicada aos resultados da fase crítica, no nosso experimento. Nesta fase, os ratos aumentam a proporção e a frequência das respostas *Le* na metade da caixa onde foram colocados objetos novos. Se o "novo" produzisse reações de fuga, o *Le* deveria então ocorrer com mais frequência *na metade direita da caixa*, mais afastada dos objetos estranhos. De outro lado a ausência de defecação para a maioria dos ratos indica que a caixa de observação não tinha efeitos aversivos marcados.

Le: reflexo, instinto ou operante?

Não é fácil enquadrar a resposta *Le* numa classificação tradicional. Será um comportamento reflexo? À primeira vista, sim, pois é uma resposta que depende de um evento estimulatório para a sua ocorrência. Se introduzirmos na gaiola de moradia de um rato branco um pequeno objeto, como um lápis ou uma caixa de fósforos, mantendo-o a uma certa altura, provocamos com uma probabilidade próxima de 1, um comportamento de aproximação do objeto, mesmo se este objeto for apresentado pela primeira vez, *principalmente se for apresentado pela primeira vez*. O estímulo novo provocaria a resposta *Le* da mesma forma que um sopro no olho provoca o fechamento da pálpebra. Thompson & Spencer (1966), estudando uma resposta "molecular" reflexa no gato, constataram que ela diminui em intensidade com a repetição do estímulo, tem uma recuperação espontânea, tal como foi demonstrado para o *Le*.

Na resposta estudada por Thompson & Spencer, assim como em todos os reflexos, os estímulos que têm o poder de provocar obrigatoriamente a resposta são poucos e geralmente pertencem à mesma dimensão estimulatória. É possível especificá-los e dizer, por exemplo, que uma batida no tendão provoca tal movimento da perna.

A resposta *Le*, ao contrário, pode ser provocada por cheiros, padrões visuais e, quem sabe, padrões táteis dos mais variados. Várias observações qualitativas nos indicam que rastros de cheiro, pedaços de papel, mudanças no nível de intensidade luminosa, etc. todos provocam uma ou mais respostas *Le*, de maneira previsível. Se for um reflexo, a resposta *Le* é um reflexo especial, pois é sensível a toda uma gama de estimulações, que se estendem por várias modalidades sensoriais. De outro lado, a resposta Le não depende apenas de uma estimulação passada e uma estimulação presente. Finalmente, seria preciso mostrar que a resposta *Le* se submete ao condicionamento clássico (pavloviano), antes de categorizá-la como reflexo: não temos dados a este respeito.

Não se pode colocar o *Le* no rol dos "instintos" já que não é identificável o seu "estímulo sinal" único e definitivo. Na melhor das hipóteses, o *Le* seria um *instinto não especializado* liberado por muitos estímulos novos e sujeito a uma extinção.

Uma série de outros fatos nos levariam a considerar o *Le* como um comportamento "operante", isto é, dependendo de certas consequências estimulatórias. Bolles & Seelbach (1964), num estudo já citado, conseguiram condicionar – nos moldes do paradigma operante – a resposta *Le*. O nível de som de um ambiente experimental – aversivo – diminuía sempre que o animal se erguia sobre as patas traseiras. Isto fez com que aumentassem de maneira significativa as respostas *Le* dadas pelo animal. Em observações publicadas, foi possível obter um aumento da frequência do *Le* usando como reforçador uma mudança de intensidade luminosa (mas por causa de uma falha técnica – a de não usar um grupo de "*yoked control*" – não podemos saber se a luz reforçava realmente o *Le*, ou apenas provocava a sua ocorrência, de maneira reflexa).

Temos, pois, que conciliar dois aspectos divergentes da resposta estudada: ela é provocada de maneira previsível por certos estímulos, como reflexo e, de outro lado, ela se submete ao condicionamento operante. É possível que pertença à espécie de respostas que parecem ser *ao mesmo tempo* operantes e respondentes. O comportamento de briga, por exemplo, pode ser provocado inelutavelmente por estimulação aversiva (aspecto reflexo) e pode ser tornado mais provável graças a um reforçamento positivo.

Outra interpretação seria a seguinte: a mudança estimulatória (ou seja: a introdução de certos estímulos novos determinados) provoca o comportamento *Le* porque é um estímulo discriminativo para tal. Em ocasiões anteriores, o animal foi confrontado com mudanças e ficou reforçado pela aproximação dos estímulos novos (por uma espécie de saciação de suas curiosidades, ou pela diminuição do nível de conflito provocado pelo "novo"). Mas, no nosso caso, os objetos colocados na caixa de observação nunca tinham sido experienciados, *antes*, pelos animais. Como teriam então adquirido a sua função discriminativa? Seria lícito supor que qualquer mudança de estímulos acaba servindo de estímulo discriminativo? No estado atual do nosso conhecimento do fenômeno, pouco temos a oferecer a mais que especulações, quem sabe um estímulo para futuras pesquisas.

Aumento de frequência do *Le* em situações novas e complexas

A discussão precedente, assim como os resultados do experimento, aponta para este princípio: as variações de frequência da resposta *Le* são função da novidade da situação. Quanto maiores e mais frequente forem os contatos do rato com um dado ambiente, menor a probabilidade de ocorrência do *Le* neste ambiente. Quanto mais novo um estímulo, ou padrão de estímulos, maior a probabilidade de que irá provocar respostas *Le* é outro princípio correlato, cuja margem de aplicação precisa ser verificada.

A observação mostra que o aumento de frequência da resposta é necessariamente "difuso", isto é, não se dá ao acaso, em qualquer parte do ambiente experimental. Quando, na fase crítica, suspendemos objetos na caixa de observação, provocamos, nos sujeitos experimentais, uma aproximação precisa de cada um dos objetos novos. Esta aproximação, na qual o focinho do animal toca ou se aproxima dos objetos, está longe de ser o produto de uma agitação desordenada, difusa, do animal. Parece *dirigida* para os objetos.

Da mesma maneira, a própria caixa de observação pode ser tida como "objeto novo" que o rato explora na sua totalidade (Notar a dificuldade em definir o que seja a "novidade": qualquer estímulo, nem que seja por generalização, pode ser tido como "velho", isto é, pode provocar respostas que o animal costuma dar em outras situações).

No caso da caixa de exploração, no entanto, trata-se de um "objeto" bem mais complexo e mais variado do que um pedaço de cartolina ou um pedaço de papel amassado. Não pode ser explorado de uma vez, com apenas um ou dois *Les*. O rato não pode expor-se a toda a situação num contato só. O seu comportamento de levantar-se, num dos cantos da caixa, depois noutro, depois no meio da caixa e assim por diante, mostra que ele explora *sucessivamente* as diversas partes do ambiente.

Podemos considerar a caixa como a população dos estímulos que podem – na dada situação – vir a influenciar o comportamento do rato. Podemos supor que a população ou conjunto total seja composto de subconjuntos aos quais o animal pode responder de maneira relativamente independente.

Quando, numa situação familiar ao animal, apenas uma parte ou subconjunto é mudada (como quando se introduz um pedaço de papel ou um lápis na gaiola de moradia do animal), há aproximação, pelo rato, desta parte, contato mais ou menos demorado e volta ao estado anterior. Quando a mudança, mais drástica, se estende a todas as partes do ambiente (como quando o animal é transportado de sua gaiola para a caixa de observação) criam-se condições para muitas respostas exploratórias incompatíveis. O animal adota a solução de certos conflitos de "aproximação-aproximação": visita parte do ambiente por um certo tempo, passa para outra parte, e assim por diante. Num meio complexo como a caixa de observação, a exploração (tal como se manifesta no *Le* ou no farejar, por exemplo) é melhor entendida como uma amostragem sucessiva dentro dos vários estímulos que compõem o conjunto total.

Numa situação complexa falta às respostas *Le* a regularidade de emissão que é típica de, por exemplo, o comportamento de pressionar a barra de um rato sedento, quando esta resposta é seguida de reforçamento. As respostas *Le* ocorrem por grupos ("*bursts*"), cada grupo de 3 ou 4 respostas separado do outro por um período de inatividade ou de limpeza ou ainda de exploração locomotora. É bastante difícil apontar para o fator que desencadeia este ou aquele grupo de respostas. Por enquanto, o nosso conhecimento é estatístico e se aplica da melhor maneira ao *total* de respostas emitidas durante um período de, por exemplo, 5 min.

O processo de decréscimo do *Le*

Qual a razão do progressivo enfraquecimento do *Le*, num meio em que nada muda? Uma explicação de qualquer decréscimo de uma resposta repetitiva, originada em Hull (1943), consiste em afirmar que *qualquer realização de uma resposta tende a inibir a mesma*. Quanto mais o rato emite *Le*, mais cresce a "inibição reativa" (I_r) e menos ele tem tendência a repetir o comportamento, a menos que o efeito inibitório seja contrabalançado por efeitos excitatórios provindos do reforçamento. Segundo Hull (1943), a inibição reativa se desvanece normalmente durante os intervalos em que o animal deixa de dar a resposta em questão. A hipótese hulliana foi retomada mais recentemente por Thompson & Spencer (1966), segundo os quais "I_r... pode ser vista como uma análise molar do papel da habituação de respostas no comportamento". Não há dúvida que esta hipótese se aplica aos dados colhidos durante a fase de estimulação constante, no nosso experimento. O decréscimo intrassessão seria produto da inibição reativa e a recuperação espontânea, da dissipação – através do tempo – de I_r.

Se há dissipação de I_r, como explicar então o decréscimo intersessões? O conceito mais adequado para tal, na teoria de Hull, seria o de "inibição condicionada". A dissipação da inibição reativa – que ocorre quando o animal suspende a sua emissão da resposta – é reforçadora. Por causa disso, o animal aprende a dar – cada vez mais prontamente – a resposta de "não agir" ou "descansar". Trata-se de uma aprendizagem genuína, cujos efeitos perduram através do tempo, e que provavelmente resistiria a 3 dias de intervalo.

Finalmente, para ser aprovada, a teoria hulliana, teria de explicar o aumento de *Le*, na fase crítica, devido à introdução de objetos novos. Invoca-se então o conceito de "desinibição". Para Hull (1943), como também para Thompson & Spencer (1966), um estímulo estranho, inesperado, inibiria a inibição de outro estímulo. Os pequenos objetos suspensos na metade esquerda da caixa de observação desinibiriam a resposta *Le*.

Os dados do nosso experimento não afastam totalmente a teoria dupla da inibição reativa e inibição condicionada. Apenas sugerem uma teoria alternativa, muito mais simples, e que não faria apelo a dois processos diferentes, e mais uma desinibição *ad hoc*. Supomos que, no contato contínuo ou repetido com uma situação, di-

minui a tendência do organismo a responder, de maneira exploratória, aos estímulos que antes provocaram movimentos de aproximação. Trata-se de um decréscimo da "reatividade" a estímulos determinados, como, por exemplo, os estímulos das paredes e do teto da caixa de observação, e não de um decréscimo ou inibição da resposta *Le em si*. Depois de um contato prolongado com os estímulos Sx, o animal suprime as suas respostas de aproximação e de contato, mas isto não impede que retome uma exploração ativa, se os estímulos Sx forem substituídos por estímulos Sy diferentes. A quantidade de *Les* emitidos até a completa cessação da exploração depende, não de um processo de condicionamento ou da própria repetição da resposta, mas da complexidade do meio. Se a mudança no meio envolver apenas um subconjunto restrito, teremos uma taxa extremamente reduzida de *Le*, talvez um só *Le*. Devemos supor neste caso que a inibição reativa se estabeleceu de uma vez? Se a resposta for "sim", como entender que, numa situação complexa, a inibição reativa leve mais de 1 h para bloquear a emissão de respostas?

Propomos, então, colocar a ênfase no aspecto de *recepção dos estímulos* (quanto maior o contato com uma dada situação, menor a tendência a aproximar-se dela) e não na *repetição das respostas* (quanto maior a repetição de uma resposta, maior a sua inibição). O teste definitivo entre as duas interpretações consistiria em expor um animal passivamente a um dado conjunto de estímulos, suprimindo os seus movimentos exploratórios por meio de um dispositivo de restrição de movimentos. Se a repetição das respostas é importante para o decréscimo da exploração, este animal não sofrerá nenhum efeito da exposição passiva e, quando liberado do dispositivo de restrição de movimentos, passará a dar tantos *Les* quanto um animal não exposto à situação. De acordo com o nosso ponto de vista, mesmo uma exposição passiva bastará para reduzir a taxa de *Le*. O mais importante, é a repetição do estímulo, não necessariamente a da resposta exploratória. Dados obtidos em outras áreas de estudo do comportamento exploratório (como, por exemplo, na pesquisa da "alternação espontânea", Dember, 1961), parecem favorecer o ponto de vista exposto nestas páginas. Um rato é exposto "passivamente", aos dois braços pintados de preto de um labirinto. A seguir, um dos braços é substituído por outro, de cor branca. Libera-se o rato e ele escolhe consistentemente o braço branco do labirinto. Como este rato não se locomoveu no braço preto, ele obviamente não poderia ter criado uma inibição reativa nos movimentos relativos a virar-se e entrar naquele braço. Se houve uma inibição, ela foi de natureza "perceptual", não motora.

O decréscimo de *Le*: sua relação com indícios fisiológicos

Dissemos mais acima que, do ponto de vista comportamental, o desenrolar do comportamento do rato numa situação de estimulação constante revelava uma transição de estados de alta ativação para estados de ativação mínima. Seria de grande interesse verificar se, à diminuição de *Le* (e das outras atividades de exploração) corresponde também uma diminuição no nível de ativação, tal como medido por critérios fisiológicos.

Snapper et al. (1945) submeteram os seus ratos a um tratamento similar ao nosso, só que muito mais demorado. Durante 35 dias, os ratos tiveram uma prática diária de 2 h numa caixa simples, sendo registrado o seu *ritmo cardíaco*. Esta variável – que é tomada por muitos autores como início de um certo nível de ativação – mostrou um acréscimo de sessão para outra, durante os 15 primeiros dias, e um decréscimo *dentro* de cada sessão, com os ritmos maiores nos primeiros minutos da sessão. Alguns ratos receberam um período de "descanso" de 30 dias, depois do qual o seu ritmo cardíaco não demonstrou recuperação. "A adaptação a uma situação de estímulos, concluem os autores, é relativamente permanente" (p. 129).

Não podemos utilizar estes resultados como se tivessem sido obtidos na nossa pesquisa, passando por cima de todas as diferenças de procedimento. Podemos, no entanto, sugerir o seguinte princípio: a frequências altas de *Le* correspondem ritmos cardíacos elevados e, provavelmente, um estado de alta ativação. E também: o ritmo cardíaco segue uma adaptação semelhante à inibição ou decréscimo da resposta *Le*. Somente uma pesquisa, na qual se registrariam simultaneamente as duas variáveis (a fisiológica e a comportamental) poderia confirmar a nossa sugestão.

REFERÊNCIAS

Barnett, S. A. (1963). *A study in behaviour.* London: Methuen.
Bindra, D. (1959). Stimulus change, reactions to novelty and response decrement. *Psychological Review, 66, 9*6-103.
Bolles, R. C. (1965). Effects of deprivation conditions upon the rat's home cage behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 60,* 244-248.
Bolles, R. C., & Seelbach, S. E. (1964). Punishing and reinforcing effects of noise onset and termination for different responses. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 58,* 127-131.
Bolles, R. C., & Woods, P. J. (1964). The ontogeny of behaviour in the albino rat. *Animal Behaviour, 22,* 427-441.
Brockway, B. F. (1964). Ethological studies of the budgerigar: reproductive behavior. *Behaviour, 23, 294-*324.
Carr, R. M., & Williams, S. D. (1957). Exploratory behavior of three strains of rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 50,* 621-623.
Cunha, W. H. de A. (1967). *Explorações no Mundo Psicológico das Formigas*. Tese de Doutoramento, exemplar mimeografado, São Paulo.
Dember, W. N. (1961). Alternation behavior. In D. W. Fiske, & S. R. Maddi (Eds.), *Functions of varied experience.* Homewood, Ill.: Dorsey, p. 227-252.
Draper, W. A. (1967). A behaviocral study of the home cage activity of the white rat. *Behaviour, 28,* 208-306.
Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior.* New York: Appleton-Century-Crofts.
Snapper, A. G., Ferraro, D. P., Schoenfeld, W. N., & Locke, B. (1965). Adaptation of the white rat's cardiac rate to testing conditions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 59,* 128-131.
Thompson, R. F., & Spencer, W. A. (1966). Habituation: a model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological Review, 73,* 16-43.
Welker, W. I. (1959). Escape, exploratory and food seeking responses of rats in a novel situation. *Journal of Comparative and Psychological Psychology, 52,* 106-111.
Welker, W. I. (1964). Analysis of sniffing of the albino rat. *Behavior, 22,* 223-244.

A observação direta e a interferência experimental, ao invés de incompatíveis, são vistas como elementos inter-relacionados do processo de investigação científica do comportamento.
Direct observation and experimental manipulation of variables are not considered incompatible: they are interrelated parts of the scientific investigation of behavior.

A observação do comportamento em situações experimentais[1,2]

César Ades[3]

RESUMO. A observação direta, geralmente reservada para o estudo do comportamento em situações naturais, pode fornecer informações relevantes quando usada em experimentos, no laboratório. Ela possibilita a redefinição, em termos mais precisos, da resposta focalizada e a investigação dos outros elementos do repertório a aparecerem na situação, dentro ele uma perspectiva estrutural. A observação direta e a interferência experimental, ao invés de incompatíveis, são vistas como elementos inter-relacionados do processo de investigação científica do comportamento.

ABSTRACT. Observation of behavior in experimental situations. Direct observation, which is generally restricted to the study of behavior in naturalistic situations, can supply relevant information when used in the laboratory. It helps to define more precisely the response specifically studied and to investigate, from a structural point of view, other components of activity evoked by the experimental situation. Direct observation and experimental manipulation of variables are not considered incompatible: they are interrelated parts of the scientific investigation of behavior.

As abordagens da Psicologia Experimental e da etologia distinguem-se, entre outros aspectos, pela ênfase diferente dada à observação direta do comportamento. O psicólogo experimental interessado no comportamento animal pretende alcançar resultados mais objetivos impondo ao seu estudo uma série de diretrizes metodológicas, entre as quais se destacam as seguintes:

(1) Das várias classes de respostas que o animal pode exibir numa dada situação experimental, escolhe-se uma, tida como representativa do processo em estudo e que poderia ser designada como sendo a classe relevante de respostas ou, para simplificar, a *resposta relevante*. Como esta resposta é a única a ser registrada, o tempo que o animal dedica a outras atividades (*respostas irrelevantes*) aparece como uma lacuna nos registros (pausa) ou não chega a ser avaliado. Esta exigência de seletividade é claramente ressaltada por Skinner (1938) quando rejeita o que denomina a "botanização" dos reflexos, ou seja, a consideração da multiplicidade de reações possíveis de um determinado animal.

(2) O registro da resposta relevante é frequentemente obtido através de dispositivos mecânicos ou eletrônicos que substituem a atividade do observador humano. A resposta do animal provoca modificações nestes sistemas físicos e estas modificações, transformadas em números num contador ou em deslocamentos de pena em registradores automáticos, é que acabam constituindo a variável dependente do experimento. Este uso de equipamento automatizado possibilita uma ampliação da duração e da

[1] Uma versão deste trabalho foi apresentada no simpósio sobre "*Observação do comportamento*" realizado durante a XXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Recife, 1974.
[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Ciência e Cultura, 28(1),* 25-34, que autorizou a publicação nesta coletânea.
[3] Universidade de São Paulo.

precisão de certos registros, mas coloca problemas metodológicos: o da influência do equipamento sobre a resposta que se pretende pedir, da relação precisa entre as características desta resposta (topografia, frequência, etc.) e a saída do sistema de registro.

(3) Por meio da manipulação de variáveis e do planejamento de comparações (entre grupos de animais ou entre diversas fases com os mesmos indivíduos ou grupos), no ambiente controlado do laboratório, tenta-se chegar à compreensão das relações funcionais entre as variáveis e a resposta relevante.

Uma sugestão de equipamento, feita recentemente por Selekman & Meehan (1974) exemplifica a que extremos pode chegar a redução da observação direta, em estudos de psicologia experimental. Partindo da proposição de que a anotação do comportamento agonístico por observadores não é objetiva o bastante, estes autores propõem que pares de ratos sejam confinados em uma gaiola cônica, de dimensões extremamente reduzidas (a ponto de impedir, aparentemente, qualquer locomoção) na qual uma vareta, presa ao teto, possa servir de *manipulandum*. Choques ministrados através da grade do soalho provocam a adoção da típica postura erguida em ambos os ratos. O toque acidental da vareta, por qualquer dos animais, dá então origem ao registro, feito evidentemente sob forma de curva cumulativa.

Na perspectiva etológica, é muito maior a importância atribuída à colheita de informações por um observador em contato direto com o organismo observado. Os etólogos não inauguram o uso de métodos de observação, já adotados, em épocas anteriores, tanto por psicólogos como por zoólogos. Trazem, contudo, uma proposta atualizada em que podem ser encontradas as seguintes características gerais:

(1) O número de respostas registradas é bastante alto. Às vezes, coloca-se que o objetivo final do esforço descritivo é a obtenção de um rol completo, ou etograma, dos comportamentos de um animal. Draper (1967) que defende a adoção de um ponto de vista "simples, direto e descritivo" em relação à atividade do rato, estabelece uma lista de 34 elementos comportamentais. No caso do comportamento humano, as listas podem ser ainda mais extensas: McGrew (em Hutt & Hutt, 1970) arrola 111 categorias de padrões motores encontrados em crianças de quatro anos. É preciso ressaltar que se, às vezes, a descrição das classes de respostas constitui, de *per se*, o objetivo de pesquisas etológicas (especialmente em se tratando de espécies pouco conhecidas), na maioria dos casos ela é usada para a elaboração de um instrumento de medida que permita avaliar os efeitos de variáveis internas e de variáveis ambientais sobre o organismo.

(2) É grande a variabilidade nos critérios pelos quais tanto psicólogos como etólogos definem as suas unidades de comportamento. Ambos, dependendo do problema abordado, podem ressaltar o aspecto topográfico (ou formal) das respostas ou os efeitos que estas têm sobre o meio (mais precisamente: sobre a relação entre o organismo e o meio). Apesar disso, seria correto dizer que, na pesquisa etológica, o aspecto topográfico assume uma importância muito maior. As descrições das respostas descem muitas vezes a minúcias numa tentativa de apreender os seus componentes mais moleculares (Ades, 1972).

(3) O título de uma coletânea de artigos de Tinbergen (1972) – "O animal no seu mundo" – indica bem a relevância que o etólogo atribui à observação do animal dentro do habitat natural ou, pelo menos, em condições de pouca restrição e tão próximas da natureza quanto possível. Os próprios etólogos não têm aderido religiosamente ao princípio do estudo ao ar livre e Lorenz (1958) chega a afirmar que, justamente por serem rígidos, os padrões fixos de ação não se destorceriam quando investigados no laboratório. A preeminência dada à situação natural ou quase natural em detrimento do contexto de laboratório tem sido criticada por Skinner (1969) para quem "um processo comportamental não deixa de ser real por ocorrer numa situação arbitrária" (p. 191). A proposição de Skinner parece essencialmente correta. A questão consiste, porém, em saber se estudos realizados em condições muito artificiais têm generalidade e se permitem que se compreenda a relação adaptativa entre o comportamento do organismo e habitat natural.

O estudo de Jachowski (1974) sobre o caranguejo *Callinectes sapidus* pode ser tomado como exemplo da ênfase etológica na descrição direta do comportamen-

to. Os principais movimentos e posturas aparecerem em encontros agonísticos – tanto na natureza como no laboratório – (postura de repouso, extensão do quelípode, inclinação para o lado, rechaçamento, etc.) foram descritos e constituem as dimensões através das quais foi estudado o papel de diversas variáveis como tamanho ou sexo do oponente, presença de alimento ou de fêmea receptiva, etc. (O trabalho de Turner, Boice & Powers, 1973, sobre a agressão produzida por choque elétrico no esquilo *Citellus tridecemlineatus* merece também ser comparado com a nota metodológica de Selekman & Meehan, 1974, já citada).

As diferenças entre as duas abordagens – embora enfatizadas por uma apresentação dicotômica (até certo ponto arbitrária) – são reais e têm levado a apreciações pessimistas quanto à possibilidade de sua unificação dentro de uma ciência global do comportamento animal. Schwartz (1974), por exemplo, escreve que "além de diferenças fundamentais na orientação e na epistemologia subjacentes, diferenças metodológicas tornaram praticamente impossível a interação positiva entre o behaviorismo e a etologia. A pesquisa em etologia gira em torno da observação sistemática de fenômenos que ocorrem naturalmente enquanto que a pesquisa na análise experimental do comportamento gira em torno de fenômenos até certo ponto artificiais. Em resumo, as duas disciplinas colhem e interpretam dados de natureza muito diversa" (p. 183).

Como o próprio Schwartz observa, uma integração entre as contribuições etológica e psicológica começa a ser ensaiada. Esta intenção de síntese se manifesta, de um lado, no trabalho de Hinde (1970) e, de outro, na adoção, por muitos psicólogos, de um quadro biológico de referência para a análise do fenômeno comportamental. Publicações recentes (Bolles, 1970; Seligman, 1970; Seligman & Hager, 1972; Hinde & Stevenson-Hinde, 1973) revelam a preocupação crescente pelos "limites biológicos" da aprendizagem e do comporta mento em geral. Começa a impor-se a ideia de que o animal de laboratório e o ambiente de laboratório não são paradigmáticos de todos os animais e de todos os ambientes e que a estrutura dos resultados obtidos em experimentos pode depender de uma seletividade e de propensões a agir provenientes das características típicas da espécie a que pertence o organismo examinado.

Mas esta convergência, ainda precária, entre as duas abordagens tende a efetuar-se principalmente ao nível do *conteúdo*, isto é, ao nível de afirmações acerca dos mecanismos de controle causal do comportamento (ver as resenhas de Schwartz, 1974 e de Shettleworth, 1974). Parece que um certo recuo, o exame do grau de compatibilidade entre os *métodos* seria frutífero na medida em que favorecesse a colheita de dados de natureza mais homogênea e na medida em que servisse de base para a formulação de esquemas teóricos que integrassem as perspectivas de ambos os campos.

Este cotejo metodológico pode ser efetuado de diversas maneiras e se afigura como bastante complexo. No presente trabalho pretende-se iniciar o estudo do problema pondo em destaque o uso da observação direta em situações de experimentação, no contexto do laboratório. A tese defendida é que *a observação direta, longe de ser incompatível com os propósitos ou os controles típicos do experimento, pode desempenhar o papel importante de fornecer informações mais precisas e de possibilitar novas interpretações acerca dos fenômenos de comportamento*.

A tese pode parecer paradoxal, na medida em que junta duas táticas – a observação direta e a experimentação – geralmente associadas a contextos diferentes, senão incompatíveis: a primeira, a situações naturais ou quase naturais e a segunda ao contexto de controle mais rigoroso que existe no laboratório. A tendência é usar em bloco a expressão "observação naturalística" e em pressupor que a experimentação seja exclusiva de ambientes, em que cuidadosamente, se isolou o organismo de influências não planejadas.

A associação entre observação e situação natural e entre experimentação e situação de laboratório (que se deixa surpreender na citação de Schwartz 1974, mais acima) não tem justificativa epistemológica, sendo apenas baseada em uma tradição de pesquisa e em fatores de ordem prática. A intervenção de variáveis acidentais torna mais árdua e menos confiável, do ponto de vista da análise causal, a experimentação no campo e impele o cientista a – criando situações arbitrárias, no laboratório – impor uma certa estrutura ao fenômeno estudado (Rosenthal, 1967). Mas considerações desta ordem não devem fazer perder de vista a unidade básica da atitude de pesquisa.

De um lado, os registros comumente colhidos no laboratório são *observações* que não diferem, do ponto de vista do valor empírico, das observações efetuadas em outras situações, quer sejam estas mais ou menos próximas da natureza, mais ou menos diretas. Aqui, vale a pena retomar a expressão de Skinner (1969) parafraseando-a: um comportamento não deixa de ser observável por ocorrer em situação arbitrária. De outro lado, o mesmo raciocínio científico, nos seus aspectos de seleção, organização e interpretação de dados pode ser posto à mostra nos estudos de campo (ou nos em que se oferece ao animal um ambiente pouco restritivo) como em estudos de laboratório (Rheingold, 1967; Menzel, 1969; Altmann, 1974). Esta ideia, bastante antiga, já era defendida por Bernard (1966).

Longe de serem incompatíveis, a observação e a interferência (entendida como controle e experimentação) são componentes do mesmo empreendimento de obtenção de conhecimento. A relevância dada, dentro da pesquisa, a cada um destes componentes, varia e, assim, tem origem toda uma gama de procedimentos intermediários entre os polos de (suposta) total ausência de controle e pura observação e de (suposto) controle total.

Este acordo, no plano mais geral, deixa supor que seja viável a transferência de determinadas características metodológicas de um contexto para o outro. Menzel (1969) defende uma ideia semelhante. "Estou de fato convencido", escreve ele, "que os estudos naturalísticos e os estudos experimentais podem ser compatíveis, que os seus métodos respectivos podem ser aplicados a qualquer situação (ao invés de estarem associados exclusivamente a uma situação dada, seja ela o laboratório, seja o campo)". A possibilidade de uma experimentação em situações naturais já foi confirmada tantas vezes que seria redundante tentar, novamente, fornecer argumentos que a mostrem como viável. A síntese efetuada no sentido inverso, ou seja, o estudo da aplicação de métodos de observação direta no laboratório tem recebido escassa atenção.

A falta de assimilação de uma perspectiva de observação direta pela metodologia psicológica tradicional talvez se deva aos pressupostos que, conforme já foi mencionado, orientam o psicólogo experimental e o leva a atribuir um papel inferior aos métodos de origem naturalística. Em primeiro lugar, a desconfiança em relação aos instrumentos básicos da observação direta – os olhos e os ouvidos do observador – entendidos como viesados e substituídos por registros indiretos. Em segundo lugar, a focalização preferencial de uma ou poucas variáveis dependentes, orientação incompatível com a acolhida de múltiplas respostas que se vê na abordagem da observação direta.

A crítica à validade e fidedignidade dos métodos de observação direta parece enfraquecer-se cada vez mais, à medida que se refinam estes métodos, passando do simples "olhar curioso para ver o que há" a operações calibradas, sujeitas a controles rigorosos e levando a dados cada vez mais quantitativos. Defender a observação direta não é preconizar a volta de uma abordagem anedótica ao comportamento, mas sim, a adoção de técnicas precisas, capazes de fornecer informações de primeira relevância. A observação direta muitas vezes é mediada pelos registros "indiretos" da máquina fotográfica ou da câmara cinematográfica, numa paradoxal combinação de presença e ausência de contato. Estes registros evitam os inconvenientes da presença do observador durante o desempenho do animal ao mesmo tempo em que permitem um grau de fidelidade maior ao fenômeno. É evidente que devem ser, mais cedo ou mais tarde, interpretadas por um ser humano. Mas esta é uma necessidade que se impõe com qualquer tipo de registro, inclusive os de pena sobre rolo de papel em movimento (Norton, 1974, se refere à possibilidade de uma análise através do computador dos padrões de comportamento do rato. Mesmo assim, os programas de *pattern recognition* do computador teriam que ser orientados por critérios de relevância elaborados por um cientista).

A restrição do número de respostas pode ser efetuada de duas maneiras em estudos de laboratório: (1) Pela simples seleção da resposta relevante, sem interferência com as outras. (2) Pela eliminação da possibilidade física de ocorrência das respostas irrelevantes (como quando o animal permanece preso num dispositivo de restrição de movimentos que só lhe permite mover a parte do corpo onde se origina a resposta que interessa ao experimentador) ou pela supressão das condições ambientais que

tornam prováveis estas mesmas respostas. Ambos estes meios de restrição costumam ser adotados ao mesmo tempo. Na caixa de Skinner, por exemplo, o espaço diminuto oferecido ao animal, a ausência de estímulos como os provenientes de outro rato, de objetos manipuláveis, etc., restringem a extensão do repertório. Além disso, somente é registrado o resultado de número limitado de respostas (as que têm por consequência a movimentação para baixo da *barrinha-manipulandum*).

O uso da observação direta mais se justifica em situações em que o primeiro tipo de restrição é utilizado ou em que o segundo não chega a graus extremos (é evidente que não haveria justificativa para se observar um animal completamente imóvel, sob a ação de curare, enquanto fossem registradas as suas ondas de EEG...). Consiste então na adoção de um critério menos restritivo para a escolha das respostas a serem admitidas como válidas para o registro.

Vale a pena lembrar que a observação direta, como, aliás, qualquer técnica científica, não deveria ser considerada como um *sine qua non*, como uma via real para o conhecimento, mas como um precioso auxiliar a ser aproveitado de acordo com a exigência do problema a ser resolvido. Nas páginas que seguem, tentar-se-á indicar algumas das maneiras como pode ser aproveitada a informação proveniente da observação direta na redefinição da variável relevante e no preenchimento das lacunas dos registros tradicionais. Mostrar-se-á que esta modificação de metodologia leva à consideração dos problemas relativos à estrutura do comportamento.

A REDEFINIÇÃO DA VARIÁVEL RELEVANTE

O registro mecânico ou eletrônico representa uma *codificação* do comportamento do animal, codificação esta que implica muitas vezes na perda de uma informação relevante Após a modelagem, um rato pode pressionar a barra de diversas maneiras: com a pata esquerda, com a direita, com ambas sendo a cabeça inclinada para um dos lados ou para o outro, etc. Na medida em que a definição da classe de respostas se baseia no critério de haver ou não abaixamento da barra, estas diversas topografias são tratadas como elementos homogêneos, sujeitos a princípios únicos de aprendizagem. Embora nem sempre necessária, a obtenção de informação acerca dos processos que levam o animal a exibir esta ou aquela topografia, dentro da classe definida pelo evento final – abaixamento da barra – deveria ser a meta de uma ciência completa e precisa do comportamento.

Um primeiro exemplo da redefinição da resposta relevante – e de suas implicações, em termos teóricos – pode ser encontrado nas pesquisas recentes acerca de automodelagem[4].

Brown & Jenkins (1968) mostraram que pombos submetidos a pareamentos sucessivos de um estímulo (iluminação do disco) e apresentação de alimento, sem que nenhuma contingência resposta-reforçamento tivesse sido estabelecida de antemão, acabavam bicando o disco. Esta aquisição de resposta poderia ser o produto de condicionamento pavloviano, o disco iluminado servindo de CS, o grão, de US (Moore, 1973). Se realmente estivesse em jogo um processo pavloviano na situação de automodelagem, esperar-se-ia que a resposta de bicar o disco tivesse alguma semelhança, do ponto de vista topográfico, com a resposta consumatória provocada pelo US. Esta última hipótese recebeu confirmação numa série de experimentos por Jenkins & Moore (1973). Num deles, pombos privados de água e pombos privados de alimento eram submetidos a um processo de automodelagem no qual a iluminação do disco, por 8 s, precedia a liberação de, respectivamente, água e grão. O comportamento de bicar o disco era filmado e 10 juízes sem contato anterior com a situação experimental tinha por tarefa indicar quais, em sua opinião, eram as respostas seguidas de grão e quais eram as seguidas de água. Em 87% das vezes, estes juízes categorizaram corretamente

[4] Em resenha publicada após o simpósio no qual as ideias do presente artigo foram apresentadas, Shettleworth (1974) também nota que "a necessidade de uma abordagem topográfica estrutural ao comportamento experimentalmente induzido – bastante semelhante à da etologia – tem se imposto recentemente na análise da automodelagem" (p. 587) e se refere especificamente à pesquisa realizada por Jenkins & Moore (1973).

a resposta. As respostas semelhantes ao comer eram bicadas curtas e vigorosas ao disco (fotografias mostram que, ao exibi-las, o pombo mantém o bico relativamente aberto); as semelhantes ao beber eram mais lentas e pareciam envolver movimentos de absorção (nas fotos, o pombo aparece com o bico relativamente fechado. Os olhos, ao contrário do caso anterior, apresentam-se abertos). É importante notar que ambos os tipos de respostas satisfazem aos critérios de força e direção necessários para o acionamento do dispositivo automático de registro de bicadas. A diferença topográfica entre eles, porém, abre perspectivas para uma interpretação que nunca surgiria, se houvesse cega fidelidade ao registro indireto.

O conceito de atividade geral – de frequente uso nos trabalhos experimentais sobre o rato – pode ser justamente criticado pela sua generalidade. O segundo exemplo mostra como a observação direta consegue precisá-lo um pouco mais. Uma série de pesquisas (Zamble, 1967, 1968; Zamble & Kirkwood, 1969), nas quais foram usados dispositivos de registro automático, apontam todas para o seguinte resultado: a atividade geral de ratos aumenta significativamente durante um sinal que precede o reforçamento. Um resultado como este, embora perfeitamente replicável, perde em significação teórica na medida em que baseado numa variável dependente imprecisa e abrangente na qual podem estar incluídas respostas de limpeza, de exploração, de ingestão, etc. Ades & Bueno (1974), seguindo uma linha encetada por Baum & Bindra (1968), programaram uma situação na qual um sinal sonoro de 15 s precedia regularmente a liberação de água, para os animais do grupo experimental. Para os animais do grupo de controle, o tom e o reforço não eram apresentados em contiguidade temporal. Ao invés de registrar a classe global de "atividade", anotavam a ocorrência de 10 categorias (*farejar, lamber, levantar-se*, etc.) tanto durante o sinal como durante um período antecedente de mesma duração. Foi encontrado que o aumento de atividade dos animais do grupo experimental durante o sinal era devido ao aparecimento mais frequente de respostas exibidas perto do bebedouro ou em contato direto com ele. As respostas de tipo exploratório, como a *locomoção*, o *levantar-se*, etc. tendiam a ter uma ocorrência diminuída.

Os resultados do experimento de Ades & Bueno (1974) não desvendam ainda a natureza do processo envolvido, mas reduzem as alternativas aceitáveis e, em particular, permitem que se considere como pouco provável a interpretação mais difundida segundo a qual o sinal promoveria aumentos em comportamentos exploratórios difusos.

Interessantes são as tentativas, como a de Russell (1973) de combinar, no mesmo experimento, o registro automático e a observação direta. Destes estudos comparativos poder-se-ia tirar, pela primeira vez, uma informação sobre o que se passa dentro da "caixa preta" do dispositivo experimental e sobre o que representam os misteriosos traçados dos registradores.

A EXPLORAÇÃO DAS LACUNAS DO REGISTRO TRADICIONAL

A observação direta, além de aprimorar a definição da resposta ou das respostas selecionadas previamente para estudo, pode fornecer informações acerca das respostas irrelevantes, que o registro tradicional ignora. Na verdade, conforme o notou muito bem Bindra (1961), as respostas irrelevantes possuem relevância. O seu estudo pode muitas vezes levar a encarar o desempenho da resposta relevante sob novos ângulos e fornecer subsídios para a sua interpretação.

O fato de uma única resposta ter sido escolhida como variável dependente não garante que esta resposta seja a única a ocorrer na situação experimental nem que ela não possa sofrer a influência dos processos comportamentais que controlam as eventuais respostas irrelevantes. Miller (1961) nota que mesmo algo aparentemente simples como um reflexo condicionado é, na realidade, "um ato complexo de aprendizagem que envolve muitas atividades diferentes em diferentes partes do organismo" (p. 830). É necessário, para a formulação de modelo preciso do comportamento do animal em uma situação experimental, que seja efetuada a análise do sistema dentro do qual interagem os vários processos de controle de respostas.

No ambiente, geralmente restrito, que a ele é oferecido durante o experimento, o animal pode interromper a exibição da resposta que o experimentador considera relevante, passar a explorar o ambiente ou limpar-se ou mordiscar uma das barras que constituem o soalho, voltar novamente a emitir a resposta relevante para novamente interromper-se e assim por diante. Talvez se possa traçar uma analogia entre esta condição e uma situação de aprendizagem na qual tenham sido programados esquemas concorrentes e também encadeados. Em ambos os casos, o organismo está sob a influência de diversas instâncias controladoras cuja interação conviria conhecer.

A pesquisa de Wessels (1974) partiu de uma insatisfação com o registro focalizado da resposta relevante, o bicar, em experimentos de automodelagem. Nela, tenta-se, por meio de uma análise dos comportamentos de *pré-bicar*, geralmente ignorados, fornece novos subsídios para a interpretação do fenômeno. No primeiro experimento, o comportamento de pombos numa situação de automodelagem foi gravado em videotape. Mostrou-se que respostas, dentro das classes amplas de *orientação para a chave e aproximação à chave*, aumentavam em frequência antes da ocorrência do bicar propriamente dito. No segundo experimento da série, verificou-se que pelo menos um dos comportamentos preparatórios (*a aproximação à chave*) dependia, para a sua manutenção, de sua contiguidade temporal com o reforçamento; no terceiro, que a resposta de bicar era controlada principalmente pelos estímulos encontrados após o início da *orientação-aproximação*. Estes resultados levaram o autor a ressaltar o condicionamento operante como um dos fatores básicos a atuarem na situação de automodelagem. A esta conclusão talvez não fosse possível chegar sem uma atribuição de relevância a certas respostas irrelevantes.

É bem provável que se revele frutífera, dentro de um contexto de descoberta, a retomada das situações tradicionais de experimentação sob o prisma novo da observação direta. Deste reexame surgiram sugestões inesperadas de pesquisa e contribuições para a interpretação dos fenômenos abordados. Há algum tempo, tendo por objetivo efetuar uma primeira exploração do problema das respostas irrelevantes numa situação de aprendizagem, registramos, por um método de amostragem temporal, o comportamento de quatro ratos durante uma sessão de 40 min em que as respostas de pressão à barra eram reforçadas em CRF. A cada 5 s era anotado o comportamento do animal. Foram consideradas cinco amplas classes de respostas: *farejamento* (incluindo todas as respostas locomotoras ou de deslocamento da cabeça e do tronco do animal), *levantar-se, limpeza, parado e obtenção de água* (abrangendo tanto as respostas de pressão à barra como as de farejar e lamber o bebedouro). Poucas eram as respostas que não se enquadravam em uma das categorias mencionadas. Do exame dos registros, as seguintes características gerais podem ser tiradas: (1) As respostas irrelevantes apareceram, inicialmente, em surtos pequenos e, depois, em surtos maiores, intercaladas com períodos de *obtenção de água*. (2) Destas respostas, as mais frequentes foram as de *limpeza*, seguidas pelo *farejamento*, pelo *levantar-se* e, finalmente pelo *parado*. (3) Durante pelo menos os primeiros 30 min de sessão, houve aumento nas seguintes categorias: *limpeza, farejamento, levantar-se* enquanto decrescia a atividade de *obtenção de água*. (4) Nos últimos minutos de sessão foram anotados aumentos de *parado*. A curva para o animal R61 (Figura 1) é típica do desenho dos animais neste grupo.

Apresenta certo interesse o aumento de frequência das respostas de *farejamento* e de *levantar-se* a ocorrer na primeira parte da sessão. Quando um rato sem treino é colocado na caixa de Skinner (sem condições, portanto, para a exibição mais do que casual da resposta de pressionar a barra), estas respostas decrescem ao longo da sessão. A Figura 1 apresenta o desempenho de um dos cinco ratos que foram estudados em condições semelhantes às da observação já mencionada, porém sem treino à barra (e sem experiência prévia do ambiente experimental). Nota-se que as respostas de *farejamento* e de l*evantar-se* desse rato, R12, têm a sua maior frequência no início da sessão e que a *limpeza*, em aumento, tende a substituí-las no fim da sessão. As respostas que se assemelhariam à *obtenção de água* foram bastante raras e não foram incluídas no gráfico. Dada a existência de algumas diferenças no procedimento, os dados relativos aos ratos treinados e aos ratos não treinados não podem ser rigorosamente comparados. O seu cotejo sugere, contudo, que a resposta treinada de pressionar a barra compete com as respostas de exploração que normalmente surgiriam na situa-

ção, evocadas pelos aspectos de novidade e complexidade da mesma. Com o aumento da saciação, os surtos de exploração adquirem mais e mais duração. Esperar-se-ia que, continuada a sessão, este tipo de comportamento, também viesse a rarear, cedendo lugar ao parado. Estas são apenas conjeturas que valem na medida em que suscitam uma análise funcional ulterior. Os estudos de Timberlake & Birch (1967) e de Birch (1968) abordam experimentalmente o problema da interação entre vários sistemas de resposta numa situação em que ocorre ingestão e representam um primeiro avanço dentro desta perspectiva de análise. Em todo caso, não se pode escapar à constatação de que o rato, apesar de confinado na caixa de Skinner, faz outras coisas além de pressionar a barra e que estas suas atividades merecem adquirir relevância.

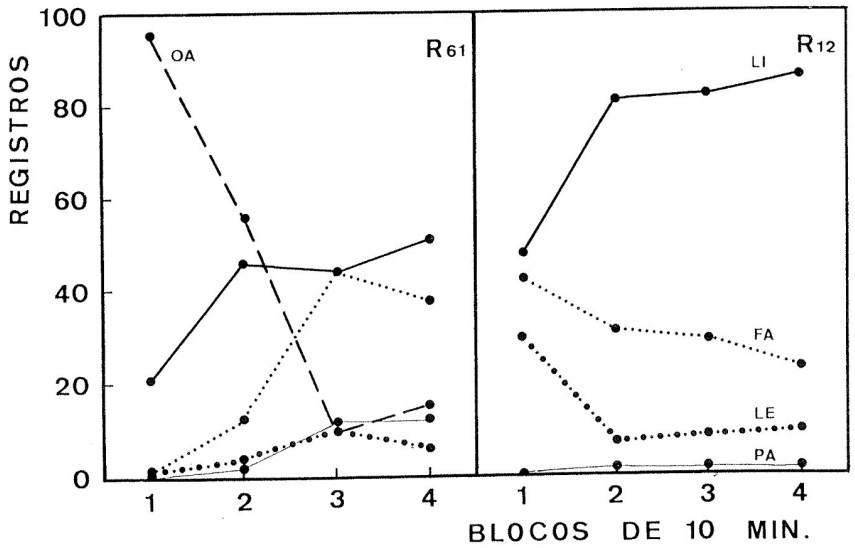


Figura 1. Frequência de registros das categorias obtenção de água (**OA**), limpeza (**LI**), farejamento (**FA**), levantar-se (**LE**) e parado (**PA**) no rato **R61**, treinado em CRF numa caixa de Skinner e frequência de registros das mesmas categorias (excetuando-se a obtenção de água) no rato **R12** colocado, sem treino, na caixa de Skinner.

A ESTRUTURA DO COMPORTAMENTO

A passagem da consideração de apenas uma variável dependente para uma abordagem em que o repertório do animal ou grande parte dele constitui o dado básico conduz o pesquisador diante de novo problema: o da estrutura do comportamento. De maneira bastante geral, usa-se o termo estrutura para abranger as relações temporais entre as várias respostas assim como as características de duração destas mesmas respostas. Num sentido menos descritivo e mais próximo da análise causal, a estrutura seria a rede de interações entre os processos que controlam as diferentes classes de respostas.

Problemas de estrutura não assumem sempre uma importância marcada nas discussões de psicólogos experimentais, uma vez que estes frequentemente afunilam os seus dados (e as suas concepções) usando uma ou poucas variáveis dependentes. Na abordagem etológica, em que a descrição faz brotar muitas vezes diversas categorias, o estudo das relações que cada uma destas categorias mantém com as outras se torna importante. Uma resposta particular é entendida como o ponto de chegada de uma sequência anterior de respostas e como o ponto de partida para diversas alternativas comportamentais, cada qual dotada de determinado valor probabilístico.

O estudo de Norton (1973) mostra que a abordagem estrutural-descritiva não é incompatível com a intenção experimental e os controles do laboratório. Norton notou que muitos dos estudos sobre a chamada "hiperatividade" produzida pela anfetamina se limitam a dados de frequência total desta ou daquela categoria. No seu estudo, em que 15 categorias eram registradas fotograficamente a intervalos regulares, foi possível entrar nos pormenores do efeito da droga: doses crescentes produziam aumentos em apenas algumas classes de respostas e levavam a um encurtamento da duração da maioria das categorias, tanto as ativas como as inativas. Além disso, a anfe-

tamina tornava *mais aleatórias* as sequências comportamentais, por diminuir o número de pares de respostas estatisticamente ligadas.

O modelo de análise sequencial usado por Norton (1973) é relativamente simples. Modelos sofisticados continuam sendo propostos para lidar com o comportamento individual ou com a interação entre organismos. A revista *Behaviour* tem publicado, nos últimos anos, um número notável de artigos nos quais são elaborados ou aplicados modelos de análise estatística da estrutura do comportamento.

A análise estrutural, ao nível descritivo, parece oferecer ao psicólogo experimental critérios para o agrupamento de elementos comportamentais em classes de maior ou menor "molaridade", um instrumento de diagnóstico mais refinado, uma maneira de apreender o efeito das variáveis sobre um repertório onde competem e se equilibram várias tendências para agir. Não se deve esquecer, contudo, que a análise descritiva, por refinada que seja, não substitui (apenas complementa) uma análise causal, a busca de uma compreensão do dinamismo de interação dos processos que dão origem às respostas. Além da apreensão das relações temporais entre respostas está o estudo da *integração* do comportamento.

CONCLUSÃO

Duas concepções a respeito de pesquisa comportamental parece que devem ser alteradas. De acordo com a primeira não haveria parentesco entre a pesquisa etológica baseada em métodos de observação direta e a pesquisa de laboratório com ênfase no controle experimental. Foi visto que esta distinção – sem validade do ponto de vista epistemológico – poderia perder a sua nitidez uma vez que as peculiaridades da observação direta fossem em contextos de interferência planejada.

A segunda concepção aceita a continuidade entre observação direta e experimentação, mas concede aos dois aspectos metodológicos *status* diferente e os situa em momentos diferentes, do empreendimento científico. Observar seria explorar o repertório de comportamento e estabelecer categorias, descobrir de maneira bastante vaga as relações relevantes entre o organismo e o meio. Seria preparar um material a ser analisado, posteriormente, pela abordagem experimental. Seria suscitar as dúvidas certas. Menzel (1969) retrata o naturalista como alguém que valoriza o existente e que aconselha "olhe para os seus animais e eles lhe dirão quais são os problemas relevantes" (p. 80). Esta concepção do observar como primeiro passo transparece na crítica que Tinbergen (1963) endereça à psicologia. A psicologia teria pulado "o estágio preliminar, descritivo, pelo qual passaram as outras ciências naturais" (citado por Hutt & Hutt, 1970).

Inegável é a importância de contato, descompromissado e descritivo, entre o cientista e o organismo que pretende conhecer. Atua como abertura e vence as ideias feitas que impõem ao material empírico uma estrutura arbitrária. Não é, contudo, razoável restringir a descrição somente ao primeiro estágio, nem supor que ela não possa demonstrar a sua utilidade nas fases mais adiantadas do estudo, quando já postos em ação os controles experimentais. A interferência experimental e a observação direta podem ser consideradas como fatores metodológicos em contínua dialética.

Esta ideia fica mais clara uma vez levado em conta o duplo papel do dado de observação: de um lado, como mostraram alguns exemplos do presente trabalho, ajudar a estabelecer o grau de "confiabilidade" de uma hipótese acerca de processos comportamentais. Neste contexto, a observação direta forneceria provas e argumentos. De outro lado, fazer surgir incertezas e incentivar a realização de novos experimentos. O planejamento experimental seria então, ao mesmo tempo, causa e consequência da observação. Nesta relação circular, cada um dos fatores metodológicos influencia as características do outro. Assim, por exemplo, uma das consequências benéficas do uso da observação direta poderia ser a opção por planejamentos experimentais que favorecessem a colheita de dados múltiplos de comportamento e que permitisse uma apreensão da estrutura das respostas.

