Walter Hugo de Andrade Cunha

A EMOÇÃO NO COMPENETRADO CORTEJO

A trilha de formigas como um caminho para descobertas na Psicologia e na Etologia



SBP
PSICOLOGIA
SBP E-Books

A EMOÇÃO NO COMPENETRADO CORTEJO

Walter Hugo de Andrade Cunha

A emoção no compenetrado cortejo: A trilha de formigas como um caminho para descobertas na Psicologia e na Etologia

Sociedade Brasileira de Psicologia

Ribeirão Preto
2020

Sociedade Brasileira de Psicologia
Copyright© 2020 Associação Brasileira de Psicologia (SBP)
Avenida João Fiúsa, 1.901 - 7º Andar - Sala 710 - Jardim Botânico
Ribeirão Preto/ SP CEP 14024-250
E-mail: sbp@sbponline.org.br

Presidente
Ronaldo Pilati (UnB)

Vice-Presidente
Deisy das Graças de Souza (UFSCar)

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)

Ilustrações
Julia Vidile
Walter Hugo de Andrade Cunha

Revisão
Julia Vidile

Imagem da capa
Disponível em: https://imgbin.com/png/Bkucdp11/ant-colony-trail-pheromone-png

Ficha catalográfica
Serviço de Biblioteca e Documentação – Unesp – campus de Marília

Cunha, Walter Hugo de Andrade
C972e A emoção no compenetrado cortejo : a trilha de formigas como um caminho para descobertas na psicologia e na etologia / Walter Hugo de Andrade Cunha. Ribeirão Preto : Sociedade Brasileira de Psicologia, 2020.
496 p. : il.
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-991014-0-3

1. Formiga – Comportamento. 2. Psicologia Comparada. 3. Animais – Comportamento. 4. Abordagem interdisciplinar do conhecimento. I. Título.

CDD 156.2

In memoriam

Às duas Berthas, esposa e filha, e ao meu genro Geraldo.

Agradecimentos

Agradeço a meus netos, Julia, Braulio e Bruno, pelo interesse que demonstraram e pela ajuda que me deram na elaboração deste livro. Ao Professor Gerson Yukio Tomanari, por prestigiá-lo e por seu empenho em vê-lo editado. A Ana Maria de Almeida Carvalho, por seu apoio e por me assistir em melhorá-lo. A Luciana Rodrigues dos Santos e seu irmão André, por se oferecerem para reformar grande parte das figuras do livro. A Henrique Cesar Ulbrich por seu interesse e sua ajuda em informática. A Maria Ivani da Silva Moço, Arnaldo de Oliveira Moço e Eliane Maria da Silva Felix pela ajuda no dia a dia. A Antônio Jayro da Fonseca Motta Fagundes, por sua solidariedade. A Deisy das Graças de Souza e à Sociedade Brasileira de Psicologia pela publicação do livro em formato ebook. A Edevaldo Donizeti dos Santos por seu diligente trabalho de diagramação.

Sumário

Prefácio 11
Ana M. A. Carvalho

Apresentação 13
Walter Hugo de Andrade Cunha

Capítulo I

Introdução 19

1 A origem de meu interesse por formigas: a história de um fascínio..... 19

2 As formigas especialmente consideradas neste estudo..... 23

3 Uma referência obrigatória – a interpretação correntemente dominante, a que objeciono, do comportamento dito de alarme 26

4 Uma nota acerca de algumas peculiaridades da investigação relatada neste capítulo 30

5 O início da pesquisa. Primeiras questões e observações e seu papel no rumo posterior da investigação..... 32

6 O método de observação e registro utilizado..... 39

7 Critérios empregados para comparar o efeito de diversas alterações experimentais sobre o comportamento das formigas 44

Capítulo II

Tentativa de identificar as causas das modificações de comportamento apresentadas por formigas *Paratrechina fulva* diante de alterações de seu ambiente imediato 48

1 O objetivo geral deste capítulo 48

2 Caracterização geral do comportamento apresentado por formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr em uma trilha na qual se deparam, de repente, com uma ou mais companheiras esmagadas 48

3 Retomada de algumas questões iniciais. Verificação do efeito que têm, sobre uma trilha de *P. fulva,* formigas de espécies diferentes, como alteração experimental..... 55

4 Uma primeira análise de “formigas da espécie ” como alteração experimental ... 64

4.1 Observações realizadas para o fim de comparar os efeitos sobre o comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha com o esmagamento de companheiras e somente com partes delas, anatomicamente diferenciadas 65

4.2 Comparação do efeito que tem, sobre o comportamento de formigas *P. fulva* em uma trilha, o esmagamento, sobre esta, de um número diferente de formigas da colônia 78

4.3 Emprego de formigas mortas, porém íntegras, sobre a trilha, como alteração experimental 94

4.4 Emprego de formigas imobilizadas por meios mecânicos como alteração experimental 99

5 Modificações de comportamento relativamente ao observado numa situação anterior inalterada, um fenômeno geralmente associado com interferências no rastro olfativo presumivelmente subjacente à trilha 104

5.1 Observações do comportamento das formigas de uma trilha com alterações do meio representadas por estímulos sonoros, luminosos e, também, luminosos e caloríficos, os quais provavelmente não destroem ou adulteram o rastro olfativo subjacente a uma trilha 109

6 Uma comparação dos efeitos que tem, sobre as formigas em uma trilha, o encontro de companheiras esmagadas diretamente sobre o caminho coletivo ou a uma pequena distância dele 114

7 Modificações de comportamento de formigas que, não estando a percorrer uma trilha, deparam-se de repente com a alteração de seu ambiente imediato representada por companheiras esmagadas 134

8 Um experimento com uma trilha duplamente bifurcada. Novas indicações de que os feromônios de alarme, se presentes nos corpos esmagados de companheiras de trilha, e que já se mostrou não serem necessários para provocar o comportamento de alarme, também não seriam suficientes para fazê-lo 137

9 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* diante de alterações procedidas diretamente no formigueiro e no chamariz alimentar 156

9.1 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* consequentes a alterações praticadas diretamente em um seu ninho natural ou artificial 156

9.2 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* de uma trilha de provisionamento consequentes a alterações na condição (úmida ou ressecada) ou na composição do chamariz alimentar. 158

10 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha de provisionamento diante da introdução de um ou mais chamarizes alimentares adicionais como alteração experimental 169

11 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha diante da

substituição de seu chamariz original por outro de mesma natureza ou de natureza diferente 180

12 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha na qual são transpostas de um dado chamariz alimentar para outro de igual ou diferente natureza, mas em local fora da trilha 184

13 Modificações de comportamento ocasionadas pela alteração de um ambiente de comportamento anterior, mas sem introdução de elementos estranhos a ele 188

14 Modificações de comportamento com alterações da situação que atingem o próprio corpo das formigas 191

15 Considerações finais e conclusões a respeito da investigação relatada neste capítulo 200

16 Considerações acerca dos fatores provavelmente introduzidos numa situação de comportamento das formigas por uma sua exposição prévia repetida ou prolongada a um dado ambiente 204

17 Algumas palavras no sentido de esclarecer mais precisamente o sentido de "emoção" e "emocional" 207

Capítulo III

O Comportamento Usual de Formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr em uma Trilha e o Fenômeno das Modificações por Ele Apresentadas Diante de uma Alteração do Ambiente de Comportamento até então Existente: Tentativa de Desenvolvimento de uma Interpretação Geral 209

1 Objetivos deste capítulo 209

2 Uma caracterização dos comportamentos mais frequentemente observados nesta investigação: o comportamento em uma trilha de provisionamento como uma atividade instintiva com duas fases apetitivas psicologicamente mediadas e duas atividades consumatórias coordenadas 210

3 Considerações acerca dos fatores provavelmente introduzidos numa situação de comportamento das formigas por uma exposição repetida ou prolongada dos insetos a um dado ambiente 222

4 Um parêntese: considerações acerca da tendência do movimento objetivista no estudo do comportamento animal, movimento esse representado pela aliança dos neobehaviorismos de estímulo e resposta com o antipsicologismo da etologia clássica, a desconsiderar a existência de uma memória individual e de processos psicológicos nas formigas e em outros invertebrados e de reduzir os fenômenos de comportamento desses animais a ações automáticas, inscritas no genoma de cada espécie 226

5 Observações em que uma ou mais alterações praticadas num dado ambiente de

comportamento das formigas são removidas depois de permanecerem nesse ambiente por algum tempo 230

6 O fenômeno da incorporação, por parte das formigas, em seu registro mnêmico de um dado ambiente de comportamento, de uma ou mais alterações neste ocorridas com a passagem do tempo e a repetida exposição das formigas a essas alterações. O organismo psicológico e o ambiente de comportamento como um sistema de transformações solidárias 247

7 Outra função biológica do mecanismo de ajustamento psicológico ou atualização mnêmica diante de alterações ocorridas no ambiente de comportamento das formigas: a de livrar de interferências externas um dado intercâmbio útil da colônia com o seu ambiente 250

8 Uma ilustração da complexidade dos estudos do comportamento psicologicamente determinado nas formigas: a existência de efeitos insuspeitados de um registro mnêmico sobre as modificações de comportamento apresentadas diante de algumas estimulações recebidas..... 251

9 Sobre como explicar o efeito particularmente dramático que tem o esmagamento de uma ou mais formigas, sobretudo quando efetuado sobre uma trilha, em provocar modificações de comportamento em suas companheiras 261

Capítulo IV

Sobre a formação e evolução temporal das trilhas de provisionamento em *Paratrechina fulva* e as prováveis funções das trilhas em geral na vida das formigas 269

1 Objetivos gerais deste capítulo..... 269

2 Observações acerca da formação de uma trilha de provisionamento em *Paratrechina fulva* e algumas outras espécies..... 269

3 As transformações por que passam as trilhas de provisionamento com a passagem do tempo e o que resulta delas..... 298

3.1 Algumas mudanças nas atitudes recíprocas das formigas de uma trilha com a passagem do tempo 298

3.2 Da tendência das formigas de uma trilha de provisionamento a utilizarem heterogeneidades do meio em sua orientação e a atalharem seu percurso 300

3.3 Da aparente utilização, por parte das formigas, ao modificarem uma trilha de provisionamento, do registro de suas experiências anteriores com um dado ambiente de comportamento 315

4 Sobre a preferência de formigas *Paratrechina fulva* com respeito a iscas de natureza semelhante, mas de diferente valor alimentar e distância de seu ninho... 321

5 Acerca do apego revelado por *Paratrechina fulva* ao rastro olfativo subjacente a uma trilha e do papel de formigas de cada direção na trilha a estabelecer esse rastro 324

5.1 O apego das formigas à trilha, uma questão da propriedade orientadora do rastro olfativo a ela subjacente, e não de função eliciadora automática da marcha por feromônios neles contido 330

5.2 Uma tentativa de encontrar se, em sua marcha em direção ao ninho ou a um alimento, quando numa trilha, as formigas utilizam pistas que normalmente encontravam em seu caminhar pela trilha ou nos seus arredores 331