Convém, partindo de distinção semelhante proposta por Altmann (1974),

diferenciar a validade *interna* de um estudo, relativa ao grau de aceitabilidade de suas proposições quando Julgadas dentro do contexto em que o estudo foi realizado, de sua validade *externa*, ou seja, do grau em que estas proposições podem ser tidas com corretas, quando testadas num contexto diferente. Transportando a dicotomia para o campo da pesquisa com animais: os estudos de laboratório teriam, como nota Altmann (1974), uma alta validade interna, mas pecariam, do ponto de vista da validade externa por não fornecer proposições válidas a respeito dos organismos em condições naturais (ou seja, em condições de pouca interferência).

Este é um ponto tradicional de conflito entre naturalistas e estudiosos de laboratório. Parece inadequado lidar com esta problemática de maneira apenas teórica, quando uma comparação entre laboratório e natureza (ou entre as condições de cativeiro e o habitat natural), feita dentro dos princípios aceitos de colheita e interpretações de dados, poderia levar à avaliação realista do grau de distorção imposto pelo ambiente "artificial", e permitiria que se julgasse a validade de uma transferência das leis elaboradas numa das situações para a outra.

Em retrospecto, dir-se-ia que o uso da observação direta em contextos de experimentação, no laboratório, tem como principal vantagem um aumento de validade interna. A redefinição das variáveis relevantes, a adoção de uma metodologia menos seletiva do ponto de vista dos registros comportamentais e mesmo a reformulação dos planejamentos para propiciar observações mais ricas, representam progressos no conhecimento do organismo, mas não permitem ainda, de todo, a formulação de proposições válidas para outros contextos e, em particular, para o chamado contexto natural. Para alcançar a validade externa, seria necessário aproveitar, para o planejamento experimental, o *feedback* proveniente de estudos efetuados no campo. Desta maneira – diminuído o contraste entre "natural" e "artificial" – alcançar-se-ia uma ciência do comportamento ao mesmo tempo rigorosa e relevante.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1972). *A teia e a caça da aranha Argiope argentata.* Tese de doutoramento, não publicada, apresentada à Universidade de São Paulo.

Ades, C., & Bueno, J. L. O. (1974). O efeito de um sinal sobre o repertório comportamental do rato. *Interamerican Journal of Psychology, 8,* 173-183.

Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior, 49,* 227-267.

Baum, M., & Bindra, D. (1968). Conditioned incentive motivation, spontaneous behavior and inhibition of delay. *Canadian Journal of Psychology, 22,* 323-335.

Bernard, C. (1966). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale.* Paris: Garnier-Flammarion.

Bindra, D. (1961). Components of general activity and the analysis of behavior. *Psychological Review, 68,* 205-215.

Birch, D. (1968). Shift in activity and the concept of persisting tendency. In K. W. Spence, & J. T. Spence (Orgs.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory.* Nova York: Academic Press.

Boolles, R. C. (1970). Species-specific defense reactions and avoidance learning. *Psychological Review, 77,* 32-48.

Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Auto-shaping of the pigeon's key peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 11, 1-8.

Carthy, J. D. (1966). *The study of behaviour.* Londres: Arnold.

Draper, W. A. (1967). A behavioral study of the home cage activity of the white rat. *Behaviour, 28,* 280-306.

Hinde, R. A. (1970). *Animal behaviour: a synthesis of ethology and comparative psychology.* Nova York: Academic Press.

Hinde, R. A. & Stevenson-Hinde, J. (1973). *Constraints on learning: limitations and predispositions.* Nova York: Academic Press.

Hutt, S. J. & Hutt, C. (1970). *Direct observation and measurement of behavior.* Springfield: Thomas.

Jachowski, R. L. (1974). Agonistic behavior of the *Blue crab, Callinectus sapidus* Rathburn. *Behaviour, 50,* 232-253.

Jenkins, H. M., & Moore, B. R. (1973). The form of the autoshaped response with food or water reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 20,* 163-181.

Lorenz, K. (1958). The evolution of behavior. *Scientific American, 199,* 67-78.

Menzel, E. W. Jr. (1969). Naturalistic and experimental approaches to primate behavior. In E. P. Willems, & H. L. Raush (Orgs.), *Naturalistic viewpoints in psychological research.* Nova York: Holt, Rhinchart e Winston.

Miller, N. E. (1961). Integration of neurophysiological and behavioral research. *Annals of the New York Academy of Sciences, 92,* 830-839.

Moore, B. R. (1973). The role of directed Pavlovian reactions in simple instrumental learning ins the pigeon. In R. A. Hinde, & J. Stevenson-Hinde (Orgs.), *Constraints on learning: limitations and predispositions*. Nova York: Academic Press.
Rheingold, H. L. (1967). A comparative psychology of development. In H. W. Stevenson, E. H. Hess, & H. L. Rheingold (Orgs.), *Early behavior: comparative and developmental approaches*. Nova York: Wiley.
Rosenthal, R. (1967). Covert communication in the psychological experiment. *Psychological Bulletin, 67,* 356-367.
Russell, P. A. (1973). Sex differences in rats' stationary cage activity measured by observation and automatic recording. *Learning & Behavior, 1,* 278-282.
Schwartz, B. (1974). On going back to nature: a review of Seligman's and Hager's Biological boundaries of learning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 21,* 183-198.
Selekman, W. & Meehan, E. (1974). An objective technique for recording shock-induced aggression in unrestrained pairs of rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 21,* 177-180.
Seligman, M. E. P. (1970). *On the generality of the laws of learning. Psychological Review, 77,* 406-418.
Seligman, M. E. P., & Hager J. (1972). *Biological boundaries of learning*. Nova York: Appleton-Century-Crofts.
Shettleworth, S. J. (1974). Function, causation, evolution and development of behavior: a review of the animal in its world, by N. Tinbergen. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 22,* 581-590.
Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. Nova York: Appleton-Century-Crofts.
Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement: a theoretical analysis*. Nova York: Appleton-Century -Crofts.
Timberlake, W., & Birch, D. (1967). Complexity, novelty and food deprivation as determinants of the speed of a shift from one behavior to another. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 63,* 545-548.
Tinbergen, N. (1963). On aims and methods of ethology. *Zeitschrift Fur Tierpsychologie, 20,* 410-433.
Tinbergen, N. (1972). *The animal in its world: explorations of an ethnologist, 1932-1972*. Cambridge: Harvard University Press.
Wessels, M. G. (1974). The effects of reinforcement upon the prepecking behavior of pigeons in the autoshaping experiment. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 21,* 125-144.
Zamble, E. (1967). Classical conditioning of excitement anticipatory to food reward. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 63,* 526-529.
Zamble, E. (1968). Classical conditioning of excitement anticipatory to food reward: partial reinforcement. *Psychological Science, 10,* 115-116.
Zamble E. & Kirkwood, R. (1969). Discriminative classical conditioning of excitement anticipatory to food reward. *Psychological Science, 16,* 252-253.

Nota sobre a possível integração entre psicologia experimental animal e etologia[1,2]

César Ades[3]

Na origem, tanto a psicologia experimental interessada no estudo de animais como a etologia, assumiram suas características a partir da rejeição de explicações ''subjetivas'' acerca dos mecanismos psicológicos e elegeram o comportamento como a base sobre a qual edificar uma ciência válida. Leis e teorias foram condicionadas, em ambos os casos, ao prévio contato de uma manifestação externa, comportamental, da vida do organismo.

Se houve semelhança na filosofia original, como explicar a divergência, a falta de interação e, às vezes, o conflito entre as duas correntes? As razões devem ser, em grande parte, procuradas no substrato histórico-social dentro do qual se desenvolveram as pesquisas psicológicas e etológicas. De um lado, vemos a psicologia experimental animal fortalecer-se em contexto cultural norte-americano, sendo praticada em laboratórios e visando, através do uso de procedimentos controlados, a produção de dados quantificados sobre uma ou poucas respostas isoladas para fins de análise. De outro, temos a abordagem etológica, eminentemente europeia, influenciada por pressupostos e técnicas provenientes do campo da zoologia. Tolman, Hull e Skinner são nomes que simbolizam o uso do modelo animal no estudo psicológico; Lorenz e Tinbergen são os iniciadores de uma corrente que se pretende essencialmente biológica.

Toda tipologia envolve uma certa arbitrariedade e pode pender para uma classificação até certo ponto caricatural de pessoas e papéis. No presente contexto, talvez ajude a situar a complexa problemática conceber, como ficções convenientes, dois cientistas-tipo, o Psicólogo (experimental) e o Etólogo. O Psicólogo está em busca de rigor. Tende a privilegiar complexos e precisos delineamentos (estatísticos ou não) e situações experimentais onde impera o controle. Procura manter as variáveis acidentais num nível mínimo enquanto seu equipamento restringe a variabilidade comportamental, forçando por assim dizer o animal dentro de limites preestabelecidos. Supõe-se que a mecanização do equipamento – por meio de dispositivos eletromecânicos ou eletrônicos que se encarregam de acender e apagar luzes, ministrar choques elétricos de intensidade e duração precisas, fornecer pelotinhas de alimento, etc. e, além domais, registrar o *output* do organismo em curvas ou números – contribua para erradicar os vieses que adviriam de um contato mais direto entre o experimentador e seus sujeitos. O Psicólogo visa principalmente investigar a maneira como muda o comportamento, de forma mais ou menos permanente, em função das contingências ambientais. Talvez exista nele uma preocupação em contribuir para o progresso social através da formulação de princípios e leis sobre a aprendizagem.

O Etólogo é, ou pretende ser, mais bucólico. Como, por ocasião de sua formação em cursos de biologia, assimilou bem a lição darwinista e compenetrou-se da importância de surpreender o animal na sua normalidade ecológica, é capaz de aventurar-se pelos campos e matas, pelas dunas ou pelas montanhas, descrevendo o dia a dia de espécies em liberdade. Tinbergen, segundo afirmam, teria dito que, enquanto o Psicólogo engaiola seu animal no laboratório a fim de observá-lo, o Etólogo se engaiola no campo a fim de observar seu animal. Mas nem tudo, na vida do Etólogo, é pesquisa ao ar livre. Nela também constam as experiências feitas na mini ecologia do

[1] Versão de uma apresentação feita durante o workshop sobre "*Análise Experimental do Comportamento*", VI Reunião Anual de Psicologia, Ribeirão Preto, 1976.

[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Psicologia, 4(2),* 1-6, que autorizou a publicação nesta coletânea.

[3] Universidade de São Paulo.

laboratório, ao abrigo de chuva e ventos. O Etólogo não nutre especial preferência por ratos brancos ou pombos: é bastante grande o número de espécies animais que despertam sua curiosidade e bastante ampla a gama de comportamentos que acabam englobados em suas descrições. De maneira geral, poder-se-ia dizer que a intenção do Etólogo é reencontrar espontaneidade dos organismos, a organização de suas respostas como estratégia de sobrevivência.

As indagações do Psicólogo e do Etólogo, diante de um fenômeno comportamental, expressam as divergências entre suas abordagens. O Psicólogo, essencialmente preocupado com o *advento* de certas respostas ou características de respostas, como novidade na vida de determinado organismo, procura estabelecer (usando grupos de controle ou um delineamento antes/depois com os mesmos animais) as condições prévias, a "linha de base" que a manipulação experimental irá transformar. O objetivo é apreender, através da observação de um sistema simplificado considerado *típico*, características que poderão ser generalizadas posteriormente para outros sistemas, mesmo em condições em que os fatores atuantes são mais numerosos e mais complexos. Os resultados de experimentos com ratos ou com pombos que lotam as maiores revistas de psicologia experimental animal certamente não são vistos pelos autores como acrescentando apenas alguma parcela de conhecimento a respeito do rato enquanto rato ou do pombo enquanto pombo. Acredita-se que constituam indícios acerca de processos gerais (reforço, discriminação, etc.), presentes em muitos contextos (possivelmente, também, nos chamados contextos naturais) e muitos tipos de organismos.

A seletividade do Etólogo, sua fidelidade a um esquema preestabelecido de atribuição de relevância parecem menores, pelo menos numa primeira etapa da investigação. O Etólogo, guiado de certa forma pelo próprio desenrolar de atividades do animal, efetua um apanhado inicial, descritivo, que pode ser tão minucioso quanto os catálogos de especialistas em taxonomia. Os menores movimentos são passíveis de registro e entram no conjunto de elementos que permitirão que se tire alguma inferência acerca da estrutura do comportamento. Embora o Etólogo, como o Psicólogo, procure princípios gerais, a amplitude e a variabilidade de seu material o forçam a levar em conta fronteiras internas no seu domínio de conhecimento: seus enunciados têm, implícita ou explicitamente, a marca do relativismo das espécies ou dos sistemas comportamentais. Uma sequência de respostas não é apenas, para o Etólogo, um evento a ser analisado para a descoberta de fatores causais: ela se reveste de um sentido adaptativo e é vista como contribuição para a perpetuação da espécie. Quando o Etólogo se pergunta acerca do valor adaptativo deste ou daquele padrão de movimentos, ele está inserindo sua investigação num contexto de história da espécie e estabelecendo um modelo de relações organismo-ambiente que não é de pura causação.

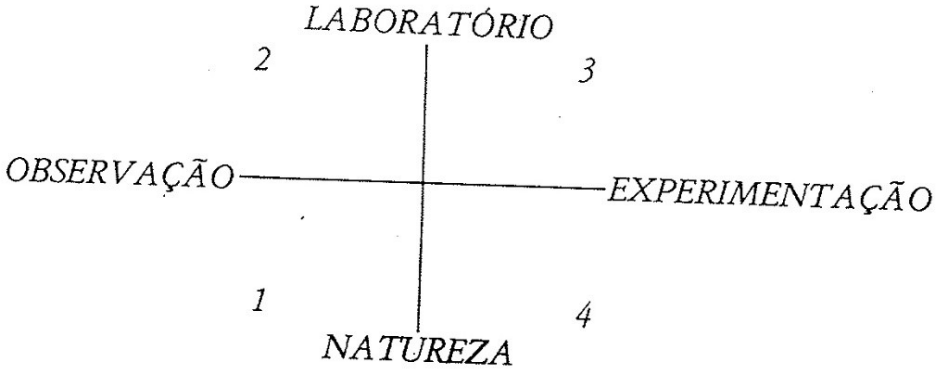
As diferenças de ponto de vista entre Psicólogo e Etólogo são reais e alguns autores têm-nas enfatizado. Schwartz (1974), por exemplo, referindo-se a um ramo peculiar de psicologia experimental, escreve que "além de diferenças fundamentais na orientação e na epistemologia subjacentes, diferenças metodológicas tornaram praticamente impossível a interação positiva entre o behaviorismo e a etologia. A pesquisa em etologia gira em torno da observação sistemática de fenômenos que ocorrem naturalmente enquanto que a pesquisa na análise experimental do comportamento gira em torno de fenômenos até certo ponto artificiais. Em resumo, as duas disciplinas colhem e interpretam dados de natureza muito diferente" (p. 183).

Acredito, contudo (o próprio desenvolvimento dos estudos sobre o comportamento confirma plenamente esta posição), na viabilidade de uma integração entre as duas correntes de pensamento e pesquisa. Sem subestimar a incompreensão que advém de formações e linguagens diferentes, acredito ser frutífero o próprio conflito entre as duas maneiras de encarar o fenômeno comportamental. Do cotejo entre teorias e técnicas nascerão estruturas teóricas mais abrangentes e estratégias mais eficazes.

As proposições oriundas do trabalho em um ou em outro campo refletem valorações diferentes, mas *submetem-se aos mesmos critérios básicos de verificabilidade*. Não é, portanto, de estranhar que estudiosos como Cunha (1977) considerem psicologia experimental e etologia, não como disciplinas conflitantes, mas como empreendimentos de mesmos objetivos epistemológicos, a segunda acentuando até alguns dos pressupostos da primeira.

Do ponto de vista do método, parece possível descrever um espaço global a integrar as estratégias parciais, cultivadas nos dois campos. Num de dois eixos de coordenadas, supor-se-á que se distribuam uma série de estudos possíveis, entre o polo da *observação* (na qual o pesquisador apenas anota as respostas que surgem no fluxo de comportamento, numa estratégia que os psicólogos sociais de hoje chamam de "não obstrutiva" e o polo da *experimentação* (em que o grau de interferência é máximo, sendo o organismo compelido a somente exibir uma ou poucas respostas determinadas de antemão). Um outro eixo, perpendicular ao primeiro, junta o polo dos estudos realizados na *natureza* (entendendo-se por natureza, no caso extremo, o ambiente hipotético ao qual, por força da seleção natural, o organismo esteja adaptado. De maneira um pouco mais concreta, poder-se-ia dizer que, quanto menos afetado pelo homem, mais natural um ambiente) ao polo dos estudos realizados em *laboratório* (ambiente planejado e controlado principalmente pelo homem). Entre estes dois últimos polos, também será plausível supor que se distribuam, em graduação, os diversos estudos possíveis.

Enquanto o eixo *observação-experimentação* refere-se ao *como* da investigação, o eixo *natureza-laboratório* tem a ver com o onde. Os eixos determinam quatro áreas básicas: 1. Estudos de observação realizados na natureza; 2. Estudos de observação realizados no laboratório; 3. Estudos experimentais realizados em laboratório; e 4. Estudos de experimentação realizados na natureza.



Quer-me parecer que não há obstáculo epistemológico ao jogo combinatório que acaba de ser feito. A tradição tem levado a uma concentração de esforços de pesquisa nas áreas 1 e 3, embora muito possa esperar-se de estudos em que animais fossem observados nas condições controladas do laboratório e em que interferências planejadas permitissem desvendar certas regularidades da vida no ambiente natural. Tendo tentado mostrar (Ades, 1976) as vantagens que advêm da adoção de um enfoque "psicoetológico" em que controle e abertura se fundem.

Os eixos postulados representam apenas uma primeira abordagem à questão de uma estratégia unificada de estudo do comportamento animal. Análises subsequentes deverão permitir a formulação de esquemas mais elaborados e provavelmente mais válidos.

Do ponto de vista do conteúdo, há sinais positivos de aproximação entre as perspectivas da etologia e da psicologia. Etólogos preocupam-se em avaliar o grau de flexibilidade de padrões estereotipados ("instintivos") e lançam-se na análise das condições de atuação de reforçadores (seara tradicional de seus colegas psicólogos de laboratório). Sofisticam-se do ponto de vista tanto do equipamento como do delineamento estatístico. Os psicólogos experimentais já não estão tão seguros de que os mecanismos de aprendizagem independam de uma série de prontidões, oriundas do cabedal genético, testemunhos de longo processo de adaptação biológica. Estudos comparativos fazem-se mais frequentes.

Permito-me citar, como exemplo de interação entre as duas perspectivas, um estudo desenvolvido em nosso laboratório sobre a construção de ninho do hamster dourado, *Mesocricetus auratus* (Ades & Otta, 1977; Otta & Ades, 1977). Quando posto em contato, em local relativamente novo, com tiras de papel, o hamster as apanha e

transporta para a gaiola viveiro, formando um ninho. Este comportamento origina-se na tendência que, no meio natural, o hamster tem de acumular folhas em sua toca, a serviço de finalidades termo-regulatórias e de conforto para a ninhada. A sequência pode ser observada facilmente no laboratório e pode ser submetida a uma análise experimental (quando é que ocorre "saciação" de papel? Quais são os fatores que nela influem? De que maneira se integram os diversos componentes da sequência? etc.).

O objetivo não é simplesmente replicar, com mais uma espécie, princípios que há anos são conhecidos acerca do condicionamento de ratos com gotinhas d'água ou pelotas de alimento, mas, sim, de dar uma chance a certos mecanismos, talvez específicos da construção de ninho em roedores (ou precisamente no hamster), de manifestar-se. Estuda-se um sistema comportamental através de uma abordagem em que se conjugam a descrição minuciosa das respostas e sequências de respostas e uma manipulação própria dos delineamentos experimentais de laboratório.

Este é apenas um exemplo. Muitas outras linhas de abordagem integrada esperam, para se concretizar, a criatividade de cientistas que, na busca de conhecimento mais amplo, sejam capazes de transcender seus pensamentos, o círculo teórico fechado em que se transformam, às vezes, as correntes de pensamento.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1976). A observação do comportamento em situações experimentais. *Ciência e Cultura, 28,* 25-34.

Ades, C., & Otta, E. (1977). Fatores envolvidos na cessação do armazenamento de papel em hamsters (*Mesocricetus auratus*). Trabalho apresentado durante a 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, São Paulo, 1977. Resumo no Suplemento de *Ciência e Cultura, 29,* 822.

Cunha, W. H. A. (1977). Comunicação pessoal.

Otta, E., & Ades, C. (1977). Dados descritivos acerca do armazenamento de material de ninho em hamsters (*Mesocricetus auratus*). Trabalho apresentado durante a 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência São Paulo, 1977. Resumo no Suplemento de *Ciência e Cultura, 29,* 820.

Schwartz, B. (1974). On going back to nature: A review of Seligman's and Hager's Biological Boundaries of Learning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 21,* 183-198.

Uma perspectiva psicoetológica para o estudo do comportamento animal[1,2]

César Ades[3]

RESUMO. Embora ensaiando contatos, a etologia (e a ecologia comportamental) e a psicologia experimental têm seguido caminhos apartados. Defende-se aqui uma abordagem integrada, psicoetológica, aos processos comportamentais básicos, com estes pontos programáticos: (1) a escolha de comportamentos ecologicamente relevantes (sistemas funcionais) como foco inicial de análise; (2) o uso explícito da situação de laboratório como modelo de contextos naturais e (3) o estudo das diferenças interespecíficas dentro de um quadro ecológico de referência. Esta abordagem apresenta vantagens enquanto geradora de pesquisa e enquanto fonte de subsídios para uma teoria geral do comportamento animal.

ABSTRACT. A psycho-ethological approach to the study of animal behavior. In spite of attempts to find a common ground, the approaches of ethology (and behavioral ecology) and experimental psychology remain distinct in their methods and objectives. The approach suggested here is an integrated, psycho-ethological one, which treats learning and other basic processes as biological phenomena and which puts emphasis on (l) the investigation of ecologically relevant behaviors (functional systems) as a first step in analysis; (2) the explicit use of laboratory contexts as simulations of real-world environments; (3) the comparative study of behavior. This approach broadens the field of investigation of basic processes and makes a step towards a general theory of animal behavior.

"Afirmações relativas à consciência em animais, afirmativas ou negativas, não são suscetíveis de verificação... Um estudo do comportamento de um ponto de vista objetivo nos ajudará a perceber que as atividades com as quais lidamos em outros campos da fisiologia ocorrem numa substância que é capaz de todos os processos de comportamento, inclusive o pensamento e a razão". Pode surpreender verificar que estas frases, de nítido teor comportamentista, tenham sido escritas em 1906 por um zoólogo, Jennings, alguns anos da publicação dos artigos e livros que tornariam Watson conhecido como o fundador do comportamentismo.

Pode também causar surpresa a reação crítica inicial de Watson (1907) às ideias de Jennings. Watson, parecia então dar valor à introspecção e acreditar na inferência de conteúdos conscientes. Sua guinada ulterior em direção ao comportamentismo decorreu provavelmente da influência de Loeb e do próprio Jennings, com o qual estudou na Universidade John Hopkins (Jensen, 1962; Pauly, 1981).

O caso Jennings-Watson ilustra a interação que existia, no virar do século, quando fermentavam ideias novas a respeito de comportamento animal, entre biólogos e psicólogos. A convergência, além de manifestar-se no plano epistemológico, revelava-se na concepção difundida de que os animais deveriam ser estudados em condições naturais ou em condições próximas destas. Kline (1898) propunha que se integrassem os dois métodos básicos, o da observação natural e o da experimentação e Small (1900) tomava firme posição: "os experimentos devem ajustar-se ao caráter psicobiológico do animal, para que façam sentido seus resultados" (p. 206).

Os caminhos foram se apartando de pois, talvez, como ressalta Galef (1984), em função do sucesso da proposta thorndikeana que abstraía, do animal enquanto organismo em situação natural, processos básicos subjacentes e deles fazia o objetivo

[1] Versão de uma apresentação feita no simpósio "*Perspectivas em etologia*", X Congresso Brasileiro de Zoologia, Belo Horizonte, 1983, O artigo foi preparado durante a vigência de uma bolsa de pesquisador do CNPq.
[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Boletim de Psicologia, 36(85),* 20-30, 1986, que autorizou a publicação nesta coletânea.
[3] Departamento de Psicologia Experimental do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

maior da pesquisa. O interesse de Thorndike (1911) era explorar "a natureza dos processos de associação na mente animal" (p. 20).

Tenho, em diversas ocasiões (Ades, 1976, 1978, 1983) distinguido a tradição da psicologia experimental animal da tradição zoológica, no seio da qual se originou a etologia. São posturas complexas que têm, ao longo do tempo, através da dialética de sua oposição, sofrido uma evolução na qual não faltam alguns empréstimos mútuos.

O psicólogo experimental está atrás de perguntas e respostas causais a respeito do comportamento animal. Sua estratégia consiste em cercar processos básicos, purificando os contextos de observação de tudo o que prejudicaria o caminho da inferência e da generalização. O animal de laboratório tem, assim, o status de animal-modelo, sistema conveniente e reduzido mediante o qual podem ser testadas as hipóteses causais. Não curiosidade pelo rato enquanto rato, pelo pombo enquanto pombo, mas pelo rato ou pombo corno sucedâneos de outros organismos, preferencialmente o ser humano. As situações experimentais, arbitrárias do Ponto de vista do ambiente natural da espécie, são planejadas a partir das concepções vigentes acerca dos processos básicos, justificam-se em função de sua eficiência analítica.

Na tradição zoológica, é a diversidade dos animais e de seus desempenhos que está em foco. Remete a outra diversidade, a dos cenários naturais, aos quais o comportamento, produto de uma história seletiva, está adaptando. O sentido de um ato é apreendido, de forma completa, quando se descobre ou infere seu valor enquanto instrumento de adaptação. Rastrear o animal na natureza é uma maneira de surpreender este aspecto "pragmático" dos desempenhos. O controle experimental fornece às vezes um aval e uma maneira de discriminar os fatores causais envolvidos.

A abordagem zoológica não se restringe, contudo, à catalogação da diversidade, busca não permanecer no que Skinner chamou de "botanização dos reflexos". Visa alcançar, através do conhecimento da "raticidade" do rato e da "pombalidade" do pombo, princípios gerais que são, exatamente, os do ajustamento das espécies ao habitat e de seu desenvolvimento filogenético.

Não acredito numa simples fusão de tendências. As linhas de pesquisa num campo e noutro persistem em seus pressupostos, encontram facilidade em manter-se dentro de suas estratégias metodológicas e de seus modelos de interpretação. Vez ou outra, ainda se pode surpreender um ataque menos velado. O psicólogo Rachlin (1981), em sua crítica a uma proposta de estudo ecológico da aprendizagem, se refere à "massa de observações casuais, de experimentação feita sem muita convicção e de especulação teórica que recebe o nome de pesquisa etológica" (p. 155). E continua: "Se não é fácil descobrir as finalidades e os objetivos dos animais em ambientes simples, "não naturais" (o laboratório), deve ser ainda mais difícil descobri-los na "natureza" onde certamente se encontram encobertos" (p. 155).

Wilson (1975), no outro campo, vê a psicologia comparada como destinada a ser "canibalizada pela neurofisiologia e pela fisiologia sensorial, de um lado, e pela sociobiologia e ecologia comportamental, de outro" (p. 6)[4].

Não acredito tampouco em "canibalização". Vejo a tensão entre psicologia experimental e etologia, acrescida da proveniente do surgimento da ecologia comportamental, como gerando uma interface promissora, propícia para experiências epistemológicas.

Do ponto de vista do método, cumpre transcender o pensamento que isola laboratório de natureza, experimento de observação sistemática, como categorias dicotômicas; do ponto de vista da teoria, aceitar o desafio da integração entre a linguagem de estímulos e de respostas, de formas de aprendizagem e a linguagem do comportamento típico da espécie, elemento de adaptação ao universo ecológico.

Esta perspectiva, que pode ser qualificada de psicoetológica[5], implica numa ampliação do quadro de referência da psicologia experimental, no sentido de maior

[4] Estas provocações refletem divergências epistemológicas mais profundas, cuja natureza não abordarei, dados o objetivo e a dimensão do presente artigo.

[5] "Psico" é um prefixo fácil de anexar que eu aproveito para lançar em termo sintético, não por ceder a impulso lúdico, mas para destacar uma área de contato importante entre linhas tradicionais de pesquisa. O termo já foi usado na tese de doutoramento de Bueno (1976). Angermeier (1984), invertendo as coisas, propõe o termo "eto-psicologia".

"etologização" e "ecologização". Ao negligenciar a questão da variabilidade entre organismos e a da adaptação ao meio natural, a psicologia experimental fechou-se num conjunto restrito de problemas, delimitado muitas vezes pelas paredes de uma caixa, com o risco – não de deixar de produzir conhecimento, pois qualquer investigação que desvende regularidades constitui desempenho científico – mas de perder a validade externa, ou seja, a relevância das descobertas do ponto de vista da vida natural dos organismos.

"Etologizar" é simplesmente trazer a investigação em psicologia experimental de volta às suas fontes biológicas, chamando a atenção para a análise de comportamentos ecologicamente relevantes (não apenas das respostas mais simples e de fácil registro); enfatizando a importância do cenário natural como quadro de referência e recuperando, embora seja este um objetivo árduo e ardiloso, a intenção comparativa.

Estes pontos de programa – que acrescentam, à postura estruturalista que geralmente embasa a psicologia experimental, a preocupação funcionalista – são convites para a introdução de maior *variedade* nos esquemas de estudo.

Têm o valor *heurístico* como primeira vantagem. A abertura empírica que decorre de variar os animais estudados, remodelar as situações, abordar sistemas comportamentais diferentes e mais complexos, acelera o fluxo de aquisição de informação e abre caminho para a descoberta de novos princípios comportamentais.

A segunda vantagem do programa é fornecer alicerces para a formulação de uma *teoria integrada do comportamento animal* em que sejam reconciliados, possivelmente através de sua superação, os conceitos desenvolvidos na análise experimental psicológica e na etologia e ecologia comportamental.

A ANÁLISE DE COMPORTAMENTOS ECOLOGICAMENTE RELEVANTES

A análise experimental em psicologia parte muito frequentemente de um problema conceitual (natureza do processo de discriminação ou de esquiva, efeitos de esquemas específicos de reforço, características da memória a curto prazo, etc.) e procura sua solução após tê-lo formulado em termos das mudanças possíveis de uma resposta-critério ou resposta representativa: bicar, lamber, pressionar uma barra, sobressaltar-se, etc.

A escolha da resposta obedece a um critério de conveniência – do ponto de vista do registro ou da sensibilidade da resposta aos eventos ambientais estudados ou, ainda, do ponto de vista do conhecimento prévio acumulado a respeito da mesma – e se baseia no pressuposto de que representa adequadamente uma *classe* de desempenhos (entre eles, os que o animal exibe nas situações naturais). O estudo de um operante arbitrário é caminho para a compreensão dos operantes em geral.

Este caminho de pesquisa tem várias vantagens a seu favor, especialmente a facilidade da manipulação experimental e a pureza dos esquemas teóricos. Acho, contudo, que é *insuficiente para cobrir, em extensão e profundidade, o domínio dos fenômenos comportamentais*.

Dentro de uma perspectiva psicoetológica, importa suplementá-lo com a estratégia que consiste em partir do comportamento *tal como ocorre normalmente, em unidades significativas do ponto de vista do ajustamento ao ambiente*, e então passar para uma etapa de análise dos processos subjacentes.

Inverte-se a trajetória da investigação: é a interação entre o organismo e aspectos do habitat natural que fornece um quadro para o surgimento das perguntas e dos problemas. Não há escolha apriorística de resposta-critério ou do ambiente-critério, mas sim urna preocupação pelo que pode ser chamado de *comportamento ecologicamente relevante* (Ades, 1983). É evidente que, dependendo da análise particular, requerer-se-á, às vezes, em momento posterior, o recorte do desempenho em unidades menores, com escolha de uma ou poucas respostas representativas: mas a opção se fará então sem perda de ligação com o contexto adaptativo.

É similar a proposta de Johnston (1981). Sugere seja feita primeira e prioritariamente a seguinte pergunta: "Quais são os problemas comportamentais que este

animal deve resolver ao adaptar-se ao seu ambiente?". Para responder, efetua-se uma *descrição de tarefa*, ou seja, uma caracterização das circunstâncias que o organismo deverá enfrentar e dos possíveis objetivos a serem alcançados por ele, verificando-se depois, por urna análise de processos, como o serão.

O GAIO E AS BORBOLETAS TÓXICAS

Ao analisar os comportamentos adaptativos, verifica-se às vezes ser possível urna interpretação de seus mecanismos em termos dos paradigmas conhecidos de aprendizagem: lança-se uma ponte entre laboratório e ecologia.

Um exemplo conhecido é o da aversão que predadores adquirem por presas de gosto desagradável. O gaio *Cyanocitta cristata* evita comer as borboletas monarca (corno *Danaus plexippus*) de belo colorido laranja e preto. É que estas, quando no estado de larvas, nutrem-se de urna planta tóxica, incorporando o veneno.

O gaio, em primeiro contato, engole a presa e não tarda a vomitar, salvando-se da morte por envenenamento, mas adquirindo sólida esquiva em relação a borboletas do mesmo colorido. Brower (1971), que estudou o fenômeno em laboratório, observou certos pássaros terem, inclusive, espasmos só de ver a borboleta, um dia depois da intoxicação.

Esta aprendizagem de esquiva assemelha-se à que se obtém, no laboratório, mediante procedimento lançado por Garcia (García, McGowan, & Green, 1972): o consumo, pelo rato, de urna substância inócua, corno água com sacarina, é inibido quando seguido do mal-estar provocado por injeção de cloreto de lítio ou exposição a raios-X.

A história é especialmente interessante porque desvenda a ligação entre a trama do *processo* e a trama da *função*, entre aprendizagem e sobrevivência. A larva incorpora toxinas da planta que irão imunizá-la mais tarde, em estágio adulto, dos predadores. Não é defesa automática: depende de aprendizagem por parte do predador e do sacrifício de pelo menos urna borboleta. As cores das asas funcionam corno estímulos condicionados. Têm de ser vivas (e provavelmente tenham sofrido seleção neste sentido) para que a aprendizagem se dê de modo rápido e certeiro. Borboletas de outras espécies, não tóxicas, a fim de se valer da proteção que as monarcas conseguem, desenvolveram, por mimetismo, um colorido muito semelhante de asas. Sua sobrevivência, frente a gaios esfomeados, depende de uma característica dos mecanismos percentuais destes, daquilo que o psicólogo experimental costuma denominar de generalização de estímulos.

O AMAKIHI E A BUSCA DO NÉCTAR

Outro exemplo clássico é o da pesquisa de Kamil (1978) com o amakihi (*Loxops virens*), um pássaro do Havaí que se alimenta de néctar. Kamil registrava as visitas de pássaros individuais a cada grupo de flores. Verificou que os animais tendiam a evitar, durante um certo tempo, uma inflorescência na qual já tivessem efetuado coleta de néctar. Este espaçamento de visitas não poderia ser devido a alguma marcação que o pássaro deixasse, como "lembrete", na própria flor: outros pássaros não hesitavam em se aproximar da mesma. Também não decorria de uma possível ordem estereotipada de visita às inflorescências da mesma árvore. É forçoso crer, portanto, que o amakihi registra a localização das flores visitadas, deixando de voltar para elas por causa da queda dos níveis de néctar, ou seja, da diminuição de um fator reforçador.

Fenômeno semelhante de memória foi observado no laboratório: ratos que patrulham um labirinto de 8 braços convergentes – havendo na extremidade de cada qual apenas uma parcela de alimento, simulação de uma fonte com níveis não

recuperáveis – aprendem a não entrar duas vezes no mesmo braço. Utilizam uma estratégia de ganhar e mudar de lugar (*win-shift*) que otimiza seu forrageamento (Olton, 1979).

"É claramente viável", conclui Kamil (1978), "estudar padrões aprendidos de comportamento sob condições naturais... Estudos destes permitem que seja identificada de forma empírica a maneira específica como a aprendizagem de respostas contribui para o sucesso biológico dos organismos em seus ambientes naturais. O significado ecológico ou adaptativo da aprendizagem deveria ser uma parte importante de qualquer teoria comparativa e biológica da aprendizagem" (p. 394).

A ARANHA DE JARDIM E O CONTROLE PAVLOVIANO

Rastreando possíveis instâncias de aprendizagem em comportamentos ecologicamente relevantes, preocupei-me em verificar se havia determinantes pavlovianos na reação de salivação (ou produção de sucos digestivos) que a aranha *Argiope argentata*, como outras, normalmente exibe quando está ingerindo uma presa. Ao invés de, como nos experimentos de Pavlov, programar um estímulo arbitrário (campainha) antes do alimento para levá-lo a adquirir características condicionadas, procurei por um estímulo que naturalmente precedesse o contato com a presa. Numa sequência normal de caça, a vibração de um inseto preso nos fios viscosos da teia ocorre sempre antes da captura e teria, por isso, condições de tornar-se preditivo.

Aranhas mantidas em laboratório foram testadas nas seguintes condições: (1) *controle*: transportes e abertura da caixa-viveiro, sem mais estimulação; (2) *vibração apenas*: uma mosca punha a vibrar a teia, mas era retirada antes da chegada da aranha (este era o candidato a estímulo condicionado); (3) *vibração mais contato*: fazia-se vibrar uma ponta de cotonete até que fosse apreendida pela aranha, estímulo desprovido das características olfativas ou gustativas de uma presa; (4) *captura*: deixava-se que se consumisse a captura de uma mosca.

Em condições de captura, como previsto, todas as aranhas salivaram. A mosca representa um complexo estímulo incondicionado ou estímulo-signo.

Algumas aranhas apenas (13,3%) chegaram a salivar na condição de controle, em consequência talvez dos efeitos ativadores do transporte e da abertura da caixa-viveiro, ou de um efeito de condicionamento (no laboratório, os estímulos ligados ao transporte e à abertura da caixa-viveiro antecedem normalmente a alimentação dos animais).

Surpreendentemente, em se tratando de um estímulo regularmente pareado ao estímulo incondicionado, a vibração não provocou salivação acima do controle (12,9%). Alguma restrição ou "*constraint*" ao efeito associativo estava presente.

Poder-se-ia arguir que, na natureza, a vibração da teia não possui valor positivo total, uma vez que alguns insetos – após baterem as asas nos fios viscosos – conseguem escapar. Mas o argumento não vale para a situação de laboratório onde a contingência vibração/contato com a mosca era perfeita.

Talvez haja algo como uma inibição de atraso: a aranha protelaria a resposta condicionada até deixá-la quase coincidir com o advento do estímulo incondicionado. Neste caso, esperar-se-ia que a resposta somente fosse eliciada por estímulos muito próximos, no tempo, da chegada ao inseto.

Dando apoio a esta suposição, a salivação surgiu em 100% dos casos na condição vibração mais contato. As aranhas tinham profusa secreção diante da ponta de cotonete, talvez pelo fato do contato ser a origem de uma estimulação táctil preditiva. Na maioria das vezes, a ponta de cotonete – imprópria para a ingestão – era posteriormente rejeitada.

Seria interessante observar a eventual extinção da salivação diante do estímulo táctil, ou mostrar que a salivação pode ser eliciada por um estímulo qualquer, que surgisse regularmente um pouco antes da captura, antes de se aventurar a afirmar que fatores pavlovianos integram-se ao processo através do qual são geradas as sequências estereotipadas de predação.

O PEIXE E A AGRESSÃO CONDICIONADA

Quando em fase de acasalamento, o macho do peixe *Trichogaster trichopterus* constrói seu ninho de bolhas e defende o território ao redor contra qualquer macho invasor, exibindo as nadadeiras expandidas, mordendo o oponente ou lançando lhe correntes de água com batidas da cauda. Este padrão de comportamento, de óbvio valor adaptativo, pode sofrer a influência de fatores pavlovianos.

Num de seus experimentos, Hollis (1984) estimulava um macho *T. trichopterus* com uma luz vermelha apresentando-lhe, logo em seguida, um rival, mantido em vidro transparente. A repetição do pareamento acabou fazendo com que a luz ganhasse o poder de eliciar, *por si só*, partes da exibição agressiva. Hollis então criava uma situação de confronto real: de um lado, na borda do território, um macho previamente exposto ao estímulo condicionado (luz), de outro, um macho sem experiência de pareamento. O primeiro atacava com muito mais vigor, exibindo-se e mordendo mais o rival.

Segundo Hollis, o condicionamento teria função adaptativa, preparando o organismo para situações iminentes. O peixe experienciado, posto de sobreaviso pelos sinais de chegada do adversário (na natureza, estes sinais talvez sejam sombras ou pequenas correntes, ou ainda, estímulos olfativos) entraria numa condição motivacional em que fosse facilitado o ataque e teria maiores chances de levar a melhor.

A APRENDIZAGEM DO CANTO COMO HABILIDADE "ESPECIALIZADA"

A análise de comportamentos ecologicamente relevante viabiliza a descoberta de processos de que *não dão conta os paradigmas correntes*. São um estímulo para a inventividade em pesquisa e para o enriquecimento da teoria.

Merece atenção o caso da aprendizagem do canto em pássaros, área fervilhante de pesquisa, mas sem influência marcada sobre o pensamento psicológico. Em certas espécies de pássaros, os animais são capazes de executar cantos aos quais foram expostos, meses antes, enquanto filhotes. Marler & Peters (1982) demonstraram que a retenção não depende da execução, no intervalo, de subcantos, ou seja, repetições parciais e rudimentares do canto-modelo.

Pássaros *Melospiza georgiana*, criados em laboratórios, eram expostos na infância a cantos gravados em fita. Gravações periódicas de seus cantos eram, em seguida, tomadas até os 400 dias de idade. Verificou-se que os animais somente iniciavam a repetição do canto ouvido, 240 dias após o término de sua exposição ao mesmo, sem nenhuma forma de subcanto no intervalo. Um resultado como este põe em xeque um dos pressupostos preferidos da teoria da aprendizagem que credita ao *desempenho* um papel essencial na aquisição de novas formas de comportamento.

Outros casos de aprendizagem "especializada" (estampagem, reconhecimento individual, aprendizagem de locais de armazenamento, etc.) são fontes de ideias novas e não deveriam ser postos de lado, simplesmente porque, no dizer de certos estudiosos, não representam exemplos típicos de aprendizagem chamada "associativa" (Domjan & Galef, 1983).

A SITUAÇÃO EXPERIMENTAL COMO MODELO DE SITUAÇÕES NATURAIS

A análise psicoetológica envolve, além da seleção para estudo de comportamentos ecologicamente relevantes, um planejamento de ambientes experimentais que os torne modelos adequados da situação natural.

Várias alternativas de modelação estão abertas. De um lado, cabe reproduzir, em laboratório, características físicas *concretas* do habitat natural: oferecer um terrário a um roedor, simular árvore num aviário, colocar um camarão num aquário

dotado de tocas, etc. O modelo pode, de outro lado, ser uma réplica *abstrata*, reduzida ao essencial, das características ambientais julgadas relevantes. As pressões que um animal executa na barra de uma caixa de Skinner podem ser tomadas como o equivalente de um episódio de forrageamento, na natureza.

Existe uma gama toda de possibilidades, entre a própria natureza, o grau mais alto e mais concreto de fidelidade ao contexto da seleção natural, e um equipamento exíguo, em que um animal é forçado a desempenhar as respostas que o experimentador deseja que desempenhe.

Em qualquer dos casos, *impõe-se uma decisão acerca de quão representativo é cada aspecto da situação de estudo*. É necessário que o caráter de modelo da situação de laboratório seja colocado explicitamente, como questão metodológica. Os modelos mais abstratos, embora mais convenientes do ponto de vista da praticidade, são mais precários e requerem, em maior grau, validação através do cotejo com estudos naturalísticos.

No polo mais abstrato da modelação, temos estudos como os de Collier e colaboradores (Collier, 1980) em que é montado um universo experimental que inclui barras, requisitos de trabalho, acesso a fontes de recurso (água, alimento, atividade, etc.) e que partem do pressuposto de que, nestas condições, serão revelados os princípios do cálculo de "custo/benefício" vigentes na natureza.

Num experimento de Lea (1979), representativo da abordagem, bicadas de um pombo a um disco central eram tomadas como equivalentes a um comportamento de "busca do alimento", enquanto as bicadas noutro disco, que poderia ser vermelho ou verde, representavam o "processamento" (curto, longo) do alimento. Os pombos tiveram um desempenho comparável ao de peixes, pássaros e outros animais testados em condições naturais ou seminaturais: quando maior a densidade das "presas", mais seletivos eram, isto é, escolhiam cada vez menos a alternativa de maior tempo de processamento.

Os estudos de ecologistas e, de forma mais tímida, de alguns psicólogos, mostram que é possível e extremamente interessante testar hipóteses no próprio campo ou em situações complexas de simulação. Em nosso laboratório, trabalhando com roedores, temos manipulado o substrato para escavação, as dimensões da toca, a distância das fontes de alimento e material de ninho, etc. numa tentativa de obter dados que fizessem sentido, não só do ponto de vista da análise dos processos básicos, como do ponto de vista da compreensão do caráter adaptativo destes processos.

COMPARAÇÃO COMO INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DA REAÇÃO DE ADAPTAÇÃO

Por mais que seja estudada a Espécie Única, rato, pombo ou qualquer outro animal, nunca fornecerá informações seguras e suficientes para a formulação de princípios gerais sobre o comportamento. Dado o caráter conservador da evolução, há, é claro, aspectos comportamentais que se replicam de um animal para outro, justificando a escolha de um animal-modelo como base para inferência. Mas não há como saber quais são estes aspectos sem proceder a estudos comparativos. Além disso, como destaca as diferenças entre animais em processos básicos (aprendizagem, percepção, motivação...) a comparação constitui instrumento insubstituível de análise da relação adaptativa entre estes processos e as características da situação natural.

O hamster sírio *Mesocricetus auratus* é um bom exemplo da importância de se lançar um olhar para a outra espécie. Perturbou uma crença homeostática difundida. O motivo da perturbação foi a seguinte descoberta: após um período de privação alimentar, o hamster não aumenta a sua ingestão ou, pelo menos, não a aumenta suficientemente para suprir a carência. Não apresenta compensação e discrepa notavelmente, neste aspecto, de *Rattus norvegicus* (Silverman & Zucker, 1976). Dados como este me parecem suficientes para deixar pensativos os teóricos de moti-

vação e para sugerir-lhes aberturas em direção a teorias mais relativistas e ecológicas (Ades, 1985).

Pensando em termos ecológicos, poder-se-ia sugerir a seguinte explicação funcional para o fenômeno: o hamster não seria sensível ao fator privação por ter desenvolvido um meio alternativo de lidar com a escassez de alimento, a criação de estoques, dentro do refúgio.

A fim de conseguir subsídios para avaliar esta hipótese, Otta (1984) deixou que hamsters, em graus diferentes de privação, tivessem a oportunidade de armazenar e/ou ingerir alimento. A ingestão, conforme esperado, não sofreu, a longo prazo, influência da privação. Mas tampouco houve aumento de armazenamento com a privação, o que deixa ainda em aberto o ministério e mantém a curiosidade experimental.

Uma especulação possível seria que o hamster, em épocas de abundância de grão e outros comestíveis, põe em uso mecanismos de armazenamento que dependem mais da disponibilidade do alimento do que de um estado interno de carência. Uma vez feita a reserva, um consumo relativamente homogêneo seria garantido, a salvo das flutuações de recursos que constituem pressão ecológica a favor da atuação de mecanismos compensatórios.

Através da comparação, avalia-se o quanto um processo comportamental se especializou para atender às pressões de determinado habitat. A ecologia fornece vários modelos comparativos, entre os quais o que consiste em (1) partir do conhecimento dos hábitos e habitats de duas espécies aparentadas; (2) elaborar hipóteses a respeito das especializações em seus processos básicos que expliquem as diferenças no desempenho ecológico; (3) testar as hipóteses em situações apropriadas de simulação (Domjan & Galef, 1983).

Sejam dois tipos de pássaros, um (uma espécie de beija-flor, por exemplo) que se nutre de uma fonte cujos recursos não se recuperam logo (uma flor cujo néctar foi consumido leva um certo tempo para preencher-se de novo e é abandonada a favor de outra); outro que forrageia em manchas ecológicas de relativa abundância, sem necessidade de muito viajar entre uma mancha e outra. Supor-se-ia que o primeiro tipo de pássaro aprendesse com maior facilidade uma estratégia de ganhar e mudar de lugar (como a do amakihi) e que o outro adquirisse mais facilmente a estratégia oposta de ganhar e permanecer no lugar (*win-stay*). A seleção natural teria favorecido estes vieses na aquisição de informação e no desempenho.

Parte da informação relativa a esta questão comparativa já foi obtida. Cole, Hainsworth, Kamil, Mercier & Wolf (1982), trabalhando com várias espécies de beija-flores verificaram que estes, de fato, ajustam-se muito mais depressa ao esquema de abandonar uma flor recém-visitada do que ao esquema alternativo (tradicional nos estudos de psicologia experimental) que exige a volta para o mesmo local de reforço.

Falta, evidentemente, observar uma espécie de pássaro que costume pousar em fontes não esgotáveis. A hipótese ecológica ganharia em força se, neste caso, houvesse efetivamente maior capacidade para a estratégia de ganhar e permanecer no lugar.

A comparação, como a defini, é tarefa de cunho interdisciplinar: o dado ecológico precede e guia a investigação psicológica dos processos básicos. Esta característica, assim como dificuldades práticas, tornam a comparação um empreendimento complexo, poucas vezes tentando seriamente. Ela apresenta, contudo, a vantagem de poder substituir a especulação em que muitas vezes se transforma a discussão sobre valor adaptativo por argumentos com esteio empírico.

A ESCAVAÇÃO E AS PERGUNTAS PSICOETOLÓGICAS

Em cada animal de laboratório há, dor mente, um animal natural, pronto para exibir estratégias de comportamento que visam outro ambiente com o qual

nunca chegou a entrar em contato: o das manchas esparsas de alimentação, dos predadores a rondar, da competição e do acasalamento, das estações de abundância e das estações de escassez, o ambiente amplo e exposto da seleção natural.

Se soltarmos um hamster num terrário[6], propiciando sua primeiríssima experiência com terra , teremos a surpresa de vê-lo, após rápida exploração, fixar-se num dos cantos e iniciar uma escavação, com sequências perfeitamente organizadas de respostas. Os torrões de terra são desfeitos através de movimentos de mordida, os dentes atuando como elemento de penetração e ruptura; as patas dianteiras, em rápidos movimentos alternados, vão retirando a terra e acumulando-a debaixo do abdômen, enquanto as traseiras, em afastamento marcado uma da outra, lateralmente, fincam-se no substrato, dando estabilidade ao corpo. Quando cresce o material acumulado, o hamster, num movimento rápido, junta as patas traseiras e, com ambas, efetua uma extensão que lança para fora o produto da escavação. Pouco a pouco, penetra no substrato argiloso cuja cor se assemelha à de sua própria pelagem. Deixado por um tempo suficiente no terrário, o hamster frequentemente completa a construção, formando galerias e câmaras e tampando o orifício de acesso, como faria se estivesse no deserto, onde costumava viver sua espécie.

A escavação incorpora, integrados de uma forma que somente a análise conceitual pode distinguir, o controle pela prontidão genética e pelos pré-programas e o controle pela experiência e pelo ambiente presente. Suscita, ao mesmo tempo, perguntas causais e perguntas relativas à integração do desempenho numa dinâmica ecológica que se pressente, mas imperfeitamente, no laboratório. Como é que amadurece e se organiza centralmente o padrão motor da escavação? Qual é a influência da aprendizagem sobre ele? Como o afetam os fatores motivacionais? Em que medida difere dos padrões de escavação encontrados em outras espécies? Qual a significação ecológica das diferenças? Como se expressam na escavação, tanto em sua estrutura interna como em sua relação com outras atividades, os princípios de otimização do desempenho?

A convergência e interação destas perguntas constitui o que tentei descrever como abordagem psicoecológica. Ao invés de, como Tolman, colocar todos (ou quase todos) os problemas da psicologia na cabeça de um rato no ponto de escolha de um labirinto em T, proponho que se pro cure por alguns deles, e não os menos relevantes, na cabeça de um animal desempenhando atividades ecologicamente relevantes.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1976). A observação do comportamento em situações experimentais. *Ciência e Cultura, 28,* 25-34.

Ades, C. (1978). Nota sobre a possível integração entre psicologia experimental e etologia. *Psicologia, 4,* 1-6.

Ades, C. (1983). Experiência passada e integração do comportamento em invertebrados. *Ciência e Cultura, 35,* 137-147.

Ades, C. (1985). Motivação animal: da equilibração clássica à perspectiva ecológica. *Psicologia: teoria e pesquisa, 1,* 147-157.

Angermeier, W.F. (1984). *The evolution of operant learning and memory: a comparative ethopsychology.* Basel: Karger.

Brower, L. P. (1971). Prey coloration and predator behavior. In V. G. Dethier (Ed.), *Topics in animal behavior.* New York: Harper anel Row.

Bueno, J. L. O. (1976). *Efeitos da sinalização e do nãoreforçamento sobre o repertório comportamental do rato.* Tese (Doutorado) Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

Cole, S., Reed Hainsworth, F., Kamil, A. C., Mercier, T., & Wolf, L. L. (1982). Spatial learning as an adaptation in hummingbirds. *Science, 217,* 655-657.

Collier, G. (1980). An ecological analysis of motivation. In F. Toates, & T. Halliday (Eds.), *Analysis of motivational processes.* London: Academic.

Domjan, M., & Galef, B. G. Jr. (1983). Biological constraints on instrumental and classical conditioning: retrospect and prospect. *Animal Learning and Behavior, l1,* 151-161.

Galef, B. J. Jr. (1984). Reciprocal heuristics: a discussion of the relationships of the study of learned behavior in the laboratory and field. *Learning and Motivation, 15,* 479-493.

[6] As observações do hamster escavando foram feitas com Valter Udler Cronberg..

Garcia, J., McGowan, B. K., & Green, K. F. (1972). Biological constraints on conditioning. In A. H.Black, & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory.* New York: Appleton-Century Crofts.

Hollis, K. L. (1984). The biological function of Pavlovian conditioning: the best defense is a good offense. *Journal of Experimental Psychology, 10,* 413-425.

Jennings, H. S. (1906/1962). *Behavior of the lower organisms.* Bloomington: Indiana University Press.

Jensen, D. D. (1962). Foreword to the 1962 edition. In H. S. Jennings, *Behavior of the lower organisms.* Bloomington: Indiana University Press.

Johnston, T. D. (1981). Contrasting approaches to a theory of learning. *Behavioral and Brain Sciences, 4,* 125-173.

Kamil, A. C. (1978). Systematic foraging by a nectar feeding bird, the Amakihi (*Loxops virens)*. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 92,* 388-396.

Kline, L. W. (1898). Methods in animal psychology. *American Journal of Psychology, 10,* 256-279.

Lea, S. E. G. (1979). Foraging and reinforcement schedules in the pigeon: optimal and non-optimal aspects of choice. *Animal Behaviour, 27,* 875- 886.

Marler, P., & Peters, S. (1982). Long-term storage of learned bird songs prior to production. *Animal Behaviour, 30,* 479-482.

Olton, D.S. (1979). Mazes, maps and memory. *American Psychologist, 34,* 583-596.

Otta, E. (1984). *Comer e armazenar no hamster: duas estratégias que se integram.* Tese (Doutorado) Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

Pauly, P. J. (1981). The Loeb-Jennings debate and the science of animal behavior. *Journal of the History of the Behavioral Sciences, 17,* 504-515.

Rachlin, H. (1981). Learning theory in its niche. *Behavioral and Brain Sciences, 4,* 155-156.

Silverman, H. J., & Zucker, I. (1976). Absence of post fast compensation in the golden hamster (*Mesocricetus auratus*). *Physiology and Behavior, 17,* 271-285.

Small, W. S. (1900). An experimental study of the mental processes of the rat. *American Journal of Psychology, 12, 2*06-239.

Thorndike, E. L. (1911). *Animal intelligence.* New York: Macmillan.

Watson, J. B. (1907). Psychological literature. Comparative Psychology. *Psychological Bulletin, 4,* 288-293.

Wilson, E. O. (1975). *Sociobiology: the new synthesis.* Cambridge: Harvard University Press.

Notas para uma análise psicoetológica da aprendizagem[1,2]

César Ades[3]

RESUMO. A abordagem psicoetológica rejeita a separação simplista entre aspectos automáticos e flexíveis do comportamento e interpreta a aprendizagem como um fenômeno adaptativo a ocorrer dentro de sistemas funcionais. Suas duas estratégias convergentes são: (1) o estudo da aprendizagem em contextos controlados, planejados de maneira a ressaltar desempenhos ecologicamente relevantes; (2) a análise, em termos de processos básicos, dos comportamentos que ocorrem em condições naturais. Campo e laboratório se opõem e se complementam, numa heurística recíproca.

ABSTRACT. About a psychoethological analysis of learning. The psychoethological approach rejects simplistic dichotomies between fixed and flexible aspects of behavior and interprets learning as an adaptive phenomenon, integrated in functional behavioral systems. This approach involves two convergent strategies: (1) the study of learning in controlled contexts, specially designed to tap ecologically relevant performances; (2) the analysis, in terms of basic processes, of behavior changes that occur in naturalistic settings. Laboratory and field studies constitute a source of new ideas to each other, a case in reciprocal heuristics.

Uma vez por ano, milhares de saúvas aladas deixam seus ninhos e se espalham pelo céu, num voo de acasalamento. A fêmea fecundada exibe, ao pousar, um comportamento que leva segundos para ser executado e que apenas ocorrerá nesta oportunidade: passa as patas pelo dorso e arranca as próprias asas. É somente depois que se dedica à feitura da galeria e da câmara onde depositará os primeiros ovos.

Este comportamento rápido faz sentido se tomado no contexto do ciclo de vida da saúva que nunca mais acasalará e que talvez tenha, mutilada, maior eficiência na escavação. Embora possa a experiência passada deixar sua marca, num ou noutro aspecto, parece claro que o padrão motor do arrancamento depende basicamente de uma prontidão genética. Impossível haver um treino explícito, uma repetição do padrão com aperfeiçoamentos progressivos pois qualquer tentativa eliminaria a base atômica necessária! A primeiríssima execução do arrancamento deve contar com uma informação prévia, por assim dizer embutida no sistema, que garanta sua eficiência.

Muitos dos comportamentos que animais exibem na natureza têm a espontaneidade, a aparente autonomia em relação ao treino, o caráter adaptativo deste ato único pelo qual a içá se mutila e prepara o retorno à vida subterrânea. O naturalista os descreve como entidades *prontas*, preocupa-se mais em captar sua relação com os fatores do ambiente aos quais se adaptam do que em rastrear sua formação, ao longo do desenvolvimento do indivíduo. Entende-os, implicitamente, como típicos da espécie e como funcionais; e nem sempre coloca a questão do quanto dependem, em sua forma, em sua ocasião de surgimento, da experiência passada.

É a aquisição de desempenhos *novos* que, em contraste, constitui o foco de análise do pesquisador de laboratório, em especial, do psicólogo. O levantamento das formas típicas de comportamento não o interessa tanto quanto o estabelecimento das condições através das quais uma resposta ou sequência de respostas passam a

[1] Versão de uma apresentação feita no simpósio "*Perspectivas em Etologia*", IIIº Encontro Paulista de Etologia, Ribeirão Preto, 1985; publicada no volume de Anais deste Encontro (SCHMIDEK, W. R., Organizador, 1985). O artigo, que foi escrito durante a vigência de uma bolsa CNPq 30.5618/78, constitui sequência do artigo "Uma perspectiva psicoetológica para o estudo do comportamento animal", Boletim de Psicologia

[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Boletim de Psicologia, 37(86),* 24-35, 1987, que autorizou a publicação nesta coletânea.

[3] Departamento de Psicologia Experimental do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

associar-se a determinada circunstância em combinação original. O afastamento em relação às condições naturais não é defeito, é ferramenta. A arbitrariedade dos ambientes experimentais constitui justamente a garantia de que uma certa associação *não* consta do repertório inicial do animal e de que será instalada apenas mediante condicionamento.

Cria-se situações em que a aprendizagem seja, por assim dizer, purificada de seus vieses pré-programados. Um rato albino pode ser levado a desempenhos que nunca seriam observados no animal selvagem, como levar uma bola de gude até um orifício ou, numa estrutura de três pavimentos, subir por uma escada de base até o pavimento intermediário, erguer a escada puxando uma cordinha e novamente subir por ela até o topo e a recompensa em pelotas de alimento.

A aparente gratuidade deste e de outros desempenhos semelhantes pode levar à suposição de que à flexibilidade do comportamento subjazem processos essencialmente distintos dos que organizam o comportamento a nível de reflexo ou padrão fixo.

Os estudiosos do fim do século passado e começo deste tomavam a capacidade de alteração comportamental, ou seja, a capacidade de "aprender" – como prova de que os animais tinham um nível "mental" de funcionamento, distinto e emergente. Cunha (1984), mais recentemente, separa o plano do ajustamento individual ("O ajustamento do organismo individual a ambientes alterados", escreve, "constitui a única razão para se falar em psicologia") do plane do padrão fixo de ação, ou seja, dos comportamentos que definem, em essência, a espécie.

Detendo aqui uma posição diferente. Sem negar que possa haver critérios para distinguir, num ou noutro aspecto, comportamentos fortemente pré-programados dos que se moldam à experiência, rejeito a ideia de que estes critérios sejam suficientes para definir categorias estanques de comportamento, níveis (psicológico *vs.* biológico) ou processos sem possibilidade de interação ou de penetrabilidade mútua.

Trata-se de reinterpretar a aprendizagem – e os efeitos de experiência passada em geral – como fenômenos adaptativos do mesmo modo como o são os processos que subjazem às formas mais estereotipadas de comportamento e, assim, de transcender a cômoda dicotomia entre automático (típico da espécie) e plástico (típico do indivíduo).

Uma vez unificados, do ponto de vista funcional, os processos que gerenciam o comportamento e sua mudança, pode-se ter liberdade para analisar sua influência e interações em cada caso particular. Note-se a mudança de perspectiva: ao invés de estudar, à parte, os aspectos "cognitivos" e os aspectos "instintivos", procura-se descobrir se estão presentes em determinado desempenho e de que maneira se integram na produção da consequência comportamental.

Inserir a aprendizagem num contexto biológico significa supor que esteja sensível às pressões seletivas do meio natural. Haverá aprendizagem sempre que houver vantagem, em termos de aptidão, na conservação e utilização posterior de informação. A função básica da aprendizagem é detectar e aproveitar as redundâncias ambientais, transformar o imprevisível em previsível.

Se o cenário no qual deve crescer e se reproduzir um organismo fosse totalmente simples e fixo (bem se vê que é uma ficção), a opção mais adaptativa seria a do desempenho totalmente pré-programado, feito de sequências rígidas, tanto na oportunidade de surgimento quanto na forma e na trajetória. Mas o organismo tem muitas vezes de lidar com um mundo em que o acidental, o variável, o incerto devem ser sobrepujados, um mundo que inclui variações de temperatura, de recursos, de perigos e até contém os delineamento experimentais que saem da cabeça do cientista, no caso em que o organismo é promovido a animal de laboratório.

Ganha o jogo da sobrevivência quem for capaz de adquirir e conservar informação acerca dos aspectos estáveis e previsíveis do ambiente, filtrando-os dos aspectos em que o grau de aleatoriedade de afia os esquemas de assimilação. "E a natureza imprevisível do jogo", escrevem Harley & Smith (1983), "que faz com que tenham vantagem seletiva os animais que possuem uma regra de aprendizagem" (p. 105). Cabe qualificar a imprevisibilidade, torná-la relativa pois, sem isso, regra alguma seria de uso.

As relações entre a informação genética e o organismo capaz de aprendizagem foram tomadas, por Pulliam & Dunford (1982), como análogas às de um investidor (o gene) que envia ordens gerais ao corretor (o organismo ou máquina de sobrevivência) encarregado de comprar ações, sem, contudo, ser capaz, de alterar suas próprias instruções, por ser lento seu modo de atuação. Ao corretor cabe, oportunisticamente, modificá-las, por ensaio e erro, em função do comportamento complexo e imprevisível do mercado de ações.

Há mais complexidade no assunto do que deixaria prever a analogia. A seleção envolvida no caso de um padrão fixo de ação (o corretor segue ao pé da letra as ordens do investidor seja qual for a turbulência do mercado) é urna seleção de coordenações estímulo-resposta. No caso da aprendizagem, ao contrário, não há especificação genética de respostas ou sequências de respostas, mas sim de regras ou prontidões para a aquisição de informação. A especificação é incompleta, os conteúdos aprendidos dependerão de uma informação ambiental basicamente imprevisível.

Duas são as formas de se conceber a prontidão para aprender. Consistiria, de um lado, num conjunto de regras de associação ou de armazenamento de informação que serviriam, sem muita alteração, para todos os sistemas comportamentais. É uma tese semelhante a esta que os psicólogos da aprendizagem sempre defenderam, e que justificaria partir de um fenômenomodelo (o condicionamento de um rato, pombo, ou cão em laboratório) para alcançar princípios válidos para qualquer organismo e qualquer comportamento. Haveria, de acordo com o outro enfoque, não uma aprendizagem, mas aprendizagens, modos especializados de obter e utilizar informação, cada qual selecionado de acordo com sua eficiência em determinado setor da vida de um animal (forrageamento, fuga, acasalamento, etc.).

Ambas as alternativas possuem sua cota de verdade. Impressiona, por exemplo, a analogia precisa que existe, em fenômenos relativamente complexos de aprendizagem, entre um pombo ou um rato e urna abelha. De outro lado, a aprendizagem do canto, ou da orientação através de constelações de estrelas, em certos pássaros, configura urna alta especialização, quiçá princípios autônomos de aprendizagem e memória.

Mas ambas as alternativas provavelmente pequem por excesso teórico. Atrai a posição intermediária, que concebe a existência de princípios gerais, talvez decorrentes de aspectos constantes da anatomia e funcionamento do cérebro, e uma modulação causada pelas condições específicas de cada setor da vida de um animal. O "uso" da aprendizagem por determinado sistema comportamental seria feito de acordo com regras suplementares que especificam as situações em que deve (ou não deve) haver registro, os eventos aptos a entrarem em associação, as respostas modificáveis, as oportunidades para a recuperação de uma informação armazenada, etc. A aprendizagem seria, dentro deste enfoque, ao mesmo tempo geral e especializada.

A ABORDAGEM PSICOETOLÓGICA

Pressentida pelos etólogo clássicos, principalmente por Tinbergen (1951), a conceituação da aprendizagem como mecanismo adaptativo (e, a esse título, submetida às pressões seletivas) está ganhando cada vez mais difusão e influência, e isso principalmente por servir de ponte entre linguagens, metodologias e modelos teóricos de disciplinas diferentes.

Cada especialista se aproxima das técnicas e dos achados dos outros: nunca a grama esteve tão verde do outro lado da cerca. O psicólogo experimental Staddon (1983) publica um livro sobre "O comportamento adaptativo e a aprendizagem", um número inteiro da revista *Learning and Motivation* é dedicado aos "contextos ecológicos e ontogenéticos no estudo da aprendizagem". Biólogos, de seu lado, redescobrem a aprendizagem como fator relevante no equilíbrio organismo/ambiente. Harley & Smith (1983) defendem a inclusão dos processos de aprendizagem no rol das "estratégias evolucionariamente estáveis", os zoólogos Baker & Cunningham (1985) oferecem uma controvertida interpretação biológica da aprendizagem de "dialetos" em pássaros.

É da confluência entre os enfoques da psicologia experimental, da etologia e da mais nova e efervescente disciplina da área, a ecologia comportamental, que se forma a *abordagem psicoetológica*.

Busca efetuar uma análise da aprendizagem dentro de um contexto mais amplo do que o da tradição de laboratório, um contexto funcionalbiológico (Ades, 1986).

Ao invés de pressupor que o animal em estudo seja uma espécie de *tabula rasa* comportamental, na qual o condicionamento vem estabelecer as coordenações e as estruturas importantes, concebe-o como já dotado de coordenações e estruturas, de sistemas comportamentais ligados aos setores adaptativos básicos (forrageamento, defesa de território, reprodução, cuidados à prole, etc.). A aprendizagem se dá no seio destas estruturas e com elas se integra de forma íntima, sendo a consequência adaptativa o grande fulcro organizador.

A aprendizagem não é organização, mas reorganização. Decorre disto a ênfase que a abordagem psicoetológica atribui aos aspectos "incondicionados" do desempenho como base para a compreensão do próprio condicionamento.

Ao estudo de respostas-modelo em situações-modelo, no laboratório, a abordagem psicoetológica acrescenta uma análise feita segundo um trajeto inverso, que começa no comportamento ecologicamente relevante, ou seja, num conjunto de atividades, tal como ocorre em ambiente natural, provavelmente centrado em função comum, perguntando-se acerca dos mecanismos de aprendizagem envolvidos. Surpreende-se a plasticidade nas condições mesmas em que se realiza sua missão adaptativa.

Johnston (1981) recomenda que, antes da análise de processos, seja efetuada uma "descrição de tarefa" ou seja, um apanhado dos objetivos do comportamento. Em primeiro lugar, a pergunta: "Quais são os problemas comportamentais que este animal deve resolver em sua adaptação ao ambiente?"; depois: "Como é que o animal faz uso de aprendizagem para resolvê-lo?".

Minha posição é análoga à de Johnston, porém menos exigente no que tange à *prévia* definição das funções adaptativas. Estas nem sempre são óbvias, exigem uma análise especial que nem sempre pode ser cumprida. Ressalto a importância de se tomar como unidade de análise – além da unidade microscópica que o experimentalista quer isolar e à qual almeja reduzir as outras – segmentos inteiros de desempenho, dotados de sentido ecológico, mesmo que sua função precisa ainda esteja por ser determinada.

Numa abordagem psicoetológica, embora crucial, o estudo no meio natural não é a única estratégia. Cabe aprender acerca de aprendizagem através do uso de situações que simulem e simplifiquem – conceitualmente, pelo menos – o ambiente natural.

Optar-se-á pelo compromisso entre (1) a necessidade de manter o contexto de observação análogo, nos aspectos relevantes, ao ambiente natural; (2) a necessidade de isolar aspectos dos processos em jogo, por interferência ambiental, para melhor avaliação.

De qualquer modo, a relação entre a situação simplificada e sua contrapartida ecológica deve ser tomada como questão metodológica importante. Que têm a ver os caminhos de um labirinto nos quais ratos brancos têm de correr pelo sustento, com as galerias subterrâneas que ratos selvagens escavam? Ao propor o método do labirinto, Small (1900) o entendia como maneira de simular uma parte relevante do ambiente natural do roedor: cabe recuperar esta intenção.

Um processo de aprendizagem não cede todos os seus segredos quando apenas observado na natureza. Sua compreensão mais profunda exige análise experimental. O caso da seleção de dieta por rato (Galef, 1984) servirá de exemplo. O ecólogo Steiniger (1950) descobriu, em estudos de campo, que iscas envenenadas perdiam rapidamente seu poder de atrair ratos. Os filhotes de animais que sobreviviam ao envenenamento rejeitavam a isca, sem sequer tê-la experimentado. Steiniger supôs que, depois de aprender a esquivar-se da isca, os ratos adultos a marcam como uma espécie de feromônio de aviso que dela afasta os conspecíficos.

Pesquisas feitas no laboratório de Galef revelaram não ser correta a hipótese do feromônio de esquiva. Ratinhos evitam, por neofobia pré-programada, qualquer alimento novo. No entanto, aproveitam sua experiência social de diversas maneiras:

(1) sabores que lhes chegam, via leite materno, são posteriormente selecionados; (2) aprendem a alimentar-se nos locais onde adultos comem; (3) procuram por cheiros "positivos" deixados pelos adultos em locais de forrageamento e (4) captam, do próprio conspecífico cheiros do alimento que este acaba d ingerir. A intuição ecológica pode desdobrar-se em múltiplas descobertas se houver a paciência de submetê-la análise experimental.

O conhecimento do ambiente em seus aspectos sociais e físicos é elemento essencial no jogo da sobrevivência. Um animal que forrageia "seleciona" manchas, "decide" quanto tempo permanecer em cada uma, "avalia" distâncias e custos, "calibra" seu comportamento em função da possibilidade de predação e/ou com petição, forma imagens de busca, "estima" a probabilidade de encontros com a presa, etc. Em todas estas funções estão mobilizados processos de memória e aprendizagem que o ecólogo comportamental muitas vezes apenas postula, sem lhes desmontar os mecanismos. Entra aí, em papel complementar, a análise psicoetológica, apta a explorar, em sua dinâmica de pormenor, os processos de aquisição e uso da informação que subjazem à adaptação (Shettleworth, 1984, Kamil & Roitblat, 1985).

São várias e ricas as vias da pesquisa psicoetológica. Apresento aqui alguns exemplos, o suficiente para mostrar que ela se fertiliza na confluência entre o casual e o funcional e que tem dois pontos de partida: (1) os processos gerais de memória e aprendizagem, geralmente investigados no laboratório. Trata-se de redescobrirlhes o sentido ecológico, de enriquecer sua compreensão analisando a influência sobre eles de variáveis relacionadas ao modo de via natural dos animais.

(2) Os sistemas comportamentais ecologicamente relevantes, a partir dos quais se remonta às formas de plasticidade envolvidas.

No fim, a intenção é a mesma e o ciclo se fecha, proporcionando a abrangência teórica que o assunto exige.

A "PENETRABILIDADE" DO INSTINTO PELA APRENDIZAGEM

"Como é aprendido um instinto" foi o título provocativo que Hailman (1969) usou para um artigo em que punha inato e adquirido como conceitos compatíveis e coincidentes em determinados comportamentos. Verificou Hailman que gaivotas recém-nascidas reagiam basicamente às características de forma e de movimento do bico materno, estímulos signo no sentido pré-programado, lorenziano; o resto da cabeça não parecia importante, poderia até ser o de uma gaivota de outra espécie. Alguns dias mais tarde, contudo, a discriminação era muito mais fina e o bicar pedinte tendia a ser liberado por estímulos intraespecíficos mais pormenorizados. Hailman supõe que a experiência gera, através de um processo associativo, um efeito de "refinamento perceptual".

Características inicialmente neutras superpõem seu poder eliciador adquirido ao dos próprios estímulos incondicionados. Esta fusão de processos desencadeadores mereceria maior investigação, nos sistemas em que se manifesta; sugere uma possível continuidade entre uma codificação mais primitiva, que Lorenz entendia como não gestáltica, e formas mais flexíveis e oportunistas de uso da informação ambiental.

Uma continuidade desta ordem também se manifesta em rotinas motoras, o aperfeiçoamento nascendo, por assim dizer, de *dentro* da repetição automatizada. Num experimento feito em meu laboratório acerca da influência do custo do manejo ("*handling*") dos itens alimentares sobre a ingestão (Pogetti & Wielenska, 1983, estudo não publicado), ratos brancos privados tinham acesso, ora a sementes de girassol descascada, ora a sementes inteiras, de manejo mais trabalhoso por exigir retirada da casca. Conforme previsto, o consumo das sementes sem casca foi maior do que o das outras. Despertou curiosidade um resultado colateral: à medida que passavam de uma sessão para outra, os ratos aumentavam significativamente seu consumo das sementes inteiras, mas não das sementes descascadas. Seria este aumento um produto do treino dos ratos em descascar sementes? O manejo de uma semente de girassol ocorre, em coordenação perfeitamente eficiente, na primeira oportunidade de contato do animal

com este alimento, de uma forma tão imediata quanto o bicar, pela gaivotinha, de algo que se pareça com o bico materna. Supor um efeito de treino é acreditar que um programa inicialmente independente de experiência prévia específica possa diferenciar-se através do *feedback* nascido de sua própria execução.

Para verificar a ideia, num segundo experimento (Ades, Menasce & Pessoa, 1985), ratos criados com pelotas de ração tiveram, numa fase preliminar, experiência ingestiva de massa de miolo de girassol, a fim de que fosse reduzida a eventual neofobia por este tipo de alimento. Na fase de treino, recebiam sementes inteiras, uma por uma, sendo cronometrado o tempo de descascamento. Constatou-se um decréscimo muito regular do tempo de descascamento, dentro de cada sessão, semelhante a decréscimos de tempo em tarefas de aprendizagem. De sessão para sessão, também progredia o desempenho (Figura 1).

A observação das estratégias de descascamento forneceu uma prova suplementar de que os ganhos em desempenho não eram apenas produto de mudanças motivacionais. Se, no início, o descascamento era feito em várias etapas, o rato destacando lasca após lasca, com um mordiscar no sentido da fibra e um movimento de afastar a boca, com rotação da cabeça (padrão existente desde a primeira oportunidade de descascamento), após um treino suficiente, podia ser adotada numa estratégia simplificadora: o rato mordia apenas *uma vez* a semente, aproximadamente em seu centro, quebrando-a em duas metades; rejeitava a metade de cima e tinha o miolo inteiro à disposição.

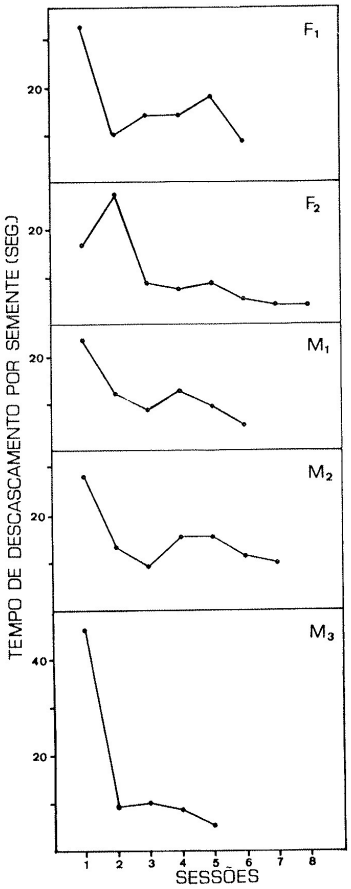


Figura 1. Tempo médio de descascamento de sementes de girassol por duas ratas fêmeas (F1 e F2) e três machos (M1, M2 e M3), sem experiência prévia de ingestão deste tipo de alimento, ao longo de sessões sucessivas (vinte sementes oferecidas por sessão).

Este resultado, que constitui um bom exemplo de como a aprendizagem pode contribuir – diminuindo os tempos de manipulação do alimento – para o aumento de eficiência operativa, replica as observações de Eibl-Eibesfeldt (1970) com esquilos comedores de avelãs, e põe em questão o postulado da "impenetrabilidade" do instinto por processos plásticos.

A semente possui inicialmente características de estímulo signo etológico, capaz que é de eliciar um padrão complexo de atos desde o contato inicial; também se torna, na linguagem do psicólogo experimental, um estímulo discriminativo, ou seja, um conjunto de dicas aprendidas, relativas à probabilidade de "sucesso" deste ou daquele segmento de comportamento. A manipulação da semente é uma espécie de sequência de ensaios e erros, durante a qual se fixam as respostas que melhor e mais rapidamente levam à liberação do miolo. Duplo controle por eliciação e por leitura de *feedback*.

Nenhuma posição teórica simples pode dar conta da diversidade de controles em jogo em sequências comportamentais. Em certos casos, a reação pré-programada se manterá encapsulada, resistente aos afluxos ambientais, intensa às oportunidades de captação da informação, como um "loop" a repetir-se, em quase constância. Em outros, o automatismo se deixará penetrar por zonas de incerteza ou plasticidade, e o contato com o meio, com a própria execução da sequência, será a fonte suplementar de informação. Uma aprendizagem canalizada poderá então ocorrer, em momentos e aspectos especificados, em estreita integração com o potencial espontâneo. Fica difícil dizer, no comportamento amadurecido de descascar sementes do rato, o quanto do controle ainda é primitivo, "pré-programado", o quanto representa contribuição da plasticidade. A junção se dá em níveis básicos, não constitui apenas um caso de "mosaico" de componentes instintivos e componentes aprendidos. A aprendizagem pode, num outro extremo, apresentar-se solta e versátil, como estrutura capaz de aplicar-se a quase qualquer conteúdo, em quase qualquer sistema comportamental.

Esta maneira de conceber a interação de controles tem semelhança com a divisão que Alcock (1979) estabelece entre instintos fechados, aprendizagens restritas e aprendizagens flexíveis, e algum contato com a dimensão conceitual de preparação ("*preparedness*") proposta há algum tempo por Seligman (1970). Ela é, evidentemente apenas descritiva; tem por função enfatizar a complexidade dos trajetos ontogenéticos e das integrações entre prontidões e estruturas pré-programadas e o controle imposto pelas condições ambientais variáveis.

AS REGRAS ECOLÓGICAS E A APRENDIZAGEM

As estratégias comportamentais postas em uso no ambiente natural incorporam regras ou princípios que a teoria supõe ajustados às pressões existentes. Estas regras também se manifestam nos desempenhos que ocorrem em situações de aprendizagem, no laboratório. Cada animal transporta um pouco da natureza e de seus modos normais de lidar com problemas de adaptação, quando observado nas miniecologias inventadas pelo homem. Do conhecimento dos hábitos de vida de um animal, é possível tirar hipóteses sobre seu "estilo" de aprendizagem, sobre as condições que facilitarão ou perturbarão a aquisição de informação. "Dize me quais são as tuas formas naturais de vida e eu direi como aprendes".

A habituação é um processo de aprendizagem bastante investigado e que consiste no decréscimo mais ou menos duradouro de certas respostas. Toca-se um tom intenso ou ministra-se um choque elétrico nas patas de um rato. O sobressalto provocado é cada *vez* menos intenso, se repetida a estimulação; o desvanecimento da resposta persiste no tempo, como persiste qualquer resposta aprendida.

O fenômeno ganha novo aspecto quando investigado a partir da preocupação pelo ecologicamente relevante. Rovee-Collier et al. (1983), estudando a habituação da resposta de tanatose, ou imobilidade tônica, que pintinhos apresentam quando submetidos a uma brusca imobilização, em posição ventral, notaram uma significativa diferença de desempenho entre os animais testados de dia (entre 9 e 11 h) e os testados à noite (entre 22 e 24 h).

De dia, a imobilização defensiva durava pouco e os animai logo se habituavam à manipulação pelo experimentador. De noite, ao contrário, demoravam muito mais em catatonia a cada manipulação. Levavam dias para alcançar um nível/critério de habituação.

Como explicar esta notável diferença de plasticidade? Rovee-Collier et al.

(1983) se baseiam na hipótese de que a seleção natural teria favorecido o sincronismo entre o sistema defensivo da presa e as respostas de ataque dos predadores (Aschoff, 1964). Na claridade diurna, reação de fuga ou "congelamento", aliadas a intensa vigilância visual, são modos eficazes de defesa contra predadores visuais; a tanatose seria de pouco uso, uma vez que estes predadores costumam machucar seriamente ou matar sua presa, no local de captura ou perto dele. Contra os predadores noturnos, na impossibilidade de vigilância visual e de modos preventivos de defesa, a tanatose funciona como "última chance" da presa. Faz sentido adaptativo que demore tanto, à noite, sua habituação.

Outro exemplo. Beija-flores gastam uma razoável energia em seu forrageamento: como a quantidade de néctar contida em cada flor é pequena e leva tempo sua recuperação, os pássaros são forçados a efetuar visitas curtas a muitas flores a fim de alcançar taxas aceitáveis de ganhos. Poder-se-ia supor, *a priori*, que estes animais têm um viés a favor de uma aprendizagem que implique em deixar um local visitado, mesmo que nele tenha havido reforço por obtenção de néctar (estratégia de ganhar e mudar de lugar).

Cole et al. (1982) testaram a hipótese treinando beija-flores (*Archilocus alexandri, Euglenes fulgens e Lampornis clemenciae*) em duas situações: (1) "aprender a ficar": o pássaro, tendo se alimentado de uma flor artificial, tinha, na tentativa seguinte, que escolher esta mesma flor; (2) "aprender a mudar-se": o pássaro somente era recompensado com água doce se mudasse a escolha da flor. A aprendizagem foi muito mais rápida no segundo tipo de tarefa, dando apoio à hipótese. Seria interessante, é claro, verificar se animais que se nutrem normalmente de fontes abundantes, não esgotáveis, têm o viés oposto e aprendem mais facilmente a "ficar".

FORRAGEAMENTO E AS BASES PSICOETOLÓGICAS DA OTIMIZAÇÃO

A aplicação de um ponto de vista funcional ao comportamento ganhou impulso, no caso específico dos sistemas de busca de alimento, com o artigo de Mac Arthur & Pianka (1966) que propunha fossem considerados os animais – durante suas atividades de forrageamento como resolvendo problemas de otimização, ou seja, como buscando obter a máxima quantidade de alimento por unidade de tempo. Como em assuntos econômicos, a *otimização* envolve tomadas de decisão relativas aos custos envolvidos numa operação e aos benefícios que delas podem advir. O forrageador é tomado, nos modelos do forrageamento ótimo, como sensível às contingências de seu ambiente de busca, em determinado momento: quantidade de manchas onde a presa se concentra, distância entre as manchas, características de cada uma delas em termos de abundância, recuperação de níveis, etc., custo em trabalho físico envolvido nos diversos trajetos, na procura e no manejo de cada item alimentar, perigos de predação, tempo total gasto, etc. Basicamente, o forrageador deve formar uma "representação" implícita de seu ambiente para, a partir da mesma, tomar os caminhos comportamentais apropriados, através de uma espécie de cálculo cujos parâmetros são em parte ditados pela genética.

Supõe a teoria do forrageamento ótimo que – uma vez aceito que as estratégias de busca de alimento promovem a aptidão do animal e que têm componentes herdáveis – elas representam o estágio de equilíbrio de um processo de seleção, um ponto de máxima eficiência do organismo em confronto com as pressões de seu ambiente. É possível construir modelos teóricos desta eficiência máxima em relação aos quais possam ser avaliados os desempenhos concretos em ambientes concretos.

Parece-me crucial ressaltar que este caminho de investigação – confronto entre o agir efetivo do organismo e os padrões normativos de eficiência – apesar de produtivo (ver revisão crítica de Pyke, 1984), deixa uma lacuna importante: *a descrição e análise dos processos ontogenéticos através dos quais as estratégias de forrageamento se constituem, no indivíduo*.

A eficiência não é um molde absoluto, mas sim o limite ao qual tendem, dinâmicos, os desempenhos. Tendem e deixam de alcançar plenamente, por vários motivos e, em particular, por causa de limites na capacidade de aproveitamento da

informação ambiental. Uma análise da relação "cognitiva" entre o organismo forrageador e seu ambiente, que a abordagem psicoetológica se encontra aparelhada para efetuar, se impõe como complemento para teorias da ecologia comportamental.

Uma das previsões da teoria do forrageamento ótimo é que um animal otimizador deverá ficar numa dada mancha até o momento em que sua taxa de obtenção de alimento caia abaixo da taxa média para o ambiente (teorema do valor marginal). Segue que aumentará a permanência do animal na mancha, e aumentará também a quantidade caçada e/ou ingerida, à medida que aumentar a distância ninho-mancha. A este princípio, dou o nome de "princípio do supermercado". Se o supermercado estiver perto da casa de alguém, as compras serão mais frequentes e de pequena monta; se estiver afastado, convirá visitá-lo poucas vezes, comprando bastante de cada vez.

O princípio do supermercado foi verificado em abelhas coletoras, vespas que trazem água para ninho (Kasuya, 1982), pássaros que coletam insetos para a prole (Bryant & Turner, 1982), roedores na natureza ou no laboratório (Killeen, 1974; Kramer & Nowell, 1980).

Em nosso laboratório, Guerra (1985) também verificou o princípio em hamsters, *Mesocricetus auratus*, que coletam tiras de papel para seu ninho. Em distâncias menores, 30 cm entre a toca e a fonte, os hamsters tinham viagens frequentes de coleta, apanhando poucas tiras de cada vez. Em distâncias maiores, 180 cm entre a toca e a fonte, eles restringiam o número de viagens, mas, em compensação, carregavam mais tiras de cada vez, mudando, inclusive, a técnica de transporte: as tiras eram enfiadas nas bolsas bucais.

Cabia ir além desta confirmação, destrinchar aspectos dos processos de aquisição e utilização de informação que subjazem ao efeito de supermercado. Uma primeira preocupação era saber se o hamster *generaliza* os comportamentos eventualmente aprendidos numa determinada distância para outra distância; se existe, pois, uma inércia dos efeitos de experiência passada. Supondo que um hamster, ao correr em 30 cm por papel, aprende uma "estratégia para curtas distâncias", será que a mantém, pelo menos inicialmente, quando testado em 180 cm? E vice-versa? Uma hipótese alternativa seria a do ajustamento comportamental imediato a distância vigente.

Guerra submeteu hamsters a um treino de 5 sessões de coleta de tiras, seja em 30 cm (Grupo 30-180), seja em 180 cm (Grupo 180-30). Os animais eram testados, na sexta sessão, com uma outra distância, ou seja, havia aumento de distância no caso do Grupo 30-180, diminuição no do Grupo 180-30.

O estudo foi exploratório e seus resultados precisam ser replicados e expandidos. Sugerem que tenha ocorrido, não um efeito de inércia, mas uma espécie de *contraste*. Os animais do Grupo 180-30, no primeiro contato com a pista pequena, tinham uma frequência maior de viagens e uma coleta maior de tiras do que animais sempre testados nesta pista. Os animais do Grupo 30-180 reagiram à pista grande com uma tendência à diminuição no número de viagens, aumento de tempo na fonte, em relação aos valores atingidos por animais com experiência exclusiva da pista grande.

Durante o forrageamento, portanto, hamsters parecem não estar sob o controle exclusivo das condições presentes. Levam em conta a informação obtida anteriormente, que funciona como uma espécie de critério modulador. O custo (distância da fonte) seria avaliado em função das condições de custo anteriormente em vigência, da mesma maneira como, em experimentos sobre contraste de incentivo (Flaherty, 1982), animais reagem em função da *diferença* entre os valores sucessivos do reforçador.

O raciocínio *a posteriori* pode até descobrir vantagens adaptativas nas reações "contrastadas": acelerando sua coleta, o hamster do Grupo 180-30 compensaria em 30 cm as restrições de coleta sofridas em 180; no Grupo 30-180, a tendência à queda do número de viagens talvez decorresse de um aumento de exploração, via para a descoberta eventual de novas fontes para coleta. Mas os efeitos de contraste também poderiam ser interpretados como desvios a reduzir temporariamente a "otimalidade" do desempenho.

É bom precaver-se contra uma tendência a ver adaptação em tudo, em fazer da explicação funcional o que autores de língua inglesa às vezes chamam, pejorativamente, de "*adaptive storytelling*": meras histórias.

CAMPO E LABORATÓRIO: A HEURÍSTICA RECÍPROCA

A integração entre os enfoques da psicologia experimental, de psicologia experimental, de um lado, e os a etologia e ecologia comportamental, de outro, talvez não seja tão pacífica quanto este meu artigo deixa entrever. As linguagens descritivas, os conceitos nucleares, os lances de interpretação ainda se mantêm parcialmente em suas tradições respectivas. Falta ainda um bom esforço de pesquisa e um bom esforço teórico, efetuados nas interfaces; para que se concretize a promessa (Ades, 1986).

Contudo, não há dúvida que estamos vivendo um momento da transformação e de intercâmbios acelerados, mais próximos do que nas últimas décadas do objetivo de compreensão da plasticidade comportamental enquanto mecanismo e enquanto função. Não mais parecem válidas as ambições do experimentalista que pretende isolar a essência da Aprendizagem, no microcosmo de uma caixa de laboratório; nem a crença de que uma abordagem naturalista poderá prescindir de uma cuidadosa análise dos processos que, a nível do indivíduo, medeiam a modificação do comportamento.

Parece impor-se a concepção de que o estudo dos efeitos de experiência passada tem de ser efetuado no contexto de sistemas comportamentais integrados, sua "gratuidade" aparente reconciliada com a "necessidade" dos princípios biológicos. Escreve, neste sentido, Timberlake (1984): "Acredito que as diferenças entre os condicionamentos pavloviano e operante, as questões da aprendizagem por exposição vs. retorço e fenômenos anômalos como o reforçamento parcial serão esclarecidos e integrados numa teoria mais abrangente uma vez que se reconheça que estamos estudando um organismo em funcionamento; não um mecanismo geral de aprendizagem, tomado em separado. Respostas, desequilíbrios motivacionais e sensibilidades a estímulos não são condições prévias para a aprendizagem, são partes de um "pacote" integrado que foi selecionado enquanto unidade operativa" (p. 329).

Levamos um tempo para aceitar o que soava claro a estudioso do começo do século, como Watson (1914): "Parece óbvio não haver conflito entre a pesquisa de campo e a pesquisa de laboratório. O campo é, ao mesmo tempo, a fonte dos problemas e o local onde são testadas as soluções de laboratório dadas a estes problemas." (p. 31). Acrescentaria, corrigindo o otimismo de Watson em relação ao poder das soluções de laboratório, que soluções de campo também devem entrar, como parte da estratégia otimizadora.

Entusiasma especialmente a abertura para fatos novos que a perspectiva psicoetológica proporciona, a possibilidade de um jogo cruzado entre análise ecológica e a análise ontogenética da memória e da aprendizagem. Nenhum termo se aplica melhor a esta efervescência do que o usado por Galef (1984) quando caracteriza a interação entre os estudos de campo e de laboratório como um caso de *heurística recíproca*.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1986). Uma perspectiva psicoetológica para o estudo do comportamento animal. *Boletim de Psicologia, 36(85),* 20-30.

Ades, C., Menasce, J., & Pessoa, T. C. (1985). Aprendizagem de um instinto: o descascamento de uma semente de girassol. In Reunião Anual de Psicologia da Sociedade de Psicologia de Ribeirão Preto, 15, Ribeirão Preto, 23 a 27 out. 1985. *Programa e resumos.* Ribeirão Preto, p. 128.

Alcock, J. (1979). *Animal behavior: an evolutionary approach.* Sunderland: Sinauer.

Aschoff, J. (1964). Survival value of diurnal rythms. *Symposia of the Zoológical Society of London, 13,* 79-98.

Baker, M. C., & Cunningham, M. A. (1985). The biology oi bird-song dialects. *Behavioral and Brain Sciences, 8(1),* 85-134.

Bryant, D. N., & Turner, A. K. (1982). Central place foraging by swallows (Hirundinidae): the question of load size. *Animal Behaviour, 30(3),* 845-856.

Cole, S., Hainsworth, F. R., Kamil, A. C., Mercier, T., & Wolf, L. L. (1982). Spatial learning as an adaptation in hummingbirds. *Science, 217(4560),* 655-657.

Cunha, W. H. A. (1984). A única razão para se falar em psicologia: o ajustamento do organismo individual a ambientes alterados. Trabalho apresentado ao simpósio *"O que é Psicologia?",* na 36ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, São Paulo.

Eibl-Eibesfeldt, I. (1970). *Ethology: the biology of behavior.* New York: Holt, Rinehart and Winston, p. 530.
Flaherty, C. F. (1982). Incentive contrast: a review of behavioral changes following shifts in reward. *Animal Learning and Behavior, 10(4),* 409-440.
Galef, B. G. Jr. (1984). Reciprocal heuristics: a discussion of the relationship of the study of learned behavior in laboratory and field. *Learning and Motivation, 15(4),* 479-493.
Guerra, R. F. (1985). *Variáveis "ecológicas" no comportamento de armazenar material de ninho do hamster dourado (Mesocricetus auratus).* São Paulo, p. 301. Tese (Doutorado). Instituto de Psicologia da USP.
Hailman, J. P. (1969). How an instinct is learned. *Scientific American, 221(6),* 98-108.
Harley, C. B., & Smith, J. M. (1983). Learning: an evolution approach. *Trends in the Neurosciences, 6(6),* 204-208.
Johnston, T. D. (1981). Contrasting approaches to a theory of learning. *Behavioral and Brain Sciences, 4(1),* 125-173.
Kamil, A. L., & Roitblat, H. L. (1985). The ecology of foraging behavior: implications for animal learning and memory. *Annual Review of Psychology, 36,* 141-169.
Kasuya, E. (1982). Central place water collection in a japanese paper wasp, *Polistes chinensis antennalis*. *Animal Behaviour, 30(4),* 1010-1014.
Killeen, P. (1974). Psychophysical distance functions for hooded rats. *Psychological Record, 24(2),* 229-235.
Kramer, D. L., & Nowell, W. (1980). Central place foraging in the eastern chipmunk, *Tamias striatus*. *Animal Behaviour, 28(3),* 772-778.
Pulliam, H. R., & Dunford, C. (1982). *Programado para aprender: um ensaio sobre a evolução da cultura.* Rio de Janeiro: Zahar.
Pyke, G. H. (1984). Optimal foraging theory: a critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics, 15,* 523-578.
Rovee-Collier, C., Capatides, J. B., Fagen, J. W., & Negri, V. (1983). Selective habituation of defensive behavior: evidence for predator-prey symchrony. *Animal Learning and Behavior, 11(1),* 127-133.
Seligman, M. E. P. (1970). On the generality of the laws of learning. *Psychological Review, 77(5),* 406-418.
Shettleworth, S. J. (1984). Learning and behavioral ecology. In J. R. Krebs, & N. B. Davies (Eds.), *Behavioural Ecology.* Sunderland: Sinauer, p.170-194.
Small, W. S. (1900). An experimental study of the mental processes of the rat. *American Journal of Psychology, 12(2),* 206-239.
Staddon, J. E. R. (1983). *Adaptive behavior and learning.* Cambridge: Cambridge University Press, p. 555.
Steiniger, Von F. (1950). Beitraege zur Soziologie und sonstigen Biologie der Wanderratte. *Zeitschrift für Tierpsychologie, 7,* 356-379.
Timberlake, W. (1984). An ecological approach to learning. *Learning and Motivation, 15(4),* 321-333.
Tinbergen, N. (1951). *The study of instinct.* London: Oxford University Press, p. 228.
Watson, J. B. (1914). *Behavior: an introduction to comparative psychology.* New York: Holt.

Sobre motivação: Notas à margem de um capítulo de manual[1,2]

César Ades[3]

RESUMO. Partindo do capítulo sobre motivação do livro *Aprendizagem e motivação* de A. G. Penna, foram feitas as seguintes colocações: 1. Convém tomar o estudo da motivação como *parte* de uma explicação sobre os mecanismos de comportamento, envolvendo talvez as noções básicas de "estado" e de "valorização"; 2. Existem processos pelos quais o contato de um indivíduo com uma situação consumatória eleva, ao invés de diminuir, seu nível de motivação; 3. A abordagem operacional não significa necessariamente o a bandono de conceitos mediadores, mas revela ser insuficiente; 4. A noção de "objetivo" ou *goal*, embora importante, não carece ser tomada como essencial na definição de um fenômeno motivacional; 5. A ideia de incentivo tornou-se central nas análises modernas da motivação; 6. O controle, a curto prazo, do comportamento motivado não é necessariamente uma consequência da redução de necessidade mas provém, em parte, do advento de estímulos com papel inibidor; 7. Fatores sociais podem influenciar e regular o comportamento de comer; 8. O princípio de "contemporaneidade" de Lewin apresenta dificuldades epistemológicas e deve ceder diante de critérios temporais baseados na natureza do fenômeno estudado; 9. Sugere-se uma conceituação de "motivação intrínseca" capaz de ser aplicada a qualquer sistema motivacional; 10. Parece interessante a hipótese de mecanismos de aprendizagem independentes da existência de reforço; 11. São várias as maneiras de apresentar-se, didaticamente, o campo da motivação. Menciona-se a abordagem do "leque de teorias", a dos "sistemas motivacionais" e a da "teoria unificada".

ABSTRACT. Taking as a starting point the chapter on motivation from A. G. Penna's book *Aprendizagem e motivação*, the following comments were made: 1. The study of motivation, which may involve taking the concepts of "state" and "valuation" as basic, can at best give *part* of an explanation of behavior processes; 2. Contact with a consumatory situation can increase, instead of decreasing, level of motivation; 3. An operational perspective, though insufficient, is not necessarily incompatible with the use of intervenient concepts; 4. The goal concept is clearly important in motivation theory but not essential as a criterium for motivational phenomena; 5. An incentive view of motivation is becoming more and more important; 6. Short-term control of motivated behavior is not necessarily a consequence of need reduction but is partly effected through the occurrence of stimuli with inhibitory influence; 7. Social factors can influence and regulate eating behavior; 8. Lewin's "principle of contemporaneity" can be criticized from an epistemological point of view and should be substituted by temporal criteria based on the nature of the processes under study; 9. "Intrinsic motivation" is defined in such a way as to allow its application to any motivational system; 10. The hypothesis of learning mechanisms independent from reinforcement is worth considering; 11. There are several ways of teaching motivation: the "several theories" strategy, the "motivational systems" strategy and the "unified theory" strategy.

INTRODUÇÃO

Livros de texto em psicologia traduzidos existem a mancheias e continuarão sendo publicados durante bastante tempo. *A carência real é de obras escritas por autores nacionais, diretamente na língua em que suas informações serão comunicadas à população de alunos*. A expressão em português, evidentemente, não elimina uma

[1] Este artigo representa uma discussão do capítulo sobre motivação do livro de A. G. Penna *Aprendizagem e Motivação*, Rio de Janeiro, Zahar, 1980. (Artigo apresentado à redação em 14.08.80).

[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Arquivos Brasileiros de Psicologia, 34(1),* 62-74, 1982, que autorizou a publicação nesta coletânea.

[3] Universidade de São Paulo. A redação do artigo foi levada a efeito durante a vigência de uma bolsa de pesquisador do CNPq (Endereço do autor: Rua Professora Gioconda Mussolini, 15, Jardim Rizzo, São Paulo, SP).

dependência em relação à pesquisa e às ideias desenvolvidas em centros mais produtivos, dependência até certo ponto necessária dada a "internacionalização" do saber científico, mas permite que se estabeleça entre nós uma tradição de crítica e de assimilação ativa do conhecimento. O desenvolvimento de pesquisas feitas em nosso meio permitirá que facetas do comportamento mais próximas das condições socioculturais locais ganhem o devido relevo e dará ensejo para que os manuais escapem um pouco à repetição estereotipada dos exemplos e das construções teóricas clássicas. Algum dia (deixando que se infiltre um pouco de ficção no argumento), se este desenvolvimento se efetivar, teremos quem sabe a surpresa de ver alguns de nossos manuais traduzidos em inglês.

O livro de Antonio Gomes Penna, *Aprendizagem e motivação* (1980), merece, portanto, atenção, por ter sido escrito na perspectiva privilegiada do aqui e do agora. Destina-se a ser "um texto básico para alunos que se iniciam no estudo da psicologia" e compõe-se de quatro partes: aprendizagem, memória, motivação e emoção. Cada qual, dada a explosão das pesquisas na área e a quantidade de material já disponível, justificar-se-ia como tema para um livro inteiro. O tamanho reduzido da obra de Penna (apenas 205 páginas) faz com que, forçosamente, cada tópico seja tratado de maneira resumida, à maneira de um esboço. Na parte de aprendizagem, por exemplo, a estampagem, habituação e pré-condicionamento sensorial são apresentados em cinco parágrafos, a lei do efeito em dois, o condicionamento operante em oito, a aprendizagem verbal em cinco, etc. Tenho a impressão de que, dada esta "compreensão" dos assuntos, o livro deverá ser acompanhado, mesmo a um nível introdutório, por leituras suplementares e/ou por exposições em aula, a fim de que a assimilação se processe em nível satisfatório.