6 Funções da trilha para a vida das formigas 342

7 Alguns casos em que uma trilha contribui, excepcionalmente, para um comportamento inadaptativo 345

Capítulo V

Miscelânea 351

1 Conteúdo do presente capítulo 351

2 Comportamento de *Camponotus crassus* Mayr, 1862, na mudança de ninho 351

3 Sobre sensibilização do comportamento 354

4 Terá alguma formiga uma motivação cognitiva? 359

5 Alguns exemplos de comportamentos nada eficientes em *Paratrechina fulva* 364

6 Alguns vieses de comportamento das formigas revelados por sua atuação em labirintos elevados 368

6.1 Viés de manutenção de uma direção geral ou predominante de afastamento quando num percurso realizado exteriormente ao ninho 368

6.2 Uso de um labirinto simples para descobrir preferências ou vieses no comportamento das formigas 375

6.3 Tentativas de encontrar algum fator de experiência prévia na determinação de um viés ou tendência de comportamento 377

7 Sobre a utilização de referenciais externos em sua orientação por parte de formigas 383

I Orientação de formigas deslocadas sobre um chamariz alimentar para um local próximo, na mesma situação geral, porém fora da trilha 384

8 Relação de referenciais externos e representação interna na orientação das formigas 392

9 Sobre alguns fatores da experiência individual que determinam uma tendência para a pugna ou a fuga entre indivíduos de espécies diferentes 399

10 Sobre as reações de algumas outras espécies de formigas regionais diante de companheiras esmagadas 408

Referências Bibliográficas 438

Anexos

I – Convite-justificativa para o estudo naturalístico do comportamento animal
Walter Hugo de Andrade Cunha 446

II – Alguns aspectos da Biologia e da Etologia das formigas
Walter Hugo de Andrade Cunha 468

III – A Razão última para se falar em psicologia: o ajustamento mnêmico do organismo individual a ambientes alterados
Walter Hugo de Andrade Cunha 483

Sobre Walter Hugo de Andrade Cunha 494
A. Jayro da Fonseca Motta Fagundes

Prefácio

Prefaciar o livro do professor Walter Cunha é um desafio, não apenas pela densidade e profundidade de seu conteúdo, como pela diversidade de aspectos sob os quais essa obra representa uma contribuição singular para a Psicologia brasileira.

Em primeiro lugar – não necessariamente em ordem de importância – trata-se, em mais de um sentido, de um documento histórico: retrata uma vida dedicada à busca de respostas sobre questões despertadas, desde a adolescência, pela curiosidade, pelo fascínio diante do aparentemente inexplicável e pela consequente inquietação intelectual que marcam os grandes cientistas. Tal como ocorre com o trabalho destes, documenta a disposição e a humildade de experimentar, sem adesões doutrinárias rígidas, diferentes interpretações teóricas, até mesmo reciprocamente conflitantes e, ao mesmo tempo, de ousar propor e defender suas propostas, ainda que discordantes das interpretações dominantes.

Em um sentido mais amplo de relevância histórica, o trabalho do professor Walter Cunha constitui o marco da origem da Etologia brasileira, em um momento em que a Etologia era inteiramente desconhecida pela Psicologia Comparativa e Animal norte-americana; traz para o Brasil, de forma pioneira, o trabalho dos fundadores dessa abordagem – Konrad Lorenz, Niko Tinbergen e Karl von Frisch, que, em 1973, viriam a receber o Prêmio Nobel. Vale lembrar que a Etologia brasileira, hoje reconhecida internacionalmente, foi pioneira também na introdução do termo *Psicoetologia,* proposto pelo próprio autor[1], denotando a busca de articulação entre os olhares da Psicologia, nascida na Filosofia, e da Etologia, nascida nas ciências biológicas – um exemplo mais uma vez pioneiro de interdisciplinaridade.

Documenta ainda, momentos da história da própria universidade brasileira: as observações e experimentos relatados ao longo da obra, pela singeleza das situações de observação, realizadas em grande parte na pró-

[1] Cunha, W.H.A. (2004) Primeiro documento – On the panic reactions of ants to a crushed nestmate: a contribution to the psychoetology of fear. *Revista de Etologia*, 6(2), 134-140 (apresentado no Simpósio Ontogeny and Phylogeny of Behaviour – I Congresso Latino-americano de Psicobiologia, SP, 1973; primeira versão apresentada em 1974).

pria casa do pesquisador, pela criatividade e engenhosidade dos recursos utilizados nas intervenções experimentais, retratam uma época em que o acesso a auxílios de pesquisa e a recursos tecnológicos era limitado, privilegiando as chamadas *hard sciences.*

Sob outro ângulo igualmente significativo, o texto oferece um material didático extremamente relevante para a formação de pesquisadores, o que será facilmente reconhecido pelos docentes responsáveis por essa formação: a meticulosidade da descrição das situações de observação e experimentação, a atenção a linguagem descritiva e a variáveis potencialmente importantes para a interpretação dos resultados, o reconhecimento e teste de explicações alternativas em experimentos sucessivos constituem verdadeiras aulas de metodologia científica e evidenciam, claramente, o valor e a necessidade da observação naturalística que caracterizou o nascimento e desenvolvimento da Etologia – como salienta o autor em um de seus textos mais conhecidos e utilizados na formação de pesquisadores da área[2] e na apresentação deste livro. Todos aqueles que, como eu, tiveram o privilégio de cursar suas disciplinas e/ou foram seus orientandos reconhecem essa contribuição fundamental do trabalho de Walter Cunha[3] e a reencontrarão aqui.

O alcance potencial desta obra não se limita à Psicologia Animal ou à Etologia, onde ela surgiu e se desenvolveu, mas se estende a outras áreas de reflexão e pesquisa. A demonstração dos efeitos de fatores psicológicos – a memória de experiências passadas – sobre as reações de alarme da formiga ao encontrar uma companheira esmagada constitui um desafio corajoso a hipóteses consagradas na Mirmecologia, que explicam esses efeitos como fenômenos estritamente fisiológicos, relacionados à presença de feromônios na trilha. Por outro lado, a proposta relativa às relações entre Psicologia e Etologia configura uma questão epistemológica que o autor, formado em Filosofia, não se furta a enfrentar com a mesma honestidade e flexibilidade que demonstra na consideração de possibilidades alternativas de interpretação às quais se refere ao historiar, na apresentação deste livro, seu longo, persistente e produtivo percurso.

Ana M. A. Carvalho
PSE-IPUSP

[2] Cunha, W. H. A. (1965) Convite-justificativa para o estudo naturalístico do comportamento animal. *Jornal Brasileiro de Psicologia,* 1(2), 37-57

[3] Fuchs, H. (1995) Psicologia Animal no Brasil: o fundador e a fundação. *Psicologia USP,* 1995, 6(1), 15-42.

Apresentação

Natureza da Investigação, Abordagem Empregada e Objetivos Visados

Devo apontar nesta apresentação que este meu livro é, basicamente, voltado para minha experiência na investigação, desde 1960 até praticamente tempos recentes, do comportamento de formigas sob o ponto de vista de etólogo e de psicólogo – um assunto que, mais do que outros que me ocuparam, absorveu-me sobremaneira. A abordagem que utilizei nessa investigação foi a da observação naturalística ou ecológica, Um dos pioneiros do emprego do método naturalístico do comportamento animal, e certamente o mais influente deles, foi Charles Darwin, especialmente em sua obra sobre a expressão das emoções no homem e em animais (Cf. Darwin, 1972). Nessa obra, Darwin intuiu a existência de emoção até em insetos, embora não demonstrasse essa proposição através de observações pormenorizadas e precisas como o fez para o caso do homem e de muitos outros mamíferos, como o macaco, o cão, o gato, o cavalo, etc. A observação naturalística geralmente é mais livre de determinação por um quadro teórico preexistente e emprega observações e experimentos menos sofisticados e menos rigorosos do que os normalmente apresentados nos laboratórios experimentais correntes. No entanto, isso não implica que ela possa ser dispensada. Ela deve ser o primeiro passo a empregar na abordagem do comportamento típico de qualquer espécie animal em seu ambiente natural e, por isso, sempre terá um lugar importante na investigação a ser realizada do comportamento de mais de um milhão de espécies animais existentes e ainda não estudadas; e o terá, ainda, na indicação de fatos e problemas de investigação relevantes para uma análise mais pormenorizada e refinada pela abordagem experimental de laboratório.

À observação naturalística têm cabido, já nos tempos de Darwin, com seus eminentes trabalhos, como os sobre a teoria da evolução, a descendência do homem e sobretudo, pela aplicação da observação naturalística, a

expressão das emoções no homem e em animais (1972), importantes descobertas em obras como as de grandes naturalistas como Wallace, Houzeau, Bates e Belt sobre a fauna relativamente desconhecida de vários países; as de Huber, Fabre, Emery, Claparède, Forel e os Peckhams acerca dos costumes de artrópodes; as de Hartmann sobre os macacos antropoides, as de Spinas sobre a vida social dos animais, as de Poulton sobre a coloração animal, as de Jennings sobre a genética e o comportamento de animais unicelulares, as de Yerkes sobre a Psicologia Comparada dos grandes primatas, etc. A observação naturalística ganhou ainda contornos mais nítidos e mais acurados com o desenvolvimento da etologia desde 1935, em obras de autores como Konrad Lorenz, Nicholaas Tinbergen, Karl von Frisch, e muitos outros. Criadores de uma nova disciplina científica que adotou plenamente a perspectiva teórica de Darwin sobre a evolução no estudo biológico do comportamento (Cf, Ades, 2009 a, 2009 b e 2012[2]), esses autores levantaram e descreveram muitas variedades de comportamento apresentadas por certas espécies no meio natural, considerando seu provável valor de sobrevivência e as circunstâncias em que ocorrem, levantando hipóteses sobre a causação desses comportamentos, de seu provável valor de sobrevivência e do curso presumível da evolução por eles sofrida ao longo do tempo – um tópico no qual o pesquisador geralmente precisa recorrer à comparação do comportamento estudado com o de outras espécies aparentadas. Em reconhecimento aos avanços proporcionados pelos seus estudos do comportamento no meio natural, os três naturalistas acima nomeados foram agraciados, em 1973, com o prêmio Nobel. Em meu artigo "Convite-justificativa para o estudo naturalístico do comportamento animal", publicado em 1965 no Jornal Brasileiro de Psicologia e republicado em 2005 no livro "Etologia; Uma Perspectiva Histórica e Tendências Contemporâneas", editado por Garcia, A., Tokumaru, R. S e Borloti, E. B., artigo esse que o livro mencionado considera o manifesto da Etologia no Brasil, expus os vários aspectos em que a pesquisa do comportamento animal no laboratório psicológico, geralmente dominado pelo rato e outros animais acomodados em gaiolas individuais, poderia ganhar em relevância e profundidade se ajudado pela observação naturalística no meio natural na escolha de seus tópicos de pesquisa a serem desenvolvidos. Essa exposição, a meu ver, continua pertinente ainda nos dias atuais, ou, pelo menos, tem importância histórica em nosso país, como parece ter considerado a comissão organizadora do 31º Encontro Anual de Etologia, realizado de 10 a 13 de novembro de 2013, no Instituto de Psicologia da USP, onde a exposição mencionada foi, como uma homenagem a mim prestada por ser considerado o iniciador