O capítulo sobre motivação será objeto de discussão, no presente artigo. Tenho, já há alguns anos, lecionado a matéria a alunos de graduação e de pós-graduação e suas perguntas, somadas às minhas, têm-me deixado razoavelmente preocupado com o assunto. A motivação surge, a um só tempo, como um campo extremamente promissor, injustamente negligenciado, e como um domínio de muita confusão e controvérsia, sem conceitos assentados, sem teoria "simples e soberana"[4]. Sua complexidade e mesmo a dissonância entre várias de suas partes seriam – se acreditarmos nos estudiosos do comportamento exploratório – razões de sobra para suscitar a aproximação e a investigação.

Não pretendo efetuar propriamente uma crítica do capítulo, mas apenas pensar, através dele, alguns tópicos que me pareceram interessantes. Minhas observações vão arroladas, sem esquema preestabelecido a servir de fio, como notas lançadas à margem do texto.

CONSIDERAÇÕES

1. "A pesquisa da motivação é, basicamente, a pesquisa da ação. Seu estudo cobre os diversos padrões que nela se discriminam, bem como as condições de seu desencadeamento e de sua direção" (p. 125). Esta colocação, com a qual Penna inicia seu capítulo, é ampla demais. Assemelha-se, por sua abrangência, a afirmações clássicas, como a de Young (apud Angelini, 1973), segundo a qual "todo comportamento é motivado". Ela poderia servir, sem muita modificação, para caracterizar outras áreas de estudo do comportamento (também da *aprendizagem* pode-se dizer que é campo de pesquisa das condições de desencadeamento e direção da ação!). Sua amplitude a leva a perder em conteúdo de informação.

Mais interessante do ponto de vista da construção teórica e mais frutífero para a investigação talvez seja tentar ver na motivação um conjunto de processos que podem (ou não) intervir na causação do comportamento. Seu estudo não seria, então, "a pesquisa da ação", mas a pesquisa de alguns possíveis determinantes da ação.

[4] O diagnóstico de Brody (1980), no fim de um capítulo de revisão, é típico da atual insatisfação com a falta de estruturação desta área promissora: "Em suma, o campo da motivação social aparece como excessivamente fragmentado, incoerente do ponto de vista teórico e isolado de outras especialidades dentro da psicologia" (p. 165).

Não há acordo total sobre os critérios para distinguir um processo motivacional de outros processos, mas, descendo a um nível mais básico, talvez revelem ser essenciais as noções de *estado* e de *valorização*. Processos motivacionais tais como a maioria dos estudiosos os caracterizam se marcam por uma prontidão ou mudança de prontidão do indivíduo quanto à execução de certos atos ou quanto à percepção de certos aspectos do ambiente. Esta prontidão (ou mudança de prontidão) persiste no tempo, assume a característica de *estados* mais ou menos duradouros. É claro que certas correntes, como a originada por Skinner, preferem escamotear a ideia de estado, considerada hipotética e mal embasada, e recorrer à noção de "operação antecedente" (privação, por exemplo) como substituto empiricamente válido.

Os diversos eventos, internos ou externos, que o organismo pode vir a experimentar não possuem todos o mesmo *valor* (para ele). De alguns, ele procurará o contato; de outros, tentará fugir. Alguns o deixarão indiferente, outros o moverão profundamente. Esta hierarquia dinâmica (o valor de determinado evento não deve ser entendido como fixo: certamente depende de uma história passada é do contexto em que aparece), que se expressa por escolhas e preferências e que permeia a vida inteira de um indivíduo, constitui um aspecto fundamental da adaptação da pessoa ao seu contexto físico e social[5].

A psicologia da motivação parece-me que se situa, de maneira geral, entre o polo da investigação de certos estados e o do estudo dos processos de valorização. Estou ciente de que estes termos (estado e valorização) não são primitivos, no sentido de não serem passíveis de decomposição em outros conceitos ou de não se prestarem a definições que os associem a outros conceitos considerados mais básicos. É possível mostrar que "estados" do organismo decorrem de causas variadas e que o "valor" de eventos pode igualmente ser determinado por um conjunto não homogêneo de processos. Em ambos os casos, pode-se demonstrar o envolvimento de formas de aprendizagem. Coloca-se, então, a questão de saber se conceitos motivacionais podem ou não ser constituídos sem que sua definição inclua referência a processos (como os de aprendizagem), tradicionalmente locados em outras áreas de pesquisa.

Também estou ciente de que as ideias de "estado" e de "valorização" não são independentes uma da outra, uma vez que cabe conceber a existência de variáveis que afetem tanto o estado do organismo como a maneira pela qual hierarquiza os eventos em sua experiência, e uma vez que um destes aspectos possa depender justamente do outro ou com ele estar correlacionado (a expressão corriqueira de que "a fome é o melhor condimento" sugere um domínio, de delicada análise, em que as duas categorias se interpenetram).

2. O binômio privação-saciação encontra-se em todas as teorias e pode ser aplicado à maioria dos fenômenos considerados motivacionais. Lorenz faz com que, em seu modelo hidráulico, a energia acumulada durante um período de privação se esvaia em presença de uma condição ambiental apropriada (estímulo sinal); Hull vê a redução do impulso como a consequência da obtenção de um reforço; Skinner, apesar de suas reservas em relação a conceitos motivacionais, não elimina a referência à operação de privação, cujos efeitos de aumento de probabilidade de um operante (ou de uma resposta consumatória) são revertidos pelo acesso ao estímulo reforçador.

Efeitos de privação-saciação não são apenas constatados no caso do comer ou do beber. Pesquisas mostram efeitos de privação social, ou de privação de variação de estímulos. No caso de um pequeno roedor de laboratório, o hamster, mostramos que há, inclusive, um aumento de intensidade da construção de ninho após um período em que o animal não tem acesso a tiras de papel (material de ninho) e que as atividades de construção entram em declínio e cessam durante um contato constante com esse estímulo sinal (Ades & Otta, 1977).

---

[5] Esta ênfase na preferência e na escolha remonta, é claro, ao hedonismo filosófico. É retomada pela chamada "teoria das escolhas". E nesse espírito que Kolm (1980) escreve que: "Como teoria do homem, a teoria das escolhas consiste em considerar que cada indivíduo pode classificar por ordem de preferência os estados do mundo e que seus atos levam à escolha de um 'elemento máximo' desta ordem nas possibilidades que a ele se oferecem (...) Esta teoria permite explicar a formação dos gostos, desejos, opiniões, etc. tomando esta ordem de preferências dependente de variáveis sociais ou de outras variáveis relevantes" (p. 270).

Por isso, parece essencialmente válida a afirmação de Penna: "Os atos consumatórios tendem a decelerar-se no decurso de seu processamento" (p. 125). É importante, contudo, lembrar que a apresentação de um estímulo sinal[6] pode, em condições apropriadas, *elevar a propensão do indivíduo em executar uma resposta, seja ela instrumental ou apetitiva, seja ela consumatória*. O efeito não deve necessariamente ser considerado como excepcional e raro. Talvez haja, em qualquer incentivo, um efeito de excitação que interage com efeitos de inibição provenientes da saciação.

O efeito de *aumento de prontidão* (*priming*) se verifica quando o estímulo sinal, ou seja, o estímulo potencialmente saciador, é apresentado em durações relativamente curtas. Por exemplo, numa situação em que patinhos bicavam para produzir um estímulo com o qual tinham sido estampados (numa sessão prévia de *imprinting*), a apresentação deste estímulo de estampagem, independentemente do comportamento dos sujeitos, os levava a exibirem aumentos marcados de bicar (Eiserer & Hoffman, 1973).

O peixe-de-briga ou peixe siamês *Betta splendens* nada numa pista a fim de se expor a outro macho ou a um espelho, diante dos quais tem exibições agressivas. Hogan e Bois demonstraram recentemente que a apresentação de um espelho, *antes* de uma tentativa, produzia um efeito marcado de *priming*, isto é, levava os peixes a nadarem com maior vigor na pista.

Estudiosos do comportamento do rato sabem que um pedacinho de ração, oferecido diretamente na caixa de partida de um labirinto, provoca velocidades maiores de corrida quando, de acordo com a visão clássica, deveria contribuir para a saciação do animal e, consequentemente, para a diminuição da intensidade de sua resposta de correr.

Que a apresentação do estímulo sinal possa motivar ao invés de saciar é que mostram, de maneira clara, experimentos sobre a *sensibilização* do comportamento materno no rato: ratas fêmeas virgens e mesmo machos, quando expostos por um tempo suficiente a filhotes recém-nascidos, passam a comportar-se de modo materno; recolhem-nos, lambem-nos, etc., como fazem fêmeas que acabam de dar à luz. Neste caso, a motivação parece provir de fora, por assim dizer, não de algum estado de privação ou de prontidão hormonal.

3. Afigura-se-me parcial a maneira como Penna conceitua a "abordagem operacional" e como a opõe a uma abordagem mediacional, ou seja, a uma abordagem que postula eventos mediadores entre estímulo e resposta (cognições, estados afetivos, impulsos, etc.).

É preciso considerar, em primeiro lugar, que a ideia de operacionismo, apesar de seu enorme sucesso entre os psicólogos que nela viam um caminho real para fora da subjetividade, não é interpretada da mesma maneira por todos; e que o próprio Bridman, o físico que propôs o critério, modificou várias vezes sua concepção a respeito (veja entrevista do filósofo Copi em Almeida, 1977).

Nas mãos de teóricos como Tolman e Hull, a definição operacional foi empregada como instrumento de validação ou de definição de conceitos intervenientes, numa intenção explicitamente mediacional. Esta talvez seja uma das razões pelas quais Skinner e certos de seus seguidores nunca estiveram muito à vontade, quando de uma forma "metodológica" de operacionismo que dividia os eventos em públicos e particulares e tentava inferir estes a partir daqueles.

Aliás, no famoso simpósio da *Psychological Review* em que participou com um artigo intitulado "a análise operacional de termos psicológicos", Skinner toma posição aberta contra o operacionismo de Stevens e de Boring que, segundo ele, não seria capaz de dar conta dos eventos "privados" (*private events*), e levaria a psicologia a enveredar pelo caminho de uma pseudociência.

---

[6] Uso *estímulo sinal*, termo extraído da etologia clássica, como um termo entre vários outros que se referem a estímulos dotados de "valor" especial para o organismo. Outros termos parcialmente equivalentes seriam: estímulo reforçador, estímulo liberador, estímulo afetivo ou emocional, estímulo consumatório, incentivo ou estímulo de incentivo, etc. Sente-se a carência de uma análise epistemológica que indique as funções que cada um destes termos poderia desempenhar numa estrutura teórica, o grau de sua equivalência, as vantagens de uns em relação aos outros etc.

A afirmação de Penna segundo a qual "... as definições operacionais sistematizadas por P. W. Bridgman estão presentes em Watson e dominam a perspectiva sobre a qual se fundamenta a Análise Experimental ou Funcional do comportamento de B. F. Skinner como, de resto, não poderia deixar de acontecer", além de atribuir ao operacionismo uma vigência anterior à época em que foi elaborado, não faz justiça à posição muito peculiar de Skinner nem à maneira elaborada como outros autores, correta ou incorretamente, pretenderam usar a definição operacional. Sobre a oposição de Skinner ao "operacionismo metodológico", veja Flanagan, 1980 e Allen, 1980.

Do ponto de vista da motivação, a definição operacional, mesmo do tipo que pretende desvendar conceitos intervenientes, não pode ser tomada como guia estrito, na elaboração dos termos que irão servir na pesquisa ou na teorização. Se a necessidade de ligação entre certos termos do arcabouço explicativo e os "observáveis" se faz sempre sentir (e é o que distingue um empreendimento genuinamente científico de abordagens puramente intuitivas), ela não deve levar à adoção de critérios *a priori,* espécies de crivos definitivos para a validade dos termos no sistema.

4. Como já me referi, o campo da motivação é fértil em ambiguidades e carece de definições (operacionais ou não) de seus termos básicos. Isso faz com que, às vezes, inadvertidamente, brote a contradição. Um caso destes parece-me que ocorre quando Penna, à página 128, coloca a motivação, dentro de uma perspectiva mediacional, como "o fator que desperta, mantém e dirige o comportamento para certo *goal*" e quando, à página 133, se refere a motivos inespecíficos que "não se dirigem para nenhum *goal* determinado". Se a direcionalidade é parte intrínseca da definição de motivação então não se concebe que haja motivos inespecíficos, ou seja, desprovidos de direção.

Uma maneira de escapar ao conflito consiste em, simplesmente, deixar de colocar a direcionalidade como critério essencial para se considerar um fenômeno como motivacional, mesmo que ela seja sumamente importante, em certas circunstâncias. O fato de um comportamento ser governado por suas consequências como se estivesse; de certa maneira, "visando" o futuro (o que leva Powers, 1978, a propor uma teoria psicológica de base cibernética em que o organismo é visto como regulando os *inputs* ambientais) representa uma feição a ser considerada por qualquer teoria da motivação; mas seria impor uma restrição indevida insistir em, primeiro, verificar se há objetivos para depois falar em comportamento motivado.

Além disso, a noção de *goal* ou objetivo não é fácil de ser definida com precisão e terá seu sentido relativo à situação em estudo. Em muitos casos, somente poderá ser apreendida *a posteriori*, dado o seu caráter teleológico.

5. Penna ressalta corretamente a importância de Hull como teórico do impulso. Eu chegaria a dizer que Hull foi um dos poucos estudiosos que se preocuparam em apresentar uma visão *sistemática* dos processos motivacionais básicos. Ele é incluído, por tradição, entre os proponentes das clássicas teorias da aprendizagem, mas sua grande contribuição se deu no campo motivacional. A aprendizagem, para ele, é uma das estratégias através das quais o organismo resolve as tensões criadas por suas necessidades (*needs*) e, consequentemente, preserva sua própria integridade.

A perspectiva biológica servia a Hull de ponto de partida. A necessidade, cuja redução seria reforçadora (de acordo com a primeira versão da teoria), era, mais do que um conceito puramente fisiológico, a maneira de conferir ao comportamento um sentido inadaptativo. Hull não chegou, contudo, a elaborar muito este tipo de pensamento que, hoje, praticamente 40 anos após a publicação de seu "*Principies of Behavior*" está sendo desenvolvido pela novíssima geração de psicólogos experimentais: buscam, inspirando-se às vezes em leis derivadas do pensamento econômico, descrever o comportamento motivado como uma busca de "otimização" de acesso aos recursos necessários para a sobrevivência.

À exposição de Penna talvez falte focalizar mais detidamente o fator *incentivo* que, entrando tardiamente na teoria hulliana, deu início a uma espécie de reviravolta na explicação do comportamento motivado. Este não mais seria apenas o produto de um acúmulo de "energia" motivacional, de origem endógena, querendo se dissipar de alguma maneira, mas nasceria do próprio contato com o meio externo, ou melhor, com aspectos particulares deste meio, os estímulos de incentivo.

Apanhados históricos, como o de Bolles (1975), mostram como, no correr dos anos, a ideia de incentivo (ou a de reforço) foi suplantando a de impulso. Bindra, por exemplo, concede aos constructos ligados à motivação de incentivo um lugar todo especial em sua teoria da motivação: na *antecipação* da ocorrência de estímulos de incentivo, antecipação que teria uma base aprendida, ele vê o motor básico do comportamento motivado (Bindra, 1974). Segundo ele, "nenhuma motivação para um objetivo particular é gerada pelas condições organísmicas de per si; a produção de estados motivacionais específicos, dirigidos para o objetivo, é essencialmente uma questão de estimulação ambiental de incentivo" (Bindra, 1978, p. 45).

6. Penna nota, com justeza, que a teoria do impulso, pelo menos como a tinha elaborado Hull, em versões sucessivas, sofreu fortes críticas e dificilmente seria sustentada tal qual hoje em dia. Isto não quer dizer que sua influência ainda não se faça sentir e que os problemas por ela levantada não constituam, ainda, questões relevantes para a investigação.

Uma das linhas de contestação surgiu, por volta de 1950, a partir de resultados sobre o chamado *comportamento exploratório*, abrangendo as atividades através das quais os indivíduos expõem-se aos diversos aspectos de seu ambiente, extraindo informação. Estas atividades, que não parecem surgir nem de uma carência do organismo, nem de uma estimulação forte, potencialmente nociva e provocadora de fuga, põem em xeque alguns pressupostos da teoria de Hull. Convém notar, contudo, que teóricos como Berlyne (1960,1963) e Fowler (1965), especialmente o segundo, tentaram acomodar os novos e perturbadores resultados ao esquema básico hulliano.

Em experimentos clássicos, Sheffield e colaboradores mostraram que a sacarina poderia atuar como estímulo reforçador mesmo que desprovida de poder nutritivo, isto é, mesmo que não abaixasse níveis de necessidade. Este resultado, porém, não representa tanto, como o coloca Penna, um elemento "desencorajador para a teoria da redução do *drive*": constitui apenas uma prova de que a redução de *necessidade* não é um elemento necessário para que um organismo passe a repetir um determinado comportamento. Redução de impulso não equivale a uma redução de necessidade. O teórico do impulso poderia, em princípio, desligar impulso de necessidade e considerar que modificações naquele podem ocorrer independentemente de modificações nesta, afetando por si mesmas o comportamento. O próprio Sheffield não abandonou de todo a ideia de impulso e notabilizou-se por ter proposto uma espécie de inversão da teoria hulliana, segundo a qual haveria aprendizagem instrumental por aumento ou indução (não por redução) de impulso.

O teórico do impulso poderia também interpretar o gosto doce da sacarina como estímulo reforçador condicionado ou ainda imaginar que o animal estivesse *generalizado* entre o gosto de açúcares, sinal "natural" da presença de substâncias realmente nutritivas no alimento, e o gosto da sacarina (não havendo necessariamente, neste caso, a implicação de que atua uma aprendizagem típica de reforço secundário). Estudeis recentes mostram que ratos reagem a edulcorantes artificiais de acordo com estratégias próprias ao seu comportamento diante do açúcar.

Um conjunto amplo de pesquisas – com investigações precursoras já na época de Hull – mostra que, em cada sistema motivacional, os mecanismos para a *terminação* do comportamento consumatório, ou dos atos instrumentais que a ele levam, dependem de um conjunto de sinais e que poderá ocorrer antes que o organismo tenha de fato eliminado a carência. Sabe-se, por exemplo, que uma pessoa parará de beber antes de a água sorvida ter passado inteira para as células, restaurando a hidratação normal. Ratos privados até 48 h de água, quando lhes é dada a oportunidade de beber à vontade durante 5 h, não recuperam toda a água perdida pelo seu organismo (Hall & Blass, 1975). Permanecem num estado de "desidratação voluntária". De outro lado, a introdução, diretamente no estômago, de uma quantidade de água que seria suficiente para provocar ansiedade, se os animais a ingerissem por boca, não inibe o comportamento posterior de beber.

Estes resultados, e muitos outros, mostram realmente que, a curto prazo, não é a satisfação de uma necessidade (definida como uma carência do corpo) o agente controlador básico do comportamento, mas sim a ocorrência de uma série de estímulos em complexa concatenação que tem cada um poder de *feedback* negativo em

relação ao comportamento. Estes estímulos funcionam como sinais de uma possível redução posterior de necessidade.

7. A teoria freudiana nasce da constatação do tabu, ou seja, de obstáculos sociais à satisfação de tendências instintivas. Se Freud não se preocupou com motivos poderosos como a fome e a sede é, segundo Penna, que se inspira de um argumento de Birch & Veroff (1970), porque "ainda quando eventualmente passíveis de não realização, não se registra contra eles (a fome e a sede) qualquer condição de ameaça ao seu atendimento. Em outras palavras, podemos deixar de beber ou de comer por falta de alimento, mas não por preconceitos sociais que nos ameacem caso se possa consumar transgressão" (p. 145).

Tanto Birch & Veroff (1970) quanto Penna parecem não levar em conta que, em todas as sociedades das quais se tem conhecimento, existem elaborados sistemas de normas cuja função é incentivar a ingestão de determinadas substâncias (às vezes numa forma ritualística, como é o caso do vinho) e proibir a ingestão de outros. Como o tem mostrado as brilhantes análises de Lévi-Strauss (veja um apanhado semicrítico destas em Leach, 1973), o comer é um domínio onde se exerce poderosamente a influência de "preconceitos sociais". As proibições de ingestão da carne de porco entre os muçulmanos, o episódio da "lei seca" nos Estados Unidos e suas sequelas, as regras contra a ingestão de carne em datas de significado religioso, os regimes para a perda de peso assim como muitos outros exemplos que possam ser lembrados, mostram que não é tão neutro assim, do ponto de vista social, este aspecto da motivação humana.

O que se pode dizer, a favor da interpretação de Birch & Veroff e de Penna é que, de um lado, para as pessoas de classe média – semelhantes, nesse aspecto, aos vienenses com os quais Freud tinha contato – a fome e a sede não são problemas diários e, graças à facilidade com a qual sua satisfação é conseguida, perdem suas associações com sentimentos de carência. A psicanálise, se tivesse sido criada em regiões mais pobres, talvez não teria abrangido apenas eros e tânatos. Há, de outro lado, uma facilidade aparentemente maior na adaptação a certos regimes de alimentação, regulados por normas culturais, do que na aceitação dos códigos sexuais.

8. O "princípio de contemporaneidade" é básico para a compreensão do pensamento de Lewin. Segundo ele, "já que nem o passado, nem o futuro existem no momento presente, não podem ter efeitos no presente. Na representação do espaço de vida, portanto, somente levaremos em conta o que é contemporâneo" (1936, p. 35). É claro que, como escreve Penna, "Lewin nunca negou a influência de situações anteriores sobre o comportamento atual. Apenas sempre considerou que esses efeitos nunca se produzirão a menos que existam, no campo psicológico atual, elementos que se revelem funcional e dinamicamente vinculados a uma situação anterior" (p. 157). A dificuldade muito séria consiste, no entanto, na definição de *presente*. Como argumentei (Ades, 1980), Lewin não consegue fornecer critérios claros pelos quais se possa delimitar as fronteiras do espaço de vida contemporâneo e, em consequência, esse passa a ser definido em função de critérios que não são intrinsecamente temporais.

Dificuldades epistemológicas como esta diminuem certamente a validade do "princípio de contemporaneidade" e abrem um espaço para uma perspectiva muito mais flexível e não necessariamente simultânea na explicação do comportamento (veja, por exemplo, Staddon, 1972).

No campo específico da motivação, embora tenha plausibilidade a ideia de que a tendência a comportar-se desta ou daquela maneira possa ser prevista a partir de uma descrição suficientemente completa da situação da pessoa *logo antes* da ocorrência possível do comportamento, na dinâmica concreta da pesquisa ou mesmo da aplicação: a) será muitas vezes impossível fazer um diagnóstico momentâneo das forças motivacionais em jogo e haverá necessidade de se levar em conta descrições de eventos passados; b) as unidades temporais consideradas adequadas para a análise científica dependerão dos problemas investigados e menos de uma definição apriorística de contemporaneidade.

9. Como já ressaltado, o interesse renovado pelo comportamento exploratório representou um dos fatores a precipitar a crise da teoria clássica de impulso. Os macacos *rhesus*, no laboratório de Harlow, solucionadores inveterados de quebra-

-cabeças, ou os (Observados por Butler) que passavam horas a fio abrindo janelinhas para ganhar a oportunidade de investigar visualmente o ambiente externo, os ratos de Montgome que escolhiam o braço de um labirinto em T só para expor-se a outro labirinto complexo eram alguns dos elementos que não se enquadravam na imagem de um organismo constantemente em busca de quiescência.

A análise da motivação exploratória mostra que ela depende, mais do que outras talvez, do contato entre o organismo e o ambiente: a curiosidade parece nascer imediatamente diante de uma situação em que existe incongruência ou novidade, e saciar-se quando uma informação específica a respeito dos elementos relevantes da situação foi galgada.

É a constatação da importância deste relacionamento organismo-ambiente que me leva a acolher com alguma reserva a seguinte colocação de Penna: "Prevaleceu ao longo da pesquisa a conceituação da motivação como processo que se reduz a partir do momento em que se discriminam os incentivos inadequados. Este enfoque caracteriza a teoria do *drive* e, por igual, a teoria psicanalítica. Entretanto, há padrões de comportamento que não parecem admitir esse gênero de explicação. Entre eles, convém citar a atividade lúdica e exploratória, ou seja, a atividade expressiva de curiosidade. De fato, a atividade lúdica ou atividade de jogo é autotélica e autogratificadora. Joga-se por jogar. *Os incentivos externos nem a justificam nem a sustentam*. O mesmo se poderá dizer da atividade exploratória. Também aqui a simples execução da atividade de busca é suficiente como fator de reforçamento" (p. 160-1).

Tira-se, do texto de Penna, que as atividades lúdica e exploratória constituem como que uma categoria *à parte*, na medida em que parecem movidas *intrinsecamente*, alimentadas pelo seu próprio desempenho. A expressão que eu grifei na citação indica bem a independência que, supõe-se, mantém em relação a eventos ambientais, externos, reforçadores.

Esta colocação, embora suscite uma primeira impressão de plausibilidade, se baseia, creio eu, numa confusão muito comum entre dois possíveis sentidos da expressão "motivação intrínseca": a) de um ponto de vista mais radical, como o adotado por Penna, atos intrinsecamente motivados seriam os que não dependessem de *sua* consequência ambiental, que fossem ao mesmo tempo ato e recompensa, desempenho e objetivo. Percebe-se a dificuldade que há em efetuar uma análise empírica desses atos, em encontrar uma diferença entre, por exemplo, os seguintes dois enunciados: "A pessoa exibiu o comportamento *x*" e "A pessoa exibiu o comportamento *x* e este comportamento *x* ficou reforçado pelo seu próprio desempenho". A análise que não é, em teoria, totalmente impossível, exigiria que se pudesse estabelecer uma distinção entre o desempenho enquanto desempenho e o desempenho enquanto reforço; b) de acordo com outro ponto de vista, em que não se dispensa a atuação de incentivos e em que não se suprime a distinção entre o fazer e a consequência do fazer, intrinsecamente motivado, seria um ato controlado por recompensas e outros fatores que, de certa maneira, se apresentem *normalmente ligados a ele*. Dentro desta perspectiva, da mesma forma que "joga-se por jogar", "come-se por comer", "agredisse por agredir" etc. Em outros termos, em certas situações, o jogar, o comer e o agredir apresentam-se influenciados por variáveis que parecem fazer parte de um sistema motivacional próprio.

A questão consiste em encontrar critérios suficientemente desprovidos de ambiguidade para decidir se os fatores que influenciam um certo comportamento pertencem ou não ao "sistema próprio deste comportamento"[7]. Supõe-se que o mesmo comportamento poderá ser intrínseca *ou* extrinsecamente motivado. Por exemplo, um estudante poderia resolver um problema, não porque estivesse interessado realmente na solução, mas por estar evitando uma nota baixa ou por querer conquistar uma posição de prestígio junto aos colegas. Neste caso, os fatores motivadores seriam extrínsecos. Ele também poderia ter ficado curioso (despertada esta motivação que Berlyne chama de "epistêmica") diante do enunciado do problema e então, embora talvez seguisse os mesmos passos de raciocínio, dir-se-ia estar em jogo um motivo intrínse-

[7] Minha posição é que, se não for possível obter critérios satisfatórios, perde sentido a distinção entre "intrínseco" e "extrínseco".

co. Exemplos poderiam ser dados em outros campos de motivação (um rato poderia beber a fim de evitar um choque ou por ter sido privado de água, etc.).

A segunda acepção da dicotomia "intrínseco-extrínseco", apesar das dificuldades de critério que lhe são inerentes, parece mais válida do que a primeira, pelo menos como análise inicial de certos problemas na área de estudo da motivação. Deci, DeCharms e outros (veja DeCharms & Muir, 1978) iniciaram uma linha de pesquisa sobre motivação intrínseca, cuja relevância para o campo da aplicação é clara. Deci mostrou, por exemplo, que incentivos extrínsecos (como dinheiro) podiam ter efeito deletério sobre comportamentos intrinsecamente motivados.

De qualquer modo, não cabe dizer que o brincar e que a atividade exploratória não sejam justificados e sustentados por incentivos, como outros comportamentos motivados. Demonstra-se que aspectos do ambiente dão origem, mantêm, recompensam ou inibem – em interação, é claro, com variáveis de estado do organismo – ao olhar curioso da pessoa, à sua manipulação das coisas, ao seu brincar. Incentivos extrínsecos também podem entrar em jogo, mas esta é outra história.

10. Para o leigo, a distinção entre aprender e querer é límpida e clara; para o estudioso, um problema complexo, uma dor de cabeça conceitual. Ao longo dos anos, várias soluções têm sido propostas, sem que nunca tenha surgido o consenso. Como em outras questões, a oposição se baseia menos em incongruência nos dados ou nas informações colhidas do que em diferenças nos paradigmas de pensamentos adotados.

Como Penna, acho atraente a ideia da possibilidade de que a aprendizagem possa, ocasional ou basicamente, ocorrer m reforço. Não adotaria, contudo, a posição de Hebb (tal como exposta por Penna), com sua distinção entre níveis "inferiores" de aprendizagem onde o reforço teria vez, a níveis "superiores" onde as associações se processariam de uma forma puramente cognitiva. Convém rever seriamente a posição tolmaniana e não rejeitar sumariamente a sugestão de que a aprendizagem possa estruturar-se de acordo com uma mecânica própria. Esta estruturação se distribuiria por todos os níveis de aprendizagem, como processo básico.

A teoria de Bindra – professor da Universidade McGill do Canadá, onde também ensinou Hebb – constitui uma retomada moderna e interessante tanto das ideias de Tolman como das de Hebb. Segundo Bindra (1978, p. 44), "o conhecimento que um animal adquire a respeito de seu ambiente não consiste de unidades estímulo-resposta, mas de correlação entre os vários eventos que costumam ocorrer numa dada situação". Trata-se de uma aprendizagem em que, dado um estímulo E_1 (e sua representação interna), o animal passa a antecipar a ocorrência de outro estímulo E_2, correlacionando a E_1 na experiência passada[8]. Quando é um estímulo hedônico ou estímulo de incentivo, isto é, um estímulo dotado de propriedades positivas ou negativas do ponto de vista do organismo, E_1 se torna; em virtude da correlação estabelecida, um estímulo condicionado de incentivo e passa a guiar o comportamento. Convém notar que a correlação ou contingência $E_1 – E_2$ se estabelece por assim dizer automaticamente, em função apenas dos contatos entre indivíduo e ambiente, sem requisito de um processo de reforço de respostas.

11. Como deve a área de motivação ser apresentada aos alunos? Entre o plano da discussão acadêmica, em que são abordadas as pesquisas e as teorias "avançadas" e o plano didático, em que se procura transmitir um conjunto razoavelmente seguro de conceitos, que o aprendiz possa carregar consigo, como instrumento útil para compreender e agir, há uma distância que nem sempre é fácil transpor.

Certas áreas possuem uma estrutura bastante simples e coerente: não há problema de maior envergadura quando se trata de codificá-las em termos de uma linguagem própria para a instrução. Em outras, como no caso da motivação, o estudioso se vê às voltas com conflitos, uma vez que a informação permite vários recortes, e que as estratégias de ordenamento do material não estão, por assim dizer, impostas

[8] Estou condensando a teoria de Bindra a ponto de fazê-la parecer (indevidamente) próxima de posições de um associacionismo elementarista. É bastante elaborada, na verdade, a visão de Bindra a respeito da "organização de contingências", ou seja, da aquisição de conhecimento (veja Bindra, 1976).

através de algum paradigma (ou seja, através de uma rede de constructos e de abordagens consagrados pelo consenso). A hesitação parece retratar uma condição de falta de integração na área. Tenho a impressão de que os manuais sobre motivação assemelhar-se-ão cada vez mais, à medida que princípios mais poderosos forem enunciados.

No presente estágio (enquanto o hipotético consenso ainda está longe do alcance), manuais ou capítulos sobre motivação podem desenvolver-se de acordo com uma das seguintes linhas básicas (ou de acordo com uma combinação das mesmas):

1. A abordagem do "leque de teorias": as diversas teorias existentes ou historicamente defendidas a respeito de motivação são arroladas, na tentativa de fornecer ao aluno uma visão das alternativas abertas ou que tiveram alguma repercussão no passado. O capítulo do livro de Penna envereda por este caminho que, num extremo e de uma forma menos introdutória, seria representado pelos livros de Madsen (1968, 1974).

Esta linha tem a vantagem de não disfarçar a complexidade nem as incongruências no saber atual, mas ocorre o perigo de incutir ao aluno principiante a impressão de que o campo está irremediavelmente dividido e de que a verdade depende do autor ou da escola de pensa mento que cada um queira seguir.

Minha própria tendência, ao ministrar um curso sobre "teorias", seria mostrar até que ponto convergem e até que ponto mesmo sua oposição pode ser instrutiva em termos de uma avaliação de lacunas e em termos de uma previsão dos desenvolvimentos na área. Em todo caso, a apresentação de um "leque de teorias" parece mais própria de um curso adiantado em psicologia da motivação.

2. A abordagem dos "sistemas motivacionais": outra estratégia consiste em enfatizar a análise de sistemas motivacionais particulares, como a fome, a agressividade, o motivo de realização etc., deixando para um segundo plano a discussão de eventuais princípios gerais. Implícito nesta linha é o reconhecimento de que cada sistema pode requerer explicações próprias: o modelo berlyniano sobre curiosidade/tédio – embora, é claro, decorra de generalizações amplas sobre motivação – aplica-se a um campo empírico especial que não se superpõe, por exemplo, ao modelo de Blass & Hall (1976) relativo aos fatores que controlam o beber ou à teoria de Beach sobre o comportamento sexual ou ainda às ideias de Atkinson sobre o motivo de realização.

Nota-se, aliás, no cenário científico, um aumento muito grande do número de pesquisas que se definem, não em função do campo maior da "motivação", mas em função de sistemas motivacionais considerados como unidades até certo ponto independentes. Revistas (como, por exemplo, *Aggressive Behavior*) já surgem como foros especializados de discussão.

Com a abordagem dos "sistemas motivacionais", tem-se a vantagem de lidar com a análise de comportamentos que se enquadram sem muita dificuldade na matriz de experiências próprias do aluno, pode ser um tanto insatisfatória na medida em que se apresenta como a justaposição de informações ou miniteorias, sem esquema abrangente a tudo coordenar. O ideal seria fazer com que, em cada sistema apresentado, fossem ressaltados pelo menos alguns conceitos e princípios que servissem de denominador comum.

3. A abordagem da "teoria unificada": poucas são as propostas, nesta linha em que a palavra de ordem é selecionar a informação e efetuar uma *síntese* ou uma organização teórica unificada, à maneira das teorias de aprendizagem da época áurea dos Tolman, Hull, Skinner, etc. Quando surge um trabalho desta natureza (como o livro *de Irwin*, 1971), ele muitas vezes entra no rol das teorias clássicas, recebe o nome do autor (a teoria de Irwin, por exemplo) ao invés de se impor como teoria da *motivação*. Cai então em nosso primeiro item.

Ainda não parece chegado o tempo em que uma análise suficientemente aprofundada, em que uma suficiente discussão e um suficiente consenso permitirão que a motivação seja apresentada de uma forma integrada, através de princípios básicos que deem uma boa imagem de sua essência, que é dinamismo. Também nos falta uma preciosa informação a respeito da motivação do homem comum (não necessariamente do sujeito de experimento ou do paciente em psicoterapia), e aos modelos que

cultivamos ainda falta a validade "ecológica" que permitirá aplicações mais relevantes ao mundo "real".

Esta situação deve atuar como fonte de motivação para uma dupla investida: a) em direção a uma coleta maior de informações que vise menos a salvaguardar teorias clássicas do que apreender, em sua especificidade, as formas diversas pelas quais podem atuar variáveis motivacionais; b) em direção a uma análise epistemológica da própria necessidade de conceitos motivacionais e da maneira como, eventualmente, estes deveriam se integrar aos outros conceitos, dentro do arcabouço de uma explicação geral do comportamento.

Os manuais sobre motivação, destinados a alunos de graduação ou de pós-graduação, estão na dependência do estágio da pesquisa e do pensamento na área. Apesar disso, não se pode ressaltar demais a importância de sua contribuição: o esforço de apresentar o campo de maneira didática e clara é, em si mesmo, uma fonte potencial de críticas e de propostas construtivas e uma avaliação do estado presente do conhecimento.

Em nosso meio, manuais precisam ser pensados e escritos. Acrescento: precisam também ser *lidos* e é nesta perspectiva que se inserem as presentes notas.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1980). De ganchos e argolas: a perspective temporal na explicação do comportamento. *Ciência e Cultura, 32,* 428-445.

Ades, C., & Otta, E. (1977). Fatores envolvidos na cessação do armazenamento de papel em hamsters (*Mesocricetus auratus*). Trabalho apresentado na 29ª Reunião Anual da SBPC, São Paulo, 1977. *Ciência e Cultura (resumos), 29,* 822.

Allen, H. J. (1980). P. W. Bridgman and B. F. Skinner on private experience. *Behaviorism, 8,* 15-29.

Almeida, A. R. (1977). Cinqüenta anos de operacionismo: uma avaliação crítica. *Psicologia, 3,* 1-12.

Angelini, A. L. (1973). *Motivação humana.* Rio de Janeiro: José Olympio.

Berlyne, D. E. (1960). *Conflict, arousal and curiosity.* New York: McGraw-Hill.

Berlyne, D. E. (1963). Motivational problems raised by exploratory and epistemic behavior. In S. Koch (Org.), *Psychology: a study of a science.* New York: McGrawHill.

Bindra, D. (1974). A motivational view of learning, performance and behavior modification. *Psychological Review, 81,* 199-213.

Bindra, D. (1976). *A theory intelligent behavior.* New York: John Wiley.

Bindra, D. (1978). How adaptive behavior is produced: a perceptual motivational alternative to response-reinforcement. *The Behavioral and Brain Sciences, 1,* 41-91.

Birch, D., & Veroff, J. (1970). *Motivação.* São Paulo: Herder.

Blass, E. M., & Hall, W. G. (1976). Drinking termination: interaction among hydrational, orogastric and behavioral controls in rats. *Psychological Review, 83,* 356-74.

Bolles, R. C. (1975). *Theory of motivation.* New York: Harper & Row.

Brody, N. (1980). Social motivation. *Annual Review of Psychology, 31,* 143-68.

DeCharms, R., & Muir, M. S. (1978). Motivation: social approaches. *Annual Review of Psychology,* 29, 91-113.

Eiserer, L. A., & Hoffman, W. G. (1973). Priming of duckling's responses by presenting an imprinted stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 82,* 345-59.

Flanagan, O. J. (1980). Skinnerian metaphysics and the problem of operationism. *Behaviorism, 8,* 1-13.

Fowler, H. (1965). *Curiosity and exploratory behavior.* New York: Macmillan.

Hall, W. G., & Blass, E. M. (1975). Orogastric, hydrational and behavioral controls of drinking behavior following deprivation in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 89,* 939-54.

Irwin, F. W. (1971). *Intentional behavior and motivation: a cognitive theory.* Philadelphia: Lippincott.

Kolm, S-C. (1980). Psychanalyse et théorie des choix. *Information sur les Sciences Sociales, 19,* 269-340.

Leach, E. (1973). *As idéias de Lévy-Strauss.* São Paulo: Cultrix/Editora da Universidade de São Paulo.

Lewin, K. (1936). *Principies of topological psychology.* New York: McGraw-Hill.

Madsen, K. B. (1968). *Theories of motivation.* Copenhagen: Munksgaard.

Madsen, K. B. (1974). *Modem theories of motivation: a comparative metascientific study.* New York: Wiley.

Penna, A. G. (1980). *Aprendizagem e motivação.* Rio de Janeiro: Zahar.

Powers, W. T. (1978). Quantitative analysis of purposive systems: some spadework at the foundation of scientific psychology. *Psychological Review, 85,* 417-35.

Staddon, J. E. R. (1972). On the notion of cause, with applications to behaviorism. *Behaviorism, 1,* 25-63.

Motivação animal: Da equilibração clássica à perspectiva ecológica[1,2]

César Ades[3]

RESUMO. A ideia de equilibração, principalmente sob a forma de homeostase, teve enorme influência sobre a pesquisa e o pensamento acerca de motivação. Argumenta-se, aqui, que ela não constitui base suficiente para a formulação de uma teoria geral e que caberia, como mudança de ênfase, levar-se em conta as maneiras diversas como os processos motivacionais se ajustam a condições ambientais. O estudo do papel da experiência passada e da ontogênese em geral, dos efeitos de incentivo e de custo, a investigação de comportamentos ecologicamente relevantes, em várias espécies, são caminhos para enriquecer o esquema da análise motivacional do comportamento.

ABSTRACT. Homeostatic, equilibration modals have had an enormous influence on research and thinking about motivation. It is argued that such models do not offer a sufficient basis for a general theory in the field, and that new frameworks, in which the adaptation of motivational processes to environmental conditions are explicitly taken into account, should be explored. The study of the role of past experience and of ontogeny; of incentive and cost variables; and of ecologically relevant performance in different species are some of the ways through which our view of motivational processes can be enriched.

A ideia de "equilibração" dominou por muito tempo e talvez ainda domine as concepções a respeito de motivação. Em sua raiz, há um princípio relativamente simples: o desequilíbrio interno põe em ação mecanismos, fisiológicos ou comportamentais, que levam o organismo a recuperar seus níveis de base, a equilibrar-se em torno dos valores adequados de suas variáveis. Há, no ciclo motivacional, a fase de afastamento ou de discrepância e a fase oposta, da redução de discrepância, a serviço, como diria Claude Bernard, da constância do meio interno.

Esta ideia cativa, não apenas porque tem pontos de contato com o senso comum, mas porque parece fornecer um arcabouço suficientemente coerente e geral para dar conta de uma diversidade de fenômenos motivacionais. Parece plausível, do ponto de vista da função adaptativa, que o organismo defenda as condições de seu próprio funcionamento, minimizando a perturbação. Não estranha, portanto, ter a hipótese da equilibração sido aproveitada em sistemas teóricos dos mais diversos. Podemos reconhecê-la na concepção hulliana de "redução de impulso", na analogia hidráulica por meio da qual Lorenz retrata a ciclicidade do comportamento instintivo; e mesmo na maneira como muitos psicólogos experimentais reduzem a questão dos processos motivacionais, restringindo-se aos conceitos de "privação" e "saciação". Há, neste caso, pureza operacional, não se lança mão de hipotéticos impulsos ou da redução dos mesmos, mas a essência – um processo ou operação que ativa, e um processo ou operação que diminui a ativação – permanece.

A hipótese da equilibração, sob a forma de homeostase ou de modelos cibernéticos em que a retroação moduladora aparece como uma alça de *feedback*, teve influência inegável sobre a análise psicofisiológica do comportamento ingestivo. É enfática a colocação de Kraly (1984): "Homeostase é um conceito que facilitou muito a descoberta dos mecanismos fisiológicos que controlam o comportamento de beber.

---

[1] Uma versão deste trabalho foi apresentada por ocasião da Reunião Anual de Psicologia, Ribeirão Preto, 1984 (Simpósio: "*Aspectos curiosos do comportamento alimentar*") e será publicada nos Anais desta Reunião. O artigo foi redigido durante a vigência de uma bolsa de pesquisador do CNPq.

[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Psicologia: Teoria e Pesquisa, 1,* 147-157, 1985, que autorizou a publicação nesta coletânea.

[3] Universidade de São Paulo.

A noção de que o sistema nervoso é organizado para manter uma condição relativamente constante de fluidos do corpo levou à busca de mecanismos que detectem perturbações no equilíbrio de fluidos e que mobilizem reações fisiológicas e comportamentais para restaurar... a homeostase. A busca de tais controles homeostáticos teve sucesso notável".

Como qualquer hipótese, a da equilibração homeostática guia a atenção do estudioso para certos aspectos do fenômeno em detrimento de outros, e o leva a escolher estratégias de investigação específicas, as que a teoria indica como relevantes. Assim, o comportamento ingestivo provocado por períodos mais ou menos extensos de carência (origem do desequilíbrio) foi usado durante muito tempo como paradigma de qualquer ingestão, e a busca de variáveis (níveis de açúcar, níveis de gordura?) que pudessem ser detectadas e moduladas pelo sistema nervoso, base para o mecanismo corretivo atribuído à reação motivada, constituiu uma das linhas mais insistentemente seguida pela pesquisa fisiológica.

Fica, no entanto, cada vez mais claro que a hipótese da equilibração não é base suficiente para a constituição de uma teoria geral da motivação. Desde o início da aplicação do modelo homeostático, havia indicações de que o roteiro "carência – detecção – mecanismos corretivos" não se aplicava a todas as instâncias de comportamento motivado. Quando, por volta dos anos 1950, descobriu-se que macacos passavam horas acionando um dispositivo para se expor a estímulos variados e aparentemente irrelevantes, ou manipulando um quebra-cabeça sem nenhum comestível como reforço; que até ratos podiam redobrar seus farejamentos a qualquer instante, desde que introduzida novidade em seu meio (Ades, 1965), a ideia de redução de impulso sofreu sua primeira e forte contestação. Harlow (1953), usando como argumento casos observados em "camundongos, macacos e homens", opôs aos impulsos "internos" a ação motivadora dos estímulos externos.

Os próprios comportamentos de beber e comer, domínio aparentemente pacífico da ação de mecanismos equilibradores, oferecem exemplos claros de controle não homeostático. Richter (1927) e Cannon (1932), campeões da abordagem homeostática, disso já tinham consciência. Infusões intragástricas ou intravenosas de água, suficientes para satisfazer a necessidade do organismo, não impedem que um animal ou um ser humano tomem um pouco d'água, em excesso, portanto. De outro lado, ratos privados podem parar de tomar água antes que sejam recuperados os níveis normais de hidratação, numa espécie de "privação voluntária" (Blass & Hall, 1976). Estímulos estressantes como um choque elétrico ou mesmo um beliscão no rabo (Martin, 1984) elevam em ratos o consumo de água e de alimento. Animais em esquemas intermitentes de alimentação entram em polidipsia: bebem, durante a sessão experimental, o equivalente a um consumo de dois ou três dias. Fatores sociais ou hedônicos (tomar chá às 5 h da tarde) escapam do estrito cálculo de desvios em relação ao "*set-point*", ou ponto de equilíbrio hídrico. O social se manifesta em esquemas de competição: ratos dominantes, numa colônia, têm acesso privilegiado à comida, forçando os outros a se alimentarem "fora de hora" e, eventualmente, menos (Calhoun, citado por Kanarek, 1981). A ritmicidade do comer parece, além disso, depender de "marcapassos" circadianos que a sincronizam à sucessão regular dia noite, em autonomia parcial em relação aos indicadores internos de privação.

Estes fenômenos, incômodos do ponto de vista de quem esteja inclinado a atribuir hegemonia à hipótese da equilibração, levam os teóricos a conceber a existência de dois tipos de processos motivacionais: os que parecem seguir a hipótese e os que dela escapam. Nesta veia, Fitzsimmons (1972) fala em beber primário, fruto de um déficit de água, e beber secundário; Kissileff (1973) em beber homeostático e beber não homeostático.

Embora estas distinções contribuam para alargar o escopo da teoria, não acredito que sejam um passo suficiente. Pecam principalmente por manter em isolamento os processos envolvidos num dos tipos de comportamento motivado e os que atuam no outro. A ênfase continua no homeostático, sendo as outras formas definidas por exclusão (não homeostático).

Uma perspectiva mais rica em implicações para a pesquisa e mais coerente seria entender o comportamento motivado como fruto de um sistema de determinantes. Transcender-se-ia a dicotomia "homeostático/não homeostático", não pela nega-

ção de mecanismos que tendem a instaurar constância, mas definindo os contextos em que eles têm vigência, e a maneira como interagem com outros mecanismos.

Esta perspectiva também constitui um convite para considerar como elemento de análise a forma "espontânea" como se manifesta o processo motivacional na vida do organismo. Saber como um animal reage a 24 h de privação de alimento ou de água não significa que se tenha compreensão dos fatores que o levam a comer ou beber em condições normais, em seu habitat natural ou diante de um suprimento *ad lib.*, no laboratório. Curiosamente, a análise começou por onde deveria terminar, pela intervenção drástica. Nos estudos de Collier e colaboradores (Collier, 1983), os animais vivem nos equipamentos experimentais e não são submetidos a procedimentos formais de privação. Seu comer e seu beber programam-se, por assim dizer, a si próprio.

No presente artigo, considero algumas das ênfases que me parecem promissoras dentro do campo da análise dos processos motivacionais. Não são novas, mas sim, renovadas. Estavam prenunciadas por várias observações e experimentos mais antigos que a teoria não aproveitou o suficiente, em parte porque não se enquadravam, tão claramente quanto desejado, na hipótese da equilibração.

Os dados "curiosos" que a pesquisa desvenda, como a possibilidade de ratos brancos adquirirem e manterem uma resposta de pressão à barra, mesmo que saciados, quando o reforçador é água doce (Carvalho, 1984); como a mudança de hábitos alimentares do díptero *Ceratitis capitata* em função da dieta de criação (Zuccoloto, 1984); e como a falta de incrementos de ingestão ou armazenamento de alimento em hamsters, *Mesocricetus auratus*, após períodos de privação de alimento ou armazenamento (Otta, 1984), indicam todos a necessidade de um reexame da hipótese da equilibração, a relevância de colocá-la num contexto teórico mais abrangente, em que fatores de incentivo, fatores de experiência passada e fatores ecológicos e relativos à espécie sejam levados em conta.

A ANÁLISE DOS EFEITOS DO INCENTIVO

Na analogia hidráulica de que se serve Lorenz para ilustrar sua concepção da "dupla quantificação", fatores de incentivo são representados por pesos que liberam uma energia motivacional armazenada e de origem endógena. Quanto maior o peso (maior o valor do incentivo) maior a intensidade ou probabilidade do comportamento. Quanto maior o tamanho da fêmea do peixinho guaru, *Poecilia reticulata*, mais frequentes as posturas de acasalamento do macho (Baerends, Brouwer & Waterbolk, 1955). A dinâmica do incentivo, contudo, se limita à sua função liberadora. Sem motivação endógena, o estímulo externo, por adequado que seja, revela-se impotente para ativar o organismo.

Uma posição mais frutífera consiste em analisar a influência do incentivo em si mesma, sem pressupor que necessariamente dependa de estados de privação do organismo. O estímulo externo ganha autonomia enquanto elemento motivador. No modelo de ingestão proposto por Davis & Levine (1977), os estímulos externos, como, por exemplo, o sabor do alimento, são vistos como exercendo "um poderoso efeito excitatório sobre os mecanismos do sistema nervoso central que controlam o comportamento ingestivo" (p. 381). Este controle excitatório surge precocemente: crianças de 1 a 3 dias de vida intensificam e aceleram sua sucção em proporção à concentração de glicose ou sacarose que lhes é oferecida em mamadeiras (Nowlis & Kessen, 1976).

Os efeitos do incentivo podem ser mais sutis. A pesquisa cuidadosa de Treit, Spetch & Deutsch (1983) mostra que não é só no ser humano que a variedade é um elemento gerador de apetite. Num de seus experimentos, ratos tinham a oportunidade de ingerir seja uma refeição de sabor variado (sabores limão, hortelã, sal e bordo, em cada uma das partes da refeição), seja um conjunto de refeições, cada qual com sabor constante (um sabor apenas – limão, hortelã, etc. – em cada refeição). Houve um consumo significativamente maior das refeições de sabor variado. Como as refeições tinham exatamente o mesmo valor nutritivo, o efeito não pode ser atribuído a fatores

do tipo "fome específica". Deve ser adaptativo ao animal selecionar nutrientes diversos pela sua diversidade, a fim de não cair em carência de qualquer dos componentes nutritivos importantes.

A análise do conteúdo estomacal de amostras de indivíduos, em populações selvagens de *Rattus rattus* nas ilhas Galápagos, revelou que quase todos os ratos tinham ingerido pelo menos 4 tipos de alimentos diferentes, e indicou que estes animais têm como estratégia amostrar alimentos diferentes (Clark, 1982). Parece-me especialmente relevante esta convergência entre resultados obtidos no campo (Clark, 1982) e no laboratório (Treit, Spetch & Deutsch, 1983).

Os animais e o homem não comem e bebem sempre em função de déficits que o passado deixou em seu organismo, mas a partir de estratégias que, a curto ou longo prazo, cumprirão seu papel na economia do organismo. Há como que uma "previsão" de déficits ou condições posteriores, extrapolada da informação prévia. O comportamento serve a uma equilibração em que os fatores do contexto ecológico entram como parâmetros relevantes.

O CUSTO DO COMPORTAMENTO

Ao mesmo tempo em que busca aumentar seu contato com o incentivo, o organismo tende a optar pelas alternativas de resposta que menos "*custem*" em esforço e/ou tempo. A tentativa de minimizar os custos e aumentar o benefício define a eficiência do desempenho e constitui o que se costuma agora designar por função de otimização.

A ingestão ou o consumo de líquido que se observarem, em determinada situação, não representam uma trajetória em direção a um "*set-point*" absoluto, prefixado na fisiologia do organismo, mas um compromisso entre a dupla tendência de incrementar o acesso ao incentivo e diminuir os custos envolvidos. Alimentos cujo "processamento" seja mais demorado ou trabalhoso do que outros não somente deixarão de ser escolhidos – em situação de confronto – como poderão levar a níveis menores de ingestão, se somente a eles tiver acesso o animal.

Kaufman & Collier (1981) o demonstram em experimentos simples em que deixavam ratos brancos não privados ingerirem sementes de girassol com ou sem casca. O descascar de umas significava um quantum de esforço a mais, suficiente para viesar o comportamento a favor das outras. Regina C. Wielenska e Sérgio Pogetti Filho (experimento não publicado) obtiveram resultados semelhantes oferecendo a ratos brancos privados sementes com casca em algumas sessões, sementes sem casca em sessões alternadas. A ingestão era sempre maior no caso das sementes descascadas. Um aspecto inesperado dos resultados foi, contudo, o aumento de ingestão das sementes com casca com a repetição das sessões. Dar-se-ia conta deste fenômeno supondo que, com o contato repetido e o exercício de descascar, o rato aprende a tirar as cascas de maneira mais eficiente, baixando o custo.

Observações feitas com Joyce Menasce e Terezinha Pessoa indicam, de fato, que o tempo tomado por ratos para descascar sementes de girassol diminui com o treino. Atrai pensar que aspectos da resposta consumatória ou de respostas próximas a esta na sequência de ingestão são plásticas e que a aprendizagem pode ter, como uma de suas funções primordiais, levar a uma queda no custo do desempenho.

O CAMINHO ONTOGENÉTICO

A experiência passada não restringe sua influência à aquisição dos operantes ou comportamentos apetitivos que preparam a consumação. Ela modula – às vezes, modifica drasticamente – o valor de incentivo dos estímulos de relevância motivacional. A relação desempenho-incentivo se transforma e evolui, ao longo da ontogênese.

Ratinhas que mamaram de uma fêmea alimentada com alho (o leite adquire aroma e talvez sabor típicos) bebem mais, um mês depois, de uma solução com sabor de alho do que animais de controle (Capretta & Rawls, 1975). Este efeito pode resultar de um aumento, pelo contato prévio, da preferência pelo aroma de alho ou de uma queda da esquiva que muitas vezes os ratos exibem diante de alimentos novos (neofobia). Em todo o caso, significa aprendizagem. Convém lembrar que a flexibilidade nem sempre se manifesta: tentativas de levar ratos a apreciarem pimenta vermelha fracassaram, a despeito das tentativas experimentais engenhosas (Rozin, Gruss & Berk, 1979).

No ser humano, evidente é a interferência do fator cultura na escolha das dietas (e no uso de pimenta na comida!). Mesmo em animais, a preferência por determinado alimento pode ser mediada socialmente. Um rato que tenha ingerido um alimento novo A, na fonte, ao interagir com outros ratos, lhes transmite dicas olfativas sobre o mesmo. Ao ter opção, mais tarde, entre A e outro alimento novo B, os ratos que receberam a informação privilegiam A (Galef & Wigmore, 1983). Os autores tomam estes resultados como favorecendo a hipótese de que "os agrupamentos de ratos em ambientes naturais podem ter a função de centros de informação, facilitando o forrageamento[4] por parte dos membros do grupo" (p. 757). Embora não apoiem nem desmintam a ideia de equilibração, os resultados mostram que ela é insuficiente como base para prever, em sua variabilidade, em todos os seus passos, o comportamento motivado.

A influência da aprendizagem consegue atingir (isso abre uma área fascinante de pesquisa) o próprio mecanismo de apetite e saciedade. Na pesquisa de Booth (1980), grupos de ratos brancos recebiam, num período de treino, uma dentre várias dietas que diferiam na concentração de amido (40, 20, 10 e 0%) e eram pareadas com um sabor característico. Na fase de teste, os ratos escolhiam entre duas dietas de mesma concentração de amido, uma das quais vinha com o sabor condicionado (CS), outra com um sabor neutro. Uma preferência eventual pelo alimento marcado com o CS não poderia ser atribuída a consequências ingestivas uma vez que, no teste, era mantida constante a concentração de amido. No começo da refeição de teste, havia uma escolha significativa do alimento pareado com o sabor correspondente à dieta rica em amido: os ratos optavam a partir de uma "expectativa" de maior poder saciador. No fim da refeição, porém, os ratos passavam a esquivar-se deste mesmo alimento, ou seja, havia a passagem de um "apetite condicionado" para uma "saciedade condicionada". Ratos e seres humanos (ver também Booth, 1980) iniciam e terminam suas refeições em parte influenciados por reações antecipatórias adquiridas diante do aroma, sabor e aspecto dos alimentos.

O estudo de Vogt & Rudy (1984) indica que a aprendizagem diante de estímulos gustativos aparece por etapas ontogenéticas, mediada por processos distintos. Filhotes de rato, aos 6 dias de idade, já são capazes de discriminar entre água e uma solução a 10% de sacarose, e ingerem uma quantidade maior da solução doce, efeito que os autores atribuem a uma reação "reflexa". São incapazes, contudo, de usar esta discriminação dentro de um processo de modificação aprendida de comportamento. Aos 9 dias de idade, os ratos começam a dar mostras de utilização da experiência passada: expostos à solução doce, dela bebem, mais tarde, quantidades maiores, indicação de um decréscimo de neofobia mediado por memória. Finalmente, aos 12 ou 15 anos de idade, manifestam indícios de "aprendizagem integrativa": associam o sabor da solução ao mal-estar causado por cloreto de lítio (paradigma de Garcia).

A MATRIZ ECOLÓGICA DOS COMPORTAMENTOS MOTIVADOS

Estava em pleno vigor contestatório o movimento dos "limites biológicos da aprendizagem" (Ades, 1974; Hinde & Stevenson-Hinde, 1973) quando me dei conta

[4] Tomei, segundo o exemplo de alguns zoólogos e ecólogos amigos meus "forrageamento" como equivalente de "*foraging*". Uma expressão como "obtenção de alimento" talvez transmitisse melhor o sentido de "*foraging*".

de que limites – ou melhor, fatores – biológicos também existem no caso dos aspectos motivacionais do comportamento, marcando sua presença de forma até mais drástica. A abelha que coleta néctar a fim de levar à colmeia onde terá uso coletivo, o pássaro tiranídeo que espreita empoleirado a passagem de insetos, a lesma de entremarés que ataca outros moluscos furando-lhes lentamente a concha, a saúva que colhe folhas e pétalas para a elaboração de uma esponja sobre a qual cultivará fungo, a larva de neuróptero que apanha a formiga graças à sua armadilha em cratera na areia, o tentilhão que usa uma hastezinha para desalojar larvas escondidas nas cavidades de um tronco de árvore, as leoas que se valem de uma estratégia grupal de perseguição e captura de zebra e outros animais de um certo porte, os coiotes que defendem uma carniça, etc. são exemplos, entre mil outros, que exprimem a variabilidade existente, não só na fase "apetitiva" das sequências comportamentais, como no momento da consumação e nos ciclos de prontidão. Dei uma vez à ideia uma expressão radical: "animais de habitats diferentes estão sujeitos à ação de variáveis motivacionais diversas". Parecia importante, na época, como ainda parece, insistir na consideração do "relativismo motivacional", resistir à tendência – corrente na pesquisa psicológica – de procurar, a partir de experimentos do tipo privação-saciação, um modelo geral de motivação.

A ligação entre processos motivacionais e a sua circunstância ecológica deve ser, em primeira instância, vista como implicando uma relação de adaptação. Os processos de motivação sincronizam-se, por assim dizer, aos eventos e ciclos externos, com vantagens possíveis do ponto de vista da aptidão ("*fitness*") do organismo. No contexto clássico da equilibração, o organismo é visto como "resolvendo" o problema de suas carências e tensões internas; a perspectiva ecológica inverte a ênfase e coloca o organismo em plena situação, isto é, sujeito a intempéries, a perigos de predação, à escassez ou abundância de alimento, a períodos de claro e períodos de escuro, etc. e o retrata como foco de estratégias de sobrevivência. A motivação compõe uma espécie de jogo em que cabe ao organismo levar em conta as circunstâncias a fim de tirar delas o máximo proveito. A noção de adaptação leva à de eficiência e é como mecanismo eficiente que a perspectiva do forrageamento ótimo ("*optimal foraging*") nos pinta o organismo em demanda de alimento (Pyke, 1984). Uma teoria destas não ativaria a pesquisa e a discussão se se limitasse a apenas supor – a partir de um modelo evolucionário tomado de forma vaga – que existe adaptação. Ela ganha em valor heurístico na medida em que propõe um modelo ideal, quantificável, de eficiência contra o qual testar os desempenhos concretos de animais. Por exemplo, dos princípios do forrageamento de base central ("*central place foraging*") relativos ao comportamento de um animal que armazena ou consome o alimento num local de referência (o ninho, principalmente), infere-se que o número de viagens efetuadas à fonte deverá diminuir e a quantidade coletada por viagem deverá aumentar, à medida que cresce a distância ninho-fonte. É exatamente o que acontece quando ratos viajam por pelotas de alimento ou quando hamsters percorrem uma pista para coletar tiras de papel (Guerra, tese de doutoramento em elaboração; Guerra & Ades, 1983).

A perspectiva ecológica, além de fornecer modelos formalizados (como o do forrageamento ótimo), proporciona oportunidades para a descoberta de novos aspectos do funcionamento motivacional, uma vez que parte da variabilidade de formas de ajustamento ao meio. O hamster que mantém seu ritmo alimentar inalterado – ao invés de incrementá-lo, frente à carência – representa um desafio para modelos oriundos da ideia clássica de equilibração. Força a busca de razões para o paradoxo aparente e remete, em última instância, às circunstâncias naturais em que foi selecionada a sua espécie. Além disso, alerta para a possibilidade de que fatores semelhantes estejam atuando mesmo no caso de animais com mecanismos de regulação mais "afinados", do ponto de vista do comportamento ingestivo, como o rato. O que era discrepância e aspecto "curioso" do comportamento acaba, quando criados esquemas teóricos mais amplos, por tornar-se a base de uma explicação necessária.

A correspondência entre processos motivacionais, e as condições de vida dos animais e o potencial da perspectiva ecológica, como fonte de problemas e princípios, ficam bem ilustrados pelo artigo de Mrosovsky & Sherry (1980) sobre as anorexias animais onde vemos que não comer, na presença de alimento e apesar da carência, pode representar uma saída adaptativa. A galinha *Gallus gallus spadiceus* perde aproximadamente 15% de seu peso durante as três semanas durante as quais fica, quase o

tempo todo, incubando seus ovos. O curioso é que, mesmo quando o comedouro se encontra muito próximo, tornando ingestão e incubação compatíveis, não há aumento de consumo. Sherry, Mrosovsky & Hogan (1980) provam que a galinha, nesta fase, não está insensível à privação de alimento: ela simplesmente age como se seu nível de equilíbrio ("*set-point*") tivesse sido abaixado. Seria pouco adaptativo, segundo os autores, se um forte apetite entrasse em conflito com a tarefa biologicamente relevante e prioritária de cuidar da prole.

Outro exemplo interessante da correspondência entre ciclo de vida e aspectos da motivação pode ser encontrado nas observações de Fuchs (1978) sobre a tarântula *Lycosa erythrognatha*[5]. Usando um procedimento através do qual a quantidade máxima de insetos capturados por dia era avaliada, assim como as mudanças de peso da aranha, Fuchs constatou a existência de fases de aumento e fases de quase total ou total inibição da predação/ingestão. Assim, *L. erythrognatha*, que caça e aumenta de peso durante seu crescimento, entra em anorexia quando próximo está o momento de mudar de pele. A fêmea adulta, de peso estabilizado, volta a engordar quando acasala, mas diminui drasticamente a caça quando, após botar os ovos, os carrega pendurados em ooteca à ponta do abdômen e quando os filhotes recém-nascidos invadem-lhe as costas e a usam como "base de segurança". Esta diminuição da captura faz sentido, do ponto de vista adaptativo, uma vez que libera a aranha para os desempenhos do cuidado materno. As modulações da predação/ingestão na aranha não decorrem de privação ou saciação, embora carências ocasionais possam afetá-las. Situam-se (e este é o aspecto que marca sua novidade) em plano causal próprio.

Recolocar os processos motivacionais num contexto de pensamento ecológico envolve, de um lado, um esforço para integrar conceitos ligados a enfoques diferentes, marcados pela sua origem nesta ou naquela disciplina acadêmica; e a exploração de um novo sentido para a ideia de equilibração, tomada agora como relativa a um sistema, em que interagem e se integram variáveis organísmicas e ambientais. A ideia de uma ação "sinérgica" de fatores internos e externos, que Toates (1981) aplica ao comportamento ingestivo, tem relevância geral.

Envolve, de outro lado, uma redefinição das situações de laboratório – onde costuma ser feita a análise experimental – em termos de sua analogia com situações naturais, ou de seu poder para desvendar fatores efetivamente envolvidos nestas situações (Ades, 1982). Além disso, faz com que se lance um olhar novo para as atividades múltiplas de múltiplas espécies em múltiplos habitats, em busca de confirmação para os princípios conhecidos ou de fatos desafiadores, difíceis de interpretar, germes para as formulações teóricas de amanhã.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1965). O comportamento exploratório: Problemas de definição. *Jornal Brasileiro de Psicologia, 2,* 19-51.

Ades, C. (1974). A aprendizagem na encruzilhada. In R. A. Hinde, & J. Stevenson-Hinde (Orgs.), *Constraints on learning: Limitations and pre-dispositions. Ciência e Cultura, 26,* 714-715.

Ades, C. (1982). Um roedor e seu ninho. *Boletim de Psicologia, 34,* 60-71.

Baerends, G. P., Brouwer, R., & Waterbolk, H. Tj. (1955). Ethological studies on *Lebistes reticulatus* (Peters): I. An analysis of the male courtship pattern. *Behaviour, 8,* 249-334.

Blass, E. M., & Hall, W. G. (1976). Drinking termination: interactions among hydrational, orogastric, and behavioral controls in rats. *Psychological Review, 83,* 356-374.

Booth, D. A. (1980). Conditioned reactions in motivation. In F. M. Toates, & T. R. Halliday (Orgs.), *Analysis of motivational processes.* Londres: Academic.

Cannon, W. B. (1932). *The wisdom of the body.* Londres: Kegan, Trench.

Capretta, P. J., & Rawls, L. H. III (1975). Establishment of a flavor preference in rats: Importance of nursing and weaning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 89,* 295-298.

Carvalho, S. M. (1984). O hedonismo no comportamento alimentar. Trabalho apresentado no simpósio "*Aspectos curiosos do comportamento alimentar*". Reunião Anual de Psicologia, Ribeirão Preto.

Clark, D. A. (1982). Foraging behavior of a vertebrate omnivore (*Rattus rattus*): Meal structure, sampling and diet breadth. *Ecology, 63,* 763-772.

[5] O nome atual desta aranha parece ser *Scaptocosa raptoria*.

Collier, G. H. (1983). Life in a closed economy: The ecology of learning and motivation. In M. D. Zeiler, & P. Harzem (Orgs.), *Advances in the analysis of behaviour.* Londres: Wiley.
Davis, J. D., &. Levine, M. N. (1977). A modal for the control of ingestion. *Psychological Review, 84,* 379-412.
Fuchs, H. (1978). Um estudo sobra o comportamento predatório a ingestivo da aranha *Lycosa erythrognatha*, Lucas, 1836. Tese de mestrado não publicada, apresentada ao Instituto da Psicologia, USP.
Galef, B. G. Jr., & Wigmore, S. W. (1983). Transfer of information concerning distant foods: A laboratory investigation of the "information-centre" hypothesis. *Animal Behaviour, 31,* 748-758.
Guerra, R. F., & Ades, C. (1983). Variáveis ecológicas no armazenamento de papel do hamster: Efeitos, a curto e a longo prazo, da distância. *Etologia: Anais do 1º Encontro Paulista de Etologia* (Resumo), Jaboticabal, São Paulo.
Harlow, H. F. (1953). Mice, monkeys, men and motives. *Psychological Review, 60,* 23-32.
Hinde, R. A. & Stevenson-Hinde, J. (1973). *Constraints on learning: Limitations and predispositions.* Londres: Academic.
Kanarek, R. B. (1981). Some limitations of homeostatic explanations of feeding behavior. *The Behavioral and Brain Sciences, 4,* 584-585.
Kaufman, L. W., & Collier, G. (1981). The economics of seed handling. *The American Naturalist, 117,* 46-60.
Kissileff, H. R. (1973). Non-homeostatic controls in drinking. In A. N. Epstein, H. R. Kissileff, & E. Stellar (Orgs.), *Neuropsychology of thirst: New findings and advances in concepts.* Washington: Winston.
Kraly, F. S. (1984). Physiology of drinking elicited by eating. *Psychological Review, 90(4),* 78-490.
Martin, J. R. (1984). Tail-pinch induced eating: psychogenetic comparison of roman high-and low-avoidance rats. *Physiology and Behavior, 33,* 985-987.
Nowlis, G. H., & Kessen, W. (1976). Human newborns differentiate concentrations of glucose and sucrose. *Science, 191,* 865-866.
Mrosovsky, M., & Sherry, D. F. (1980). Animal anorexias. *Science, 207,* 837-842.
Otta, E. (1984). Alguns aspectos paradoxais do comportamento alimentar. Trabalho apresentado no simpósio "*Aspectos curiosos do comportamento alimentar*". Reunião Anual da Psicologia, Ribeirão Preto.
Pyke, G. H. (1984). Optimal foraging theory: a critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics, 15,* 523-575.
Richter, C. P. (1927). Animal behavior and internal drives. *The Quarterly Review of Biology, 2,* 307-343.
Rozin, P., Gruss, L., & Berk, F. (1979). The reversal of innate aversions: Attempts to induce a preference of chili peppers in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 93,* 1001-1014.
Sherry, D. F., Mrosovsky, N., & Hogan, J. A. (1980). Weight loss and anorexia during incubation in birds. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 94,* 89-98.
Toates, F. M. (1981). Towards a real system theory of feeding. *The Behavioral and Brain Sciences, 4,* 592.
Treit, D., Spetch, M. L., & Deutsch, J. A. (1983). Variety in the flavor of food enhances eating in the rat: A controlled demonstration. *Psychology and Behavior, 30,* 207-211.
Vogt, M. B., & Rudy, J.W. (1984). Ontogenesis of learning: I. Variations in the rat's reflexive and learned responses to gustatory stimulation. *Developmental Psyshobiology, 17,* 11-33.
Zuccoloto, F. S. (1984). Estudos de hábitos alimentares em *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). Trabalho apresentado no simpósio "*Aspectos curiosos do comportamento alimentar*". Reunião Anual de Psicologia, Ribeirão Preto.

Um roedor e seu ninho[1,2]

César Ades[3]

RESUMO. Dentro de uma perspectiva em que é valorizada a integração entre o estudo de laboratório do comportamento animal e sua análise em termos de adaptação ao meio natural, são descritos vários experimentos sobre a construção de ninho pelo hamster dourado. Mostra-se que: (1) existe uma regulação deste comportamento a partir de fatores ambientais como o tamanho das tiras de papel (material de ninho) ou as dimensões da toca; (2) o custo das tiras, tomado como a distância entre a toca e a fonte de papel, influencia a coleta de acordo com princípios de "otimização"; e (3) a construção não sofre aumento numa situação em que os animais, privados, recebem água a intervalos regulares. Ressalta-se a importância de uma conceituação que explicite as relações entre ambiente de laboratório e ambiente natural.

ABSTRACT. A rodent and its nest. Some experiments on nest building in the golden hamster are reported, with emphasis on the relevance of an "ecological" approach to laboratory studies of animal behavior. It is shown that (1) environmental factors, such as the size of paper strips (used as nest material) or the dimensions of the nest box, regulate building activity; (2) gathering is influenced by the cost of strips – defined as the distance between nest and "foraging patch" – according to optimality principles; and (3) a schedule of intermittent exposure to water does not induce, in deprived animals, increments in building behavior. Needed is a framework to bridge the gap between laboratory and natural contexts of behavior.

O experimentalista que usa animais muitas vezes esquece que eles se originaram e têm viabilidade num laboratório maior: o da natureza. Seus sujeitos, definidos dentro de um referencial de procedimentos padronizados e amarrados à teoria, tornam-se, por assim dizer, animais "conceituais", elementos na solução de problemas abstratos.

É aparentemente grande o contraste entre o rato branco que sai de sua gaiola de biotério, onde vive solitário, para entrar em gaiolas de teste onda terá oportunidades restritas de andar e manipular e comer e beber, e o rato selvagem, solto à sombra da atividade humana. Takahashi & Lore (1980) observaram bandos de *Rattus norvegicus* nos fundos de um supermercado de New Jersey onde, ao cair da noite, saíam de seus cento e tantos buracos, para visitar um compactador de lixo, sua fonte de alimento. A existência de tocas, os ciclos noturnos de exploração dos arredores, a organização em grupos, a impressionante aprendizagem topográfica, manifestada em fugas-relâmpago, são aspectos que ganham novo sentido quando percebidos como traços da adaptação a um *habitat* específico.

As discrepâncias entre o rato de laboratório e o rato selvagem – um roedor príncipe e um plebeu, para usar uma analogia com personagens do conhecido romance de Mark Twain – fez com que alguns, excedendo-se no argumento, condenassem o primeiro como um produto artificial, como um "mau hábito" (Lockard, 1968).

É preciso, contudo, lembrar que a artificialidade se refere mais ao tipo de ambiente e de procedimento usados com o animal de laboratório do que à sua natureza genética[4]. Se um rato branco não elabora túneis e não vive em tocas é, simplesmente, porque não lhe é fornecida terra. Em circunstâncias apropriadas, a reversão a

---

[1] Versão de trabalho apresentado no simpósio "*Psicologia de roedores*", XI Reunião Anual de Psicologia da Sociedade de Psicologia de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 1981. A preparação do trabalho foi feita durante a vigência de uma bolsa do CNPq (Proc. 30.5618/78).

[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Boletim de Psicologia, 34(82/83),* 60-71, 1982, que autorizou a publicação nesta coletânea.

[3] Universidade de São Paulo.

[4] A domesticação acarreta, certamente, modificações genéticas. Por exemplo, camundongos selvagens jovens (*Mus musculus*) apresentam, de forma mais acentuada, o comportamento de pular, dotado de valor adaptativo enquanto estratégia de fuga, do que camundongos de laboratório (Henderson, 1981).

repertórios filogeneticamente selecionados é rápida: Flanelly & Lore (1977), quando colocaram ratos de laboratório em terrários, verificaram que escavavam tão bem e tão complexamente quanto seus congêneros do bueiro.

Embora constituam uma poderosa abordagem à análise do comportamento, nota-se que as pesquisas tradicionais de laboratório se isolaram em relação a uma ampla gama de problemas e fenômenos possíveis. Em particular, deixam de nos informar acerca das muitas e variadas estratégias através das quais o organismo se adapta ao meio natural[5]. Na busca de processos gerais, negligenciaram o corriqueiro – porém essencial – do comportamento dos animais em seu *habitat*.

O presente argumento não visa estabelecer uma dicotomia simplista entre laboratório e natureza, nem pretende concentrar todo o valor em trabalhos de campo. Não há porque insistir para que todos os estudiosos do comportamento de roedores saiam de binóculos em punho (ou com modernos equipamentos óticos que permitem observações em locais de fraca iluminação) para seguirem de longe as explorações e o "*foraging*" de ratos selvagens em terrenos baldios. Visa chamar a atenção para a necessidade de se *conceituar de maneira mais explícita as relações entre ambiente natural e ambiente de laboratório*, de maneira a propiciar o surgimento de uma linguagem integrada em que se reconciliem as tentativas de descrição geral e a especificação dos caminhos concretos de adaptação.

O contexto experimental pode estabelecer-se em continuidade com o contexto natural através do que eu denominaria *semelhança de cenário*. As feições do ambiente de estudo podem mimetizar de uma forma mais ou menos fiel características, que se supõem importantes, do habitat natural. No estudo de Roper & Polioudakis (1977), por exemplo, oferecia-se a gerbilos (*Meriones unguiculatus*) um recinto em que estabeleciam suas galerias e tocas e tinham acesso a diversos objetos como galhos e pedras e material de ninho. A reconstituição estilizada de marcos ecológicos abre a oportunidade para a observação e a manipulação de aspectos negligenciados do repertório do animal.

Outro contato, talvez mais importante, é o que efetua ao nível dos *processos* postulados. Embora difira, em seu aspecto material, de um *habitat* considerado natural, uma situação de teste pode ser elaborada com a finalidade de desvendar, em forma simplificada e sistemática, os mecanismos relevantes do ponto de vista da vida e ao ar livre. Uma semelhança de processo se baseia, evidentemente, em pressupostos quanto ao valor análogo dos cenários e comportamentos observados no laboratório. Tem o valor de uma hipótese de trabalho.

Dentro desta postura "ecológica", passagens de um lado a outro da fronteira, em termos de interpretação, preparam sínteses mais consistentes. Percebe-se que, em suas tarefas experimentais, o rato está pondo em ação estratégias muito antigas, selecionadas de geração em geração, no ambiente de sol, chuva e predadores, de acordo com as regras de um jogo cujo prêmio é a sobrevivência. A análise ecológica da motivação proposta por Collier (1980), embora presa, em seu aspecto empírico, aos equipamentos tradicionais, pretende pagar um tributo ao "animal como sistema biológico submetido a pressões evolutivas e investigar as maneiras através das quais seleciona vias de ação eficientes, isto é, com valor adaptativo.

Kamil (1978) percorre um caminho inverso. Ao observar, no campo, as visitas de pássaro, o amakihi, a grupos de flores, constata que ele evita visitar, em seguida, as mesmas flores, espaçamento cuja função sena permitir a recuperação dos níveis de néctar. Kamil relaciona seus resultados a vários paradigmas de laboratório e sugere que observações como estas "permitem a identificação empírica das maneiras específicas através das quais a aprendizagem de respostas específicas... contribuem ao sucesso biológico dos organismos em seu *habitat* natural (p. 394).

Ressaltei recentemente, a importância de uma abordagem que partisse de comportamentos ecologicamente relevantes (Ades, 1981) ao invés e simplesmente

[5] "Ambiente natural" é uma expressão que cobra, à maneira de um rótulo simplificado, uma classe de contextos dentro dos quais se mostra possível a sobrevivência dos animais e nos quais a interferência planejada humana é reduzida. Não cabe conceber o ambiente natural como uma entidade de características fixas, independente da própria ação transformadora das espécies.

procurar expandir o campo de aplicação de paradigmas conhecidos. Johnston (1981) também propõe que a análise dos "problemas comportamentais" que um animal deve resolver em sua adaptação ao ambiente natural constitua um ponto de partida para a pesquisa. Reconhece-se, em nova roupagem, um velho quesito da Etologia.

UM COMPORTAMENTO ECOLOGICAMENTE RELEVANTE: A CONSTRUÇÃO DE NINHO

O rato e outros roedores transportam alimento e materiais diversos[6] de regiões expostas para lugares seguros ou para a toca. Este transporte tem um claro sentido adaptativo, garantindo o suprimento de alimento em períodos de escassez, proteção contra excessos climáticos, etc.

A construção de ninho, que envolve basicamente o transporte e material vegetal para o ninho ou para a toca, é o sistema motivacional a respeito do qual apresentarei algumas observações. Constitui-se de uma série de componentes: movimentos de exploração que levam o animal ao contato com os materiais convenientes, coleta propriamente dita – em que podem entrar respostas de corte ou um simples apanhar – transporte para o ninho, arrumação do material na toca e, possivelmente, atividade posterior de rasgar, através da qual o material e reduzido a fragmentos menores.

Uma informação genética certamente entre na organização destes componentes no seu programa de utilização. Riess (1954), após criar ratos sem material de ninho, notou que, numa sessão de teste em caixa não familiar, puxavam tiras de papel, mas as esparramavam no chão como se lhes faltasse elementos para uma integração sequencial. A conclusão de Riess (1954), que colocava a experiência prévia de manipulação e a aprendizagem como imprescindíveis, era, contudo, apressada. Eibl-Eibesfeldt (1963, 1970) repetiu o experimento, oferecendo o material de ninho na própria gaiola dos animais. Neste caso, os comportamentos surgiam regulares e eficientes, desde sua primeiríssima evocação.

Meu primeiro contato com a questão da construção de ninho se deveu à observação casual de que hamsters (*Mesocricetus auratus*) voltavam sempre à região da gaiola onde lhes tinham sido oferecidas, uma por uma, tiras de papel. Da ideia de que talvez o papel atuasse como reforçador à colocação de um hamster numa caixa de Skinner (cada pressão à barra seguida do oferecimento de uma tira minúscula de papel), foi um passo[7]. Conseguiu-se um desempenho bastante estável e bastante intenso, o animal introduzindo todas as tiras em suas bolsas bucais. No mesmo ano (1969) era publicado o artigo de Jansen, Goodman, Jowaisas & Bunnell, demonstrando, de maneira análoga, o efeito reforçador de tiras de papel para o hamster dourado.

Quando, mais tarde, resolvi estudar o fenômeno, preferi uma situação mais próxima das condições em que, normalmente, hamsters constroem seus ninhos. A gaiola-viveiro do animal era acoplada a uma caixa de coleta, criando-se, assim, um ambiente polarizado familiar/infamiliar, a caixa-viveiro fazendo as vezes de toca e a caixa de coleta de ambiente externo. Nesta situação, praticamente todos os hamsters puxam as tiras oferecidas, através de uma fenda, e as transportam para a gaiola-viveiro onde são "processadas", mediante atividades de arrumação.

ALTURAS, LARGURAS E COMPRIMENTOS: O CONTROLE EXTERNO DA CONSTRUÇÃO

Ficou logo claro, após os primeiros experimentos, realizados com Emma Otta, que o comportamento de construção, como outros comportamentos, é sensível à *privação* e à *saciação*. Hamsters testados numa situação em que podiam coletar, mas não permanecer com tiras de papel (havendo retirada periódica, pelo experimentador,

[6] A tendência para transportar é bastante intensa. Alguns ratos, em situação de laboratório, chegam a transportar o próprio rabo quando voltam para o ninho (Wallace, 1976).
[7] Nesta observação inicial, contei com a colaboração de Lino de Macedo.

das tiras armazenadas) coletavam mais quando privados do que quando saciados (Ades & Otta, 1977; Otta, 1979 a, b). Em outro experimento, uma quantidade fixa de tiras era depositada diretamente na caixa-viveiro de hamsters que tinham sido submetidos a privações de 0, 24 ou 72 h. Constatou-se que a duração do comportamento de arrumar aumentava regularmente com o grau de privação de papel (Ades & Otta, 1978b).

O resultado não é trivial. Há quem tenha defendido a ideia de que comportamentos como o de construção são principalmente governados pela influência imediata, eliciadora, do material relevante (Glickman, 1973). Os efeitos de privação que constatamos são bastante claros e robustos para pôr em dúvida a validade de uma hipótese de controle exclusivo pela situação ambiental.

Não há dúvida, contudo, que as características externas desempenham um papel essencial na regulação da construção. A elaboração de um ninho pelo hamster representa uma *modificação do ambiente externo*, uma tarefa que depende do tipo de material encontrado e do local escolhido como ninho. As folhas, gramas ou palhas que um hamster encontra em seu ambiente natural variam em uma série de características como tamanho, textura, resistência ao corte, etc., capazes de afetar as estratégias de coleta.

No laboratório, foi variado o *tamanho* das tiras oferecidas, através de uma manipulação de largura e do comprimento de cada tira. Os hamsters, em dois experimentos realizados em colaboração com Emma Otta (Ades & Otta, 1978a; Otta & Ades, 1980), recebiam um tipo de tira de cada vez. A hipótese era de que, se o comportamento de construção fosse controlado, por retroalimentação negativa, pelo estado de progressivo completamente do ninho, então, os animais deveriam coletar mais, quando diminuísse o tamanho da tira individual.

Os resultados de ambos os experimentos confirmam a hipótese, mas mostram que, embora coletando em maior quantidade tiras de tamanho reduzido, os animais não chegavam a atingir a superfície ou volume total de papel que conseguiam armazenar quando lhes eram oferecidas tiras maiores.

Os experimentos levaram à descoberta de outros aspectos interessantes do controle pelo tamanho da tira: (a) o número de viagens de coleta crescia à medida que aumentava o tamanho (principalmente a largura) da tira; (b) a probabilidade de tiras serem transportadas na bolsa bucal aumentava à medida que decrescia seu tamanho; (c) o tempo de arrumação era maior com as tiras maiores.

Numa outra série de experimentos, realizados com Maria Helena Richards e José Carlos Sariego, tomou-se outro caminho de análise, variando o tamanho da caixa-viveiro. Seria o armazenamento função do espaço disponível na "toca"?[8] Usamos, numa primeira investigação (Ades & Richards, 1981), uma caixa-viveiro pequena (P) uma média (M), com duas vezes o volume da pequena, e uma grande (G), com quatro vezes o volume da pequena. Estas caixas davam acesso a caixas maiores (o "ambiente natural externo") nas quais eram espalhadas tiras de papel de tamanho único. Os animais permaneciam por vários dias na situação experimental, havendo, no final de cada sessão, contagem do número de tiras armazenadas, além de outros registros.

Houve um claro efeito do tamanho da caixa-viveiro: a quantidade de papel armazenada em P era sempre menor do que a acumulada nas caixas M ou G. Não havia, contudo, diferença significativa entre M e G, resultado inesperado que sugeria não ser a coleta uma simples função do volume disponível. Uma hipótese que explicasse o menor armazenamento em P pela simples *restrição física* (o hamster desistiria de acumular tiras quando não mais coubessem na caixa-viveiro) não parecia adequada.

Um segundo experimento mostrou ser plausível uma *hipótese perceptual,* de acordo com a qual a regulação da quantidade coletada dependeria de uma avaliação diferencial das dimensões (superfície, altura) das caixas-viveiro. Variou-se a superfície das caixas (foram usadas as superfícies S1, S2, S3, cada qual valendo o dobro

[8] Não há, que eu sabia, estudos a este respeito com roedores. Canários domesticados diminuem sua atividade de construção quando têm à disposição uma tigela menor, forrada de grama, como base para o ninho (Hinde, 1958).

da anterior) e suas alturas (foram usadas as alturas A1, A2 e A3, cada qual valendo o dobro da anterior). Cada animal foi testado pelo menos uma vez em cada uma das nove caixas possíveis.

Verificou-se, novamente, que a quantidade armazenada dependia do espaço disponível, mas que *superfície* e *altura* eram levadas em conta de maneira diferente pelos animais. Quanto maior a superfície da caixa-viveiro, maior a coleta (S3 maior que S2, S2 maior que S1). No caso da altura, a proporcionalidade não vigorava em toda a gama de valores, havendo um limiar superior além do qual não eram obtidos níveis maiores de coleta. A quantidade de papel armazenada em A2 era maior do que em AI, mas não havia diferença entre A2 e A3. Notou-se que o volume não era a variável controladora básica: uma caixa A1S3 suscitava maior acumulação de papel do que uma caixa A3S1, embora de mesmo volume.

Os experimentos sobre dimensões, seja da tira, seja da toca, trazem apoio a uma visão da motivação como processo de regulação em que, além dos parâmetros de "estado", determinados pela privação/saciação, são levados em conta parâmetros ambientais. O quanto um hamster armazena *depende de sua percepção do ninho e do material de ninho*.

O "CUSTO" DAS TIRAS COMO FATOR MODULADOR DA CONSTRUÇÃO

Na natureza, um animal à cata de alimento deve tomar uma série de "decisões": sobre os locais a serem explorados, os tipos de presas convenientes, o momento adequado para mudar de área, a quantidade de alimento aproveitável em cada excursão, etc. Um dos pressupostos básicos da teoria do "*optimal foraging*" é de que a seleção natural atuou favorecendo desempenhos eficientes de obtenção de alimento[9]. Um organismo viável seria aquele capaz de usar estratégias que "otimizassem" ou tornassem máxima a eficiência, através de uma economia dos meios e da escolha das alternativas com maior retorno, em termos da qualidade e da quantidade de alimento.

Entende-se facilmente que, para haver "otimização", o organismo deva levar em conta o esforço ou "custo" envolvido na obtenção de um determinado item. Os efeitos de "custo" foram demonstrados de maneira interessante no trabalho de Collier, Hirsch & Hamlin (1972). Ratos brancos, que viviam constantemente na situação experimental, podem ter acesso, após um certo número de pressões à barra (de uma a 5.120 pressões) a um comedouro onde podiam permanecer até terminar sua refeição.

Constatou-se que, quanto maior o requisito de trabalho, menor o número de refeições por dia, resultado em linha com a chamada "lei de demanda". Mas houve compensação: quanto maior o "custo", maior também o tamanho da refeição. Este aumento de ingestão constitui, como escreve Collier (1980), "a única estratégia... capaz de maximizar o ganho de calorias relativamente ao custo de sua obtenção" (p. 136).

Partindo do pressuposto de que as estratégias observadas por Collier e por outros estudiosos de "*foraging*" não são exclusivas do comportamento de obtenção de alimento, planejou-se, num programa de pesquisa com Rogério Ferreira Guerra, utilizar o "custo" da resposta como fator modulador da atividade de construção de ninho em hamsters. O hamster leva vantagem sobre o rato, enquanto sujeito em experimentos sobre armazenamento: se este apenas pode carregar o quanto cabe em sua boca, aquele consegue valer-se de sua bolsa bucal onde as tiras, em número variável, podem ser enfiadas.

Optamos, num experimento inicial, por manipular a distância a ser percorrida (30, 90 ou 180 cm) entre a caixa-viveiro e a fonte de material de ninho, um amontoado de tiras que podiam ser pequenas ou grandes. Cada ida à caixa coleta, com volta ao ninho, constituía uma *viagem*. Em cada viagem (que correspondia, formalmente, a uma oportunidade de refeição, na situação de Collier, Hirsch & Hamlin, 1972), o hams-

[9] Parte-se da ideia de que a eficácia na procura de alimento, assim como em outras atividades, serve diretamente ao aspecto básico da adaptação, que é a propagação dos genes.

ter era livre de abocanhar quantas tiras quisesse ou pudesse. A sessão findava quando o animal alcançava um critério de "saciação", ou seja, um certo intervalo de permanência contínua na caixa-viveiro, sem viagens.

Os resultados confirmaram a ideia de que os mecanismos de obtenção de papel partilham de características básicas com os mecanismos descritos, no caso da obtenção de alimento.

(a) À medida que aumentava a distância, diminuía a quantidade de viagens por sessão. Decrescia, consequentemente, a quantidade total de tiras e a superfície total de papel armazenado. Distâncias grandes eram associadas com ninhos menores.

(b) Um mecanismo compensatório fazia com que, com o aumento de distância, aumentasse também a quantidade de tiras carregadas por viagem. Em distância pequena, o animal ia e vinha rapidamente entre a caixa de coleta e a caixa-viveiro, apanhando prontamente um punhado de tiras em cada oportunidade. Em 90 e 180 cm, era maior a demora na fonte, com uma mudança de tipo de transporte: uma porcentagem maior de tiras grandes era introduzida na bolsa bucal. A bolsa tem, portanto, uma contribuição de relevo na eficiência da coleta, permitindo, em trajetos longos, o excesso compensatório de carga[10].

O curioso é o fato de o incremento de tiras por viagem não ter sido suficiente para compensar plenamente pela perda de consumo resultante da diminuição do número de viagens. A compensação parcial parece marcar vários dos comportamentos dirigidos ao papel do hamster.

DE COMO UM BEBER INTERMITENTE NÃO ATIVA O CONSTRUIR

A privação de papel, a variação da dimensão das tiras, do volume da caixa-viveiro ou da distância ninho-fonte são manipulações efetuadas, de uma certa forma, *dentro* do próprio sistema motivacional de construção. Cabe também indagar acerca da atuação de *variáveis não específicas*, ou seja, de variáveis pertencentes a outros sistemas.

Uma das interações entre sistema motivacionais que mais tem atraído a atenção, nos últimos anos, é a que se manifesta através do chamado comportamento *adjunto* ou comportamento *induzido por esquema*. O exemplo clássico é o da polidipsia (Falk, 1971). Um rato, mantido a 80 por cento (ou menos) de seu peso, por privação de alimento e testado num esquema em que pelotas lhe são oferecidas intermitentemente, acaba entrando numa sequência estereotipada em que bebe logo depois de consumir cada pelota. O consumo final de água é enorme, ultrapassando de muito, a quantidade necessária para a manutenção dos níveis normais de hidratação. Falk relata o caso de ratos que chegam a beber, durante uma sessão de 3 h, mais da metade do peso de seu próprio corpo.

A constatação de que outros comportamentos, fora o beber, podem submeter-se à influência facilitadora de um esquema,[11] levou Falk e outros autores a atribuir generalidade aos processos de indução por esquema. "O comportamento adjunto", escreve Falk, "revela possuir um grau considerável de generalidade, tanto do ponto de vista dos estímulos ou sequências comportamentais cuja intermitência constitui a condição geradora, como do ponto de vista da variedade das atividades a adjuntas resultantes" (p. 326).

Se a indução por esquema fosse realmente um processo geral, um animal deveria desenvolver altas frequências de um comportamento *qualquer*, contanto que estivessem presentes, nos intervalos proporcionados pelo esquema, os estímulos normalmente envolvidos na produção deste comportamento. Este foi o ponto de partida

[10] Morton, Hinds & MacMillen (1980) também notam a importância das bolsas bucais de roedores, enquanto elemento para um acréscimo de ganho energético, durante a coleta de alimento.

[11] No intervalo entre reforços, animais podem ser vistos agredindo, correndo em rodas de atividades, bicando, lambendo um jato de ar, roendo, cavando, correndo atrás do próprio rabo, etc.

para uma série de experimentos, ainda em curso, em que Eliana Tayano Diosdado e eu procuramos saber se a construção de ninho poderia ser influenciada por um esquema de liberação de água. Como dicas, tínhamos uma observação casual de Falk (1977) de que alguns ratos, em experimentos sobre polidipsia, puxam durante os intervalos o papel que forra a bandeja da caixa experimental, manipulando-o e rasgando-o e resultados de Roper (1973) mostrando haver aumentos de arrumação, em esquemas intermitentes de fornecimento de tiras de papel.

Hamsters privados de água, observados em sua própria gaiola, recebiam água a intervalos fixos, na presença de um ninho previamente construído por eles. Em nenhum dos esquemas de tempo fixos (15, 60 ou 120 s) apareceu sinal algum de intensificação da arrumação deste ninho ou de qualquer outra atividade de construção ou mesmo de "aninhar-se" nas tiras, o grau mais passivo de contato com o papel. Os animais atinham-se às cercanias do bebedouro, lambendo, no começo do intervalo e, no final do mesmo, farejando o local, roendo ou simplesmente mantendo-se imóveis, o focinho perto da colher. De permeio, havia vários componentes do repertório, em surtos esporádicos. Interessa notar que o lamber, sim, parecia seguir aspectos típicos do comportamento adjunto, aumentando em duração com o aumento de duração dos intervalos.

Os resultados do primeiro experimento nos deixavam, por assim dizer, de mãos vazias. Numa segunda etapa, resolvemos utilizar um contexto que favorecesse o surgimento de atividades de construção. Os animais eram privados de papel e testados (a) seja numa condição PERTO, com uma certa quantidade de tiras depositada perto do bebedouro, num local onde não poderiam deixar de ser percebidas[12], (b) seja numa condição LONGE, com papel longe do bebedouro. Passavam, sucessivamente por três esquemas de tempo fixo (30, 60 e 120 s).

Uma primeira análise dos resultados mostra que a duração das atividades de construção de ninho era muito baixa ou nula na condição LONGE. O início do intervalo era, invariavelmente, dedicado a lamber a colher do bebedouro. Aumentavam gradualmente, até o fim do intervalo, comportamentos como ficar parado perto do bebedouro ou, principalmente, roer.

Na condição PERTO, os animais exibiam todos os comportamentos de construção de ninho. Não se tratava, contudo, de aquisição de controle por parte do esquema: o construir *competia* com a obtenção de água. No início da sessão, os hamsters transportavam as tiras próximas ao bebedouro para o canto onde costumavam dormir e chegavam a perder várias gotas de água. Mais adiante, a construção aparecia entre o lamber, do início do intervalo, e o roer terminal, qualificando-se como "comportamento facultativo" (Staddon, 1977). Um dos animais desenvolveu uma interessante estereotipia, em tempo fixo 30: logo depois de lamber, corria para o papel, apanhava rapidamente algumas tiras e as transportava, interrompendo-se, como avisado por um relógio interno, para assumir sua posição de espera, perto do bebedouro.

Contrastando com a ausência de indução, no caso da construção, o roer dirigido ao aro do bebedouro ocorreu em todos os animais e aumentou em função da duração do intervalo.

Os resultados levam a uma conclusão popperiana: abalam um possível princípio geral, através de uma instância particular negativa. Esquemas intermitentes de liberação de água *não* induzem aumentos em qualquer dos elementos da construção de ninho, nem em sua sequência global. A interação entre os dois sistemas motivacionais tem caráter competitivo: as duas direções comportamentais – para a água, para o papel – ou se inibem mutuamente, ou se alternam, numa espécie de "*time-sharing*".

Há base, portanto, para crer que os processos subjacentes ao surgimento de respostas adjuntas somente se manifestam em contextos *específicos* que cabe à pesquisa desvendar. A proximidade entre os estímulos relevantes dos sistemas motivacionais envolvidos, embora não suficiente, parece uma condição importante para o surgimento de efeitos de indução.

[12] Bellinghan, Wayner & Barone (1979) demonstraram a relevância do fator distância entre a fonte do esquema gerador e os estímulos relevantes do ponto de vista do comportamento adjunto.

Roper (1980) também conclui, em revisão recente, que há "limitações quanto ao número de atividades que podem ser induzidas pela apresentação intermitente de um reforçador" e que "ainda está para ser determinado o quanto, precisamente, esquemas intermitentes exercem um efeito facilitador generalizado sobre o comportamento" (p. 226).

À GUISA DE REMATE

O exercício de se dar uma nova leitura ao comportamento do roedor em situações de laboratório, tentando explorar toda sua possível diversidade e tentando recuperar parte da mensagem adaptativa que lhe é subjacente, transforma e enriquece o exercício de busca de princípios gerais; dos famosos "determinantes do comportamento do ponto de escolha de um labirinto em T" ou das "variáveis que controlam a pressão a uma ou mais barras". Cabe também inverter o sentido da interação, submetendo os princípios a teste, utilizando-se como possíveis modelos para os desempenhos variados de animais em ambientes não acadêmicos.

Na história de Mark Twain, príncipe e plebeu acabam se encontrando e notando o quanto são semelhantes. As circunstâncias fazem com que troquem de roupas e passem por mil peripécias, cada qual no papel do outro. Sugere-se, aqui, a importância teórica e heurística de um faz de conta em que roedor selvagem e roedor de laboratório sejam, em momentos estratégicos, tomados um pelo outro.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1981). Experiência passada e integração do comportamento com invertebrados. Trabalho apresentado na 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Salvador, (artigo correspondente submetido para publicação).

Ades, C., & Otta, E. (1977). Fatores envolvidos na cessação do armazenamento de papel de hamsters (*Mesocricetus auratus*). Comunicação, 29ª Reunião Anual da SBPC, São Paulo, 1977. *Ciência e Cultura* (Resumos), *29,* 822.

Ades, C., & Otta, E. (1978a). Construção do ninho em hamsters (*Mesocricetus auratus*) em função de variações nas dimensões do material fornecido. Comunicação, 30ª Reunião Anual da SBPC, São Paulo. *Ciência e Cultura* (Resumos), *30*.

Ades, C., & Otta, E. (1978b). Efeitos da privação de papel sobre a construção do ninho em hamsters (*Mesocricetus auratus*). Comunicação, 30ª Reunião Anual da SBPC, São Paulo. *Ciência e Cultura* (Resumos), *30*.

Ades, C., & Richards, M. H. O. (1981). Espaço disponível e construção de ninho no hamster. Comunicação, 33ª Reunião Anual da SBPC, Salvador. *Ciência e Cultura* (Resumos), *33,* 827.

Bellinghan, W. P., Wayner, M. J., & Barone, F. C. (1979). Schedule induced eating in water-deprived rats. *Physiology and Behavior, 23,* 1105-1107.

Collier, G. H. (1980). An ecological analysis of motivation. In F. M. Toates, & T. R. Halliday (Orgs.), *Analysis of motivational processes.* Londres: Academic.

Collier, G. H., Hirsch, E., & Hamlin, P. (1972). The ecological determinantes of reinforcement in the rat. *Physiology and Behavior, 9,* 705-716.

Eibl-Eibesfeldt, I. (1963). Angeborenes und Erworkenes im Verhalten einiger Saüger. *Zeitschrift für Tierpsychologie, 20,* 705-754.

Eibl-Eibesfeldt, I. (1970). *Ethology: The biology of behavior.* New York: Holt, Rinehart & Winston.

Falk, J. L. (1971). The nature and determinants of adjunctive behavior. *Physiology and Behavior, 6,* 577-588.

Falk, J. L. (1977). The nature and determinants of adjunctive behavior. *Animal Learning and Behavior, 5*, 325-335.

Glickman, S. F. (1973). Responses and reinforcement. In R. A. Hinde, & Stevenson-Hinde (Orgs.), *Constraints on learning*. Londres: Academic.

Henderson, N. D. (1981). A fit mouse is a hoppy mouse: Jumping behavior in 15-day-old *Mus musculus*. *Developmental Psychobiology, 14,* 459-472.

Hinde, R. A. (1958). The nest-building behavior of domesticated canaries. *Proceedings of the Zoological Society of London, 131,* 1-48.

Jansen, P. E., Goodman, E. D., Jowaisas, D., & Bunnell, B. N. (1969). Paper as a positive reinforce for acquisition of a bar-press response by the golden hamster. *Psychonomic Science, 16,* 113-114.

Johnston, T. D. (1981). Contrasting approaches to a theory of learning. *The Behavioral and Brain Sciences, 4,* 125-173.