da etologia brasileira, traduzida para o inglês junto com outro artigo meu, de 1983, sobre o desenvolvimento histórico e os princípios básicos da Etologia. Por essa razão, e por refletir o espírito em que foi realizada a investigação relatada no presente livro, decidi reapresentar o artigo mencionado, não obstante sua antiguidade, como um dos três artigos anexados ao livro. Já a influência do laboratório psicológico nos estudos naturalísticos do comportamento animal tem sido pouco benéfica ao estudo naturalístico do comportamento e por vezes até prejudicial a ele ao contribuir para um crédito menor a esses estudos devido a empregarem experimentos em geral tecnicamente menos rigorosos do que o são os conduzidos no laboratório. Essa diferença de rigor é verdadeira, como já admitido, mas, também, é frequentemente irrelevante, uma vez que os experimentos do laboratório psicológico, posto que tecnicamente mais controlados, têm sido em geral pouco úteis para novas descobertas e a compreensão dos comportamentos que ocorrem no meio natural. Este último meio é, sem dúvida, muito mais importante que o meio artificial do laboratório para a criação e a modelagem dos comportamentos porque é nele, e não em ambientes artificiais, que se manifestam os efeitos realmente importantes da seleção natural. Preciso lembrar à comunidade científica que praticamente todas as teses de doutorado e dissertações de mestrado de meus vários orientandos no Curso de Pós-graduação em Psicologia Experimental do Instituto de Psicologia da USP, que trabalham honrosamente tanto nesta como em outras universidades no país, empregaram o método naturalístico, e assim fazem também muitos de seus alunos pelo Brasil afora. Os trabalhos investigativos apresentados anualmente há pouco mais de três décadas nos Encontros Anuais de Etologia organizados pela Sociedade Brasileira de Etologia dão outro testemunho valioso da importância e fecundidade do emprego da observação naturalística no estudo do comportamento animal. Além disso, a observação naturalística, como percebi ao regressar de um estágio numa universidade americana, tem sido uma boa alternativa para a investigação tanto do comportamento animal como de grande parte do comportamento humano no Brasil, já que não dispomos aqui de condições materiais e financeiras suficientes para emular ou mesmo para simplesmente copiar os laboratórios de investigação do comportamento dos países adiantados. Consegui, na verdade, após meu doutoramento em 1967, criar e manter, até minha aposentadoria no Instituto de Psicologia da USP, um laboratório bem equipado de instrumental ótico e de registro de Psicologia Comparada, muito elogiado por visitantes estrangeiros. Esse laboratório é destinado a incentivar os seus usuários a realizar investigações sobre o comportamento

animal e a treinar alunos pós-graduados de Psicologia e de outras matérias, como Biologia e Zoologia, na observação naturalística do comportamento animal. Para esse fim, foi utilizada a observação e descrição principalmente do comportamento de saúvas da espécie *Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908*, abrigadas em mais de uma dezena de colônias iniciais obtidas graças a um expediente especial por mim inventado. Tal laboratório viria a ser imitado em algumas outras universidades estaduais e nacionais e inspirou a criação de uma disciplina para o ensino da observação naturalística também do comportamento humano, tanto no Departamento de Psicologia Experimental da USP como em algumas outras universidades do país. Seja como for, a observação naturalística foi, para mim, crucialmente importante porque, não fosse por ela, eu não teria feito as descobertas que fiz e que exponho na presente obra, com implicações para a interpretação do comportamento psicologicamente mediado também do ser humano.

Com efeito, se, nesta obra, meu olhar mais imediato se volta para a formiga e seus afazeres, minhas cogitações se dirigem, ao mesmo tempo, para um horizonte consideravelmente mais amplo. Graças a isso, penso que o ponho, prezado leitor, diante de uma investigação que pode trazer algumas implicações importantes para as concepções correntes acerca do comportamento, da mente, da natureza da Psicologia, da necessidade de reformular o que se tem considerados serem seus princípios básicos, e da relação que se deve considerar como havendo entre essa ciência e a Etologia.

Sobre os objetivos principais deste meu livro tenho a dizer que foram, primeiro, determinar as causas das modificações de comportamento apresentadas pelas formigas – especialmente *Paratrechina fulva* – diante de qualquer alteração abrupta de uma trilha ou de um ambiente familiar de comportamento; segundo, demonstrar duas coisas: que os feromônios de alarme não são nem suficientes nem necessários para determinar as chamadas reações de alarme nesses insetos, ao contrário do que vem sendo afirmado praticamente pela totalidade dos zoólogos, dos biólogos e dos mirmecólogos desde principalmente a década de 1950; que essas reações, bem como outras formas de comportamento modificado, têm início sempre que ocorre alguma alteração repentina no ambiente de comportamento usual, ou familiar a que os insetos estão ajustados; que essas modificações de comportamento refletem um embaraço temporário dos insetos em utilizar sua memória do ambiente habitual de comportamento visando atingir alvos demandados até que novo ajustamento seja realizado; que essas modificações de comportamento, sendo influenciadas como são por

uma memória de experiências individuais, são psicológicas e emocionais. Em terceiro lugar, o livro teve por objetivo reinterpretar tanto o comportamento normal como o perturbado das formigas, o que implicou no desenvolvimento de novos princípios explicativos centrados nos fenômenos do ajustamento mnêmico ao ambiente de comportamento e no que esse ajustamento possibilita aos animais dotados de uma psicologia, inclusive ao ser humano. Nesse ponto procurei demostrar que tais princípios decorriam da atuação, em certos organismos, de um mecanismo etológico evolucionariamente destinado ao emprego de uma memória das experiências individuais para o fim de prever e preparar ações futuras com um fim adaptativo, o que considero como o fenômeno mais primitivo que deu origem aos processos de natureza psicológica. Os princípios em questão, aplicados na explicação do comportamento psicologicamente mediado, diferem muito dos geralmente adotados ainda hoje em dia pelos psicólogos para a mesma função com base nos fenômenos da habituação, da sensibilização, do condicionamento clássico e do condicionamento operante. Esses novos princípios são o princípio do ajustamento mnêmico aos ambientes de comportamento habituais, próprio de animais dotados de psicologia, inclusive o ser humano, o princípio da reintegração, ou de assumir como presentes, quando numa nova apresentação do ambiente de ajustamento, aspectos ou elementos do ambiente de comportamento habitual que seguem um elemento dado ainda antes que efetivamente representados por estímulos; e, por último, o princípio do emprego desses aspectos reintegrados como uma rota condutiva a resultados demandados num comportamento psicologicamente propositado. O mecanismo responsável por essa utilização da memória individual é um mecanismo etológico adicional aos mecanismos mais antigos do reflexo, do padrão fixo de ação e da atividade aleatória emitida, mecanismos esses também estruturais, preservados na memória filogenética de algumas espécies animais. Por fim, englobando os dois últimos capítulos do livro, trato de mostrar como a memória individual está presente e é utilizada pelas formigas, além de no percorrer uma trilha, em vários outros comportamentos apresentados por esses insetos. Apresento também um estudo comparativo das modificações de comportamento causadas pelo encontro de companheiras esmagadas em várias espécies de formigas locais e uma discussão sobre a influência de fatores filogenéticos e de fatores sociais nessa causação, com destaque para estes últimos em relação aos primeiros citados. Quanto aos três artigos anexados, trato, como já mencionado, no primeiro deles, de um artigo relativo

à abordagem naturalística do comportamento, que influenciou a maneira como foi efetuada a investigação relatada nesta obra; no segundo deles, de alguns aspectos importantes da Etologia e da Biologia das formigas, e, no terceiro, de mostrar mais pormenorizadamente como se aplicam na interpretação do comportamento psicologicamente mediado, sobretudo o do comportamento humano, os novos princípios explicativos descobertos.

Walter Hugo de Andrade Cunha

Capítulo I

Introdução

1 A origem de meu interesse por formigas: a história de um fascínio

Talvez as formigas já estivessem, de longe, ainda que inadvertidamente, presentes em minhas cogitações. Dizia minha mãe que, pequeno ainda, na pacata cidade de interior onde morávamos, eu passava horas a fio sentado na soleira da porta de entrada de nossa casa olhando, absorto, para a calçada. É possível que as formigas já me ajudassem, então, a preencher com pensamentos minhas longas tardes vazias.

Contudo, foi só em minha juventude, em algum dia, provavelmente, de maio ou junho do ano de 1952, na cidade de São Paulo, onde tenho vivido a maior parte de minha vida, que as formigas e eu cruzaríamos definitivamente nossos destinos.

Eu voltava do colégio, à noite, para o quarto de aluguel nos fundos de um quintal onde morava e que dividia com um de meus irmãos, que, coincidentemente, também teria sua existência marcada por acontecimentos desse mesmo dia.

Ao chegar, deparei, surpreso, com meu irmão, que deveria estar viajando e a cuja ausência de muitos dias e noites eu já me acostumara. É que, mais de um mês antes, ele havia interrompido suas aulas de Administração de Empresas numa faculdade, para poder fazer um curso prático de tratorista e de técnicas agrícolas na Fazenda Ipanema, perten-

cente ao Estado, em Iperó, no município de Sorocaba. Eu não o esperava senão daí a mais alguns dias.

Meu irmão estava acabrunhado, pois havia sido desligado do curso poucos dias antes de seu término sem nenhuma justificativa. Ele o fazia por puro gosto – nostalgia, talvez, dos remotos tempos de infância passados no campo – bem como por uma secreta esperança de vir a utilizá-lo no futuro. Parece que alguns dos responsáveis pelo curso estranharam que meu irmão não se enturmasse e andasse, sozinho, nos raros momentos de folga, pelos arredores, contemplando e fotografando paisagens ermas e construções bizarras. Juntando a isso o fato de meu irmão não proceder diretamente do meio rural nem a ele dizer-se imediatamente destinado depois de formado, e julgando, talvez, que ele pudesse ser um espião de não se sabe que importantes coisas, decidiram, em solene concílio, despachá-lo para casa.

Entre deitado e sentado em sua cama, meio de lado e meio de costas para uma parede, meu irmão, desconsolado, narrava-me seu drama kafkiano. Junto dele, na parede, estendia-se uma trilha de pequenas formigas doceiras. Vindas do forro de tábuas, as formigas caminhavam em uma linha nítida por trás da cama até o chão e, deste, pela perna de uma mesa acima, até uns restos de alimento e, daí, de volta pelo mesmo caminho da vinda. Num dado momento, absorto e agitado, enquanto narrava o sucedido, meu irmão passou a esmagar com um dedo algumas formigas da trilha.

O que vi, então, me deixou estupefato e me fez acercar-me para ver melhor o que se passava. As formigas, de ordenadas que estavam anteriormente, apresentavam-se agora, nas proximidades do esmagamento, desalinhadas e em polvorosa. A maioria dentre elas, em qualquer das direções do deslocamento, estacava abruptamente e passava, trêmula, a retornar, em correria, numa trajetória ondulante, por sobre a trilha mesma ou por fora dela. Umas poucas reduziam a marcha nas proximidades do ponto de esmagamento e, em seguida, deixando a trilha por um momento, desviavam-se, geralmente também trêmulas e em marcha ondulante, contornando, apressadas, a região alterada. Algumas apresentavam, geralmente já como primeira manifestação de perceber alguma anormalidade na trilha, um estremecimento, uma espécie de repelão, ocasião em que algumas delas chegavam mesmo a despencar da parede. Muitas passavam a andar com agitação das antenas; outras, como encarangadas, com o abdome empina-

do e as mandíbulas abertas. Por instantes, a região próxima ao ponto de esmagamento ficava deserta.

Tentei, sem resultado, chamar a atenção de meu irmão para o estranho acontecimento, em parte por meu espanto, mas, em parte, como forma de entretê-lo e distraí-lo de suas mágoas. Ele mal se dignou a olhá-las e, por seu aborrecimento, não me deu, no momento, ensejo de continuar a observar as formigas. Mais tarde, nem sequer deu mostras de lembrar-se do ocorrido, tão absorvido em seu drama pessoal e tão transtornado estava nessa ocasião. Quanto a mim, ao contrário, retive o episódio vivamente na memória e, em muitas ocasiões, como durante minhas aulas e leituras para o Curso de Filosofia, que frequentei de 1953 a 1956 na então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, repassava-o amiúde em minha mente, procurando entendê-lo e explicá-lo.

Acredito que meu fascínio pelo fenômeno provinha de que ele me parecia, surpreendentemente, emocional, pois a emoção, segundo eu julgava, seria um processo psicológico demasiado complexo para se supor existente num inseto. Ora, consta que, por vezes, uma nova solução, diferente da já universalmente aceita para um dado problema, é achada somente por ser intentada por alguém que desconhecia que o problema já havia sido considerado solucionado, e de uma maneira que se acreditava ser a única possível e definitiva. Talvez tenha sido esse o meu caso, ou talvez haja eu apenas trazido ao campo investigativo alguma complexidade ainda não suspeitada, ou apenas suplementado a solução já encontrada. Ao leitor caberá efetuar o julgamento.

Com efeito, eu ignorava então, e continuei a ignorar por algum tempo mesmo depois que, daí a alguns anos, me pus a estudar o fenômeno, que ele já era conhecido dos pesquisadores biologicamente orientados sob a denominação "comportamento de alarme" e que era por eles explicado como reação automática, filogeneticamente determinada, a "feromônios de alarme". Estes, como será explicado em outro tópico mais adiante, seriam, de acordo com esses pesquisadores, secreções glandulares com função comunicativa de alarme para os coespecíficos e liberadas pelas formigas e por outros insetos, quer espontaneamente, no caso de depararem inopinadamente com algum perigo, quer artificialmente, como no caso de esmagamento. No entanto – ainda hoje questiono – se os fenômenos de comportamento em questão são uma reação automática e evolucionariamente desenvolvida para substâncias de alarme, por que não se manifestariam como um afastamento o mais rápido e direto possível ao local com o sinal de perigo, em vez de com

tantos tremores, trejeitos, hesitações e variações individuais que os tornam, como reações de escape, tudo menos respostas muito eficientes? Não poderia a Psicologia – um mecanismo que suponho surgido evolucionariamente para os fins de utilizar adaptativamente a experiência individual, à semelhança do que o reflexo e o instinto fazem com relação à experiência da espécie – ter surgido antes que os feromônios de alarme e ser até o que ensejou o aparecimento destes? Quero dizer: não poderiam os feromônios de alarme ser antes secundários em relação aos fenômenos emocionais, uma criação posterior a estes e ainda em processo de elaboração moldada pelas eventuais vantagens adaptativas de uma comunicação social, como o é o hábito humano de postar bandeirinhas ou galhos de arbusto para sinalizar o local de um acidente numa estrada e prevenir novos desastres?

Além de parecer-me emocional e psicológico, antes que automático, o comportamento que vi na trilha não me parecia de todo isento de alguma inteligência, pois, mesmo quando em fuga, era evidente que as formigas, em sua maioria, não se comportavam a esmo, mas orientadas com base nos elementos principais da situação, a saber, a trilha, a alteração nela efetuada e o ninho e o alimento, mesmo quando distantes. Por exemplo, conquanto, entre as formigas que intentavam contornar a região alterada por meio de um desvio, algumas não o conseguissem, reentrando na trilha antes de ultrapassado o obstáculo, não se poderia dizer que não intentassem uma solução apropriada para o caso. De fato, logo voltavam à carga ou, então, uma vez regressadas ao alimento, se era dele que procediam, não voltavam imediatamente a sugá-lo, mas punham-se por algum tempo sob ele ou dentro de alguma fenda nele existente, aparentemente a utilizá-lo, não já como fonte de provisão, mas como refúgio. Se acaso, na fuga ao "obstáculo", penetravam em alguma fenda encontrada no substrato, lá permaneciam por um tempo, imóveis, exceto a espaços, quando deixavam entrever as antenas, que eram agitadas brevemente para o exterior, como a perscrutá-lo, e logo retraídas. Ora, novamente, como admitir algo como emoção e persistência na busca de objetivos em um animal assim diminuto e, ao parecer, tão insignificante, mera "criatura de reflexos e instintos", como, às vezes, na época lia-se que eram?

Que essa captação do fenômeno como implicando emoção era natural e espontânea por parte de qualquer observador desarmado confirmou-o, para mim, um conto de Bráulio Pedroso (1962)[4] publicado cer-

[4] PEDROSO, B. "As Formigas" (conto). Suplemento Literário de *"O Estado de São Paulo"*. 1962.

ca de dois anos depois que, já como Professor Assistente da Cadeira de Psicologia da mencionada Faculdade, eu me pusera a investigar o fenômeno. Nesse conto, o escritor, com os privilégios da pena que lhe sobejavam e a mim escasseavam, relatava como, ao chegar, angustiado, altas horas ao seu apartamento, deparara com uma trilha de formigas doceiras em sua cozinha. Eis, entre outras coisas, o que ele escreveu: "Muitas que são, provocam em mim neste momento a vontade de matar. Um impulso, vindo de minha passividade, exige fim à tonta aflição. Com um dedo esticado a esmo, escolho uma em meio ao cortejo. Esmago-a. A que lhe segue se detém e contudo não há restos da vítima. Vejo que outras também não ousam transpor a barreira invisível. Repito a experiência e repete-se o temor. Passo então a distribuir neuroses ao longo do compenetrado cortejo. Divirto-me com minha ciência experimental e chego a lamentar uma vocação científica desperdiçada".

Diferentemente do contista, não cheguei a lamentar uma vocação científica desperdiçada, mas, como ele, diverti-me, e por muitos anos, com meus experimentos. Mas não só. Muitas vezes, aborreci-me com a falta de oportunidade para dedicar-me à pesquisa, com meus erros, extravios de rumo e dificuldades em conciliar resultados divergentes e abrangê-los numa interpretação coerente. Contudo, no modesto ponto onde cheguei de um percurso que por certo ainda tem muito para ser realizado, aprendi também a dar valor aos esforços baldados e aos erros cometidos, pois pude compreender, com Wittgenstein, que nenhuma verdade parece poder ser considerada como seguramente estabelecida se não resultar da eliminação e correção persistentes de erros.

2 As formigas especialmente consideradas neste estudo

A maior parte das observações que relatarei nesta obra diz respeito a formigas da espécie *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr, e o local em que mais comumente as observei foi algum ambiente doméstico (quintal, jardim, cozinha.) ou algum terreno baldio onde as encontrei vivendo espontaneamente e prosperando na cidade de São Paulo, onde eu residia e ainda resido. A preferência por lidar com essa espécie de formigas foi determinada por algumas razões: tratava-se da mesma espécie onde os fenômenos a estudar se me haviam primeiramente manifestado e também por ser mais disponível e mais fácil de mobilizar do que as demais às quais eu poderia ter acesso, além de parecer-me mais plásticas.

Observei, também, formigas de outras espécies, nos mesmos ou em diferentes ambientes, e as referirei oportunamente. No entanto, dentre as espécies que observei, *Paratrechina fulva* tornar-se-ia a minha preferida por sua vivacidade, plasticidade e fácil mobilização por meio de algum alimento usado como chamariz.

Suas operárias têm pernas e antenas muito compridas para um tronco um tanto atarracado e curto (Cf. Figura 1) Elas têm cerca de dois e meio milímetros de comprimento. Sua cor é marrom alourado, próxima ao mel ou à cor dos leões (são *fulvas*, como o nome o diz). Depois de se alimentarem, aparentam um tamanho consideravelmente acrescido por causa do abdome dilatado, que se mostra, então, algo transparente, com anéis marrons e amarelados alternados, quando visto contra a luz. Eis, em tradução, o que escreveu a seu respeito a taxônoma Marion R. Smith, do Ramo de Pesquisa de Introdução de Parasitas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em carta datada de 4 de janeiro de 1961, na qual relatava o resultado da primeira determinação dos exemplares dessa espécie que, através do Professor Charles D. Michener, lhe enviei, com pedido de identificação, quando eu ainda cursava algumas disciplinas de pós-graduação em Psicologia Experimental na Universidade de Kansas:

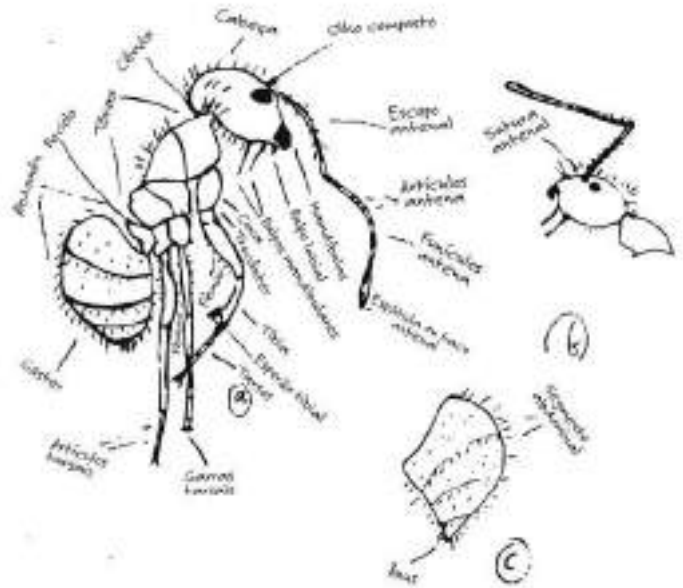


Figura 1: Morfologia externa de operária de *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr desenhada pelo autor.

Legenda:
a) em vista lateral; b) cabeça e protórax; c) gáster, em vista lateral.

"*Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr, uma das espécies maiores e mais comuns do subgênero. A espécie tem sido assinalada desde a Argentina até os Estados Unidos e as Índias Ocidentais. Algumas das áreas ocupadas pelas formigas são devidas à introdução. Como outros membros do subgênero, fulva é grande apreciadora de exsudados adocicados de plantas e pode ser encontrada cuidando de afídeos e outros insetos que excretam fluidos adocicados de plantas ("honeydew"). Ela é uma praga doméstica, com operárias que mostram uma decidida preferência por doces."