Kamil, A. C. (1978). Systematic foraging by a nectar-feeding bird, the Amakihi (*Loxops virens*). *Journal of*

Comparative and Physiological Psychology, 92, 388-396.
Lockard, R. B. (1968). The albino rat: A defensible choice or a bad habit. *American Psychologist, 23,* 734-742.
Morton, S. R., Hinds, D. S., & MacMillen, R. E. (1980). Cheek pouch capacity in heteromyid rodents. *Oecologia, 46,* 143-146.
Otta, E. (1979a). *Construção de ninho no hamster: Uma análise motivacional.* Tese de mestrado, Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Mimeografado.
Otta. E. (1979b). Relatório 2 do projeto "Fatores de privação e de estimulação externa na construção de ninho e na ingestão do hamster *Mesocricetus auratus*", Processo FAPESP 79/0740.
Otta, E., & Ades, C. (1980). Arrumação do ninho no hamster: variáveis perceptuais e de estado do organismo. Comunicação, 32ª Reunião Anual da SBPC, Rio de Janeiro. *Ciência e Cultura (Resumos), 32,* 912-913.
Riess, B. E. (1954). The effect of altered environment and of age on the mother-young relationships among animals. *Annals of the New York Academy of Science, 57,* 606-610.
Roper, T. J. (1973). *The organisation of nest building in female mice*. Tese de doutoramento, Queen's College da Universidade de Cambridge, Cambridge, Mimeografado.
Roper, T. J. (1980). "Induced" behavior as evidence of nonspecific motivational effects. In F. M. Toates, & T. R. Halliday (Eds.), *Analysis of motivational processes.* Londres: Academic.
Roper, T. J., & Polioudakis, E. (1977). The behavior of Mongolian gerbils in a semi-natural environment, with especial reference to ventral marking, dominance and sociability. *Behaviour, 61,* 207-237.
Staddon, J. E. R. (1977). Schedule-induced behavior. In W. K. Honig, & J. E. R. Staddon (Orgs.), *Handbook of operant behavior.* Englewood Cliffs: Pretince-Hall.
Takahashi, L. K., & Lore, R. K. (1980). Foraging and food boarding of wild *Rattus norvegicus* in an urban environment. *Behavioral and Neural Biology, 29,* 527-531.
Wallace, R. J. (1976). Tail hoarding in the albino rat. *Animal Behaviour, 24,* 176-180.

Entre *eidilos* e *xenidrins*: Experiência e pré-programas no comportamento humano[1,2]

César Ades[3]

Num de seus artigos, Wilson & Lumsden (1983) – defensores de uma teoria polêmica acerca das bases biológicas do comportamento humano – imaginam duas espécies fictícias de seres, quem sabe existentes num dos recantos da galáxia. Os *eidilos* dependeriam integralmente, em seu comportamento, de mecanismos herdados... seriam "robôs genéticos completos... Embora possam constituir uma espécie brilhante e espantosa, os *eidilos* têm todo o pensamento e o comportamento programados em seus cérebros, até mesmo nas palavras que usam para formar sentenças: A linguagem, a arte e qualquer outro aspecto de sua cultura se deixam afetar pelas circunstâncias do momento, mas são predeterminados, em sua forma. A civilização dos *eidilos* se transmite de geração em geração, de acordo com as instruções exatas de um conjunto particular de genes".

Em contraposição, os *xenidrins*, partindo do zero genético, teriam de tudo aprender. "Todas as possibilidades culturais estão igualmente abertas aos *xenidrins*. Pode-se lhes ensinar, com a mesma facilidade, qualquer língua, qualquer canto, qualquer código de ética... a mente dos *xenidrins* é um produto integral dos acidentes de sua história, do lugar onde vivem, os alimentos que encontram e das invenções soltas de palavras e gestos".

Os imaginários *eidilos* e *xenidrins* ilustram as duas maneiras como frequentemente se concebe o ajustamento dos organismos às pressões de seus ambientes. De um lado, os processos adaptativos podem vir inscritos no organismo, isto é, ser um produto da transmissão genética; de outro, podem originar-se na experiência passada, ou seja, nas modificações que o organismo sofre, em sua interação com o ambiente. Ao instinto, contrapõe-se a aprendizagem.

O problema da origem (herança *versus* efeitos do ambiente) do comportamento não nasce apenas em contexto científico. Remonta às colocações tradicionais dos filósofos e se dissemina, inclusive, no pensamento leigo. Está na cultura e no conhecimento corriqueiro a distinção entre traços de personalidade, aptidões, maneiras de comportar-se que dependem de uma história de aprendizagem e os que surgem prontos, mercê do desenrolar de um programa genético.

A questão toda é saber o quanto a espécie humana se assemelha aos *eidilos*, o quanto aos *xenidrins*. Rejeitarei, aqui, a análise simplista que pretenderia isolar, no comportamento humano, aspectos de puro instinto ou de pura aprendizagem e defenderei um ponto de vista interativo: *prontidão e experiência se combinam, em proporções variáveis, para gerar o comportamento concreto*.

Começarei, na presente exposição, revendo o sentido que palavras como "instinto" e "aprendizagem" tem, quando aplicadas ao comportamento animal, como maneira de situar a problemática geral. Depois, passarei ao comportamento humano, com exemplos – paradoxais apenas em aparência – do quanto é pré-programado e do quanto se abre à experiência modificadora. Finalmente, abordarei o caso específico da inteligência, para mostrar que a cautela é necessária na interpretação dos desempe-

---

[1] Trabalho publicado originalmente em Conselho Regional de Psicologia, 6ª Região (São Paulo). (1986). *Psicologia no ensino de 2º grau: uma proposta emancipadora.* São Paulo: Edicon. Republicado com autorização do autor.

[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Estudos de Psicologia, 1(1),* 136-152, 1996, que autorizou a publicação nesta coletânea.

[3] Universidade de São Paulo.

nhos: cautela em evitar a infiltração de ideias preconcebidas acerca da fixidez ou total plasticidade de processos psicológicos.

A área mais delicada de nosso assunto situa-se na interface entre o conhecimento científico e o conhecimento corriqueiro, entre o esforço teórico, ainda inseguro, do pesquisador e as inferências e aplicações a problemas sociais que dele se pretende obter.

A ETOLOGIA E O ESTUDO DO INSTINTO

A etologia – ou estudo biológico do comportamento – nasceu e se estruturou como disciplina a partir da constatação básica de que existem aspectos geneticamente determinados do comportamento. Lorenz, um dos fundadores da Etologia, de sua observação de animais na natureza ou em condições de semicativeiro que indicava haver recorrência em suas sequências de respostas, atos, repetidos mais ou menos da mesma forma, por diversos indivíduos ou pelo mesmo indivíduo em diversas oportunidades, propôs que *estes padrões fixos de resposta* fossem tornados corno unidades básicas do comportamento instintivo. Seriam automatismos sensório-motores, produtos da evolução natural, tanto quanto o formato dos ossos, o tipo de dentição ou a estrutura molecular dos aminoácidos.

O que significa, dentro dessa perspectiva, dizer que um comportamento é instintivo?

1. Significa que ele ocorre de maneira estereotipada, sempre na mesma sequência (componente *b* depois do componente *a*, componente *c* depois do componente *b* e assim por diante) no mesmo indivíduo ou em indivíduo da mesma espécie. É chamado às vezes, por este motivo, *típico da espécie*.

2. Significa que independe basicamente da influência da experiência passada. Não é necessário que surja desde o nascimento: o momento de seu aparecimento no repertório comportamental pode ser programado em função das pressões do ambiente, em cada estágio de desenvolvimento. Assim, o padrão típico do acasalamento, em todas as espécies, somente será eliciado quando houver maturidade fisiológica.

3. Significa que possui valor adaptativo, isto é, promove a sobrevivência do indivíduo e a passagem de seus genes para indivíduos da geração seguinte.

Existem milhares de comportamentos típicos dentre os quais escolher exemplos de padrões instintivos. Certa espécie de rã (Sazima, comunicação pessoal), durante o acasalamento, adota urna complexa cadeia de respostas, perfeitamente adaptativa desde sua primeira exibição; não poderia, de qualquer modo, haver muito treino. Fêmea e macho abraçados se deslocam da ponta de uma folha em direção à sua haste. A fêmea bota ovos que o macho fecunda; ao mesmo tempo é produzida uma espécie de gelatina que recobre os ovos e os protege. A folha é dobrada sobre si mesma, em estojo, corno proteção suplementar. Quando chega a estação úmida, a gelatina se liquefaz, os girinos escorregam ao longo da folha e mergulham numa poça d'água onde irão completar o seu desenvolvimento.

Pássaros comedores de cobras como o pássaro tropical "*mot mot*" se dariam muito mal – por motivos que seria desnecessário explicitar – se bicassem uma cobra coral. Uma pesquisadora (Smith, 1975) criou pássaros desses no laboratório, e sem contato algum com cobras, quando maduros, oferecia-lhe "modelos" de cobras, feitos de madeira. Embora privados de experiência, os animais demonstravam notável discriminação: evitavam de bicar o pauzinho em que se alternavam anéis de cor amarela e vermelha (as cores da cobra coral); ao contrário, um pauzinho com anéis de cor verde e azul alternados era bicado com frequência. Quando apenas uma das extremidades estava pintada de anéis amarelos e vermelhos, os pássaros dirigiam suas bicadas para a outra extremidade.

Os exemplos precedentes indicam a presença de um *know how* que muito claramente não depende de treino, no sentido de uma repetição de um comportamento para aperfeiçoá-lo. A rã usa a folha como "estojo" para os vos na primeira oportuni-

dade (aspecto motor do instinto), o pássaro reconhece as cores do perigo também na primeira oportunidade (aspecto perceptual do instinto).

Parece claro que, pelo menos em parte, a informação necessária para levar a bom termo cada sequência comportamental estava contida em programas geneticamente determinados.

A determinação genética pode ser posta em evidência, entre outras técnicas:

1. Por experimentos de hibridação. Dilger (1962) cruzou duas espécies de periquitos. Uma delas transporta sempre *no bico* as tiras de papel de que necessita para fazer o ninho; a outra carrega as tiras enviando-as *entre as penas*. Os híbridos, tendo herdado ambas as tendências, adotavam uma estratégia mista de transporte: oscilavam muito entre pegar a tira no bico ou colocá-la entre as plumas; às vezes usavam um tipo de transporte, às vezes outro.

2. Por experimentos de cruzamento seletivo. De uma ninhada de ratos, posso selecionar os mais "tímidos" (os que hesitam em sair de um local familiar e se imobilizam quando colocados em ambiente novo) e cruzá-los entre si e, novamente, aproveitar de suas ninhadas apenas os mais "tímidos" e assim por diante. Ao cabo de algumas gerações, aumentará notavelmente a chance de nasceram "tímidos" dentro desta linhagem.

Dizer que o comportamento tem um componente genético de determinação não é, portanto, uma especulação: é uma afirmação que se baseia em fatos indiscutíveis.

Quero, contudo, mostrar que isto não justifica em absoluto a adoção de uma dicotomia simplista entre "comportamento herdado", de um lado, e "comportamento aprendido", de outro. A análise mostra que influências genéticas e ambientais *se combinam* de maneira complexa na determinação do comportamento. Uma destas influências, dependendo do caso, poderá ser mais forte do que a outra, mas ambas poderão ser desvendadas se usados os métodos adequados, em cada item comportamental. Outra maneira de expressar esta ideia é dizer que o modo de agir de um animal ou de uma pessoa constitui uma característica *fenotípica*, sujeita à dupla determinação dos genes e da história de contatos ambientais.

A INTEGRAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAL E GENÉTICO

A experiência passada é capaz – são muitos os estudos etológicos a demonstrá-lo – de transformar, por inibição, por modulação, por substituição dos elementos de resposta, por alteração do papel dos estímulos envolvidos, comportamentos que classificaríamos como sendo instintivos.

Não cabe mais considerar o instinto como categoria de desempenho de rigidez sempre absoluta, tomá-lo como essencialmente impenetrável pela aprendizagem. Encontraremos, entre os modos possíveis de adaptação, uma gama de reações, desde padrões de resposta fortemente predeterminados, pouco sensíveis às influências do ambiente (instintos "fechados", como os chama um biólogo contemporâneo, Alcock, 1979), até estruturas essencialmente flexíveis que assimilam, até o pormenor, a informação ambiental.

Quão aberto ou fechado um determinado comportamento dependerá das exigências impostas pela situação a que ele normalmente atende, adaptativamente. Assim, a situações ambientais de pouca variabilidade, poderão corresponder padrões de extrema estereotipia; situações mais imprevisíveis implicam comportamentos em que entra uma taxa razoável de aprendizagem.

Tomemos um filhote de gaivota que acaba de nascer. É importante, do ponto de vista de sua sobrevivência, que saiba bicar o bico do pai e da mãe a fim de conseguir que estes lhe regurgitem o tantinho de alimento que precisa. O pesquisador americano Hailman (1969) mostrou que, de fato, a gaivotinha já "sabe" discriminar o bico materno (ou paterno) em movimento, reagindo a ele sem necessidade de treino. Instinto? Hailman (1969), no entanto, surpreendeu-se ao verificar que, nos primeiros dias de vida, a

gaivotinha *aprende* as feições particulares do adulto que a alimenta, reagindo cada vez menos a imitações imperfeitas. Um processo de aproveitamento da informação ambiental se superpõe ao controle pelo programa genético, faz corpo com ele.

No simples gesto de bicar, o filhote de gaivota nos ensina um princípio importante: o comportamento concreto representa a confluência de um programa genético e dos efeitos da experiência.

EXISTEM ASPECTOS "INSTINTIVOS" NO COMPORTAMENTO HUMANO?

É difundida a crença de que o ser humano não possui instintos. Se tomarmos como base uma definição de instinto como estereotipia automatismo absoluto (instinto "fechado") é bem provável que confirmemos a crença: poucos comportamentos de um adulto entrariam na categoria. Numa perspectiva interativa, fenotípica, como a defendida aqui, concebe-se, contudo, que o comportamento humano sofra influências genéticas.

O recém-nascido será meu argumento mor, por representar o organismo em sua forma pré-cultural, potencialidade pura. Todo mundo, e as mães em particular, sabem que o bebê tem tremenda prontidão para mamar, não aprende a sugar na cartilha. Pouco depois do nascimento, ei-lo que põe a mão na boca e se pacifica, exibindo movimentos perfeitos de sucção. Se posto n'água, prenderá automaticamente a respiração e exibirá movimentos de natação coordenados. Uma cócega na bochecha desencadeará pronta "procura" do bico do seio, na direção certa. Em todos estes pormenores, surpreendemos o cabedal genético, espécie de garantia adaptativa inicial.

Programas mais complexos estão sendo descobertos pela pesquisa em Psicologia do Desenvolvimento, programas de cuja existência às vezes nem as mães se davam conta. Psicólogos americanos (Meltzoff & Moore, 1977) se interessaram em verificar se nenéns de 12 a 21 dias conseguiriam "imitar" uma expressão facial que lhes fosse apresentada por um adulto. Supõe-se geralmente ser a imitação um processo que requer maturidade e experiência, surgindo no mínimo aos 8 meses de idade. Um pesquisador se inclinava sobre o berço da criança, mostrando-lhe uma de três caras (1) com a língua de fora; (2) com a boca bem aberta; (3) com os lábios protuberantes, em forma de "biquinho". Filmando-se o rosto da criança, verificou-se que, em número significativo de instâncias, ela exibia uma careta semelhante à do adulto. Impossível falar em acaso, como também difícil dizer que a criança de poucos dias de vida tenha "aprendido" a imitar.

Os autores supõem ter o bebê, desde cedo, um esquema psicológico que lhes permite estabelecer equivalência entre informações sensoriais diferentes: o aspecto visual da face do adulto e a sensação que tem, por dentro, da contração dos músculos de sua face. Ela "instintivamente" ajustaria sua face, sentida por dentro, ao modelo externo fornecido. Crianças com horas de vida põem em jogo esta habilidade notável, espontânea, de imitar, talvez como preparação para os desempenhos mais "deliberados" que serão adquiridos.

Os bebês têm outras aptidões tão interessantes quanto aquela. Usando o tempo durante o qual crianças olham para estímulos coloridos como indício do quanto gostam dos mesmos e os discriminam, Bornstein & Marks (1982) descobriram que elas preferem certas cores de maneira consistente e que sua curva de preferência coincide praticamente com a de adultos! Bornstein concluiu que, contrariamente à suposição de antropólogos que atribuem à cultura a padronização das cores, crianças nascem com a capacidade de ver cores e de distingui-las umas das outras de um modo muito semelhante ao do adulto.

A criança pequenina possui mecanismos perceptuais prontos que lhe permitem captar e discriminar os sons típicos da fala humana, um pouco como certos pássaros, seletivamente sensíveis, desde cedo, às notas e trinados da espécie. A discriminação abrange, inclusive, fonemas não existentes no ambiente cultural da criança. Um bebê brasileiro, por exemplo, seria capaz de aprender uma sílaba de uma língua exótica, como o Thai, nunca pronunciada em nosso meio. Com o crescimento, contu-

do, esta aptidão declina e a criança se especializa cada vez mais em captar e produzir os fonemas de sua própria cultura (Eimas, 1985).

O SER HUMANO COMO UM SER DE EXPERIÊNCIA

Demorei-me propositadamente na exposição de exemplos que ressaltassem a prontidão comportamental (para receber, para agir) do filhote de homem: isso, para sacudir um pouco o pó do lugar-comum que quer atribuir ao condicionamento a origem de tudo o que acontece, em matéria de Psicologia Humana.

Agora podemos voltar ao princípio e ver no ser humano um ser de experiência: de uma experiência que tudo determine e tudo inicie num organismo tomado, segundo a concepção empirista, como tábua rasa, mas de uma experiência que se insere na prontidão e com ela se integra.

O ser humano é, de todas as espécies existentes, o maior especialista em aprender, memorizar e manipular de forma complexa as representações do real. O aumento de seu cérebro, durante a evolução, o deixou bem à frente de qualquer outro primata e se deu em zonas cerebrais "capazes de registrar múltiplas informações, de enviar ordens precisas, de garantir o arquivamento de inúmeras recordações e a reutilização de experiências passadas, e onde existem sobretudo centros de associação extremamente complexos que permitem a reflexão lógica (Ruffié, 1978)". A linguagem favoreceu esta expansão de capacidade cognitiva e permitiu ao homem fazer uso de uma impressionante flexibilidade comportamental.

A cultura exprime as modificações – que muitas vezes parecem arbitrárias, se observadas de fora do grupo que as cultua – impostas ao agir espontâneo e geneticamente programado. A espécie humana se marca pela variabilidade que introduz nos diversos desempenhos de importância adaptativa. O que se consome, como alimento, dependerá do costume e das regras de preparo que cada cultura perpetua a através das quais quer distinguir-se das outras culturas. O namoro, o casamento, o ter filhos – que retomam, a nível humano, os mecanismos de reprodução essenciais para a perpetuação de qualquer espécie – submetem-se a princípios locais de controle. Mergulhadas desde o início em multifacetada matriz social, as pessoas aprendem a ser como requerem as normas.

A capacidade de aprender também é fonte de individualização. Cada pessoa se compõe, ao longo da vida, um currículo muito pessoal de experiências e de contatos com o mundo, assimila e filtra os aspectos da cultura de acordo com os critérios próprios. Registra cada evento como único e histórico, não mergulha, por assim dizer, duas vezes na mesma experiência.

Encontro um bom exemplo do papel controlador da regra social, em contraposição com a preparação biológica, numa pesquisa sobre as circunstâncias do namoro, feita na Universidade de Stanford (Dombusch et al., 1981). É a idade em que começa o namoro determinada pelo estágio de desenvolvimento sexual do indivíduo ou por normas ditadas pela cultura? Uma pergunta dessas parece árdua de ser respondida, tão intrincadas são os fatores em jogo. Os pesquisadores conseguiram assim mesmo dicas relevantes tomando como base um levantamento feito nos Estados Unidos, com adolescentes de 12 a 15 anos.

Cada adolescente era examinado por um médico que determinava, nos rapazes a partir do desenvolvimento do pênis e pelos do púbis; nas moças a partir do crescimento dos seios e dos pelos pubianos, o nível de maturidade dos caracteres sexuais. Uma garota com características pré-púberes estaria, por exemplo, no estágio 1, outra com seios e mamilos adultos, no estágio 5. Além disso, perguntava-se a cada adolescente se já tinha saído com urna pessoa do sexo oposto.

As estatísticas foram bastante reveladoras: os adolescentes de uma idade determinada, vamos dizer 12 anos, não tendiam a namorar mais frequentemente à medida que mais maduros do ponto de vista do desenvolvimento sexual do organismo. Em contrapartida, a idade revelou ser um fator poderoso: quanto maior a idade do adolescente, maior a frequência com a qual saía, fosse qual fosse o grau de maturação

sexual. Em outras palavras, a chance de uma moça ou de um rapaz namorar dependia menos do seu desenvolvimento físico do que de sua idade, ou seja, das regras sociais que estipulam o momento e a propriedade do namoro.

Outra variação sobre o mesmo tema. O cardápio, em todas as culturas, inclui as proteínas, as gorduras, os açúcares de que necessita o organismo, mas cada povo desenvolve sua maneira de combinar e preparar os itens alimentares. Substâncias não nutritivas, que, interessam apenas ao paladar, são instituídas como condimento. E o caso da pimenta vermelha, que arde, faz lacrimejar, representa como urna ameaça gustativa, e, no entanto, é parte tradicional e imprescindível da refeição, em diversas regiões do mundo. Em aldeias do México, por exemplo, a pimenta aparece muito cedo, na sopa da criança pequena. Depois, seu uso se generaliza, embora não haja coação para que alguém dela faça consumo. Os moleques que saem da escola compram saquinhos com uma mistura de pimenta e sal, para um deleite muito especial. E uma verdadeira educação gustativa, pelo contato com o condimento, pelo exemplo social. O apetite pode ser questão de experiência passada.

INTELIGÊNCIA E HERANÇA PSICOLÓGICA: UMA QUESTÃO POLÊMICA

Um dos tópicos de Psicologia que mais fascinam o leigo é a questão da inteligência. "Ser inteligente" é um valor em nossa cultura (quem não quer ser, ou, pelo menos, parecer inteligente?), um traço que confere status, uma garantia de que a pessoa desempenhará com eficiência certas funções, poderá ocupar cargos de responsabilidade.

Os testes de inteligência também suscitam grande interesse enquanto instrumentos que desvendam o potencial intelectual. Substituem impressões intuitivas por resultados numéricos: não há dúvida que os números impressionam pelo que representam de ganho de precisão.

Um teste é composto de urna série de situações padronizadas de estímulo, os itens. Tenta-se, o mais possível, evitar que as características medidas dependam de conhecimentos específicos. O teste deveria ir direto às capacidades cognitivas básicas de percepção, de raciocínio, não avaliar apenas o que a pessoa memorizou ou aprendeu. Busca-se, na construção do teste, selecionar itens que avaliem processos não contaminados pela existência passada do indivíduo. Sendo bem escolhidos os itens, supõe-se que o grau de escolaridade de uma criança, suas experiências culturais específicas não influenciarão seus escores de inteligência (até que ponto vale esta suposição é uma questão a ser examinada).

Testes de inteligência, usados abundantemente na escola, na empresa, no consultório, têm a função relevante de fornecer ao psicólogo alguma informação sobre a capacidade cognitiva do indivíduo. A questão é como interpretar os resultados, em função do contexto da ação concreta, e como evitar falácias muito comuns a respeito de inteligência.

Na concepção que muita gente tem, a inteligência é urna característica intrínseca e definitiva da pessoa, como ter olhos azuis ou castanhos, herdada e impermeável a mudanças suscitadas via ambiente. Os resultados do teste se revestem então de muita importância porque capazes de revelar um aspecto essencial da pessoa. Um inteligente será sempre inteligente, um medíocre, sempre medíocre. Supõe-se, além disso, que o desempenho diante dos itens do teste seja representativo do comportamento do indivíduo nas situações concretas de sua vida. O teste desvendaria urna dimensão geral da atuação, válida inclusive para o dia a dia.

Há certamente exagero nesta concepção. Seu aspecto simplificado e dogmático contrasta com a complexidade da questão e as dúvidas que ainda correm pela cabeça dos cientistas.

Aspectos do funcionamento cognitivo dependem, é claro, de influência genética. O princípio da dupla determinação implica em que haja este tipo de influência; mas também sugere ser mais dinâmica, mais flexível a relação cognitiva entre o indivíduo e seu mundo.

DETERMINAÇÃO GENÉTICA DA INTELIGÊNCIA

Um primeiro indício da existência de casualidade genética provém de constatar-se diferenças individuais em processos cognitivos e de verificar que se mantém relativamente constantes. É evidente que diferenças, mesmo que permanentes, poderiam ser em parte ou totalmente produto de efeitos ambientais.

Crianças de 7 meses diferem em seu grau de curiosidade. Isto pode ser constatado através de uma prova simples em que se deixa o bebê olhar por um tempo para uma figura e, depois, apresenta-se a mesma figura junto com outra, nova. Certas crianças fixam, mais do que as outras, o olhar na figura acrescentada, parecem ter maior avidez por novidade. Estas mesmas crianças, quando testadas bem mais tarde, aos 3 e 5 anos, ganham escores mais altos de inteligência que outras. A correlação entre a prova de exploração e o teste de inteligência constitui um argumento a favor da existência de certas constâncias comportamentais (Fagan, 1984).

Uma base mais consistente a favor da determinação pela herança provém de estudos que comparam entre si gêmeos idênticos, gêmeos fraternos, irmãos, em dois contextos: quando criados no mesmo lar (condições ambientais uniformes) ou em lares diferentes, havendo adoção (condições ambientais variáveis).

Uma revisão cuidadosa de trabalhos desse tipo (McGue et al., 1984) agrupou, para fins de análise, 111 pesquisas diferentes, 113942 pares de indivíduos. Os dados continham, como era de se esperar, um grau acentuado de heterogeneidade, uma vez que obtidos em ambientes diferentes, com testes diferentes. Apesar disso, despontaram claramente algumas tendências: gêmeos idênticos criados juntos apresentavam altíssima correlação entre seus escores de QI (0.86), em contraste com a correlação de 0.60 de gêmeos fraternos criados juntos e com a correlação de apenas 0.47 de irmãos criados juntos. A correlação entre gêmeos idênticos criados em lares diferentes era 0.72, mais baixa, portanto, do que a encontrada quando os gêmeos eram criados na mesma casa: prova da influência ambiental sobre o QI.

Dizer que a inteligência (ou seja: o desempenho das pessoas diante dos itens do teste) se submete ao determinismo genético não significa, em absoluto, dizer que ela é uma característica fixa, constante, da pessoa ou que não sofre a influência do ambiente durante o seu desenvolvimento antes de alcançar níveis de equilibração. Não é correto interpretar o QI como medida de uma capacidade inata e imutável.

Efeitos do treino sobre o desempenho em itens particulares

Os itens de um teste ou de uma prova cognitiva destinada a avaliar a inteligência são escolhidos geralmente de maneira a deixar mínima a margem de influência do treino enquanto treino: assim, supõe-se que se manifestem mais claramente os fatores de capacidade intrínseca.

O psicólogo Jensen acredita que uma tarefa de tempo de reação (apertar um botão tão logo acenda a luzinha correspondente) – indicativa, segundo ele, de capacidade intelectual – independe praticamente da experiência passada. No entanto, estudos há (Longstreth, 1984) que demonstram o contrário: o indivíduo que se exercite numa tarefa destas, por simples e automática que seja, ganha eficiência e alcança escores mais altos. Verifica-se, de outro lado, que uma recompensa, dada imediatamente após o desempenho correto em itens de teste, eleva significativamente, em certos indivíduos, o valor do QI: claro efeito do treino e das condições motivacionais vigentes durante a realização do teste.

Efeitos da experiência sobre o desenvolvimento: animais

Voltemos por um instante ao domínio do comportamento animal, onde as intervenções ambientais podem ser mais drásticas e seus efeitos controlados de ma-

neira mais precisa. São vários os estudos a apoiar uma conclusão importante: a riqueza – em termos de oportunidade de aprendizagem – do ambiente no qual crescem os organismos facilita sua capacidade subsequente de aprender, chegando inclusive – em certos casos – a modificar a estrutura das regiões do cérebro encarregadas das operações cognitivas.

Descobriu-se que, se colocados desde cedo em ambientes ricos, complexos ou se submetidos precocemente a treinos, ratos não somente se tomam mais aptos em determinadas tarefas corno ganham um cérebro mais desenvolvido, com aumento do número de células de glia, do tamanho das junções sinápticas, da proporção de RNA relativamente ao DNA, o que sugere maior atividade metabólica (Rosenweig, Bennett & Diamond, 1972).

De maneira correlata, ambientes precoces empobrecidos podem gerar efeitos negativos sobre o funcionamento intelectual. Consola notar-se que, em muitos casos, efeitos destes podem ser anulados se proporcionado o contato adequado com situações que estimulem e incentivem o organismo, mesmo em fases ulteriores de desenvolvimento.

Efeitos da experiência sobre o desenvolvimento: o ser humano

O ambiente precoce também se revela essencial no desenvolvimento intelectual da criança. Por exemplo, crianças em classes socioeconômicas menos favorecidas, nascidas com peso muito baixo, bebês de risco, costumam apresentar um crescimento intelectual menos avantajado. Poderia ser esta consequência evitada se proporcionado um enriquecimento ambiental (prematuros passam o começo de sua vida num ambiente em geral pobre em estímulos)?

No berçário de um hospital de Philadelphia (Scarr-Salapatek & Williams, 1973), um grupo de prematuros, de mães pobres, foi submetido a cuidados, por parte das enfermeiras, destinados a simular o ambiente de casa: as moças embalavam as crianças, falavam-lhes enquanto mamavam, punham-nas em posição tal que pudesse facilmente se processar a troca de olhares e de expressões faciais, meio privilegiado de comunicação, nesta idade. As mães recebiam, além disso, visitas periódicas em casa, quando para lá voltava a criança, visitas durante as quais eram instruídas acerca de como estimular o filho: aprendiam a avaliar os estágios de desenvolvimento e proporcionar à criança, em cada um deles, a brincadeira apropriada.

Testadas com um ano de idade, as crianças submetidas ao esquema tinham, em média, 10 pontos de QI a mais que as outras, mantidas nas condições normais. Além de ser uma questão de genes, o QI é fruto da interação com o ambiente.

Acho especialmente relevante, a este respeito, o trabalho de uma equipe francesa (Schiff et al., 1978) que localizou crianças de classe socioeconômica baixa adotadas por famílias abastadas e as comparou aos próprios irmãos, mantidos e criados pelas famílias originais. Se a herança fosse o único determinante em jogo, ou o mais poderoso, os garotos e garotas adotados deveriam assemelhar-se mais, em inteligência e rendimento escolar, aos seus irmãos biológicos do que a crianças de famílias ricas. Foi exatamente o contrário que se deu: o QI das crianças adotadas, sua taxa de reprovação na escola eram muito semelhantes aos de crianças de seu meio de criação. Os irmãos biológicos, por outro lado, tinham desempenho mais baixo, situavam-se dentro da faixa esperada para sua classe socioeconômica.

Resultados como estes minam estereótipos que atribuem a crianças de classes mais abastadas um potencial genético maior, do ponto de vista da capacidade intelectual ou do desempenho em matérias escolares.

Partindo do pressuposto de que o funcionamento intelectual á até certo ponto plástico, refletindo as exigências de meio e as oportunidades com as quais se defronta o indivíduo, caberia lançar a hipótese de que o tipo de profissão que alguém exerce poderá estimular ou abafar sua agilidade cognitiva, sua eficiência em desempenhar tarefas conceitualmente complexas. Uma pesquisadora americana encontrou, com efeito, uma relação entre características das tarefas profissionais – como a com-

plexidade dos passos a serem executados, a posição numa hierarquia de tomada de decisão, a pressão temporal, o grau de automatização, etc. – e o desempenho dos trabalhadores em testes de flexibilidade intelectual.

NECESSIDADE DE UMA TEORIA DA INTELIGÊNCIA – EM SITUAÇÕES CONCRETAS

Importa ter em mente, na honra de interpretar um resultado de QI, que o teste de inteligência não cobre todas as aptidões, que o QI não é um número mágico que expresse, em forma condensada, todo o potencial adaptativo da pessoa.

As tarefas que constituem os itens do teste são tarefas abstratas, cujas relações com as situações do dia a dia, com a eficiência que alguém demonstra ou deixa de demonstrar em seus assuntos profissionais ou de estudo, em sua interação social, nem sempre são claramente especificadas. Por explicitamente tentar atingir habilidades básicas que independam de informação armazenada, os testes não ajudam tanto a entender o comportamento que faz uso desta informação.

Cabe, então, insistir na relevância de observações do comportamento espontâneo das crianças e dos adultos, em seus ambientes costumeiros, diante dos problemas concretos que têm de resolver. Assim, teríamos uma base para uma teoria da inteligência em ambientes naturais, uma teoria "ecológica" da inteligência humana. Dentro deste referencial, liberada da necessidade de sempre provar que lida com aspectos básicos, não aprendidos, a análise mostraria melhor como o funcionamento intelectual se insere no fluxo de eventos que constituem a experiência elo indivíduo.

A função especializada do teste de inteligência faz com que deixe de considerar os fatores motivacionais subjacentes ao desempenho intelectual. O teste visa a mente como mecanismo cognitivo puro, domínio de operações mínimas capazes de repetir-se como rotinas de um computador. Não leva em conta entusiasmos e inibições, "*id*" e "*superego*", recompensas passadas e punições futuras, em suma todo o aparato afetivo e social, que atua sobre o indivíduo enquanto responde às perguntas feitas. A distinção entre não ter a capacidade de efetuar determinada operação cognitiva e não estar em condições motivacionais apropriadas para desempenhá-la merece mais atenção e análise.

ESTEREÓTIPOS A RESPEITO DE INTELIGÊNCIA COMO "PROFECIAS AUTORREALIZADORAS"

A discussão levada até o momento seguiu uma linha destinada a mostrar a complexa determinação dos processos que denominamos, globalmente, de "inteligência".

Crenças comuns a respeito de inteligência, que a submetem ao jugo exclusivo da genética e a enclausuram, a protegem de qualquer influência de experiência, geram estereótipos que podem, inclusive, ser prejudiciais do ponto de vista do relacionamento social e da aplicação de técnicas psicológicas.

Se tomado, assim, fora da perspectiva crítica, o QI se toma uma espécie de definição do que a pessoa é e do que será, um divisor entre indivíduos, classes sociais ou raças, um argumento para adoção de políticas sociais nem sempre muito simpáticas.

Os psicólogos já nos puseram de sobreaviso: nossas atitudes, nossos preconceitos a respeito da capacidade intelectual de alguém podem nos levar a agir, em relação a este alguém, de maneira a influenciar seu comportamento e a confirmar nossas próprias expectativas. A "profecia autorrealizadora" leva em seu bojo o perigo de fixarmos o inteligente em sua inteligência e o bobo em sua bobeira.

Nunca esqueço a professora primária que um dia visitei e que me disse: "Olhe, eu dividi a classe em dois. Os bons ficam na frente e os que não querem saber

de nada, eu joguei lá para trás". Não estranha que, nestas condições, os "bons" sempre melhorem e os "ruins" sempre piorem.

Devemos ter a cautela de não usar os resultados de testes de inteligência de maneira a gerar "profecias autorrealizadoras", ou de maneira a rotular pessoas atribuindo-lhes características que, na verdade, não sabemos se são tão fixas ou imutáveis.

ENTRE *EIDILOS* E *XENIDRINS*

Toda fábula tem uma moral. Para fechar a presente discussão, volto aos seres fictícios, desembarcados de galáxias distantes por anos e anos-luz do nosso planeta, os *eidilos*, robôs genéticos e os *xenidrins*, superflexíveis e abertos a qualquer sopro de experiência.

O comportamento humano sofreria uma simplificação abusiva se reduzido a uma ou outra destas formas de adaptação. Não somos *eidilos*, embora esteja clara em certos de nossos comportamentos a marca da pré-programação. Também não somos *xenidrins*, apesar da incrível modificabilidade de nossos hábitos, modificabilidade que quase nos transforma em especialistas do arbitrário.

O mistério, ou talvez a beleza elo comportamento humano está na maneira como integra uma formação mais ampla, geral e antiga, proveniente da história das espécies à informação mais detalhada, concreta e variável do ambiente presente. Uma dupla análise revela esta integração dinâmica e coloca o ser humano entre *eidilos* e *xenidrins*.

REFERÊNCIAS

Alcock, J. (1979). *Animal behavior.* Sunderland: Sinauer.
Bornstein, M. H., & Marks, L. E. (1982). Color revisionism. *Psychology Today,* 64-73.
Dilger, W. C (1962). The behavior of lovebirds. *Scientific American, 206,* 88-89.
Dornbusch, S. M., Carlsmith, J. M., Gross, R. T., Martin, J. A., Jennings, D., Rosenberg, A., & Duke, P. (1981). Sexual development age and dating: a comparision of biological and social influences upon one set of behaviors. *Child Development, 52,* 179-185.
Eimas, P. D. (1985). The perception of speech in early infancy. *Scientific American, 252,* 34-47.
Fagan, J. F. (1984). The relationship of novelty preferences during to later intelligence and later recognition memory. *Intelligence, 8,* 339-346.
Hailman, J. P. (1969). How an instinct is learned. *Scientific American, 221,* 98-108.
Longstreth, L. E. (1984). Jensen's reaction-time investigations of inteligence: a critique. *Inteligence, 8,* 139-160.
McGue, M., Bouchard, T. J., Lykken, D. T., & Feuer, D. (1984). Information processing abilities of twins reared apart. *Intelligence, 8,* 239-258.
Meltzoff, A N., & Moore, M. K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonnates. *Science, 198,* 75-78.
Rosenweig, M. R., Bennett, E. L., & Diamond, M. C. (1972). Brain changes in response to experience. *Scientific American, 226,* 22-29.
Ruffié, J. (1978). O mutante humano. In *Do primata ao homem: continuidades e rupturas.* São Paulo: Cultrix/EDUSP.
Scarr-Salapatek, S., & Williams, M. L. (1973). The effects of early simulation on low-birth-weight infants. *Child Development, 44,* 94-101.
Schiff, M., Duyme, M., Dumaret, A., Stewart, J., Tomkiewicz, S., & Feingold, J. (1978). Intellectual status of working-class children adopted early into uppermiddle-class families. *Science, 200,* 1503-1504.
Smith, S. M. (1975). Innate recognition of coral snake pattern by a possible avian predator. *Science, 187,* 759-760.
Wilson, E. O., & Lumsden, C. J. (1983). The dawn of intelligence. *The Sciences, 23,* 23-32.

A construção da teia geométrica como programa comportamental[1,2]

César Ades[3]

"Há uma terceira espécie deste animal, sumamente hábil e artística. A (aranha) tece de início um fio que se estica para todas as pontas da teia a ser feita; depois, do centro, que ela determina com muita precisão, estende a urdidura; sobre a urdidura, coloca o que corresponde à trama e então prende, tecendo, o conjunto todo..."
Aristóteles
(Historia Animalium)

RESUMO. A construção da teia por aranhas orbitelas, como *Argiope argentata*, F., subdivide-se em várias fases básicas (exploração; pré-construção; elaboração dos raios, fios de quadro e miolo; das espirais seca e provisória; da espiral viscosa e remanejamento do miolo), cada qual composta por rotinas comportamentais repetitivas. O comportamento de construção sofre a influência, em seus aspectos temporais e estruturais, de uma série de fatores (como o suprimento de seda, dicas espaciais etc.) e não pode certamente ser descrito como um encadeamento fixo de respostas. A cada passo da construção, a aranha ajusta seu desempenho de acordo com as informações colhidas sobre a teia. Experimentos com *A. argentata* mostram também haver ajustamento ao espaço disponível, tal como determinado pelos suportes externos. A construção não se encaixa numa concepção "explosiva/automática" do comportamento instintivo, como a da etologia clássica; requer novos modelos explicativos, com possíveis implicações para uma teoria geral sobre os comportamentos típicos da espécie. O caráter estereotipado e, no entanto, ajustável do comportamento de construção da teia torna interessante a analogia com processos de computação.

ABSTRACT. Orb-web building as a behavioral program. Web-building by orb-web spiders, such as *Argiope argentata*, F., proceeds through several major phases (exploration; pre-construction; laying of radii, frame threads and hub; making of nonsticky and temporary spirals; making of sticky spiral and remaking of the hub), each composed of iterative behavioral routines. Construction behavior is influenced, in its structural and temporal aspects, by several factors (such as silk supply, spatial cues etc.), and cannot be described as a fixed chaining of responses. At each step of construction, the spider obteins cues from its web and adjusts its performance correspondingly. Experiments with *A. argentata* show that adjustment also occurs to available space as determined by external context. "Explosive/automatic" accounts of instinctive behavior such as those of classical ethology do not seem adequate as concerns web-building: new models, with possible implications for a theory of species-specific behavior, are needed. The stereotyped and nonetheless adjustable characteristics of construction behavior makes interesting an analogy with computational devices.

Em sua forma mais simples e talvez mais primitiva, a teia de aranha consiste de alguns fios de seda que se espalham, radialmente, ao redor do orifício de uma toca. Estruturas bidimensionais destas são construídas, por exemplo, por *Ariadna* (Dysderidae) e por *Filistata* (Filistatidae), aranhas que diferem bastante de outras de suas características. Os fios, quando sobre eles desloca-se um inseto, transmitem a vibração, provocada pelos movimentos, à aranha em espreita. Esta

[1] Uma versão deste artigo foi apresentada durante o 29° Encontro Paulista de Etologia, Ribeirão Preto, 1984. As pesquisas relatadas contaram com um auxílio do CNPq (401436/83); o artigo foi preparado durante a vigência de uma bolsa de pesquisador (CNPq 305618/78).
[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Ciência e Cultura, 38(5),* 760-775, que autorizou a publicação nesta coletânea.
[3] Universidade de São Paulo.

função de comunicar a presença da presa e de guiar a aranha até ela significa uma expansão notável da capacidade predatória da aranha, e a base para a adoção, por muitas espécies, de urna tática de forrageamento (*Joraging*) do tipo parar e esperar.

As teias que se conhece provavelmente tiveram origem em teias mais simples ou "prototeias", como as chama Savory (1960), por meio da adaptação a ambientes e a insetos determinados. Incorporam, além da propriedade de transmissão da vibração, as funções de reter o inseto o suficiente para que a aranha o imobilize, de refúgio e de defesa contra predadores.

A variedade de engenhos sedosos é grande. Cada grupo de aranhas aproveita e desenvolve elementos estruturais, especializando sua teia. *Agelena e Tegenaria* (Agelenidae) estendem sua teia de malhas estreitas, com a consistência de um véu leve, quase horizontal, ao redor do refúgio em "boca de funil". *Liniphia* e outras aranhas da família Linyphiidae dispensam o refúgio: permanecem na face interior de uma teia em forma de pano muito fino, que se completa, para cima e para baixo, por uma estrutura irregular de fios, presos entre si e amarrados à vegetação. No caso de *Achaearanea* (Theridiidae), uma aranha comumente encontrada em cantos de parede, dentro de casa, os fios da teia se emaranham de forma aparentemente caótica, ocupando um espaço tridimensional. Os fios da parte inferior da teia podem, em Theridiidae, recobrir-se de visgo, tomando mais eficiente a armadilha.

A teia geralmente serve ao animal que a construiu e é defendida contra conspecíficos que nela penetrem (Buskirk, 1975). Uma exceção muito interessante é a de aranhas sócias como as aranhas cribeladas do gênero *Mallos* (Dyctinidae) que elaboram, ao redor de um galho, teias coletivas compostas por uma parte central, onde permanecem os indivíduos e de onde saem por orifícios mais ou menos regulares, e por uma parte periférica, captora, feita de uma nuvem de fios tênues (Burgess, 1976). A agitação da mosca enredada se espalha em vibrações para todas as direções e acaba atraindo uma, e depois outra, e depois outra aranha ainda. As aranhazinhas atacam conjuntamente a presa, lançando seda, mordendo-a em várias partes. Depois de transportá-la para perto do suporte ou da região central, nutrem-se dela, lado a lado. A ranhas sociais possuem mecanismos que inibem a agressão e a predação interespecíficas. Burguess (1979) descobriu que a teia coletiva atua como moduladora de vibrações, atenuando as inferiores a 30 Hz e as superiores a 700 Hz, deixando o estímulo numa frequência ótima, do ponto de vista dos receptores de vibração da aranha. Outro uso especializado dos fios captores é o de *Dinopis longipes* (Dinopidae), aranha com "cara de papão" (*ogrefaced spider*), observada por Robinson & Robinson (1971) no Panamá. Ela se pendura de cabeça para baixo sobre um arcabouço de fios secos, a alguma distância de uma superfície. Segura com as patas dos pares anteriores uma peça retangular de fios adesivos, que lhe serve de instrumento de captura. Quando passa um inseto pelo substrato, a aranha estica a sua rede "portátil" e a abaixa até que nela se grude a presa. Recua em seguida para proceder à ingestão. Este sistema de ataque representa uma possível adaptação a presas como a formiga, mais indefesas quando erguidas do substrato e separadas de suas congêneres.

A TEIA GEOMÉTRICA

De todos os tipos de teia, a que mais suscita admiração é a das aranhas orbitelas, com seus raios retos e convergentes, seu fio viscoso que dá voltas em espiral, formando malhas, suas amarras que a esticam toda e a prendem a folhas e galhos. A teia, plana, que um vento ocasional faz vibrar inteira, tem seus fios dispostos numa *gestalt* de extrema regularidade em contraste com o aspecto menos ordenado da vegetação, ao redor. A tecedora pode encontrar-se no centro (se for *Argiope argentata*, uma aranha frequentemente encontrada no Brasil, as patas em cruz) ou num refúgio, a pouca distância da periferia da teia. As aranhas "sumamente hábeis e artísticas", a que se refere Aristóteles, são as orbitelas.

A origem evolucionária das teias geométricas ainda é campo de hipóteses (Mayer, 1953; LeGuelte, 1965; Levi, 1978: Nentwig & Heirner, 1983). É quase

certo, contudo, que a estrutura radial/espiralar tenha surgido várias vezes, independentemente, no decorrer da evolução. Assim, sem parentesco próximo, aranhas das famílias Araneidae (acribeladas: produzem gotículas de cola nos fios captores) e Uloboridae (cribeladas: "penteiam", com a pata 4, fios finíssimos de seda, que, como o visgo, têm função captara) desenvolveram teias cuja analogia espanta: têm um quadro feito de segmentos abaulados, raios convergentes, espiras secas e espiras captaras, uma espiral provisória destruída durante a construção etc. São tantas as coincidências, que Wiehle (1927) insistia em acreditar que as duas famílias tivessem relacionamento filogenético próximo. Vários estudos, entre os quais o de Eberhard (1982), baseado no exame minucioso dos padrões motores que compõem a construção e a caça, sugerem, contudo, que Araneidae e Uloboridae, além de suas outras famílias menores, Theridiosomatidae e Anapidae, não provêm de um ancestral comum.

A teia geométrica apresenta vantagens sobre outros tipos de teias, e há quem veja nisso uma razão pela sua "invenção" independente por vários grupos de aranhas: *1*. Em comparação com teias – como a de *Achaearanea tepidariorum*, a aranha de canto de parede – em que as vibrações viajam em direções múltiplas, de forma pouco seletiva, a disposição radial da teia orbicular facilita a orientação da aranha e a detecção da presa. *2*. Esta disposição também torna mais célere a locomoção da aranha que, geralmente, segue em linha reta por um dos raios, até a região onde se agita o inseto. *3*. As teias orbiculares requerem geralmente um gasto menor de energia para sua construção: "são feitas em poucas horas, necessitam de poucos pontos de fixação e ocupam a parte mais exposta da vegetação... Em consequência disso, são muito frágeis e normalmente destruídas no mesmo dia. A maioria das orbitelas renovam a área captora todos os dias, mas não efetuam reparações parciais... Esta renovação diária da teia permite que as aranhas tenham maior mobilidade e, consequentemente, alcancem mais facilmente habitats com alta densidade de presas... A construção de teias do tipo orbicular representa um compromisso ótimo entre custos baixos de material, baixo tempo de construção e alta eficiência" (Nentwig & Heirner, 1983).

Uma análise das propriedades físicas da teia mostra que os elementos viscosos atuam com eficiência para absorver o impacto da presa, e que os secos estão dotados da resistência máxima em função de suas dimensões, comparável à do aço ou de fibras sintéticas (Denny, 1976).

A teia orbicular (partindo, como caso-tipo, da teia de *A. argentata*, (Figura 1), comporta os seguintes elementos básicos: *1*. Um arcabouço de fios secos e resistentes composto pelas *amarras*, que prendem a teia aos suportes do ambiente, pelo *quadro*, espécie de linha fronteiriça, e pelos *raios*; *2*. Um *miolo* e uma *espiral seca*[4] que formam o centro da teia, região onde a aranha permanece sempre, ou onde se coloca em momentos de espreita; e *3*. Uma *espiral viscosa*, faixa de fios pegajosos e relativamente frouxos, que circunda o centro. É a região captora.

A teia comporta espaços vagos: o *vão periférico*, entre quadro e espiral viscosa, e a zona livre, entre espiral viscosa e espiral seca.

Argiopes jovens (*A. argentata, A. trifasciata, A. aurantia*) garantem condições de defesa construindo uma espécie de teia suplementar, feita de fios secos irregularmente dispostos, de um lado, ou de ambos os lados da teia propriamente dita, em paralelo. Toques nestas teias defensivas ou *teias-barreira* podem levar a aranha a uma fuga rápida. Aranhas adultas costumam dispensar a teia-barreira (Tolbert, 1975).

Outra estrutura defensiva é o *stabilimentum*, faixa de seda em ziguezague que cobre o miolo, em teias de espécimes jovens, e que assume, em adultos de *A. argentata*, por exemplo, a forma de uma cruz parcial ou completa. A função do *stabilimentum* tem despertado a curiosidade dos aracnologistas. Segundo Eisner & Nowicki (1983), a faixa em ziguezague tornaria a teia mais visível e serviria de sinal para

[4] É corrente o uso de termos como *hub* (inglês) ou *moyeu* (francês) – termos que, em português, equivalem a miolo – para designar a parte central inteira da teia. Prefiro, como Tilquin (1942), reservar o termo miolo para a estrutura de fios irregulares que a aranha elabora no fim da construção, distinguindo esta estrutura da espiral seca.

que pássaros evitassem de arrombá-la em pleno voo. Adviria do sinal e da esquiva, vantagens tanto para a aranha como para os pássaros Aranhas noturnas não acrescentam *stabilimenta* às suas teias e, mesmo nas diurnas, estes elementos não mais são produzidos quando a construção se dá em ambientes de pouca luminosidade.

A teia orbicular nem sempre tem formato plenamente circular. Sofre adaptações a condições específicas de tipo ou disponibilidade de presas ou a condições de perigo predatório. Insetos e teias participam de um jogo recíproco de adaptações, os insetos para escapar das teias, as teias para incrementar seu poder de captação.

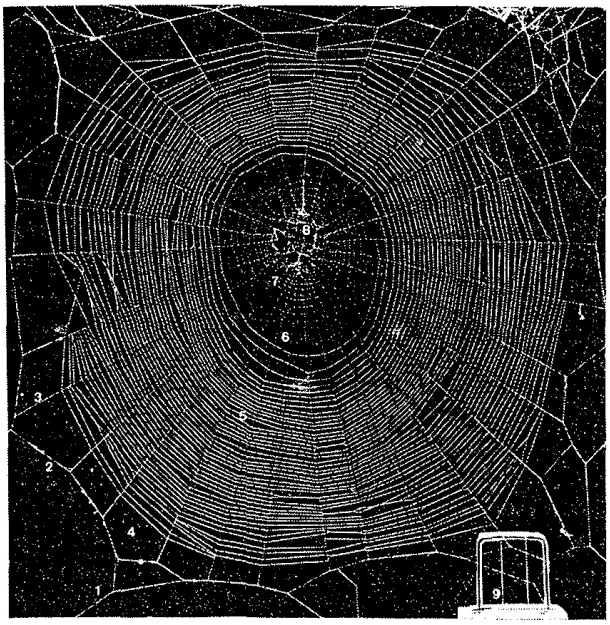


Figura 1. Teia de *Argiope argentata* construída no laboratório, em caixa de 25 x 25 cm. **1.** Amarra. **2.** Quadro. **3.** Raio. **4.** Vão periférico. **5.** Espiral viscosa. **6.** Zona livre. **7.** Espiral seca. **8.** Miolo. **9.** Padrão de mensuração (a distância entre os dois fios verticais indica 1 cm).