Nas habitações humanas, tenho visto ninhos de *Paratrechina fulva* em fendas e cavidades de pisos e paredes e em frestas junto a batentes. Por vezes os ninhos permanecem apenas temporariamente nesses locais – de semanas a poucos meses. Em terrenos baldios, especialmente naqueles em que é jogado lixo doméstico, encontro as colônias dessa formiga, às vezes com a presença de formas aladas sempre de um único sexo – só machos ou só fêmeas – sob pedras, sob folhas-de-flandres, sob lâminas de plástico, papelão ou couro, sob tijolos, ladrilhos e até no interior de maços de jornais já velhos e de folhas grudadas, os quais são roídos e perfurados pelas operárias quando lhes servem de ninho.

Tenho observado que as colônias de *P. fulva* são, no geral, de um número pequeno ou moderado de formigas – de algumas dezenas ou centenas -– e, frequentemente, têm mais de uma rainha. Tais características se destacam, segundo Holdöbler e Wilson (1990), entre espécies oportunistas, assim chamadas as espécies que, como *Paratrechina longicornis*, nas Índias Ocidentais, costumam estar entre as primeiras a localizar alguma fonte de provisão e a recrutar rapidamente companheiras para ela, mas que abandonam a fonte com a chegada de rivais mais agressivas. Também tem-se notado que as formigas desse gênero tendem a ser um tanto andarilhas, raramente permanecendo por longas ocasiões num mesmo ninho, cuja acomodação é, como apontei acima para *P. fulva*, feita de forma oportunista em locais que já oferecem algum abrigo natural contra as intempéries.

Em certos países sul-americanos de língua espanhola, como a Colômbia, *P. fulva* e outras espécies de *Paratrechina* são popularmente chamadas *hormigas locas*, pelo costume de saírem correndo de repente sem rumo definido. Atualmente tal qualificativo parece ter sido adotado por outros países, inclusive os Estados Unidos. Trata-se, em minha opinião, de denominação pouco justa, de um ponto de vista etológico e psicológico,

pelas conotações indevidas que traz, como minhas observações mostrarão. Acredito que o costume citado como motivo para o nome tem alguma explicação mais aceitável que uma razão de temperamento: por exemplo, o fato de apresentarem a corrida citada sobretudo em algum piso sobreaquecido, como forma de manter os tarsos o maior tempo possível fora de contato com o piso e, assim, relativamente livres de queimadura, enquanto exploram, muito motivadas, algum local onde foi achado ou comunicado um atrativo. Em São Paulo, cujo clima é sabidamente frio a maior parte do ano, poucas vezes presenciei correrias aparentemente imotivadas por parte de *P. fulva*.

A seguir, trato ainda de alguns pontos relacionados à formulação das questões inicialmente levantadas, do caminho de pesquisa escolhido, do método de observação e registro e dos critérios de avaliação utilizados; dos pontos de vista e opiniões vigentes sobre o assunto no momento em que minha própria investigação foi iniciada, de uma caracterização mais acurada dos fenômenos de comportamento cuja natureza e causação se procurará, nesta investigação, determinar, antes de passar a expor mais sistematicamente os resultados da pesquisa realizada. Essa pesquisa, conforme já foi mencionado, tem um cunho grandemente psicológico que será, certamente, motivo de estranheza por parte da maioria dos pesquisadores biologicamente orientados que se dedicam contemporaneamente a estudos mirmecológicos, e o será, talvez, até por parte de psicólogos, mesmo os que lidam com animais. Por esse motivo, voltarei mais adiante ao assunto para explicar por que, em minha opinião, isso acontece. Ver-se-á que há uma razão histórica, ligada a vicissitudes no desenvolvimento dessas ciências, mas não uma razão lógica ou de natureza, quer da espécie animal estudada, quer dessas ciências, para que isso aconteça. E ver-se-á, espero, como a investigação aqui relatada eventualmente possibilitará a ambas as ciências perceberem a forma pela qual poderiam livrar-se de algumas limitações que, inadvertidamente, vieram a adquirir em sua ainda breve história.

3 Uma referência obrigatória – a interpretação correntemente dominante, a que objeciono, do comportamento dito de alarme

Antes de iniciar a exposição de minha investigação, apresentarei um esboço dos desenvolvimentos ocorridos nos estudos do fenômeno em epígrafe que embasaram a interpretação praticamente consensual que dele veio a fazer a comunidade científica internacional. Essa interpretação, incontestavelmente, inspira e orienta a maioria das pesquisas mirmecológicas

atualmente existentes ou em andamento. Faço-o porque, como o leitor verá, acabei tomando, em minha investigação, uma orientação independente e porque, em minhas observações e argumentos, terei frequentemente de levar em conta essa interpretação e indicar quando, apreciada à luz de meus achados, ela me parece insuficiente e necessitada de complementação ou, mesmo, equivocada.

No ano em que iniciei minha investigação – 1960 – talvez fosse ainda difícil prever que o fenômeno que despertara meu interesse pelas formigas e que se tornaria conhecido na literatura mirmecológica como "reações de alarme" de formigas, viria a ser, especialmente a partir da década então iniciada, considerado pelos pesquisadores – etólogos, biólogos e zoólogos – como "incontestavelmente" provocado, de um modo automático, por certos produtos hormonais lançados pelas formigas no exterior. Tais produtos teriam como uma de suas principais funções, inatamente determinadas, a comunicação social.

O fato é que, como é geralmente sabido (cf. Dumpert, 1981, p. 64 e seguintes), já na década de 1950 alguns autores – como Schneirla, Goetsch, Le Masne e Stumper – suspeitaram, com base na descoberta de uma série de glândulas exócrinas nas formigas, que a comunicação química poderia ser ainda mais importante entre esses insetos do que a que seria permitida pelos sinais tácteis e sonoros (toques antenais, tateamento tarsal, golpeamento e mordiscamento com as mandíbulas, estridulações, etc.) até então alegados por autores mais antigos (como, por exemplo, Wasmann e Forel) como podendo ter função comunicativa. Essas suspeitas ter-se-iam verificado corretas, segundo os estudiosos. Efetivamente, pouco depois numerosas investigações analisavam quimicamente diversos produtos glandulares exócrinos e testavam seus efeitos, não só em formigas mas também em outros insetos.

Karlson e Lüscher (1959) propuseram denominar "feromônios" essas secreções exócrinas utilizadas por insetos e outros animais na comunicação entre indivíduos, em substituição à denominação anterior "ectohormônios", dada por Bethe em 1932 a substâncias cuja descoberta e definição original havia sido obra de Starling. Os autores distinguiram os feromônios conforme sua recepção fosse oral ou olfativa, e Wilson e Bossert (1963) os classificaram, por seus efeitos, em "liberadores" ("releasers") e "primordiais" ("primers"). Os feromônios liberadores são, geralmente, os recebidos olfativamente, e abrangem os sinais químicos cujas ações compreendem "as clássicas respostas a estímulos mediadas inteira-

mente pelo sistema nervoso central". Já os feromônios primordiais (ou, também, "impelidores" ou "preparadores") são, geralmente, os recebidos oralmente, e provocam alterações fisiológicas nos sistemas endócrino e reprodutivo do animal receptor. Neste caso, o organismo é verdadeiramente levado a uma nova atividade biológica, respondendo posteriormente com um repertório de comportamento modificado quando confrontado com os estímulos apropriados.

De acordo com Hölldobler e Wilson (1990), os pesquisadores reconheceriam 12 funções amplas servidas pelos sinais de comunicação de qualquer espécie e pelos sinais químicos em particular. São elas as funções de alarme, atração simples, recrutamento, prestação de cuidados corporais ("grooming"), trofalaxia, troca de alimento sólido, reconhecimento de companheiras de ninho e discriminação de casta, de feridos ou de mortos, indução ou inibição do desenvolvimento de indivíduos em uma dada casta, controle de fêmeas reprodutivas, marcação de território, extensão doméstica ou arredores do ninho, e, por último, comunicação sexual, que inclui reconhecimento da espécie e do sexo, sincronização da atividade sexual e exame durante competição sexual. Na opinião desses autores, entre 10 a 20 sinais comunicativos, a maior parte deles químicos, são responsáveis pela organização social das colônias de formigas em geral.

Os fenômenos que atraíram minha atenção inicial para as formigas estão incluídos na primeira função mencionada na lista acima e são tecnicamente conhecidos, conforme mencionado, pelo nome de "reações de alarme". Tal comportamento, porém, segundo Hölldobler e Wilson (1990, p. 260 e seguintes), é o mais difícil de caracterizar, já que os estudiosos têm abrangido sob essa designação todas as respostas relacionadas com o perigo. Segundo eles, em expressão lato, as formigas são ditas em um estado de alarme quando se afastam de um estímulo potencialmente perigoso, quer calmamente, quer em pânico, ou quando investem contra ele agressivamente ou simplesmente quando volteiam pelos arredores em um estado de alerta aumentado.

Outra dificuldade de caracterização, segundo esses autores, advém do fato de que esse comportamento mistura-se frequentemente com outros, como recrutamento para a defesa. A esse quadro, Dumpert (1981, cap. 5) ajunta uma variedade de manifestações diferentes, conforme as espécies, que incluem o recrutamento das operárias maiores ou "soldados" para a inspeção e ataque ao estímulo estranho e, diversamente, a fuga das operárias menores, em certas espécies polimorfas; ataque recíproco das operárias, seguido de

desvencilhamento após um presumível reconhecimento, em outras espécies, ou o "fingir-se de mortas", noutras espécies ainda.

No ano em que Dumpert publicou seu livro – 1978 – apenas um por cento das espécies conhecidas teria sido investigada quanto ao comportamento de alarme, e já era enorme e confusa a quantidade de padrões apresentados. Talvez tenha sido isso o que levou esse autor a dizer (Op. cit., p. 65), então, que estávamos, provavelmente, apenas nos estágios iniciais de uma investigação cuja extensão e significação ainda não podiam ser percebidas em pormenor.

No entanto, Hölldobler e Wilson, na obra citada, embora admitindo, como já indiquei, a dificuldade de caracterizar precisamente o comportamento de alarme, advertiam que cada espécie tem um comportamento de alarme característico que pode, sob inspeção apropriada, ser estabelecido com precisão sem necessidade de se levar em conta outras espécies.

Eles acrescentavam que, quer ajuntado com recrutamento, quer não, o comportamento de alarme podia ser convenientemente classificado em uma de duas categorias amplas, de acordo com proposição de Wilson e Regnier feita em publicação de 1971: o *alarme agressivo* e *o alarme de pânico*. No alarme agressivo, alguns membros da colônia – geralmente as operárias maiores, ou "soldados" – são atraídos pelo estímulo ameaçador e o atacam. No *alarme de pânico*, a colônia como um todo foge do estímulo, ou precipita-se em volta em padrões erráticos.

Os fenômenos de comportamento que observei diante de companheiras esmagadas sobre uma trilha e que me fizeram interessar-me por estudar as formigas pertencem, em sua maioria, indubitavelmente, à última categoria mencionada. Dada a denominação – "alarme de pânico" – utilizada por Hölldobler e Wilson para designá-los, não seria impossível que esses autores os pudessem considerar, como eu suspeitei desde o início, como tendo natureza emocional. Contudo, claramente, e nisso acompanhados, ao que me parece, pela totalidade dos demais investigadores biologicamente orientados do fenômeno, certamente não considerariam que se trate de um comportamento psicologicamente determinado, mas de um comportamento filogeneticamente pré-programado, disparado, automaticamente, e fora de qualquer dúvida, por feromônios de alarme. Tais substâncias – às vezes combinadas, às vezes isoladas, às vezes em misturas variáveis de espécie para espécie, de colônia para colônia ou, até, de indivíduo para indivíduo – teriam sido encontradas, segundo os autores mencionados, em

todas as espécies de formigas até aqui estudadas, e suas composições frequentemente caracterizariam relações filogenéticas. As glândulas exócrinas que têm sido identificadas mais comumente na sua produção têm sido as glândulas mandibulares, a glândula pigidial, a de Dufour e a de veneno.

Ignoro que secreções seriam consideradas feromônios de alarme em *Paratrechina fulva*, mas, a julgar por achados com formas aparentadas, deveriam envolver undecano ou algum terpenóide em sua composição e, provavelmente, seriam vertidas no exterior pelas glândulas mandibulares e, talvez, também pela glândula pigidial. Tais secreções seriam lançadas no meio exterior pelas formigas vivas em resposta ao encontro de algum objeto estranho ou sinal de perigo – como uma formiga rival – em seu ambiente, ou, como seria o caso presumivelmente em minha investigação, pela ação do esmagamento. Contudo, devo dizer que jamais vi nenhuma operária efetuar algum comportamento, como rebaixar sua parte ventral ou esfregar alguma parte do corpo com glândulas abertas para o exterior sobre o substrato diante do encontro de companheiras esmagadas ou seus resíduos.

4 Uma nota acerca de algumas peculiaridades da investigação relatada neste capítulo

Dada a disseminação e prevalência atual da abordagem do comportamento de alarme em formigas como reação a feromônios, julgo conveniente, antes de passar a expor, nesta primeira parte do livro, os resultados de minha própria investigação, e tendo em vista prevenir incompreensões e objeções indevidas, advertir o leitor quanto a algumas peculiaridades tanto da abordagem nela adotada quanto da variedade e amplitude de fenômenos por ela abrangidos.

Preliminarmente, devo enfatizar que, quando, nesta investigação, esmaguei formigas sobre a trilha ou ao seu lado, ou em qualquer circunstância, *não o fiz como um meio de obter feromônios de alarme.* Admitidamente, se tais substâncias de alarme são efetivamente reais, haveria meios mais precisos e eficientes de obtê-las. Diversamente, eu o fiz com o fim de avaliar o que as companheiras esmagadas significariam para as formigas vivas e como se compariam, por seus efeitos, com outras intervenções praticadas sobre uma trilha ou em um ambiente de comportamento preexistente. E o fiz tendo em vista não só replicar a observação inicial que causou meu interesse por formigas, como também o fato de que tal acontecimento deve

ser relativamente comum no meio natural, como, por exemplo, quando um animal de grande porte pisoteia a trilha.

Essas intenções bastam para dar à minha investigação uma amplitude maior que a da pesquisa da ação dos feromônios de alarme, pesquisa essa que, ao que eu saiba, não abrangeu, em seus estudos, o papel exercido sobre o comportamento de alarme pelos fatores da situação de comportamento e do comportamento que já existiam antes que qualquer alteração fosse neles praticada. Esse papel, como se verá, é da maior importância.

Suponho que muitos leitores enfronhados na literatura mirmecológica existente poderiam considerar uma grande deficiência de meu procedimento não ter realizado uma identificação das substâncias geralmente listadas como passíveis de atuar como feromônios de alarme em cada caso em que empreguei formigas esmagadas. No entanto, devo dizer que, ainda que todos os pesquisadores do comportamento de alarme, sem exceção, só tivessem até aqui trabalhado com feromônios e sempre o houvessem feito utilizando extratos precisamente analisados quimicamente e com seus componentes rigorosamente identificados, sintetizados e empregados em quantidades e condições minuciosamente especificadas, não vejo por que isso constituiria razão para que eu também devesse fazê-lo. Ao contrário, tal fato representaria, antes, um bom motivo para não o fazer, e fazer, em seu lugar, outras coisas que ainda não haviam sido feitas. De qualquer forma, julgo ser meu direito vir a ser julgado, no presente trabalho, mais pelo que fiz do que pelo que deixei de fazer, que certamente é infinito e inclui tanto coisas sensatas, como teria sido realizar registros cinematográficos – no tempo nada fáceis de executar nem monetariamente acessíveis – ou procurar dotar as formigas de marcas individuais indeléveis e reconhecíveis, quanto coisas insensatas, como seria tentar fritar bolinhos em geladeira ou voar abanando as próprias orelhas.

Sendo assim, como não me preocupei, em minhas observações, pelas razões que mencionei, em isolar, analisar, sintetizar e empregar substâncias geralmente tidas como feromônios de alarme, não posso, evidentemente, a não ser com base em dedução e inferência, afirmar ou negar que os efeitos do esmagamento de companheiras encontrados nessas observações se deviam, ao menos em parte, à liberação, pelos corpos esmagados, de tais substâncias. No entanto, acredito que posso, com certeza, acrescentar aos achados dos estudiosos dos feromônios alguns outros determinantes do comportamento de alarme de capital importância de que esses estudiosos não parecem ter-se

ocupado. Terei, ainda, que apontar que esses outros determinantes provavelmente exerceriam sobre os produtos hormonais considerados, ali onde os mencionados pesquisadores supusessem ou até mesmo efetivamente demonstrassem que eles estariam presentes e atuantes, importantes e insuspeitados efeitos moduladores. De modo geral quero deixar explicitado ao leitor que, de acordo com meus achados sobre o comportamento de *Paratrechina fulva*, os feromônios de alarme não são necessários e por vezes não são suficientes para provocar comportamento de alarme.

5 O início da pesquisa. Primeiras questões e observações e seu papel no rumo posterior da investigação

Conforme já mencionado, mantive, durante anos, na memória, a intrigante observação a respeito do comportamento perturbado das formigas de uma trilha diante dos vestígios de corpos esmagados de companheiras. E a razão por que o fazia era que a observação em causa espicaçava minha curiosidade acerca da verdadeira natureza dos fenômenos observados. Seriam eles, como pareciam, realmente emocionais? A emoção, ao que tudo indicava, constituía um fenômeno psicológico bastante complexo para existir em criaturas ao parecer tão insignificantes como eram esses insetos, e, sendo assim, essa possibilidade aumentava em muito a minha curiosidade.

Faltavam-me, na época, tanto o vagar necessário (eu trabalhava de dia e cursava a faculdade em período noturno) quanto uma razão de ordem prática, capazes de levar-me a tentar satisfazer essa curiosidade.

Passados alguns anos, porém, já trabalhando como Professor Assistente da Cadeira de Psicologia da referida Faculdade, a oportunidade de fazê-lo, enfim, surgiria. Como pausa e descanso num fastidioso trabalho de elaboração de uma tese de doutorado sobre os conceitos psicológicos de "motivo" e "motivação" a que eu me havia proposto e que pouco avançava, resolvi espairecer no quintal de minha casa e, deparando com uma trilha de formigas – a julgar, da mesma espécie das do encontro inicial – resolvi repetir a observação do passado.

O reencontro magnetizou-me a tal ponto que transformou em degredo voltar a trabalhar no tema anteriormente definido para a tese. Desde então – era o dia 17 de junho de 1960 – meu coração e meu pensamento, mesmo sem eu o querer, dirigiam-se às formigas. Pelo fato de nossos encontros serem, inicialmente, clandestinos – eu ainda não tivera coragem de

confessar à catedrática orientadora de minha tese minha esdrúxula forma de gazetear meus deveres – eles tinham um ar de pecaminosos, mas eu não podia desviar os olhos e o pensamento do que via como alguém que, espiando de repente por uma janela, deparasse com uma intrigante cena de mistério.

Consegui, depois de relatar algumas de minhas observações à minha Chefe, mais facilmente do que esperava e até com algum estímulo de sua parte, o consentimento que desejava para mudar meu tema de pesquisa. Entreguei-me com entusiasmo à investigação, apesar do pouco tempo disponível, e a realizava sem sentir esforço. Na presença das formigas, as horas voavam, meu coração batia mais rápido quando as observava, e foi com pesar que, apenas dois meses depois de começar a estudá-las, e já com um caderno com muitas observações, perguntas e hipóteses, tive de interromper a pesquisa por cerca de um ano. É que tive de ir cursar disciplinas de pós-graduação em Psicologia Experimental nos Estados Unidos para, em minha volta, encarregar-me do ensino prático dessa disciplina recém-criada em minha Faculdade. E foi com ansiedade e prazer que, em meu regresso, retomei essa pesquisa.

Retornando ao princípio: iniciei minha pesquisa precisamente a 17 de junho de 1960, tentando replicar a observação que me levara, oito anos antes, a cogitar da existência de fenômenos emocionais em formigas. Meu intuito, então, era ver se confirmava as impressões obtidas naquela oportunidade. No presente tópico permitir-me-ei citar trechos dessas notas pela importância que me parecem ter tido em orientar o solitário curso que tomaria minha investigação.

O leitor não deixará de notar, por certo, com que ingenuidade e até despreparo mirmecológico iniciei minha investigação. No entanto, isso não me parece, hoje, ter sido apenas uma desvantagem, já que a falta de conhecimento sobre o assunto me livrava de abordá-lo de pontos de vista já firmados e obrigava-me a formar minhas opiniões a partir do exame mesmo dos fatos. De outro lado, o texto revela também, segundo creio, por certos aspectos, uma perspicácia e precisão talvez até surpreendentes para um principiante. Afinal, quem imaginaria que pudesse irromper do ovo de um filósofo recém-formado, na primeira trinca surgida em sua casca, um etólogo, não digo maduro, mas, pelo menos, já um tanto emplumado?

Minhas primeiras notas rezavam o seguinte:

> *Formigas: um experimento sobre comportamento emocional e inteligente, e sobre orientação nas ...*

Fiz agora uma verificação, mas é necessário controlar melhor os fatos, fazendo uma lista de questões específicas, anotando os resultados, etc. Havia uma trilha desse tipo de formigas miúdas (marrom escuras) junto a uma parede, mas no chão cimentado; depois, a trilha seguia verticalmente por uma parede. Esmaguei, nesta, duas formigas e pus-me a observar o que após ocorria com as demais.

No geral, mesmo a uma distância de 20 cm das formigas mortas, as formigas estacavam, pareciam agitadas, de movimentos algo duros ou retesados, e algumas caíam ao solo. Outras retornavam em relativamente grande velocidade para o local de onde tinham vindo. Outras ainda, após o comportamento "agitado", contornavam o "obstáculo", ou tentavam fazer o "détour" [desvio], geralmente ou na maioria das vezes sem o conseguir: um "bom" erro, pois realmente não tentavam a esmo, mas nitidamente faziam um trajeto curvo em relação ao "obstáculo", só que às vezes acabavam retornando a um ponto aquém deste, ainda, e novo 'détour' aparentemente era tentado. Aparentemente, porque poderia ser que a formiga apenas explorasse os arredores, como quando alguém destrói parte de seu formigueiro.