É, assim, provável que as escamas de borboletas e mariposas tenha, entre suas funções, a de permitir o escape rápido, por redução das propriedades adesivas do visgo (Eisner et al., 1964). É também provável que o desenvolvimento das curiosas teias de *Tylorida* sp., na Nova Guiné (Robinson & Robinson, 1972) (Figura 2) e de *Scoloderus* sp., na Colômbia (Eberhard, 1975), represente uma resposta à proteção por escamas de que se valem os lepidópteros. Estas teias possuem uma extensão da zona captora em forma de "escada", abaixo do centro no caso de *Tylorida*, acima dele, no caso de *Scoloderus*. A mariposa que percute na "escada", escorregando de fio em fio, perde cada vez mais escamas e acaba grudando-se, tão firmemente quanto outros insetos.

Outras "especializações" da teia orbicular: *Zygiella x-notata* deixa dois setores da teia sem espirais viscosas e puxa um raio "solto", que serve de "fio telegráfico", até seu refúgio; *Hyptiotes paradoxus* constrói apenas alguns setores, contentam-se com uma teia triangular; *Nephilengys cruentata*, uma aranha gigante, que é frequente em São Paulo, constrói perfeitamente orbiculares, semelhantes às de *A. argentata*, nos estágios iniciais de seu crescimento; depois, passa a elaborar um refúgio de seda em forma de cone – em regiões sombreadas e protegidas do ambiente – e estende abaixo dele sua teia, agora semiorbicular: as espiras viscosas não mais dão uma volta inteira ao redor do centro.

A variabilidade interespecífica na construção da teia coloca perguntas fascinantes para a pesquisa: *1*. Que fatores ecológicos se relacionam com cada tipo de teia? *2*. De que maneira se ajusta o comportamento predador e defensivo à estrutura da teia? *3*. Que aspectos do programa de construção se mantêm constantes (ou variam) de um tipo de teia para outro?

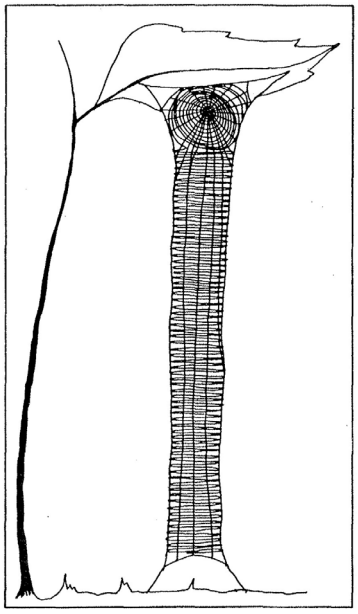


Figura 2. Teia de *Tylorida* sp. em representação esquemática (segundo Robinson). A aranha mede 7 mm de comprimento, sua teia alcança uma envergadura de até um metro. Note-se a extensão, em "escada", da zona captora. Teria por função facilitar a retenção de lepidópteros na espiral viscosa.

A CONSTRUÇÃO COMO DESEMPENHO SEQUENCIAL

A construção da teia pela aranha orbitela pode ser vista como composta de desempenhos organizados hierarquicamente (Savory, 1960). No topo da hierarquia, temos a construção como um todo, a *sequência global*, composta, por sua vez, de *fases*, cada qual integrada por rotinas repetitivas. As rotinas contêm, finalmente, atos que são as partes mais elementares do desempenho, respostas unitárias. A tarefa que se coloca ao estudioso é descobrir os fatores que promovem a integração da sequência e levam ao seu produto, uma teia funcional.

Refletindo sobre a integração do comportamento de construção em orbitelas e sobre seu possível substrato neural, Witt (1969) também adota um modelo hierárquico. Ele postula, no nível molecular, a existência de estruturas neurais distintas, no sistema nervoso central da aranha, que controlariam os movimentos repetitivos; as *rotinas*, em minha terminologia. Seriam movimentos relativamente rápidos e fixos, modulados pela percepção que a aranha tem das estruturas já existentes. No nível mais molar, centros no ângulo supraesofágico lidariam com "a regulação e a integração global da informação a respeito do estado das glândulas de seda, do trabalho já executado, da estrutura realizada e dos objetivos alcançados" (p. 131). Lesões com raio laser no gânglio supraesofágico desorganizariam a construção – em seu nível global – sem atingir os subprogramas que governam ajustamentos sensório-motores específicos.

Dou a seguir um esboço do que acontece na construção, baseando-me principalmente em observações, feitas em meu laboratório com *A. argentata*. Informações suplementares podem ser encontradas em Ades (1972), Eberhard (1972), e Reed (1968). O livro de Tilquin (1942) traz registros de extrema minúcia sobre as principais etapas da construção.

Exploração

A construção propriamente dita é preparada por uma fase de exploração, mais marcada quando a aranha se encontra em ambiente novo, quando não pode aproveitar, como guia, andaimes antigos. A aranha segue os suportes sólidos, galhos ou folhas, agita as patas dianteiras em amplas oscilações sempre que chega ao limite entre suporte e espaços vazios, dá privilégio às suas descontinuidades, cantos e pon-

tas, que representam pontos privilegiados para a fixação de fios.

Durante estes deslocamentos, aleatórios em aparência, a aranha possivelmente obtém informação sobre o espaço disponível e sobre os pontos onde prender as amarras da teia. A exploração prepararia para a escolha do microhabitat mais favorável para a construção, e seria oportunidade para a colocação de alguns fios de uso eventual.

Destruição

A aranha inicia normalmente seu desempenho construtor destruindo a teia antiga, sobre a qual já caçou insetos. Caminha ao longo dos raios e desfaz, com movimentos das patas dianteiras, porções da teia. Às vezes, usa o miolo como ponto de referência, deixando-o e a ele voltando, enquanto desmancha a rede antiga. Parte da sede é ingerida e reaproveitada como material para teias subsequentes (Peakall, 1971).

Desmanchando a teia inteira, a aranha pode encontrar-se, por fim, diante de um espaço vazio, ou quase vazio, a ser novamente preenchido. É mais frequente, contudo, ela encetar a colocação dos fios da teia nova *enquanto está destruindo a antiga*. O destruir/construir integrado representa importante economia de esforço, um ganho em eficiência na elaboração da nova estrutura.

A aranha pode preservar partes da teia antiga, às quais ela prende, através de um processo delica do de emenda, os fios novos. Neste caso também está clara a economia de tempo e esforço: mostrei que a teia híbrida – parte velha, parte nova em estreita imbricação – é funcional por inteiro.

Pré-construção

Na fase que Ramousse (1982) chama de pré-construção, a aranha coloca os primeiríssimos raios, em forma de forquilha, e alguns fios do quadro. O ponto de convergência dos raios determina a posição do centro da teia.

Algumas das propriedades básicas da estrutura – como a excentricidade do miolo – são definidas nesta fase.

Raios/Quadro/Miolo

A concepção corriqueira, talvez tingida de antropomorfismo, supõe que a aranha constrói primeiro o quadro, preenchendo depois com raios o espaço delimitado. A aranha, na verdade, vai compondo ao *mesmo tempo*, usando rotinas diferentes que se alternam, partes distintas da teia: os raios, o quadro e os fios que compõem a primeira versão do miolo.

No início da fase, os raios são colocados conjuntamente com partes do quadro. Mais tarde, são postos raios simples, de acordo com rotinas como a seguinte:

a) A aranha gira sobre si mesma, na região do miolo, tocando com as patas os fios radiais já existentes. A aranha parece então estar discriminando ângulos vazios, obtendo informação sobre o local onde deverá correr um novo raio. Ela age, na imagem de Tilquin (1942), "como um homem que substituiria os degraus que faltam numa escada".

b) Ela segue até a periferia por um destes raios, deixando atrás de si um fio de caminhada.

c) Após exploração, ela se locomove no quadro, afastando-se do raio que lhe serviu de caminho.

d) Ela fixa as fiandeiras ao quadro, transformando o fio de caminhada em novo raio.

e) Ela volta ao centro sobre o novo raio, substituindo-o para ajustar-lhe a tensão.

Entre o estabelecimento de raios sucessivos, enquanto gira no centro "testando ângulos", a aranha vai grudando segmentos de fio, num trajeto que prenuncia uma espiral. Assim, prende umas às outras as extremidades centrais dos raios, forma um entrelaçado que confere mais firmeza à região do miolo.

Espiral seca/Espiral provisória

Terminada a feitura dos raios, passa a predominar o movimento em espiral de colocação de fios. A aranha age em dois tempos: gira um pouco, fixa um fio por abaixamento do abdômen; torna a girar e assim, por diante. Os fios são fixados aos raios sucessivos e vão formando a espiral seca. O caráter repetitivo das rotinas de girar e fixar não impede que a forma dos comportamentos envolvidos mude ao longo do processo, em ajustamento à distância entre raios, que aumenta progressivamente.

A partir de um certo estágio de seu movimento centrífugo, a aranha passa a afastar muito mais cada espira da espira precedente, forma um caracol de malhas largas, o da *espiral provisória*. Ela continua passando de um raio para outro, fixando seu fio seco em cada um. Numa teia pronta somente se tem, como indício da espiral, pontinhos de seda que sobraram, na intersecção com os raios.

Espiral viscosa

Ao terminar a espiral provisória a aranha se encontra na periferia da teia. Mantém-se imóvel por alguns segundos, numa pausa que – segundo alguns – seria necessária para a passagem da produção de fios secos para a dos fios viscosos. A aranha repete, então, em direção centrípeta, e seguindo sempre uma trajetória em espiral, as rotinas básicas de locomover-se, extrair o fio viscoso e fixá-lo em raios sucessivos.

a) Durante a locomoção, as patas I desempenham uma função que parece ser de avaliação espacial. Deslocam-se para o lado, dão um toque leve, seja na espiral provisória, seja na última espiral viscosa.

b) A extração do fio viscoso é realizada com a pata 4 interna (ou seja, a que se encontra do lado do centro da teia): ela agarra o fio perto as fiandeiras e esticando-se, puxa-o para fora. A extração deixa o fio frouxo, mais apropriado para a absorção do impacto de um inseto que venha a percutir na teia.

c) Quando a pata 4 interna atinge seu esticamento máximo, o abdômen se curva ventralmente em direção ao raio em que haverá fixação, ao mesmo tempo em que as patas 3 e 4 externas (ou seja, patas do 3º e 4º par situados do lado da periferia da teia), que estavam agarradas nele, se dobram bruscamente. Graças ao duplo movimento, ocorre contato entre fiandeiras e raio, num ponto situado a meia distância entre as extremidades distais das patas 3 e 4 externas.

A espiral provisória é rompida à medida que prossegue a colocação das espirais viscosas (em certas orbitelas, como *Nephila clavipes*, a espiral provisória é preservada).

Remanejamento do miolo

Usando as quelíceras como tesouras, a aranha que completou a espiral viscosa e permaneceu um instante no centro, em repouso – corta uma areazinha aproximadamente circular, no centro da teia, para onde convergem os raios, ao mesmo tempo em que vai preenchendo a lacuna com fios irregulares postos com movimentos laterais do abdômen, sob tensão. Assim toma forma o miolo definitivo.

A lógica interna da teia

A teia não é superposição de elementos independentes. A mensuração de suas partes desvenda correlações e regularidades geométricas que constituem uma definição de sua *gestalt*. A interdependência das partes se entende, dada a maneira sequencial como é feita a teia e dada a sensibilidade que, a cada passo, a aranha manifesta em relação à disposição dos fios já estabelecidos. As fases iniciais da construção revestem-se de importância especial uma vez que predeterminam, em parte, as dimensões dos elementos sucessivamente acrescentados.

A maioria das medidas da teia costumam ser tomadas a partir de dois eixos arbitrários de referência, um eixo vertical e outro horizontal, que se cruzam aproximadamente no centro do miolo. Mede-se, por exemplo, a largura da espiral viscosa para cima, para baixo, à esquerda e à direita do miolo, seguindo a direção dos eixos.

São muitos os parâmetros quantificáveis e os dados, em número muito grande, precisam passar pelo computador para obter-se uma descrição das inter-relações ou uma comparação de teias em condições experimentais diferentes, ou de teias de espécies diferentes (Ramousse & LeGuelte, 1984). Dentre as relações estruturais, na teia de *A. argentata*, cito as seguintes, a título de exemplo:

1. *Excentricidade vertical da teia*. O centro da teia situa-se acima do centro da teia; a zona captora inferior é maior do que a superior.

2. *Simetria horizontal da teia*. O centro se encontra em média a igual distância das extremidades laterais, esquerda e direita.

3. *Tamanho da teia/número de raios*. Quanto maior o tamanho da teia (expresso, por exemplo, pelos seus diâmetros), maior o número de raios.

4. *Comprimento do raio/largura da espiral viscosa*. Quanto maior o comprimento do raio, maior a largura da espiral viscosa sobre ele colocada.

5. *Número de espiras viscosas/espaçamento das mesmas*. Quanto maior o número de espiras viscosas, menor o espaçamento entre elas.

Ritmos de construção da teia

A construção da teia é um comportamento rítmico, que obedece a ditames cronobiológicos ainda não de todo elucidados. Em condições naturais, *A. argentata* tece de madrugada ou cedo de manhã, aparentemente influenciada, na determinação do momento exato da construção, pelas condições de luminosidade, temperatura, etc. No laboratório, sob um regime de 12 h de luz, 23 h no escuro, renova sua teia aproximadamente a cada 3 dias. O fato de teias intactas serem renovadas depõe contra a suposição de que a aranha se baseia exclusivamente, para iniciar uma reconstrução, numa percepção do estado funcional da teia.

Ramousse (1980, 1982) observou, em algumas espécies de orbitelas (*Araneus cucurbitinus, A. dalmaticus, A. sclopetarius, e A. diadematus*) uma repartição bimodal dos momentos de construção, com um pico no começo da noite, outro em fim de noite ou começo de dia. Havia diferenças individuais quanto ao período escolhido. Num segundo grupo de aranhas (*A. quadratus, A. umbraticus, A. obscuripes e Z. x-notata*), a construção ocorria preferencialmente em fim de noite.

Aranhas de espécies com distribuição bimodal chegavam a elaborar mais de uma teia por noite (às vezes 4 teias!) indício de que talvez capturem um número maior e mais variado de presas do que as outras.

O comportamento construtor não se enquadra no esquema "hidráulico" lorenziano, segundo o qual a energia motivacional represada cresce com o tempo, elevando a probabilidade de ocorrência do padrão fixo. Parece, sim, estabelecer sincronia com certos parâmetros ambientais cíclicos e, sem deixar de sofrer influência de estados fisiológicos, ter sua motivação inserida nas regularidades do habitat.

A CONSTRUÇÃO COMO PROGRAMA COMPORTAMENTAL

A construção da teia parece a um tempo simples e complexa. Simples, por envolver a repetição de rotinas até certo ponto determinadas pela ação de estímulos locais; complexa por incorporar processos de ajustamento ao padrão de fios já tecidos e de integração entre rotinas e fases diferentes.

A relevância teórica de um comportamento destes decorre de sua incompatibilidade com esquemas conceituais através dos quais tem-se tradicionalmente tentado dar conta do comportamento instintivo.

Na etologia clássica, define-se o instinto como padrão fixo, ou seja, como uma sequência – centralmente coordenada – de atos, que uma estimulação ambiental específica dispara. Uma vez eliciado, o comportamento se torna insensível a aportes estimulatórios e prossegue, automaticamente, até terminar. Lorenz & Tinbergen (1957) distinguem as ações instintivas dos tatismos. Estes, mesmo quando possuem um componente rígido, obedecem estritamente à configuração presente de estímulos, e, dada a sua propriedade de "direção para o alvo" (*Coai directedness*), assemelham-se a comportamentos apetitivos. Aqueles, ao contrário, são "notavelmente independentes em sua forma de todos os processos de recepção sensorial; independentes, não apenas da "experiência", no sentido mais amplo da palavra, mas também dos estímulos que afetam o organismo enquanto desempenha" (p. 177). "... a independência completa do padrão motor em relação às condições e à estimulação ambientais somente pode ser explicada supondo-se que os impulsos para as contrações musculares individuais emergem de um centro neural, já ordenadas quanto à forma e quanto à sequência" (p. 180-181).

Não escapava aos primeiros etólogos que tatismo e padrão fixo vão muitas vezes estreitamente imbricados e que pode haver dificuldade em dizer com precisão onde um acaba e onde o outro começa. Mas consideravam que a análise, a delimitação não eram *em princípio* impossíveis e aderiam à concepção de que tatismo e padrão fixo se combinam por superposição.

Uma concepção destas que atribui à ação instintiva propriedades *explosivo-automáticas* (por supor que não há modulação sensorial, uma vez deflagrada a sequência) é, no mínimo, restrita em seu campo de aplicação. Ajuda a entender comportamentos como, por exemplo, o do molusco *Tritonia*, quando se debate escapando da estrela-do-mar e aponta, com acerto, para a existência de integrações neurais endógenas de certas sequências rítmicas (Willows, 1973). Mas não dá conta de comportamentos, como o de construir a teia, em que o controle por estímulos acompanha o desempenho o tempo todo.

A aranha em construção não exibe um padrão fixo de ação, um encadeamento inflexível de contrações musculares. Seu comportamento, tomado a nível das fases ou das rotinas, não representa uma pura *Erbkoordination*, não constitui "um elemento absolutamente invariável, uma espécie de esqueleto que influencia o sistema no qual está inserido muito mais do que sofre ele próprio influência ou modificação através da interação geral vigente no sistema" (Lorenz, 1974, p. 109).

Para encontrar a fixidez topográfica, devemos descer ao nível dos atos, ver, por exemplo, no movimento pelo qual as patas 3 e 4 externas se flexionam, puxando o raio ao encontro das fiandeiras, durante a fixação do fio viscoso, um ato explosivo/automático. Pode ser que existam (a pesquisa poderá confirmar), nos gânglios da aranha, coordenações endógenas a facilitar a ocorrência sincronizada de atos como "puxar o raio", de um lado, e "abaixar o abdômen", do outro. Mas uma explicação destas, concebível a nível molecular, não é de muita ajuda quando se trata de compreender como os atos se integram, de forma variável e visivelmente controlada, ambientalmente, em sequências maiores.

Uma alternativa, para salvar a concepção clássica, consistiria em definir "padrão fixo" de maneira mais ampla, menos exigente quanto à forma da saída motora. A sequência de construção seria "fixa", não no pormenor, mas na ordem geral: a fabricação da forquilha vem antes da feitura conjugada de raios/quadro/miolo, que, por sua

vez, antecede a colocação da espiral seca e da provisória etc. Mas este seria um uso pouco apropriado, uma vez que incorpora elementos de variabilidade e de "intencionalidade" que não se ajustam à definição original do conceito de padrão fixo.

O que exatamente diferencia a construção da teia de uma reação explosiva/automática como a fuga do molusco é a presença de uma flexibilidade inerente às relações perceptuais-motoras típicas da espécie. As rotinas, até mesmo certos atos de construção, são efetuados de uma forma que varia adequando-se à variabilidade do contexto ambiental. O comportamento não é apenas disparado, ele se deixa guiar e modular por aspectos relevantes dos suportes físicos, das estruturas sedosas previamente edificadas. *Ele é intrinsecamente orientado, isto é, regulado pelas suas consequências*.

A flexibilidade a que me refiro não significa aprendizagem, mudança permanente na reação ao ambiente, mas sim ajustamento durante o desempenho. A distinção que a etologia clássica instaurou entre componentes "fixos" e componentes "orientados" do comportamento instintivo não é útil se entendida apenas como base para uma dicotomia entre *tipos* de comportamento e se impedir de ver que, em muitos padrões, o que se estereotipa é justamente a maneira como o desempenho leva em conta os parâmetros de estimulação.

Proponho que sequências instintivas como a da construção da teia geométrica sejam analisadas não apenas a partir de uma busca de *relações de eliciação* do tipo "se houver esta condição ambiental, então surgirá esta classe comportamental"; como em termos de *relações analógicas ou de modulação*, do tipo "se a condição ambiental assumir um dentre vários valores Si (i = 1, 2, ... n), então o desempenho assumirá, de forma correlata, um dentre vários valores Ri (i = 1, 2, ... n). Esta relação analógica pode estar baseada em uma calibração prévia do sistema que, a cada Si, faz corresponder uma Ri, ou num processo pelo qual as consequências estimulatórias de Ri influem, como retroalimentação, sobre a continuação do desempenho (ver capítulo de Hinde (1970) sobre orientação). Enunciados a respeito de uma relação de eliciação e de uma relação de modulação não são, evidentemente, incompatíveis.

A construção se organiza em torno de um produto, a teia, que, para ser funcional, deve manter relações precisas com elementos do ambiente externo e possuir uma estrutura em que fios se prendem precisamente uns aos outros. É muito pouco provável que sua integração se dê inteira às custas de reações do tipo explosivo/automático. Pelo seu fino ajuste de elementos, pelo controle espacial que cada um de seus passos sofre, pelo aspecto progressivo com que decorre, a construção se assemelha a uma *habilidade motora* (*skill*), do que a um jorro de respostas rigidamente encadeadas.

Especialmente relevantes, entre as respostas de construção, estão as que parecem indicar a avaliação, pela aranha, das condições do campo espacial. Durante a feitura dos raios, a aranha – como foi visto – gira sobre si mesma "testando" a presença de raios, ou os ângulos vagos, com as patas dianteiras. A oscilação lateral da pata 1, durante a colocação de espiras viscosas, parece ser uma condição para que a aranha obtenha estímulos "discriminativos", ajustando seu corpo para uma fixação adequada do fio.

A supressão do produto normal de uma rotina leva em certos casos à repetição da mesma, um indício de que ela está sob influência (inibitória, no caso) das mudanças que produz no ambiente. Koenig (1951) destruía os raios que aranhas acabavam de colocar. Elas simplesmente colocavam outros no lugar, chegando, se fosse sistemática a destruição, a produzir o dobro ou o triplo dos raios que normalmente construiriam. No fim de muitas substituições, apesar de incompleta a urdidura, as aranhas passavam para a fase seguinte.

Se retirado o ovo que, de pescoço esticado, o ganso recolhe ao ninho, o comportamento prosseguirá, automaticamente, preso ao seu determinismo intrínseco (Lorenz & Tinbergen, 1957). Várias das rotinas de que é composta a construção da teia não parecem tão independentes de um constante aporte de informação. Envolvem, por assim dizer, "mensurações" e um rastreamento das condições finais apropriadas.

Como dar conta de um comportamento que é estereotipado e, no entanto, ajustável? A analogia que eu prefiro, apesar de bastante explorada, é a de um progra-

ma de computador, que efetua operações (constantes) sobre dados (variáveis) fornecidos. O desempenho final não é previsível apenas a partir do programa armazenado na máquina, mas, sim, a partir de um conhecimento das transformações que este pode produzir e das informações iniciais introduzidas na memória[5].

A analogia não pretende ser mais do que um recurso conceitual para ressaltar a dupla determinação do comportamento instintivo: por rotinas ou algoritmos – ou seja, coordenações embutidas no sistema nervoso – e pelas condições de ambiente, externo ou interno, em que estas coordenações terão de concretizar-se. Este modelo acomoda tanto programas em que as operações, desencadeadas por um único comando, se dão numa sequência regida por lógica própria (à maneira que eu chamei de explosivo-automática), como programas em que determinações e correções de rumo, assim como o aproveitamento de informações em retroalimentação, são essenciais.

Dada a variabilidade de condições em que um animal deve desempenhar algumas das sequências básicas para sua sobrevivência, é compreensível que a seleção natural o tenha dotado de mecanismos reguladores capazes de dominar flutuações e discrepâncias, ã maneira de um programa que se ajusta aos dados, ao mesmo tempo em que lhes impõe estrutura.

Eberhard (1969) certa vez se interessou em elaborar um programa de computador que simulasse o comportamento de tecer a espiral viscosa da aranha cribelada *Uloborus diversus*. Partiu do pressuposto de que o comportamento da aranha seria determinado pelas informações presentes nas regiões de fixação do fio viscoso, sucessivamente encontradas. O computador recebia uma descrição inicial da teia, onde constavam indicações sobre a posição dos raios e da espiral provisória e, a cada região, tinha de efetuar uma opção entre (1) prosseguir, (2) efetuar uma meia-volta, (3) terminar a construção. No primeiro caso, a determinação da distância da espiral em relação à espiral precedente era obtida a partir de instruções como:

CALCULAR ÂNGULOS ENTRE ESPIRAL E RAIOS
E O ÂNGULO COM A ÚLTIMA ESPIRAL
↓
DECIDIR ONDE FIXAR O FIO
↓
CALCULAR AS DISTÂNCIAS PERCORRIDAS DESDE A ÚLTIMA FIXAÇÃO
E O COMPRIMENTO DO NOVO SEGMENTO DE ESPIRAL
↓
DECIDIR SE DEVE HAVER FIXAÇÃO
↓
ETC.

A aranha não calcula ângulos nem mede distâncias, a propriamente falar: não é geômetra. Comporta-se, porém, de maneira a sugerir que possui dicas a respeito de ângulos, distâncias, tensões dos fios, etc.: cabe à pesquisa desvendá-los.

A possibilidade de um programa levar em conta, nas operações de uma etapa n, os resultados das etapas n – 1, n – 2, ..., n – r, corresponde de maneira interessante ao comportamento de construção, cuja forma evolui à medida que vai sendo completada a teia.

---

[5] A sugestão de que o comportamento instintivo poderia ser entendido a partir de um modelo cibernético acredito que tenha sido feita pela primeira vez por Miller, Galanter & Pribram (1960), embora estivesse implícita em hipóteses como a do "princípio de referência" de Von Holst & Mittelstaed (1950). Miller, Galanter & Pribram usam como conceito central o Plano, que é um processo de efetuação controlado por retroalimentação. "... O estudo do instinto geraria muito menos confusão", escrevem, "se disséssemos que é o Plano, não o comportamento, que é herdado" (p. 74). O instinto seria um Plano *herdado* ("as ações envolvidas podem ser o não produto de aprendizagem, mas o Plano que provê sua estrutura subjacente é inato"), *involuntário* (não pode mudar a partir de suas consequências para o organismo) e *inflexível* (suas partes não podem ser reordenadas). A meu ver, o uso do modelo de computação não requer que se aceite qualquer destas três características. Outra proposta de aplicação da analogia do programa de computador ao comportamento instintivo se deve a Chauvin (1972). Ver também Friedman (1967).

AJUSTAMENTO DA TEIA ÀS CONDIÇÕES DE ESPAÇO DISPONÍVEL

Num trecho pouco conhecido, Hebb (1949) sustenta que "o comportamento instintivo não consiste de uma sequência predeterminada de contrações musculares; tem, apesar disso, uma consequência constante e previsível... Uma aranha de determinada espécie tecerá uma teia de padrão estritamente específico, embora os movimentos necessários para a sua construção variem com a distância dos objetos aos quais está amarrada" (p. 167). A ideia geral assemelha-se à que defendo no presente artigo: atribui ao comportamento instintivo constância no resultado global, e variabilidade no pormenor. Dediquei uma série de experimentos justamente à questão da influência da "distância dos objetos" sobre a construção da teia Proporcionam exemplos de como um programa comportamental se ajusta ã faixa de variações de um parâmetro ambiental.

No meio natural, são bastante variáveis os suportes – galhos, hastes, folhas, flores – aos quais se prende a teia de *A. argentata*, e os espaços que delimitam. Escolhendo locais livres de obstáculos internos e afastando, por intermédio das amarras, o quadro em relação à vegetação, a aranha consegue uma relativa autonomia para sua teia e mantém-lhe, dentro de limites, a forma e a inclinação. Mesmo assim é provável que haja ajustamento do construir à amplitude do local. A aranha poderia ampliar ou restringir a área de sua rede dependendo -se encontra-se em microhabitat vasto ou pequeno.

Num dos experimentos de uma série que visava verificar até que ponto era realmente flexível o programa de construção, aranhas adultas eram deixadas em caixas quadradas de superfície diferente, escolhidas para que a menor fosse nitidamente menor que o tamanho médio de uma teia, e a maior, nitidamente maior (superfícies disponíveis para a construção, num plano vertical: caixa 1 = 156 cm^2; caixa 2 = 312 cm^2; caixa 3 = 625 cm^2; caixa 4 = 1250 cm^2; caixa 5 = 2500 cm^2). Múltiplas medidas eram tomadas sobre fotografias das teias.

1. Aumenta a teia com o aumento de espaço

As aranhas constroem teias quase perfeitas na caixa 1, bastante exígua, e expandem-nas à medida que aumenta o espaço disponível. Aumenta, com o aumento da caixa, o diâmetro da região captora (Figura 3A), a largura da faixa da espiral viscosa (Figura 3B), o número de raios, o número de espiras viscosas e de espiras secas etc.

A ampliação da armadilha representa um ganho em termos adaptativos, na medida em que aumenta a probabilidade de captação de presas. Há, contudo, obstáculos ao alargamento indefinido, entre os quais: a quantidade de seda disponível, e o afastamento dos raios sucessivos que provavelmente dificulta a locomoção da aranha em fase de fixação do fio viscoso. Suponho que *A. argentata* otimiza o valor da teia, enquanto armadilha, deixando-a a maior possível, dentro das condições de espaço e suprimento de seda.

2. As várias dimensões da teia não sofrem igual ampliação

Certas dimensões, como o diâmetro do miolo (Figura 3C), crescem muito pouco, ou nada, quando aumenta o espaço e o tamanho da teia. A região da espiral seca, no centro da teia, se expande pouco, aumenta de aproximadamente 50%, na caixa 5, em relação ao seu tamanho na caixa 1. Em contraste, o aumento de largura da espiral viscosa é da ordem de 500%, na caixa 5, em relação à largura encontrada na caixa 1.

A teia em ambientes pequenos não é, portanto, uma miniatura proporcional da teia em ambientes grandes. As feições gerais se mantêm, mudam certas relações estruturais. A região central resiste mais ao fator espaço disponível, talvez porque sua construção depende, em certo grau, de dicas provenientes do corpo da aranha (envergadura, tamanho de patas) que funciona como uma espécie de compasso. O tamanho do raio e a largura da espiral viscosa estão sob controle mais marcado dos espaços criados pelos suportes ambientais.

A lógica estrutural da teia não é uma lógica absoluta, decorrente de coordenações fixas do sistema nervoso da aranha: ela aceita, como parâmetro, o espaço disponível.

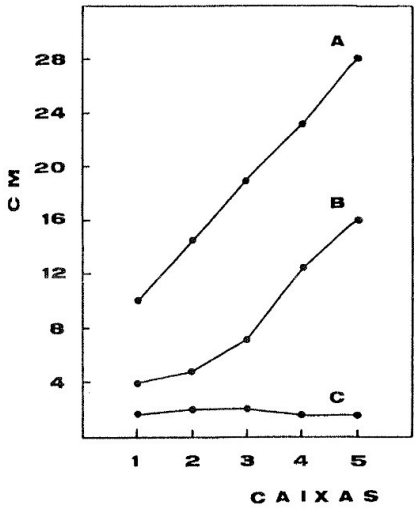


Figura 3. A. Diâmetro vertical da zona captora. **B.** Largura da espiral viscosa na parte de baixo da teia. **C.** Diâmetro vertical do miolo, medidas tomadas sobre teias de *Argiope argentata* em caixas 1, 2, 3, 4, 5 de tamanho progressivamente maior (cada caixa tem o dobro da superfície da caixa anterior).

3. Mudam as relações de excentricidade da teia.

Um aspecto interessante da mudança de relações estruturais é o seguinte: quanto menor o ambiente, mais excêntrica (verticalmente) a teia, isto é, maior a sua parte inferior em relação à superior. A aranha parece preservar as dimensões inferiores da região captara, em detrimento das superiores, talvez porque haja vantagem adaptativa em caçar para baixo (Masters & Moffat, 1983).

Num outro experimento, resolveu-se testar de forma mais drástica a adaptabilidade da teia às condições ambientais, usando caixas *retangulares*. Numa condição, espécimes de *A. argentata* tinham disponível um espaço estreito e alto (10,5 cm de largura por 17 de altura); noutra, um espaço largo e baixo (17 cm de largura por 10,5 cm de altura); na condição de controle, as caixas tinham o dobro da superfície das anteriores (21 cm de largura por 17 cm de altura).

As aranhas se ajustaram às caixas retangulares, produzindo teias nitidamente mais alongadas numa dimensão do que noutra, teias ovais que dificilmente seriam encontradas em situação natural. Nas caixas estreitas e altas, a teia esticava-se no sentido vertical; nas caixas largas e baixas era o oposto que ocorria. As proporções de uma teia normal estavam, em ambos os casos, claramente desrespeitadas, mas o remanejamento diferencial dos elementos da teia, sua deformação num ou noutro sentido, fez com que ela viesse a ocupar o maior espaço disponível.

Aranhas foram deixadas sucessivamente (1) em caixas estreitas e altas, (2) em caixas largas e baixas e (3) em caixas estreitas e altas novamente. Os registros (Figura 4) dão uma clara indicação da flexibilidade do programa comportamental: a teia alarga-se e volta à linha de base, seguindo de perto o determinante ambiental.

Os resultados de ambos os experimentos fornecem uma imagem da teia como produto de um programa comportamental influenciado por coordenadas ambientais. Durante as fases iniciais da construção, quando a aranha estende os fios radiais e compõe quadro e amarras, suas rotinas dependem claramente dos pontos de referência fornecidos pelos suportes. Os fios iniciais são postos por intermédio de uma locomoção que continua *até que* seja alcançada uma região adequada do suporte.

Em fases posteriores, a aranha já não tem contato com os suportes, mas continua ajustando sua construção às partes já prontas da teia. A largura da faixa da espiral viscosa não se origina de um critério interno que especifique o número de trajetórias em espiral, o número de pontos de fixação espira-raio etc., mas de uma reação ao comprimento do raio. Quanto maior for este, maior também será a largura da faixa de espiras viscosas. Uma fase do construir se superpõe às anteriores e se dimensiona a partir delas.

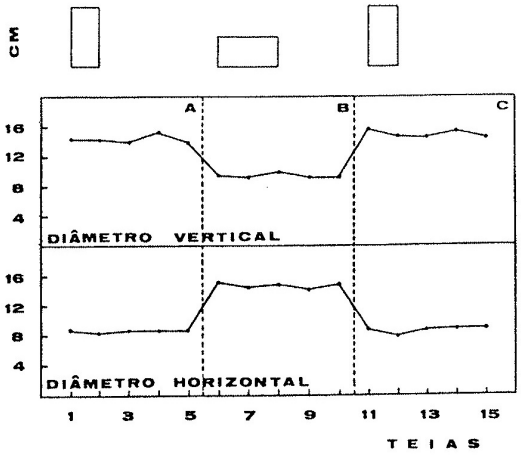


Figura 4. Diâmetro vertical e diâmetro horizontal (médios) de teias de *Argiope argentata*, construídas sucessivamente em (**A**) uma caixa estreita e alta; (**B**) uma caixa larga e baixa e (**C**) uma caixa estreita e alta, novamente. Foram registradas cinco teias sucessivas em cada condição.

A influência das coordenadas espaciais externas se torna mais marcada em condições de restrição relativa. Em ambientes muito amplos (como a caixa 5, em nossos experimentos) as dimensões da teia liberam-se de fatores como a distância entre os suportes e passam a ser controladas por dicas ligadas ao suprimento de seda, ao peso da aranha, etc. Aranhas que têm a oportunidade de ingerir suas teias antigas e, consequentemente, de sintetizar seda em maior quantidade, edificam teias maiores do que as aranhas cujas teias são eliminadas todos os dias pelo experimentador (Breed et al., 1964). Drogas, como a fisostigmina, que aceleram a produção de seda também levam a uma ampliação da teia. Outros fatores, como vento, luminosidade, densidade vegetal, umidade, podem atuar sobre o dimensionamento da teia de orbitelas (Ramousse, 1982).

A comprovação de uma influência de dicas provenientes das glândulas sericígenas mostra que o controle da construção é mais complexo do que se pensa. Continua misterioso tanto o mecanismo sensorial, através do qual é avaliada a disponibilidade de seda, como o processo através do qual esta informação se integra às outras.

Witt & Reed (1965) notaram que a orbitela *A. diadematus* não termina sua espiral viscosa simplesmente por que termina a reserva de seda viscosa. Se assim fosse, raciocinam, a região central da teia variaria independentemente da área delimitada pela espiral viscosa. Na verdade, há uma forte correlação entre estas duas áreas. Concluem que "a aranha inicia e termina a espiral em pontos específicos da estrutura, provavelmente guiada por uma representação central da quantidade de seda remanescente nas glândulas" (p. 1196).

A multideterminação das fases da construção, a presença de comportamentos de obtenção de informação espacial, a precisão de colocação dos fios, tudo nos afasta de uma interpretação em termos de padrão fixo, à maneira etológica tradicional. Modelos precisam ser desenvolvidos que façam justiça à complexidade do desempenho.

A PLASTICIDADE DO PROGRAMA: AMPUTAÇÃO DE PATAS

As oito patas da aranha orbitela estão envolvidas no construir: na locomoção, na extração e manipulação de fios, na avaliação dos elementos relevantes da teia e dos suportes. A supressão de uma ou mais patas representa um desfalque sensorial tanto quanto motor, e significaria a abolição da construção, se esta dependesse de um roteiro rígido.

LeGuelte (1965) amputou, por autotomia, patas de aranhas das espécies *Z. x-notata* e *A. diadematus*. Após a perda de uma pata, fosse ela do primeiro, terceiro ou quarto par, a construção se mantinha inalterada, não havia diferença significativa numa

série de dimensões, tais como número de raios, número de espirais viscosas, diâmetro vertical da teia, entre as teias de aranhas com ou sem amputação[6].

Este resultado aponta para a plasticidade das rotinas de construção: as patas amputadas foram substituídas, automaticamente, por outras. A informação espacial que uma pata 1 normalmente consegue, ao oscilar de um lado para outro, tocando que espiras prévias, era obtida através da pata 2 do mesmo lado. Importa notar, contudo, que mesmo aranhas normais chegam a usar, exploratoriamente, uma das patas do segundo par.

A perda de ambas as patas do quarto par tampouco afetava significativamente as dimensões básicas da teia, embora significasse a abolição da extração do fio viscoso durante a feitura da espiral captora e algum prejuízo no comportamento de "trazer o raio em direção às fiandeiras", durante a fixação.

Quando eliminadas ambas as patas 1, contudo, as dimensões da teia sofriam marcado encolhimento, principalmente no caso de *Z. x-notata*. Uma fonte importante de informação tinha sido interrompida.

Impressiona o fato de a aranha, apesar da dificuldade extrema que a amputação acarreta no seu andar e nos atos especializados que precisa executar, poder cumprir com as fases da construção, dentro da ordem preestabelecida e de uma forma que preserve a funcionalidade do produto. Cheguei a encontrar espécimes de *A. argentata*, no campo, com quatro patas apenas, no centro de teias que ainda serviam como armadilhas.

Surpreende também a substituição da pata retirada por outra contralateral, normalmente não utilizada para o desempenho, caso flagrante de "novidade motora". A respeito de suas observações sobre o comportamento de *A. diadematus* privada de pernas, escreve Szlep (1952): "A compensação de funções aparta-se bastante da coordenação normal de movimentos. Prova ao mesmo tempo a alta plasticidade do sistema nervoso e as alternativas muitas do comportamento da aranha... Vemos que o comportamento desta ultrapassa os limites impostos pelo conceito de instinto" (p. 18.

CONSTRUÇÃO DA TEIA E EXPERIÊNCIA PASSADA

É o programa de construção passível de transformar-se ou aperfeiçoar-se, através do treino, como se aperfeiçoa uma habilidade? A Petrusewiczowa (1938) e Mayer (1953) são atribuídos os primeiros experimentos de Kaspar Hauser – ou seja, de privação de experiência – relevantes para a questão. Mayer criou filhotes de *A. diadematus* em tubos de 2,5 mm, estreitos demais para que os animais pudessem tecer qualquer coisa que se parecesse com uma teia. Três semanas depois, quando soltos, os filhotes elaboravam teias perfeitas, o que levou a pesquisadora a concluir que o padrão de construção é completamente inato.

Witt, Reed e Scarboro (1968) também criaram *diadematus* em tubos de restrição. Soltas após 35 ou 95 dias, eram capazes de construir, mas suas primeiras teias diferiam em várias características das teias de aranhas normais. Uma semana depois, já não mais se notavam diferenças. O efeito da restrição se explica parcialmente em termos de uma redução da produção de seda, por inatividade. Quando se extraía, mecanicamente, fios das fiandeiras das aranhas privadas, dois dias antes da soltura, estimulando-se desta maneira as glândulas, as teias assemelhavam-se mais às de aranhas normais. Witt e colaboradores acreditam que esta não seja toda a explicação. Mesmo após estimulação das glândulas por esvaziamento, persistiam pormenores discrepantes nas teias de aranhas privadas. Seria este um indício de que entra aprendizagem na integração da sequência de construção?

Num experimento sobre efeitos da experiência a curto prazo (Ades & Rossetto, 1984), aranhas (*A. argentata*) adultas foram deixadas em caixas de tamanho 1, 2,

[6] Os dados brutos expostos nas tabelas de LeGuelte mostram, contudo, existir uma *tendência* para a diminuição do valor das dimensões quando amputada uma pata.

3, 4 e 5 – cada qual com o dobro da superfície da anterior – o tempo suficiente para que construíssem 8 a 10 teias. Supunha-se que os vários subgrupos de aranhas teriam, durante este período, uma espécie de "treino" em construir teias num ambiente de tamanho determinado. As aranhas foram todas testadas, em seguida, em caixas 3, ou seja, caixas de tamanho intermediário. As medidas na fase de teste, tomadas sobre fotografias, mostram que as aranhas se ajustaram imediatamente ao espaço oferecido, quer tivessem que efetuar uma redução no tamanho de suas teias, quer tivessem que ampliá-las. A experiência passada não teve efeito nenhum: os parâmetros mensurados eram estatisticamente equivalentes nos diversos subgrupos.

O conjunto de resultados, na área, mostra a sequência de construção como produzida por um programa *resistente a várias influências ambientais*. A flexibilidade de execução, durante o desempenho, contrapõe-se à ausência de flexibilidade na modificação permanente dos critérios e das rotinas.

Os resultados de Witt et al. (1970) abrem uma brecha para interpretações em termos de efeitos da experiência passada. Experimentos futuros, efetuados dentro de uma metodologia suficientemente sensível, talvez detectem diferenças no construir decorrentes de eventos da história do indivíduo. O meu palpite é que estas diferenças serão sutis: as pressões de seu modo solitário de vida e a necessidade de dispor muito cedo de uma armadilha funcional fazem com que a orbitela tenha de contar com coordenações prontas na hora da dispersão pelo habitat.

A "VARIABILIDADE DO INSTINTO"

A variabilidade das medidas da teia não deixou de impressionar os estudiosos do começo do século. Constituía um problema teórico, colidia com as concepções então correntes do instinto como imutável e invariável.

Num artigo sobre os "poderes mentais" de aranhas orbitelas, Porter (1906) relata observações quantitativas sobre teias na natureza e no laboratório (número de raios, de espiras secas e viscosas, etc.) e constata que as medidas diferem, não somente entre espécies e indivíduos, como também entre as teias do mesmo indivíduo, em oportunidades diversas. Porter atribui a oscilação individual à necessidade de ajustamento a condições ambientais particulares. "Uma vez que aranhas, inclusive as da mesma espécie, precisam construir em ambientes muito diferentes, não há dúvida que seu instinto deve ser plástico a ponto de permitir ao indivíduo o uso do método de ensaio-e-erro" (p. 326) ... "(os instintos) devem necessariamente variar, para que o indivíduo que os usa possa ser bem-sucedido num ambiente que, em muitos aspectos, é algo num dia, e algo muito diferente no dia seguinte" (p. 349).

Importa lembrar que este "ensaio-e-erro", esta variação de resposta, não implica necessariamente em aquisição de experiência, no sentido de modificação permanente do comportamento, de aprendizagem: é manifestação de um programa que funciona usando parâmetros da situação presente como base para suas operações. As operações em si resistem à mudança. Porter (1906), ele mesmo, hesita em atribuir as variações que constata nas teias à atuação de algum fator de "inteligência", e Marchai (1895), mais ou menos na mesma época, referindo-se a observações sobre o comportamento de aranhas, aponta para a constância das coordenações globais que vigora (e, para ele, define o instinto), apesar dos ajustamentos às condições concretas: "muitos dos casos citados como variações do instinto não implicam absolutamente na variabilidade deste, mas somente na variação das condições naturais onde foi levado a manifestar-se" (p. 638).

É na intersecção entre o programa e as imposições variáveis do contexto que deve recair a análise. Trata-se de tentar entender como os esquemas de ação "assimilam" a riqueza estimulatória e a ela se "acomodam".

A fase inicial da construção da teia, em que a aranha lida com os suportes externos, deve ser distinguida da fase em que reage apenas aos fios que ela própria lançou. Na primeira fase, dominada pela exploração, é que provavelmente surja maior variabilidade de comportamento, e maior ajustamento ao ambiente, seja através de

deslocamentos que acabam levando a aranha a encontrar o microhabitat apropriado, seja através de uma calibração das linhas mestras da teia, como a forquilha inicial, que irão influenciar (por se constituírem elas próprias em contexto causal) os atos subsequentes de construção.

Na fase ulterior, trabalhando sobre seus próprios fios, a aranha se defronta com condições dotadas, por assim dizer, de um maior grau de "codificação" e "previsibilidade". O ambiente incerto de galhos, folhas e flores é substituído por um espaço cujas coordenadas são produto do próprio programa que as deverá interpretar e modificar.

Em qualquer fase, porém, a aranha que constrói põe em uso um processo do qual a *leitura do contexto* – uma maneira de lidar com a variabilidade – é característica essencial.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1972). *A teia e a caça da aranha Argiope argentata*. Tese de doutorado, Instituto de Psicologia, USP.

Ades, C., & Rossetto, J. A. Jr. (1984). Pode a experiência passada a curto prazo influir na construção da teia geométrica? *Ciência e Cultura* (Resumos), *36,* 974.

Breed, A. L., Levine, V. D., Peakall, D. B., & Witt, P. N. (1964). The fate of the intact orb-web of the spider *Araneus diadematus* Cl. *Behaviour, 23,* 43-60.

Burgess, J. W. (1976). Social spiders. *Scientific American, 234,* 100-106.

Burgess, J. W. (1979). Web-signal processing for tolerance and group predation in the social spider *Mallos gregalis* Simon. *Animal Behaviour, 27,* 157-164.

Buskirk, R. E. (1975). Aggressive display and orb defense in a colonial spider, *Metabus gravidus*. *Animal Behaviour, 23,* 560-567.

Chauvin, R. (1972). La méthode éthologique confrontée aux prograrnrnes des ordinateurs. *Journal de Psychologie Normale et Pathologique, 69,* 261-288

Denny, M. (1976). The physical properties of spider silk and their role in the design of orb-web. *Journal of Experimental Biology, 65,* 483-506.

Eberhard, W. G. (1969). Computer simulation of orb-web construction. *American Zoologist, 9,* 229-238.

Eberhard, W. G. (1972). The web of *Uloborus diversus* (Araneae: Uloboridae). *Journal of Zoology, 166,* 417-465.

Eberhard, W. G. (1975). The "inverted ladder" orbweb of *Scoloderus* sp. and the intermediate orb of *Eustala* (?) sp. Araneae: Araneidae. *Journal of Natural History, 9,* 93-106.

Eberhard, W. G. (1982). Behavioral characters for the higher classification of orb weaving spiders. *Evolution, 36,* 1067-1095.

Eisner, T., Alsop, R., & Ettershank, K. G. (1964). Adhesiveness of spider silk. *Science, 146,* 1058-1061.

Eisner, T., & Nowicki, S. (1983). Spider web protection through visual advertisement: role of the stabilirnenturn. *Science, 219,* 185-186.

Friedman, L. (1967). Instinctive behavior and its computer synthesis. *Behavioral Science, 12,* 85-108.

Hebb, D. O. (1949). *Organization of behavior: a neuropsychological theory.* Nova York: Wiley.

Hinde, R. A. (1970). *Animal behaviour.* Nova York: McGraw-Hill.

Holst, E. von & Mittelstaedt, H. (1950). Das Reafferenzprincip. *Naturwissenschaften, 37,* 464.

Koenig, M. (1951). Beitrãge zur Kenntnis des Netzbaus orbitaler Spinnen. *Zeitschrift für Iierpsychologie, 8,* 462-493.

LeGuelte, L. (1965). Répercussion de la perte de pattes sur la construction de la toile chez *Araneus diadematus* et *Zygiella x-notata*. *Psychologie Française, 10, 257*-264.

Levi, H. W. (1978). Orb-weaving spiders and their webs. *American Scientist, 66,* 734-742.

Lorenz, K. (1974). *Evolution et modification du cornporternent (l'inné et l'acquis).* Paris: Payot.

Lorenz, K., & Tinbergen, N. (1957). Taxis and instinctive action in the egg-retrieving behavior of the greylag goose. In C. H. Schiller (Org.), *Instinctive behavior: the development of a modem concept.* Nova York: International Universities Press. (Publicação original: 1938.)

Marchai, P. (1895). Resenha de Wagner, W. L'industrie des Araneina. *Année Psychologique, 1,* 637-639.

Masters, W. M., & Moffat, A. J. M. (1983). A functional explanation of top-bottom asymmetry in vertical orb-webs. *Animal Behaviour, 31,* 1043-1046.

Mayer, G. (1953). Untersuchungen über Herstellung und Struktur des Radnetzes von *Aranea diadema* und *Zylla x-notata* mit besonderer Berücksichtigung des Unterschiedes von Jugend und Altersnetzen. *Zeitschrift für Tierpsychologie, 9,* 337-362.

Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior.* Nova York: Henry Holt.

Nentwig, W., & Heirner, St. (1983). Orb-webs and single-line webs: an economic consequence of space web reduction in spiders. *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutions-forscug, 21,* 26-37.

Peakall, D. B. (1971). Conservation of web proteins in the spider *Araneus diadematus*. *Journal of Experi-*

mental Zoology, 176, 257-264.
Petrusewiczova, E. (1938). Beobachtungen über den Bau des Netzes der Kreuzpinne (*Aranea diadema* L.). *Trav. Soe. Lettr. Wilno* (Trav. Inst. Biol. Wilno n9 9), *13,* 1-24.
Porter, J. P. (1906). The habits, instincts and mental powers of spiders Genera, *Argiope* and *Epeira*. *American Journal of Psychology, 17,* 306-357.
Ramousse, R. (1980). Organisation temporelle du comportement constructeur chez huit espêces d'Argiopidêes. *Comptes Rendus du Ve Colloque Arachnologique, 19,* 79.
Ramousse, R. (1982). Le comportement constructeur chez les araignées orbitêles. *Journal of Psychology, 7,* 217-293.
Ramousse, R., & LeGuelte, L. (1984). Stratégies de construction de la toile chez deux espêces d'araignées (*Araneus diadematus* e *Zygiella x-notata*). *Revue Arachnologique, 5,* 255-265.
Reed, C. F. (1968). Construction of the web. In P. N. Witt, C. F. Reed, & D. B. Peakall (Orgs.), *A spider's web: problems in regulatory biology.* Berlim: Springer-Verlag.
Robinson, M. H., & Robinson, B. (1971). The predatory behavior of the ogre-faced spider *Dinopis longipes* F. Cambridge (Araneae: Dinopidae). *American Midland Naturalist, 85,* 85-96.
Robinson, M. H. & Robinson, B. (1972). The structure, possible function, and origin of the remarkable ladder-web built by a New Guinea orb-web spider (Araneae: Araneidae). *Journal of Natural History, 6,* 687-694.
Savory, T. H. (1960). Spider webs. *Scientific American, 202,* 114-125.
Szlep, R. (1952). On the plasticity of instinct of a garden spider (*Aranea diadema* L.) construction of a cob-web. *Acta Biologiae Experimentalis, 16,* 5-22.
Tilquin, A. (1942). *La toile géométrique des araignées.* Paris: Presses Universitaires de France.
Tolbert, W. N. (1975). Predator avoidance behaviour and web defensive structures in the orb weavers *Argiope aurantia* and *Argiope trifasciata* (Araneae, Araneidae). *Psyche, 82,* 29-52.
Wiehle, H. (1927). Beiträge zur Kenntrús des Radnetzbaues der Epeiriden, Tetragnathiden und Uloboriden. *Zeitschrift für Morphologie und Okologie des Tiere, 8,* 468-537.
Willows, A. O. D. (1973). Learning in gastropod mollusks. In J. Dyal, W. Corning, & A. O. D. Willows (Orgs.), *Invertebrate learning.* Nova York: Plenum.
Witt, P. N. (1969). Behavioural consequences of laser lesions in the Central Nervous System of *Araneus diadematus* Cl. *American Zoologist, 9,* 121-131.
Witt, P. N., & Reed, C. F. (1965). Spider web building. *Science, 149,* 1190-1197.
Witt, P. N., Reed, C. F., & Peakall, D. B. (1968). *A spider's web: problems in regulatory biology.* Berlim: Springer-Verlag.
Witt, P. N., Reed, C. F., & Scarboro, M. B. (1970). Differences in web-patterns between tube -and cage-raised spiders (*Amneus diadematus* Cl.). *American Zoologist* (Resumo).

Memória e aprendizagem em aranhas[1,2]

César Ades[3]

RESUMO. As aranhas, pouco estudadas do ponto de vista da memória e de aprendizagem, constituem, contudo, um modelo interessante para uma análise destes processos que parta do comportamento em contextos ecologicamente relevantes. Apresenta-se um levantamento de estudos representativos mostrando, em diversas espécies de aranhas, a existência de habituação e sensibilização na caça e na defesa; aperfeiçoamento de sequências instintivas com o treino, aprendizagem na escolha ou rejeição de presas. Aborda-se mais em detalhe, como estudo de caso, a memória espacial em aranhas, que tem aspectos aparentemente análogos à memória operacional e à memória de referência de outros animais. Relata-se o resultado de uma série de observações novas sobre os fatores que, na orbitela *Argiope argentata*, atuam no retorne ao centro da teia: fio de caminhada, geometria da teia, memória de dicas cinestésicas (memória "idiotética") e de dicas gravitacionais. O estudo dos efeitos da experiência passada em aranhas, feito dentre das estratégias naturalística e de análise experimental, contribui para a compreensão da aprendizagem e da memória enquanto fenômenos adaptativos.

ABSTRACT. Spider learning and memory, which attract relatively little attention, are nonetheless interesting objects for an ecologically oriented analysis. A number of representative studies are reviewed showing, in several species of spiders, habituation and sensitization in predatory or defensive behavior; increased efficiency of species-specific sequences through training, the learning to choose or reject specific prey items. Spatial memory is taken more in detail, as a special case. It is suggested that spiders have memory processes analogous to the "working" and "reference" memory of mammals. A series of observations about the factors at work during return to the center of the web in a tropical orb weaver, *Argiope argentata*, is reported. This spider achieves its orientation through the use of the dragline, discrimination of thread patterns, kinesthetic and gravitational memory, as alternative or integrated strategies. The experimental and naturalistic analysis of past experience effects in spiders has implications for the understanding of learning and memory as adaptive phenomena.

Impressiona, nas aranhas, a diversidade dos modos de vida. *Scaptocosa raptaria*, uma tarântula frequente em nossos jardins, captura insetos que passem perto dela, ou a toquem, por um bote rápido acompanhado de flexão de patas e mordida (Ades, 1969); já a aranha "cuspideira" *Scytodes longipes*, quando detecta a presa, sobre ela projeta, por uma abertura da quelícera, uma substância viscosa que a prende ao substrato (Nentwig, 1985); *Dinopis longipes* estica os fios de uma rede que segura nas patas dianteiras para apanhar formigas (Robinson & Robinson, 1976), etc.

Não há como deixar de reconhecer nestes comportamentos, típicos da espécie, o controle por pré-programas de origem genética. O teste crucial, que consiste em criar os animais sem oportunidade para o desempenho de uma certa atividade, favorece, quando aplicado, a hipótese instintivista. Impedidas de caçar e alimentadas desde pequenas com uma dieta de drosófilas mortas, as aranhas de teia *Argiope argentata* e *Argiope aemula* reagem, no primeiro contato com gafanhotos e mariposas, com as respostas de sua espécie: lançam jatos de seda, de longe, sobre os gafanhotos e atacam as mariposas prendendo-as com as patas e dando-lhes uma picada demorada (Robinson & Robinson, 1976).

---

[1] Versão de uma palestra apresentada no IV Encontro de Etologia, São Paulo, 1986. O texto, com pequenas modificações, será publicado nos Anais do Encontro. Os experimentos relatados contaram com o apoio do CNPq (30.5618/78) e da FINEP (43.86.0779.02).

[2] Nota das organizadoras: a versão original deste artigo foi publicada em *Biotemas, 1(1),* 2-27, 1988, que autorizou a publicação nesta coletânea.

[3] Departamento de Psicologia Experimental, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo (USP). Avenida Prof. Mello Moraes, 1721, 05508 - São Paulo, SP.

Mas as aranhas não são apenas animais de automatismos e de reações estereotipadas. Uma observação atenta revela efeitos de experiência passada que modulam o desempenho e o ajustam aos aspectos variáveis do ambiente. Quando caçam, constroem sua teia, se espaçam de outros indivíduos da mesma espécie, reagem a sinais de perigo, etc., as aranhas podem aproveitar informações anteriormente adquiridas, integrando-as às informações que colhem no contexto presente. Aprendizagem e memória são, em aranhas como em outros animais, parte de uma estratégia geral de adaptação.

Por que aprendizagem, por que memória? Se o ambiente fosse inteiramente previsível, se cada evento carregasse um significado constante, o mais eficiente seria, para um animal, reagir de forma fixa e também previsível, como simples máquina estímulo e resposta. Uma quase fixidez das condições quase fixidez das condições ambientais pode ser a regra em certas condições, havendo, então, fixidez comportamental. Mas a variabilidade predomina em muitas outras, na distribuição pelo habitat, na presença ou ausência de predadores, nas características propícias para a construção de um ninho ou de uma teia, etc. A informação relevante não está, nestes casos, toda contida no ambiente imediato e o desempenho adaptativo depende, então, do uso da experiência passada. A formação de associações entre estímulos que ocorrem em momentos diferentes, a preservação na memória de informações passadas, representam uma maneira de o organismo aproveitar tanto quanto possível a regularidade presente no meio de um ambiente aparentemente aleatório.

Talvez por aparentarem ser animais de instinto, ou pela dificuldade de manipulação experimental, as aranhas não têm sido muito estudadas do ponto de vista da memória e da aprendizagem. Muitas delas, predadoras do tipo "sentar e esperar", passam boa parte do tempo imóveis: dir-se-ia que só reagem, quando lhes faltam os comportamentos apetitivos que, em outras espécies, servem de base para o condicionamento.

Tilquin (1942), arguto observador de aranhas, relatou seu fracasso em treinar orbitelas: "Tentei, em vão, com *Argiope bruennichi*, associar minha chegada à queda de drosófilas numa região determinada da teia. Embora os experimentos, realizados com quarenta aranhas, tenham tomado cinco meses de sua vida livre, eu nunca pude notar a mais leve antecipação: longe de se precipitar, quando eu chegava, à região da teia em que deveria ter-se acostumado a encontrar suas presas, a aranha permanecia imóvel no centro de sua teia" (p. 6).

Os resultados negativos de Tilquin são instrutivos. Não significam que a aranha seja incapaz de aprender, mas sim que não se pode associar eventos quaisquer na experiência do animal, que é preciso, como primeira estratégia de estudo, rastrear a aprendizagem no contexto onde tem sentido, do ponto de vista das adaptações ecológicas. Se uma aranha não consegue ligar a chegada do cientista ao aparecimento de uma mosca num local de sua teia (uma sequência de eventos deveras artificial), talvez possa demonstrar possuir flexibilidade comportamental se testada em circunstâncias mais próximas das que costumam vigorar em seu *habitat*.

Apresentarei aqui estudos que sugerem haver, em vários contextos adaptativos, um aproveitamento da experiência passada: na resposta a estimulações repetitivas que sinalizam alimento ou perigo, na maneira de capturar insetos ou construir a teia e, especialmente, na orientação espacial.

Em sua maioria, estes estudos não aplicam, de forma sistemática, os procedimentos utilizados no laboratório de condicionamento inclusive com invertebrados. Nada impede que a aranha venha a constituir-se em "preparação" para a investigação de processos básicos da memória e aprendizagem. Por enquanto, as observações com aranhas cumprem a primeira, e essencial, tarefa de descrever as mudanças comportamentais no contexto das estratégias típicas da espécie, no contexto do ecologicamente relevante (Ades, 1983ab).

APRENDER A NÃO RESPONDER

Uma teia, presa à vegetação, sofre uma série de perturbações aleatórias, sopros vibrações, impactos, às quais a aranha aprende a não reagir. Em meu labo-

ratório, as aranhas *A. argentata* recém-capturadas exibem uma resposta defensiva típica (deixar-se cair da teia, na ponta do fio de caminhada) a quase qualquer sacudida de suas caixas. Com o manejo repetido, desaparece a fuga. Diz-se que houve habituação. A habituação é urna aprendizagem simples, porém genuína; seus efeitos perduram, às vezes, de forma permanente, como os de outras aprendizagens.

A fim de seguir de maneira precisa o desenvolvimento da habituação, Szlep (1964) punha um diapasão 256 ou 512 ciclos por segundos a vibrar num dos fios da teia de *Uloborus* sp. ou de *Araneus* sp.. As aranhas reagiam corno a um inseto, e, quando alcançavam o ponto estimulado, frequentemente eram vistas sacudindo os raios, em "busca". Com a repetição, a sequência de caça se tornava morosa, interrompia-se nos elos iniciais, até o momento em que a aranha não mais reagia. Se mudasse o local da vibração, a aranha habituada voltava a reagir, uma prova de que o simples cansaço muscular não estava envolvido no decréscimo de desempenho; se fosse interrompida a estimulação por um tempo, a aranha voltava a ser sensível a ela (recuperação espontânea). A Figura 1 mostra resultados semelhantes, obtidos com *A. argentata*.

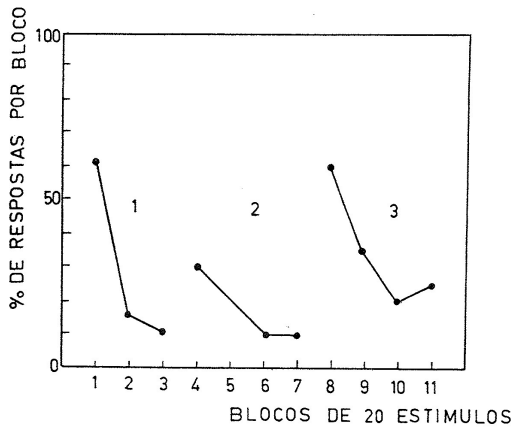


Figura 1. Frequência da resposta de orientação/locomoção de uma aranha *Argiope argentata* quando estimulada com um diapasão de 256 cps, colocado na teia, a intervalos de 30 s, próximo à extremidade distal da pata 1. **1.** Decréscimo inicial da frequência. **2.** Recuperação espontânea da resposta, após um intervalo de 10 min sem estimulação. **3.** Recuperação da resposta por mudança do ponto estimulado (diapasão colocado perto da pata 1 esquerda).

Aranhas salticida, como *Epiblemum scenicum*, também apresentam habituação em suas sequências predatórias, quando atraídas sucessivas vezes para modelos de insetos (Drees, 1952; Lahue, 1973). O curioso é que certos elos da sequência podem inibir-se antes dos outros: a aranha que parou de pular sobre o modelo de inseto (resposta terminal da sequência), ainda se orienta em direção a ele e o segue (respostas iniciais). Isso indica que os estímulos envolvidos na segunda etapa da sequência diferem dos envolvidos na primeira: a aranha talvez reaja, de início, a feições relativamente simples do estímulo, contrastes entre urna mancha e o fundo mais escuro: entende-se que esta reação tarde a habituar-se, uma vez que, num ambiente variável como é o da salticida, existe a eventualidade de um estímulo positivo surgir após outros neutros ou negativos. Na segunda etapa, a discriminação do estímulo seria mais precisa e levaria a uma habituação específica.

A estimulação repetida também pode predispor a aranha a responder com maior intensidade, uma habituação às avessas! Este fenômeno, chamado sensibilização, costuma aparecer em respostas defensivas. A uma sacudida brusca de um dos raios de sua teia, *A. argentata* reage balançando-se e à teia, tão intensa e rapidamente que seu contorno perde em nitidez: talvez seja uma maneira de a aranha se tornar menos localizável ou de desnortear o predador. Descobri que a duração do comportamento aumenta ao invés de diminuir, se reapresentado o estímulo a intervalos. Qual seria o motivo ecológico desta intensificação? Será que a presença de um predador aumenta em probabilidade cora a repetição de urna perturbação

da teia? Não sabemos.

A função da sensibilização parece mais clara em episódios como o que a escrevo a seguir. A aranha *S. raptaria* costuma reagir com uma resposta predatória fulminante, se tocada numa das patas por uma mosca. Se, contudo, entrar em contato com uma saúva – inseto que ela rejeita, quando acima de um certo tamanho – ela passa a reagir defensivamente, durante algum tempo, a qualquer mosca que aparecer. Generalizando sua resposta da formiga para a mosca, a aranha mantém uma postura defensiva, talvez de valor adaptativo num ambiente em que uma saúva significa a proximidade de outras saúvas.

APERFEIÇOAR UMA SEQUÊNCIA DE RESPOSTAS, COM O TREINO

Sequências instintivas nem sempre vêm perfeitas: sua própria execução constitui um treinamento por meio do qual as coordenações tornam mais precisas e os aspectos relevantes da situação vão ganhando maior controle. Por paradoxal que pareça, o instinto incorpora aprendizagem.

O aperfeiçoamento de um desempenho com a prática decorre, em parte da atuação dos princípios do condicionamento instrumental ou operante. Respostas seguidas de uma consequência positiva ou reforço aumentam em frequência, nas mesmas circunstâncias. O desempenho de tarefas complexas, como caçar ou construir a teia, é variável: através de "ensaios e erros" ou de variações sistemáticas do comportamento, vão sendo selecionadas e se tornando cada vez mais fortes, as respostas mais eficientes. Supõe-se que o animal tenha critérios para discriminar a consequência mais positiva da menos positiva e que disponha de mecanismos de memória para reter as alternativas comportamentais melhores.

Forster (1982) observou como filhotes de *Trite auricoma* (Salticidae) reagem à primeira presa de sua vida e às subsequentes. No primeiro contato com uma drosófila, 44% dos filhotes orientavam-se para a presa, mas somente 5% a perseguiam: não havia pulos, nem capturas. Na segunda oportunidade, quase todas as aranhas se orientavam e metade exibiu perseguição e pulos, sendo completadas algumas capturas. Mas a melhora era nítida depois da primeira captura: diminuía significativamente a taxa de orientações e pulos por captura alcançar o grau ótimo da captura imediata. Escreve a autora: "Parece que os filhotes de aranha aprendem rapidamente; uma vez que tenham executado certos atos em circunstâncias apropriadas, o desempenho destes mesmos atos melhora, interconexões e coordenações com outros atos se desenvolvem e o conjunto inteiro das unidades é assim eliciado de maneira mais rápida e segura, em condições semelhantes" (p. 169). Cabe uma cautela: a de distinguir melhoras no desempenho decorrentes do treino das que dependem apenas do crescimento ou maturação do organismo. Caberia replicar as observações de Forster, com os controles necessários para garantir que os filhotes realmente aprendem.

Estudos preliminares feitos em meu laboratório, com Fraga, Landeira-Fernandez, Borges & Mendes (1986) parecem indicar a existência de flexibilidade num comportamento normalmente tido como de extrema rigidez: a construção da teia. A feitura da teia geométrica obedece a pré-programas genéticos estritos e há demonstrações de que não se deixa afetar, por exemplo, por um "treino" de construção em ambientes exíguos ou amplos (Ades, 1986). Forçando a orbitela *A. argentata* a construir na horizontal (na natureza, sua teia é quase sempre vertical), constatamos que ela produzia teias de relativa irregularidade, mas que, com o construir repetido, estas teias se tornavam mais simétricas, com uma proporção menor de ângulos discrepantes, cada vez mais parecidas com as telas normais. Nossa hipótese é que, num contexto em que estímulos decorrentes da gravidade sofrem uma mudança drástica, por passagem de um espaço de construção vertical para um horizontal, a aranha aprende novas coordenações e tende a melhorar o produto final. Seria interessante verificar se, após longa permanência em suportes horizontais, *A. argentata* tem seu programa de construção perturbado ao voltar ao contexto vertical, que é a condição ecologicamente normal.

APRENDER A ESCOLHER OU REJEITAR UMA PRESA

Turnbull (1960), registrando o tipo de presas que entravam na teia de *Linyphia triangularis*, notou que aranhas acostumadas a capturar certas espécies, rejeitavam outras. Em outras épocas do ano, contudo, essas mesmas aranhas frequentemente passavam a rejeitar as presas anteriormente aceitas e a ingerir as que rejeitavam, uma indicação de que as preferências alimentares não são fixas e de que dependem de um ajustamento aprendido às características do *habitat*. Além disso, constatou Turnbull que os primeiros indivíduos da maioria das espécies de insetos a entrarem na teia não eram aceitos com tanta facilidade como os que nela percutiam mais tarde. A experiência que uma aranha tem com sua presa viesa-a a favor da mesma, um fenômeno que lembra a preferência de mamíferos por alimentos familiares e sua cautela (neofobia) em relação a alimentos novos.

Em situação de laboratório, Bays (1982) manipulou o paladar de moscas mortas oferecidas à aranha orbitela *Araneus diadematus* mergulhando algumas delas em água com açúcar e outras numa solução de quinino, substância bastante amarga. Usou uma vibração de 262 ciclos por segundos para atrair a aranha à mosca/doce e uma de 523 ciclos por segundos para atraí-la à mosca/amarga. Nota-se que a vibração desempenha o papel de um estímulo condicionado (CS) pareado com um estímulo incondicionado (US), o paladar da presa, num procedimento semelhante ao do condicionamento pavloviano ou respondente. Em experimentos pavlovianos, o CS costuma adquirir algumas das características eliciadoras do US. No começo, as aranhas picavam tanto a mosca/doce quanto a mosca/amarga; com o treino, passaram a sistematicamente lançar esta para fora da teia, sem sequer mordê-la. Quando se invertia os CSs (523 cps para a mosca/doce, 262 para a mosca/amarga) as aranhas rapidamente invertiam suas reações. Como teste conclusivo para uma hipótese de aprendizagem, Bays substituiu as moscas por contas de vidro: a conta de vidro sinalizada por um CS apetitivo era sempre mordida; a que era sinalizada por um CS aversivo sempre rejeitada.

ORIENTAR-SE DE VOLTA AO CENTRO OU REFÚGIO

O centro da teia é um referencial espacial básico para a aranha orbitela *A. argentata*. Para ele sempre volta a aranha após deslocamentos à periferia ou mesmo quando sai da teia durante episódios de fuga ou construção de ooteca. O centro talvez represente segurança; é certamente um ponto privilegiado para a captação de vibrações de insetos enredados e para o início de ataques rápidos.

Minha curiosidade ficou despertada pela eficiência com a qual se efetua o retorno ao centro; em milhares de sequências predatórias, nunca vi *A. argentata* perder-se ou hesitar. Uma série de observações feitas em meu laboratório (Ades, 1983ab) permitiu-me entender o sistema de orientação da aranha como baseado em indicadores múltiplos que atuam de modo organizado. Verifiquei que alguns destes indicadores estão contidos na situação presente, funcionam como controles sensoriais e que outros, ao contrário, envolvem a retenção de informações obtidas no passado. A aranha que retorna ao centro usa um sistema de navegação duplamente determinado, o mnêmico estreitamente integrado à leitura dos estímulos presentes.

Uma mosca cai na faixa de fios viscosos que circunda o centro, se debate, vibra. A aranha se locomove em sua direção e efetua a captura, seja mordendo-a e arrancando-a, seja envolvendo-a em seda que as patas do quarto par vão puxando profusas, havendo, neste caso, necessidade de o casulo ser destacado, por corte dos fios que o prendem ao local, antes do transporte para o centro (Ades, 1973). São três os momentos do episódio predatório: a ida, a captura, a volta.

As observações mostram que a aranha é capaz de pôr em uso, ao voltar, informações sobre seu trajeto colhidas durante a ida. A utilidade destas dicas mnêmicas dura apenas enquanto dura o episódio de caça. Num episódio subsequente, outras informações serão colhidas, usadas e descartadas. Eu diria que a aranha possui uma memória operacional ("*working memory*") de natureza provisória e presa à tarefa, com-

parável, neste sentido, à memória operacional de roedores, ou de outros vertebrados, tal como se manifesta em tarefas repetitivas de aprendizagem espacial.

Além disso, como sugerem os resultados de Le Guelte (1969) com *Zygiella x-notata*, a aranha orbitela dispõe de uma memória de referência ("*reference memory*") mais duradoura, transepisódica em sua utilização.

O FIO DE CAMINHADA: UM FIO DE ARIADNE

Argiope sempre prende um fio ao centro da teia, um pouco acima do miolo e o estica e prolonga ao afastar-se do centro. Este fio de caminhada, de acordo com a hipótese mais simples a respeito da orientação no retorno, indicaria o caminho, com uma espécie de fio de Ariadne. A hipótese é válida: se oferecermos a mosca na parte inferior de uma teia suficientemente inclinada em relação à vertical, a aranha, pós mordê-la, soltar-se-á na ponta do fio de caminhada e sobre ele subirá de volta ao centro.

A fim de verificar quão automático é o uso do fio, cortei (Observação 1) o fio de caminhada de aranhas em repouso, puxando em seguida com uma pinça sua extremidade ainda ligada às fiandeiras. A simples tração encomprida o fio, sem causar fuga. Grudava a extremidade distal do fio ao teto da caixa viveiro. As aranhas eram então atraídas para a parte de baixo da teia com uma mosca em vibração. As aranhas todas usaram o fio de caminhada para retornar e todas foram parar no teto da caixa, muito longe do centro. Por meio deste procedimento, é possível levar aranhas aos locais mais arbitrários: teias de outras aranhas, suportes situados a mais de um metro acima do centro, etc. O retorno sobre o fio de caminhada processa-se, portanto, cegamente.

Como seria a orientação de uma aranha privada do fio de caminhada? *Argiopes* (Observação 2) cujo fio é cortado e que são atraídas para a parte inferior da teia, têm todas um retorno reto e direto ao centro.

A GEOMETRIA DA TEIA COMO GUIA

Talvez possua a aranha, eximia discriminadora de estímulos táteis, uma espécie de "conhecimento" dos aspectos estruturais da teia que lhe permite, de qualquer ponto, alcançar o centro. Por exemplo: seguir dois raios sucessivos, no sentido de sua convergência, leva sempre ao centro.

Aranhas (Observação 3) foram transportadas do centro para regiões periféricas (1) de sua própria teias: (2) da teia de outras aranhas da mesma espécie. Passada a fase de imobilização ou de fuga provocada pelo transporte, houve orientação correta seja na teia/própria. Algumas *Argiopes* dirigiam-se diretamente ao centro, outras andavam em trajetos irregulares antes de localizá-lo. *A. argentata* dispõe, aparentemente, de uma discriminação táctil de aspectos da geometria da teia que lhe permite, sem registro de memória nem fio de caminhada, resolver seu problema de orientação espacial.

Somente se esperaria que existisse urna discriminação dessas em aranhas orbitelas ou em aranhas que construíssem teias dotadas de uma estrutura regular. *Agelena* e *Tegenaria*, aranhas de teia com aspecto de "plano", sem raios, se desorientam totalmente se, em plena escuridão, forem levadas do refúgio a um ponto qualquer da teia. É verdade que, ao atingir casualmente a borda da teia, podem utilizá-la como guia até o refúgio (Mittelstaedt, 1985).

A MEMÓRIA DOS PASSOS JÁ DADOS E DAS DICAS DE GRAVIDADE

A tentativa seguinte (Observação 4) consistiu em eliminar tanto o fio de caminhada como as dicas geométricas. Destruindo com uma agulha quente os segmentos de espira viscosa e alguns raios adjacentes, isolou-se, na parte inferior da

teia, um raio que, em seguida, era posto a vibrar. A aranha era, assim, levada a caçar num fio único, não lhe sendo possível contar com dicas de sentido, como a convergência de raios. O acerto, que foi pleno, pode se explicar se supusermos que a aranha se deixa influenciar por uma informação colhida durante o trajeto de ida. Essa informação poderia, entre outras coisas, provir das seguintes fontes: (1) da disposição das fontes luz; (2) dos *feedbacks* proprioceptivos da locomoção (a aranha poderia, partindo de um registro interno de sua trajetória de ida, efetuar uma meia-volta, no local de captura, pondo-se assim no rumo do centro); (3) dos *feedbacks* proprioceptivos específicos à locomoção num campo com polarização gravitacional (isto é, contendo "cima" e "baixo").

Para comprovar a existência do terceiro tipo de memória espacial, utilizei um procedimento semelhante ao Peters (1932), há mais de cinquenta anos, empregou com *A. diadematus*. Em minha pesquisa (Observação 5), aranhas eram levada a caçar uma mosca numa região predeterminada da espiral viscosa na teia. No momento da captura, a teia (graças a um dispositivo inicial) recebia uma rotação de 45, 90 ou 180º dentro de seu próprio plano. Essa rotação, é claro, não modificava a distância da ranha ao centro, nem a direção correta de retorno: alterava as dicas gravitacionais. Aranhas testadas sem rotação (Condição 0) serviam de controle.

Qual seria a trajetória de uma aranha privada do fio de caminhada da cuja teia sofresse, por exemplo, uma rotação de 90º, logo após a ida ao inseto? Se houvesse uso de dicas geométricas ou fosse evocada uma resposta de "meia-volta", a aranha deveria dirigir-se diretamente ao centro. Mas se houvesse, durante o trajeto de ida, armazenamento de urna informação a respeito do deslocamento relativamente à gravidade, e se este registro atuasse, na hora do retorno, a aranha deveria errar, no rumo. A informação "Eu estou descendo", registrada durante a ida, levaria ao comando "Subir" na hora da volta e a aranha não alcançaria o centro (Figura 2). Chamarei trajetória g, a trajetória oriunda de uma possível memória gravitacional e dicas g, os estímulos relativos à gravidade. A hipótese gravitacional prevê, para rotações da teia de 45, 90 e 180º, trajetórias de retorno com 45, 90 e 180º, respectivamente, de desvio em relação à direção do centro.

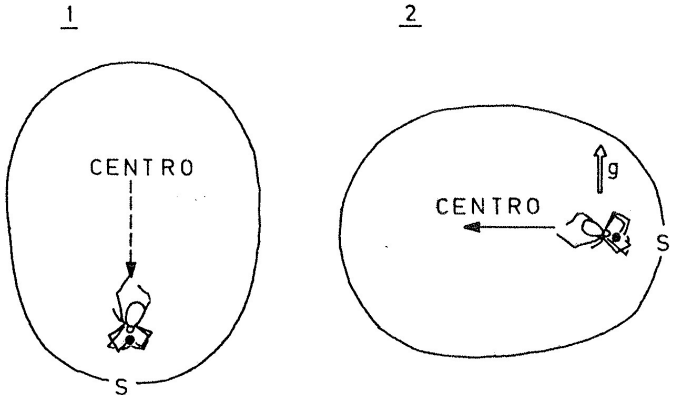


Figura 2. 1. Teia em posição normal. *Argiope argentata* capturou uma presa na parte inferior sul (**S**) da teia.**2.** Teia depois de uma rotação de 90º em seu próprio plano. Duas são as trajetórias possíveis de retorno: retorno direto guiado por dicas geométricas ou mediante reação de meia-volta (seta preta); retorno guiado por dicas mnêmicas gravitacionais, direção g (seta branca).

Os resultados do estudo mostram que as aranhas se deixam, de fato, influenciar por informações gravitacionais, de maneira mais marcada no início da trajetória de retorno. Quanto maior a rotação da teia, menor a porcentagem de retornos diretos para o centro e maior a porcentagem de trajetórias com desvios leves, desvios acentuados ou extravias.

Após rotação de 45º, a maioria das aranhas voltavam rápidas ao centro. Algumas apresentavam um desvio leve, ou seja, um giro do corpo sobre si mesmo,

apontando na direção g, logo seguido de uma correção de rumo. Este desvio poderia, curiosamente, surgir mesmo que a aranha já se tivesse engajado na direção certa (Figura 3, aranha 88). Esta oscilação sugere que as tendências opostas (orientação pela estrutura dos fios e/ou por "meia-volta", de um lado; orientação por dicas g, de outro) podem atuar ao mesmo tempo.

Com 90º de rotação, desvios acentuados apareciam: aranhas se locomoviam, por uma distância razoável, a ângulo com a direção correta, chegando às vezes à periferia antes de corrigir o rumo (Figura 3, aranha 37). Trajetos irregulares, oscilações podiam surgir, indicando conflito.

Em 180º, as aranhas, optando todas pelo raio oposto ao raio correto, partiam para longe do centro (Figura 3, aranha 769). Algumas saindo da teia, estacionavam, por mais de uma hora, no retículo de fios irregulares que a circunda. Estes casos eram registrados como extravios.

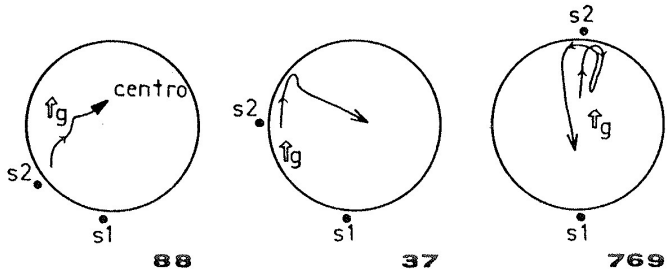


Figura 3. Trajetórias de retorno, com desvio, tomadas após rotações de 45, 90 ou 180° da teia, dentro de seu plano. Na posição inicial da teia, a presa era colocada perto de **S1** e lá era capturada; **S2** indica a posição da aranha e da presa após a rotação. A seta branca indica a direção g.

Embora, no retorno, possa inicialmente predominar a orientação baseada em dicas g, nota-se que a maioria das aranhas que se desviaram acabam reencontrando o centro. Atribuo a correção de rumo à presença de dicas geométricas. Na situação normal, coincidem direção g e a que a estrutura de raios indica, o retorno seguro, amparado por informação redundante. No contexto experimental, porém, há conflito. Poucos erros ocorrem em 45º por discreparem pouco as trajetórias conflitantes. Em 90º, a trajetória g corta transversalmente os raios, dando origem a uma locomoção difícil e a eventual colheita de informação geométrica sobre o rumo certo. Em 180º, o afastamento do centro é a regra absoluta porque a aranha não distingue – até alcançar o quadro – entre os sentidos centrípeto e centrífugo de um raio.

NATUREZA DA INFORMAÇÃO SENSORIAL RELEVANTE (DICAS C E G)

As aranhas e outros aracnídeos possuem, no exoesqueleto, pequenas fendas que abrigam receptores especializados em detectar mudanças de pressão e distorções mecânicas, os receptores de fenda ("*slit sensilla*"). Encontram-se principalmente nas pernas e nos palpos, às vezes agrupados, perto das articulações, para formar os chamados órgãos liriformes. *Cupiennius salei*, por exemplo, uma aranha da América do Sul, tem aproximadamente 3.300 fendas, das quais 86% nas pernas e nos palpos (Barth & Libera, 1970).

Os órgãos liriformes fornecem à aranha "uma imagem muito precisa dos eventos mecânicos que ocorrem no exoesqueleto" (Barth, 1985); em particular, dos eventos cinestésicos, isto é, ligados à movimentação.

Quando afastada da mosca que, em superfície horizontal, acabar de atacar e picar, *C. salei* a ela retorna, mesmo que não possa usar dicas externas, controlada apenas pela memória dos movimentos previamente executados. Seu comportamento

assemelha-se ao que, no caso de *A. argentata*, chamei de "resposta de meia-volta". Num experimento de Seyfarth, Hergenroder, Ebbes & Barth (1982), espécimes de *C. salei*, os olhos cobertos com verniz opaco para eliminar a possibilidade de uma orientação visual ocorrer, eram levados a se afastar da presa, a distância de 20, 25, 30, 35, 40 e mais de 40 cm, em trajetória retilínea. Parte das aranhas tinha destruídos, por cauterização, os órgãos liriformes dos fêmures. *C. salei* costuma retornar à presa usando um caminho aproximadamente reto, feito de diversos segmentos, com pausas intervenientes. Quando nas cercanias do local de captura, começa a dar voltas, como se estivesse "buscando". Em aranhas intactas, as estimativas de direção e distância eram excelentes, após afastamento de 20 cm: todas as aranhas chegavam a quase 3 cm do local onde tinham abandonado a mosca. Os acertos diminuíam com maiores afastamentos. O recorde foi um retorno de uma distância de 77 cm! Nas aranhas operadas, o desempenho era significativamente pior, embora não casual de todo: erravam no ângulo de retorno e na distância percorrida. Os órgãos liriformes fornecem, portanto, parte da informação cinestésica que a aranha armazena, na ida, e usa quando volta. Chamarei, para facilitar a discussão, as dicas cinestésicas provenientes de uma locomoção em plano horizontal, de dicas c e a trajetória que lhes corresponde de trajetória c.

Embora não se disponha, até o momento, de informação experimental a respeito, é bem possível que os órgãos liriformes e/ou outros receptores proprioceptivos estejam também envolvidos no controle do retorno de *A. argentata* e de outras orbitelas que caçam em redes verticais. Se estes órgãos produzem as informações cinestésicas que decorrem de uma movimentação em plano horizontal, não há porque não pensar que registrem estimulações mecânicas provenientes do "subir" e do "descer". Dicas c e dicas g dependem, de acordo com a hipótese, de potenciais sensoriais gerados por órgãos de fenda. Poderia *A. argentata* orientar-se num espaço sem "cima" nem "baixo"? Para neutralizar a assimetria cima/baixo, coloquei teias de aranhas em plano aproximadamente horizontal. Apesar de um tanto canhestramente, as aranhas conseguiam caçar nesta condição e, o que é relevante, orientar-se corretamente em relação ao centro. As dicas g não são, portanto, essenciais: cabe pensar que as orbitelas da teia vertical dispõem de um sistema, talvez mais primitivo e primordial, de orientação através de dicas c. Uma aranha colocada numa cápsula espacial, em condições de imponderabilidade, sairia do centro da teia e para ele voltaria sem maiores problemas.

A questão é saber se a orbitela registra um *feedback* específico em cada circunstância, dicas c em trajetórias horizontais, dicas g em trajetórias verticais, ou se obtém uma infirmação global que ela utilize de acordo com o contexto, na hora de voltar.

Para testar a hipótese de independência dos registros c e g, usei o seguinte procedimento (Observação 7): *Argiopes* executavam a ida ao inseto com a teia na vertical; antes de volta, a teia era posta na horizontal. Se houvesse registro preferencial de dicas g durante a ida, elas deveriam desorientar-se no retorno. Em sua maioria, contrariando a hipótese, as aranhas tiveram um retorno rápido e certeiro ao centro. As oscilações que algumas apresentaram talvez resultassem de a teia não estar totalmente horizontal, o peso do animal a fazendo ceder, criando declives; assim, mesmo que enfraquecidas, estavam presentes indicações de "cima" e "baixo", indicando eventualmente um rumo contrário ao das dicas c.

É possível que a *A. argentata*, assim como outras orbitelas de teia vertical, aproveita, no local de captura, tanto dicas c como dicas g em sua rotina comportamental de inversão de rumo. Normalmente, um tipo de controle reforça o efeito do outro, porque redundantes. Em caso de conflito, predomina o controle pelas dicas g pelo menos no início do retorno.

Gorner & Class (1985) expressaram recentemente dúvidas quanto ao valor das observações de Peters (1932) para a comprovação de uma orientação gravitacional genuína numa aranha orbitela. Não me parece justificada esta crítica: não é possível explicar, nem os resultados de Peters, nem os meus, sem supor que a aranha codifique e conserve em sua memória operacional informações sobre seus movimentos num campo em que atua a gravidade.

INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES, NA MEMÓRIA ESPACIAL

Um experimento simples mostra que a orientação de retorno da aranha envolve mais do que um fiel repisar nas próprias pegados. Seyfarth, Hergenroder, Ebbes & Barth (1982) afugentaram espécimes de *C. salei* para longe da mosca capturada, forçando-os a correr numa trajetória semicircular. Se as aranhas usassem a informação cinestésica de forma simples repetiriam em sentido oposto a trajetória de ida, usando um trajeto curto. Mas descobriu-se que tomavam um atalho, quase reto, economizando aproximadamente 50% da ida! Só se pode entender este encurtamento de caminho supondo que a aranha armazena uma informação relativa à curvatura de seu trajeto de ida e que dispõe de meios para compensá-la no desempenho subsequente. Há integração de uma sequência de estímulos.

Obtive resultados semelhantes com *A. argentata*. As aranhas eram atraídas até um ponto p1 (Figura 4) da periferia da teia. A fonte de vibração era então transferida de maneira a levar a aranha a se deslocar, seguindo um arco) até um p2. De p2 ao centro, dois trajetos se abriam: uma inversão simples, a aranha "pisando nas próprias pegadas", ou uma ida direta, pelo raio mais próximos a p2. Em 16 aranhas testadas, apenas 3 deram meia volta e 13 seguiram direto para o centro. Embora não seja possível eliminar de todo a hipótese de que as aranhas estivessem usando dicas geométricas locais, a velocidade da volta direta ao centro sugere que estivesse em jogo um processo de integração de estímulos.

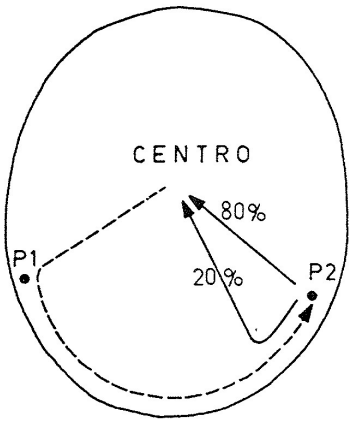


Figura 4. Aranhas *Argiope argentata* foram atraídas para o ponto **p1**, na periferia da teia e seguiram então uma trajetória curva até **p2**. As setas indicam o retorno direto, seguido por aproximadamente 8% das aranhas e o retorno (com reação de meia-volta) seguido pelo restante dos animais.

Um outro caso interessante de integração de informação foi descrito por Hill (1979), a partir de observações da saltícida *Phidippus*. Esta aranha detecta sua presa visualmente, e a rastreia, por entre folhas e galhos, tendo muitas vezes que seguir trajetórias irregulares e, mesmo, caminhar durante trechos inteiros sem ver o alvo. Apesar disso, escreve Hill, a aranha conserva "a cada instante, a memória da posição relativa da presa". Ela usa sua direção presente de locomoção como referência, avalia os desvios que for levada a tomar e compensa por eles, reorientando-se na direção esperada da presa.

Inegavelmente, a capacidade de memorizar introduz ganhos de eficiência no comportamento predatório.

MEMÓRIA DE REFERÊNCIA EM ARANHAS

Os registros mnêmicos espaciais dos quais tratei até o momento, controlam o comportamento durante apenas um episódio de retorno à presa, ao centro. Findo o

desempenho, a aranha deve estar pronta para novos registros. Contrastam com este funcionamento da memória (de curta duração, limitado à vigência de uma tarefa), registros mais ou menos permanentes, postos em uso numa situação recorrente e que se enquadram na chamada memória de referência. A pesquisa de Le Guelte (1969) indica, no comportamento espacial da aranha *Z. x-notata* destes controles mnêmicos duradouros.

Z. x-notata é uma orbitela que tem como peculiaridade construir um refúgio fora da teia, ligado à mesma por um único raio. Se, na posição normal da teia (Figura 5.1), uma mosca cair na espiral viscosa, a aranha sai do refúgio, captura a presa e torna muito rapidamente, em um ou dois segundos. Se a teia for girada em 180º dentro de se próprio plano (Figura 5.2) antes de ser colocada a mosca, a aranha, após a captura, se dirige para cima, isto é, rumo à posição anterior do refúgio e somente reencontra este após extenso comportamento de busca. Este é um resultado surpreendente: se a aranha se orientasse a partir de dicas c ou g colhidas durante a ida ao inseto, ela deveria, também no segundo caso, retornar sem hesitação ao refúgio. A tendência de "ir para cima" provavelmente se deva à experiência passada da aranha com um refúgio sempre situado em cima.

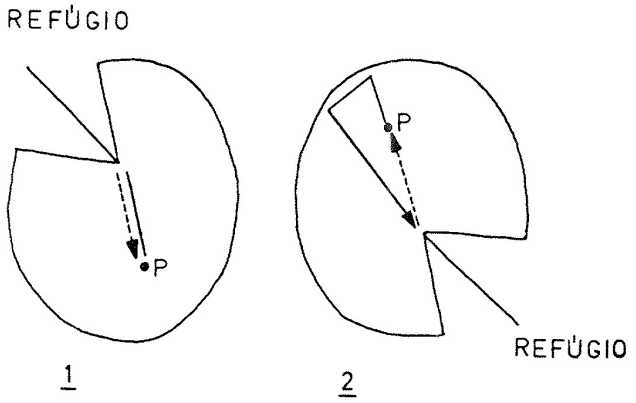


Figura 5. Posição normal da teia de *Zygiella x-notata*. **1.** Se uma mosca for depositada em **P**, a aranha se locomove até ela, saindo do refúgio e passando pelo centro. O retorno (seta tracejada) é direto e rápido. **2.** A teia foi girada em 180° antes de se colocar a mosca. O trajeto de volta (set tracejada) começa por cima, na direção em que a aranha sempre encontrou o refúgio. Há desvio e demora na localização do refúgio (segundo Le Guelte, 1969).

Para confirmar a hipótese de aprendizagem, Le Guelte criou filhotes de *Z. x-notata* numa dentre duas condições: (1) sem experiência de construir teias nem de caçar; (2) com experiência de caça e de retorno a um refúgio situado na parte superior da teia.

Deixava-se, quando tinha alcançado 45 dias de idade, que aranhas e ambas as condições construíssem uma teia e caçassem após rotação de 180º, isto é, com colocação do refúgio na parte inferior. Essa manipulação perturbou muito mais as aranhas que tinham experiência prévia de subir para retornar.

Verificou Le Guelte, além disso, que a perturbação causada por uma rotação da teia ia diminuindo com o treino, como se houvesse aprendizagem da nova localização do refúgio. Na medida em que esta aprendizagem sobrevive a intervalos razoáveis de tempo e na medida em que não depende da obtenção de informação – cinestésica ou outra – durante a ida, ela se qualifica como relativamente permanente, como um exemplo de memória de referência.

UMA DUPLA TRAJETÓRIA PARA A PESQUISA

Há mais coisas, no trajeto de ida volta da aranha, do que prevê nossa ciência. As maneiras de retornar são várias: o fio de caminhada, como guia automático;

a discriminação da posição dos fios e, o que constitui o motivo do exemplo e deste capítulo, o controle por dicas c e g memorizadas. E há outros fatores envolvidos, que pesquisas poderão desvendar, no futuro (como a posição da luz, que aranhas de teia-de-funil retêm e usam como referências, Mittelstaedt, 1985).

Não deve causar surpresa esta multideterminação: a redundância do sistema o torna seguro e o protege de perturbações acidentais. Tampouco deve surpreender a convergência entre automatismo e estratégias mais "cognitivas", baseadas em memória ou aprendizagem. São respostas ao mesmo desafio de eficiência e adaptação.

Pela maneira como une, em seu comportamento, o plástico ao estereotipado, a aranha constitui um modelo interessante para uma análise que pode e deve ser ecológica e experimental.

O ESTUDO NATURALÍSTICO DA MEMÓRIA E DA APRENDIZAGEM

Os etólogos têm se preocupado principalmente em descrever os comportamentos típicos da espécie. Convêm também descrever as formas pelas quais, na natureza, atua a experiência passada, e as circunstâncias em que se manifestam seus efeitos.

Um exemplo: Jackson (1985) nos fala de uma curiosa salticida, *Portia fimbriata* que, além de construir teias, hábito nada comum entre aranhas de sua família, ataca outras salticidas e orbitelas. *P. fimbriata*, na periferia da teia de uma orbitela, faz vibrar os fios de maneira a simular uma presa enredada; a aranha residente se aproxima e acaba sendo picada. Tenta fugir, se debate a alguma distância enquanto, como escreve Jackson "*Portia* fica atenta esperando que o veneno tenha efeito e abata a aranha. Atravessa então a teia para buscar sua presa" (p. 110). O "ficar atenta" talvez esteja sob controle mnêmico, talvez tenha a aranha predadora um registro da direção onde, anteriormente, sentiu debater-se sua presa. Para saber se entra ou não memória, caberia experimentar, retirando, por exemplo, a orbitela picada do local para onde fugiu: iria *Portia*, assim mesmo, nesta direção, em busca?

A descrição e manipulação dos episódios da vida natural de uma espécie em que atuam memória e aprendizagem fornece um complemento imprescindível para o etograma (ou rol de padrões motores). Espécies diferentes ou a mesma espécie em ambientes diferentes podem ser estudadas comparativamente, sob este enfoque, obtendo-se um conhecimento cada vez mais completo de como operam os mecanismos de flexibilidade na adaptação ao *habitat*.

A análise dos mecanismos básicos

Subjacentes à diversidade de episódios que podem ser observados em condições naturais estão mecanismos básicos, formas de condicionamento, modos de registro e retenção de informação, que cabe extrair e estuda a fundo. A análise se faz selecionando um episódio representativo (um episcidio-modelo) e variando sistematicamente os fatores que nele atua. As perguntas são as que teóricos da memória e aprendizagem costumam fazer: quais são os efeitos deste ou daquele esquema temporal de estimulação sobre a mudança de comportamento? Qual a duração do controle mnêmico e quais os eventos capazes de nele interferir? etc.

O ideal é que esta análise e o estudo naturalístico estabeleçam entre si relações de *feedback* e de incentivo recíproco.

O poder mental das aranhas: 1887-1987

Há exatamente 100 anos, um casal de pesquisadores (Peckham & Peckham, 1987) publicavam um trabalho sobre o que chamavam de "poder mental das aranhas".

Surpreende, nele, uma viva preocupação pela plasticidade do comportamento. Relatavam os Peckhams, por exemplo, que a queda defensiva de uma aranha orbitela estimulada com um diapasão, tornava-se menos e menos frequente com a repetição do estímulo, um efeito de habituação. Também se referiam à "memória" que tarântulas, papa-moscas e aranhas de canto de parede teriam a respeito da própria ooteca ou seja, o fato de aceitarem-na de volta, se não demorasse demais o intervalo entre retirada e devolução.

Estes relatos, como outros da mesma época, pecam por serem pouco sistemáticos e por deixarem às vezes a interpretação mais solta do que o desejável. Mas instauram uma preocupação pelo que há de flexível no comportamento de animais geralmente tidos como autômatos completos. Esta preocupação merece, mais do que nunca, ser cultivada.

REFERÊNCIAS

Ades, C. (1969). A caça nas aranhas *Argiope argentata* e *Lycosa erythrognatha*. Trabalho apresentado durante a XXI Reunião Anual da SBPC, Porto Alegre, 1969. *Ciência e Cultura (Resumos), 21,* 306.

Ades, C. (1973). *A teia e a caça da aranha Argiope argentata.* Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

Ades, C. (1983a). Experiência passada e integração do comportamento em invertebrados. *Ciência e Cultura, 35,* 137-147.

Ades, C. (1983b). Memória em *Argiope argentata* (Araneae, Araneidae): o retorno ao centro da teia. Trabalho apresentado durante o X Congresso Brasileiro de Zoologia, Belo Horizonte. Resumo do X Congresso Brasileiro de Zoologia, p. 110-111.

Ades, C. (1986). A construção da teia geométrica como programa comportamental. *Ciência e Cultura, 38,* 760-775.

Barth, F. G. (1985). Slit sensilla and the measurement of cuticular strain. In F. G. Barth (Org.), *Neurobiology of arachnids.* Berlin: Springer-Verlag.

Barth, F. G., & Libera, W. (1970). Ein Atlas der Spaltsinnesorgane von *Cupiennius salei* Keys. Chelicerata (Araneae). *Zeitschrift für Morphologie der Tiere, 68,* 343-369.

Bays, S. M. (1982). Training possibilities of *Araneus diadematus*. *Experientia, 18,* 423.

Drees, O. (1952). Untersuchungen uber die angeborenen Verhaltensweisen bei Sprigspninnen (Salticidade). *Zeitschrift für Tierpsychologie, 9,* 2-207.

Forster, L. (1982). Vision and prey-catching strategies in jumping spiders. *American Scientist, 70,* 165-175.

Fraga, M. M., Landeira-Fernandez, J., Borges, I., Mendes, F. D. C., & Ades, C. (1986). A teia de *Argiope argentata* (Araneae: Araneidae) em planos horizontais e verticais. Trabalho apresentado durante o IV Encontro de Etologia, São Paulo.

Gorner, P., & Class, B. (1985). Homing behavior and orientation in the funnel-web spider *Agelena labyrinthica* Clerck. In F. G. Barth (Org.), *Neurobiology of arachnids.* Berlin: Springer-Verlag.

Hill, D. E. (1979). Orientation by jumping spiders of the genus *Phidippus* (Araneae: Salticidade) during the pursuit of prey. *Behavioral Ecology and Sociobiology, 7,* 301-322.

Jackson, R. R. (1985). A web-building jumping spider. *Scientific American, 253,* 106-113.

Lahue, R. (1973). The chelicerates. In W. C. Corning, J. A. Dyal, & A. O. D. Willows (Orgs.), *Invertebrate learning* (Vol. 2: arthropods and gastropod mollusks). New York: Plenun Press.

Le Guelte, L. (1969). Learning in spiders. *American Zoologist, 9,* 145-152.

Mittelstaedt, H. (1985). Analytical cybernetics of spider navigation. In F. G. Barth (Org.), *Neurobiology of arachnids.* Berlin: Springer-Verlag.

Nentwig, W. (1985). Feeding ecology of the tropical spitting spider *Scytodes longipes* (Araneae, Scytodidae). *Oecologia (Berlin), 65,* 284-288.

Peckham, G. W., & Peckham, E. G. (1887). Some observations on the mental power of spiders. *Journal of Morphology and Physiology, 1,* 383-419.

Peters, H. (1932). Experimente über die Orientierung der Kreuzspinner *Epeira diademata* Cl. *Netz. Zool. Jahrb., 51,* 239-288.

Robinson, M. H., & Robinson, B. (1976). Discrimination between prey types: an innate component for the predatory behavior of araneid spiders. *Zeitschrift für Tierpsychologie, 41,* 266-276.

Seyfarth, E. A., Hergenroder, R., Ebbes, H., & Barth, F. G. (1982). Idiothetic orientation of wandering spider: compensation of detours and espitmates of goal distance. *Behavioral Ecology and Sociobiology, 11,* 139-148.

Szlep, R. (1964). Change in the response of spiders to repeated web vibrations. *Behaviour, 23,* 203-239.

Tilquin, A. (1942). *La toile géométrique des araignées.* Paris: Presses Universitaires de France.

Turnbull, A. L. (1960). The prey of the spider *Linyphia triangularis* (Clerck) (Araneae, Linyphiidae). *Canadian Journal of Zoology, 38,* 859-873.