Mais adiante, sobre o chão e junto à parede, esmaguei outras duas formigas: o comportamento das restantes era similar ao já descrito – ora o 'détour', quando ocorria, era pela parede vertical, ora pelo chão. Algumas, após deixar a trilha, pareciam incapazes de reencontrá-la, e vagavam, aparentemente à sua busca, de um lado para outro.

Cumpre salientar que, nas duas situações, as primeiras a passarem ou a retornarem do 'obstáculo' tocavam-se com as demais, e, dentre estas, no caminho, algumas retornavam, outras aparentemente ficavam agitadas, e outras prosseguiam após ligeira pausa seu caminho para o 'obstáculo'. O número de formigas na trilha, daí a momentos, parecia muito menor, como se uma comunicação ocorrera, mas não tenho certeza, por não ter suficientemente observado a trilha.

Tenho notado que as várias formigas, quando nas trilhas, seguem todos os pequenos acidentes desta, sem encurtar caminhos ((as formigas são cegas, parece-me))[5]; aparentemente, o que as orienta para um dado alimento é o cheiro, ao qual devem ser bastante sensíveis; além disso, sua trilha deve constituir uma verdadeira estrada olfativa, o cheiro das formigas, não só a limpeza do caminho ((por exemplo, a trilha num cimentado)) orientando-as no caminho a seguir. Uma vez perdida a trilha, parece ser-lhes difícil reencontrá-la.

Tendo confirmado tanto a existência dos fenômenos que haviam, vários anos antes, despertado meu interesse por formigas, quanto a impressão que, naquela ocasião, haviam ocasionado, formulei, então, a primeira

[5] Impressão errônea e logo desmentida. Devo assinalar que, quando, como nestas notas, um trecho vem escrito entre dois parênteses, trata-se de uma afirmação ainda não aceita plenamente e a ser mais bem pensada antes de ser realmente admitida.

questão – na verdade, uma série de questões relacionadas – a ser respondida. Eis como o fiz:

> *Para verificar se a 'reação emocional' citada acima era realmente emocional e revelava realmente perturbação ou pavor ante cheiro de formiga destroçada, ou se era apenas reação a obstáculo no caminho, interferência na orientação, ou o que mais, ou mesmo reação emocional a algo novo (certamente o cheiro, porque modificavam o seu comportamento a uma longa distância, relativamente, do 'obstáculo'), coloquei um pedaço de algodão embebido em querosene sobre a trilha, no chão, junto à parede.*

Há, certamente, muita ingenuidade nesse enfoque inicial, pois, naturalmente, seria preciso já saber em que a emoção consistia para poder determinar um teste capaz de indicar sua presença. A questão lembra-me o famoso trecho do "*Menon*", de Platão, em que o filósofo procurava responder à objeção sofista à possibilidade de se obter conhecimento verdadeiro. Argumentava o sofista que, se os filósofos estavam em busca da verdade é porque não a conheciam. Se assim era, como iriam reconhecê-la no caso de a encontrarem?

Acompanho Platão ao crer que não há outra possibilidade de enfrentar o argumento senão admitindo que a gente já conhece a verdade implícita em um dado conceito, só não lembra ou figura bem em que consiste, e que não há outra maneira de encontrá-la senão examinar sistemática e cuidadosamente nossas reminiscências a ele relacionadas. As descobertas que fizermos – as implicações que viermos a tirar dessas reminiscências e que viermos a comprovar, no sentido de verificar que concordam ou que se harmonizam com o conjunto de nossa experiência – servirão de respaldo à teoria adotada.

Certamente eu tinha, na ocasião, alguma intuição a orientar minha busca, mas é difícil, depois de cerca de seis décadas transcorridas, e na ausência de registros pertinentes, expressar exatamente em que consistia. Parece-me que, julgando a emoção um fenômeno psicológico complexo em que a memória do passado é de alguma forma utilizada para conferir significação a acontecimentos presentes e projetar o futuro imediato, intrigava-me saber se algo do gênero poderia estar envolvido no comportamento catastrófico que eu havia presenciado em formigas. Talvez a companheira esmagada fosse uma alteração do ambiente prévio das formigas de alguma forma mais capacitada para provocar um comportamento emocional, desorganizado, do que o seria algum objeto menos socialmente relevante e menos conectado com a vida

habitual desses insetos, daí pensar em comparar o efeito que teriam sobre as formigas de uma trilha diferentes formas de intervenção. A referência, nestas notas iniciais, a "algo novo" parecia dever-se a uma impressão – que se revelaria acertada – de que, estando as formigas a caminhar repetidamente pela trilha, se tornariam, quem sabe, afeitas ao caminho e/ou acostumadas às suas peculiaridades, aos seus acidentes e aos seus arredores, e o revelariam mostrando estranheza a qualquer coisa diferente da habitual que nele surgisse – o que quer que tais termos ("tornarem-se afeitas ou acostumadas" e "mostrar estranheza") efetivamente significassem. Quanto ao fato de se perturbarem, indicaria – acredito que eu pudesse achar – que, tendo uma natureza tímida ou medrosa, não só estranhariam algo inabitual como teriam uma atitude de receio e cautela diante dele.

Haveria um começo melhor? Certamente sim, provavelmente me responderiam os adeptos da explicação do dramático comportamento em questão como reação automática, pré-programada, a feromônios de alarme. Esse começo deveria ser procurar identificar quimicamente a composição das substâncias liberadas na trilha pelo ato de esmagamento e testá-las quanto a seu efeito sobre as formigas. Eu mesmo fui tentado a percorrer esse outro caminho, e comecei, até, num dado momento, a fazê-lo, como indicarei mais adiante, quando esmaguei diferentes partes anatômicas de formigas sobre uma trilha para ver se alguma dentre elas era mais eficiente em produzir modificações acentuadas de comportamento, mas logo preferi tomar outro rumo que minhas primeiras observações apontavam. Seja como for, não me parece que alguém precise da aprovação prévia de alguma autoridade para enveredar, num terreno desconhecido – pelo menos era esse o caso para mim – pelo caminho que lhe aprouver. Se alguém objetar a um pescador que ele erra ao lançar sua rede de pesca num trecho ignorado ou ainda não testado de um rio, que melhor resposta pode este dar-lhe para justificar sua escolha do que mostrar o que colhe em sua rede?

O que verifiquei diante da mecha de algodão com querosene colocada sobre a trilha foi assim descrito:

> *Nesse caso, as formigas chegaram, em geral, a uma distância bem mais curta do 'obstáculo' do que no caso mais acima* [isto é, o caso das companheiras esmagadas*], e manifestavam menor agitação, tremor e fuga desabalada. Muitas retornavam, outras "tentavam" o "détour", mas, como no caso acima, mais frequentemente sem sucesso; algumas, nisso, desorientavam-se, ou, então, estavam [ficavam] 'à busca de algo estranho', ou 'explorando'. Os mesmos toques entre formigas se notavam, aliás, como habitualmente,*

> *em qualquer situação, mas não havia, no geral, retorno das formigas novas* [melhor: recém-chegadas].
>
> *Após, coloquei um pedaço de algodão, sem querosene, no caminho. As formigas agora chegavam mais próximas, e denotavam o mesmo, mais brandamente que no caso anterior. Em nenhum caso elas passaram por sobre o obstáculo, mas isso pode ser devido ao embaraço dos fiapos de algodão aos seus movimentos (Difícil admiti-lo, porque nem sequer entraram em contato com o algodão para primeiro experimentar esse embaraço). Quando "encurraladas" entre dois pedaços de algodão, em geral iam das proximidades de um às de outro, ou tentavam 'détours'. Quando pus a cigarreira de couro, chegavam a tocá-la; algumas retornavam, outras tentavam o 'détour', outras, após algum tempo, procuravam passar por sob ela.*
>
> *Se bem que seja arriscado falar em inteligência em formigas, acho que um comportamento a revela: pelo menos, há 'détour'; interessante é que não verifiquei nada que pudesse ser tido como 'ensaio-e-erro', nessa situação; pode ser que contornassem o obstáculo sem raciocínio, ou levadas por uma pura mudança na estimulação, evitando o cheiro (quando havia; mas, no caso do algodão neutro, também apresentavam 'détour').*[6]

Parece-me que, julgando, talvez, natural encontrar perturbações como as encontradas diante de objetos tão relativamente volumosos e peluginosos – logo, em si mesmo embaraçantes – como eram as mechas que havia empregado, decidi, no dia seguinte, ver como seria o comportamento das formigas diante de objetos menos intrusivos e que, por seu tamanho, mesmo quando atravessados na trilha, não se diriam constituir, materialmente, obstáculos verdadeiros à marcha das formigas. Para este fim coloquei, primeiro, transversalmente a uma trilha formada em um piso cimentado ao longo de aresta por este formada com uma parede de alvenaria, um palito de fósforos cuja cabeça removi.

O comportamento exibido pelas formigas neste caso era também, evidentemente, perturbado. Tipicamente, elas chegavam até junto ao palito e, a pequena distância dele, hesitavam um pouco – ou seja, oscilavam para a esquerda e a direita – e, em seguida, correndo, ou retornavam, ou passavam por sobre ele, ou se desviavam por um trecho do terreno, antes de reentrar na trilha. Algumas dentre elas passaram, após breve hesitação e evidentemente apressadas, por sob o palito, por uma depressão do terreno que eu não havia notado ao largar ali o objeto, um comportamento que parecia indicar claramente a verdadeira compulsão que algumas formigas

[6] Logo eu perceberia que a ausência de cheiro para mim não significava o mesmo para as formigas.

exibem quanto a não deixar o rastro olfativo constitutivo do caminho coletivo, uma compulsão que já havia sido demonstrada diante da cigarreira de couro depositada sobre a trilha.

Por causa da depressão, pus o palito atravessado na trilha em outro trecho dela, anotando o comportamento das formigas minuto a minuto por 16 min. O comportamento observado foi basicamente o mesmo, exceto que, com o passar do tempo, o valor aparente de obstáculo dissuasor do comportamento possuído pelo palito parecia reduzir-se progressivamente. Trinta e nove formigas foram observadas nesse período. Dezesseis delas retornaram, doze passaram por sobre o objeto e uma – que encontrou um pequenino vão subjacente – passou por sob ele. Duas formigas desviaram-se, em marcha progressiva, do palito: uma pela parede e outra pelo piso. As quatro formigas restantes efetuaram desvios falhos, isto é, tentativas aparentes de contornar o objeto, duas pela parede e duas pelo piso, mas com reentrada na trilha antes de ultrapassado o "obstáculo". Não foi registrado o que fizeram posteriormente.

Em seguida, o mesmo palito foi embebido em querosene e reposto sobre a trilha, transversalmente a ela, e o comportamento das formigas foi observado por mais 12 min.

Desta feita, o valor de "obstáculo modificador aparente de comportamentos" do palito dir-se-ia nitidamente acentuado. Nenhuma formiga passou sobre o objeto mesmo. A grande maioria, ao chegar entre 0,5 e 5 cm da alteração, retornava. De nove desvios intentados, seis revelaram-se mal-sucedidos. No geral, em meus registros, geralmente eu procurava anotar apenas o comportamento das formigas em sua primeira abordagem da região do ambiente alterada. Neste caso, porém, anotei que o registro foi muito falho: geralmente eram as mesmas que iam e voltavam dentro de um espaço de 15 a 20 cm e que, não conseguindo passar, intentavam desvios até que finalmente obtivessem êxito em superar o "obstáculo".

As conclusões a tirar dessas observações iniciais parecem claras. A primeira delas é que o chamado *comportamento de alarme* das formigas pode ser provocado pela colocação de objetos que não companheiras esmagadas sobre a trilha e, logo, não são necessários feromônios de alarme para provocar tal comportamento, ao menos em seu início. Esse fato, aliás, já é conhecido dos mirmecólogos. Efetivamente, eles frequentemente mencionam que os feromônios de alarme são geralmente lançados na trilha apenas depois que alguma formiga depara com alguma anormalidade

importante no caminho – por exemplo, uma formiga inimiga. Se é assim, a liberação de feromônios de alarme por parte das formigas pode ser ela própria uma instância de comportamento alarmado, e só não é investigada por esses pesquisadores, parece-me, porque o interesse principal deles está no fenômeno da comunicação, de que a liberação em causa constituiria um instrumento.

A segunda conclusão é que a companheira esmagada, embora não fosse a única causa do comportamento de alarme, verificava-se, no entanto, dentre as alterações experimentais até então por mim utilizadas em conexão com uma trilha, a de maior eficácia, no sentido de ser a que produzia um comportamento com mais nítido caráter de pânico e que representava maior desorganização da trilha. Manter-se-ia essa conclusão no caso em que se utilizassem outras formas de alteração experimental e outras circunstâncias para observação? Se sim, seria essa maior dramaticidade das modificações de comportamento encontradas devida a alguma propriedade ou substância privativa da espécie de formigas esmagadas? Ou seria ela encontrada para qualquer espécie de formigas? De outro lado, como se compariam *P. fulva* e outras espécies de formigas no comportamento em questão? Não seria a formiga da espécie, esmagada, uma alteração experimental especial por estar a companheira normal envolvida em inúmeras atividades sociais da colônia?

6 O método de observação e registro utilizado

Para observar e registrar o comportamento das formigas em uma trilha eu adotava geralmente o seguinte procedimento. Munido de caderno, caneta, lápis e cronômetro, sentava-me a uma cadeira ou mesmo no piso, a uma distância conveniente da trilha, tomando cuidado para não afetá-la com minha respiração. Em seguida, escolhia um *espaço de observação:* uma região da trilha selecionada previamente para ser especialmente coberta pela observação, dada a impossibilidade de abranger toda a extensão da trilha, ao efetuar o registro sistemático dos comportamentos que viessem a ocorrer. Geralmente era um trecho da trilha delimitado por alguns acidentes naturais do substrato (por exemplo, saliências, manchas ou depressões de uma parede ou piso sobre que se estendia a trilha) ou por meio de traços feitos a lápis. Embora, para os registros, eu concentrasse minha atenção sobretudo nos eventos que ocorressem no espaço de obser-

vação, procurava, quando possível, abranger também o que de diferente da fase de controle ocorresse fora dessa região.

No geral, cada sessão de observação compreendia duas fases distintas e sucessivas divididas em um número de períodos unitários (geralmente, minutos ou meios minutos): uma *fase de controle,* ou sem qualquer intervenção por parte do observador, e uma *fase experimental,* caracterizada pela prática intencional de alguma intervenção (por exemplo, o esmagamento de uma formiga, a colocação de um objeto, a passagem de um dedo no substrato transversalmente à trilha, etc.) num ponto ou região no meio do espaço de observação. A intervenção era denominada *alteração experimental* e o local onde feita, *ponto de alteração.* A fase normal, ou de controle, era destinada a servir de referência à fase seguinte, e a divisão de cada fase em um certo número de períodos unitários destinava-se a possibilitar a análise das transformações ocorridas no comportamento das formigas ao longo do tempo. As modificações ou variações do comportamento ocorridas na fase experimental com respeito ao comportamento apresentado na fase de controle eram denominadas coletivamente *modificações de comportamento com respeito ao comportamento inalterado anterior, tomado como referência,* ou, abreviadamente, *modificações de comportamento.*

O registro do comportamento era efetuado com caneta sobre papel em forma gráfica, acompanhada, por vezes, do uso de alguns símbolos e, quando conveniente, de caracteres escritos em forma discursiva. Graficamente, cada formiga era representada por uma flecha cuja haste procurava reproduzir analogicamente a trajetória (por exemplo, sinuosa, ondulante, curvilínea ou retilínea, etc.) e cuja farpa indicava o sentido (para cima, para baixo, para a esquerda ou para a direita) do deslocamento efetuado. Outros símbolos utilizados eram um ponto, para representar, quando necessário, o ponto de alteração com respeito à trajetória da formiga; um pequeno traço perpendicular à haste, para representar um repelão; um pequeno círculo sobre a haste, para representar uma pausa, e um prolongamento encurvado da haste para indicar um "farejamento" (um ato de virar ou suspender a cabeça na direção de algo, seguido de agitação antenal dirigida ao ponto). Outros acontecimentos, tais como desorientação, queda, etc., assim como a distância em centímetros de algum acontecimento (por exemplo, o início de um retorno) com respeito ao ponto de alteração, eram indicados por meio de abreviações ou números escritos ao lado das representações gráficas correspondentes. Já acontecimentos como empinamento do abdome, mandíbulas abertas, aceleração na marcha, etc., posto que frequentes, somente eram registrados, em geral, incidentalmente, e discursivamente, já que a observação privilegiava, na grande maioria das

vezes, as modificações de comportamento representadas por modalidades de deslocamento, por serem mais evidentes ou, pelo menos, por não demandarem tempo demasiado até poderem ter sua ocorrência comprovada fora de qualquer dúvida. As Figuras 2 e 3 ilustram a forma cursiva como os registros do comportamento eram geralmente efetuados.

Para maior clareza, indicarei como eram representadas as várias modalidades de modificações de comportamento que costumavam ou que podiam surgir nas fases experimentais das observações realizadas nesta investigação, tomando como exemplos as representações que constam da Figura 3, indicando a posição da representação referida pelos algarismos 1, 2, 3, etc., da esquerda para a direita de uma determinada linha de representações, linhas essas identificadas na Figura pelos números sucessivos 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17, no canto esquerdo de cada linha. O comportamento normal por excelência, às vezes referido como "passagem normal (subentendendo-se "pelo espaço de observação") era o indicado por uma flecha sem acidentes, como as várias flechas da Figura 2, que é típica do comportamento obtido nas fases de controle das várias observações. A Figura 3 ilustra o registro do comportamento de uma das fases experimentais.

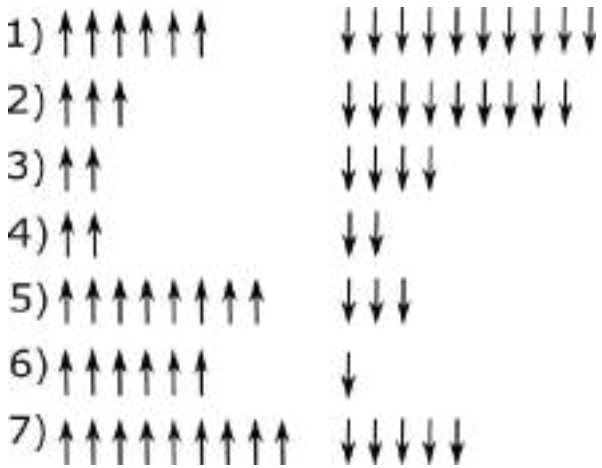


Figura 2: Registro gráfico do comportamento exibido por formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr em uma trilha nos sete primeiros minutos da fase de controle de uma observação tomada ao acaso.

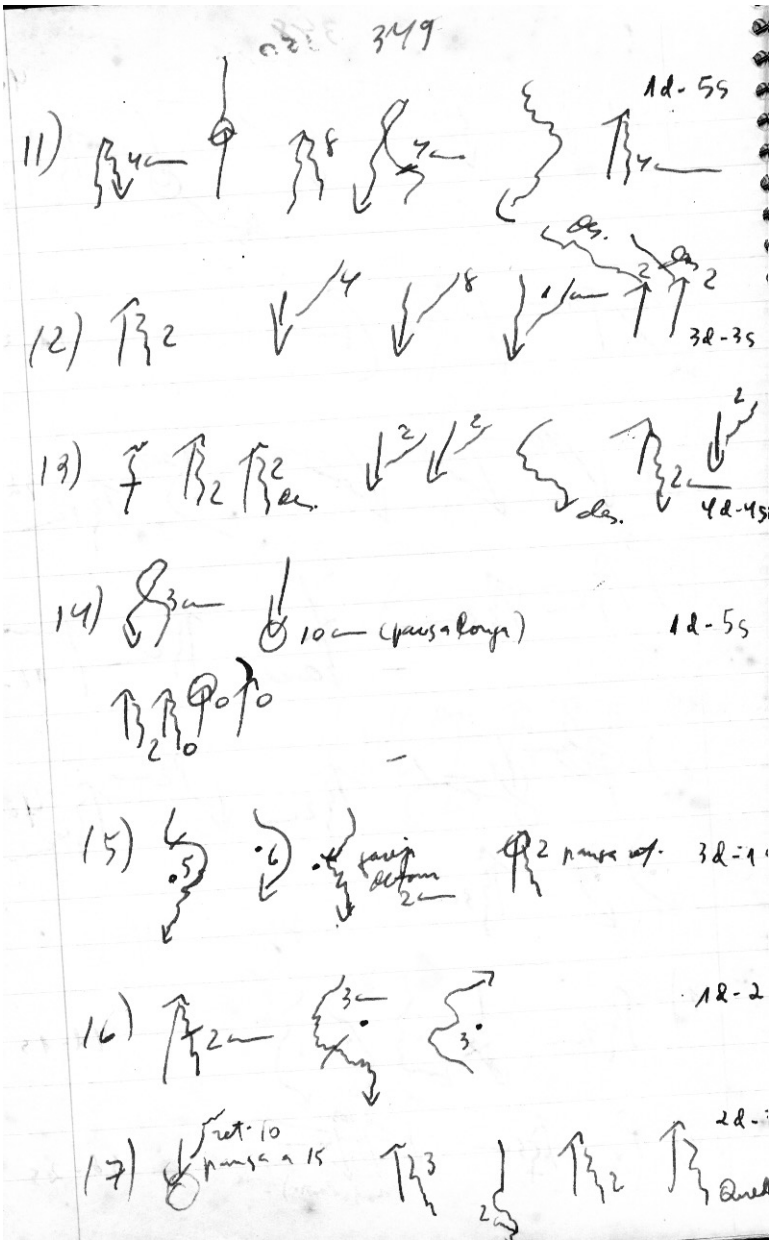


Figura 3: Registro do comportamento apresentado por formigas *(P. fulva)* em uma trilha disposta verticalmente em um muro de alvenaria desde o décimo primeiro ao décimo sétimo minuto da fase experimental de uma observação em que se esmagaram quatro formigas sobre um ponto da trilha.

Tomarei em primeiro lugar a modificação de comportamento constituída por um *retorno.* Os desenhos traçados na segunda e na terceira posição na linha 12 da Figura 3 representam cada qual um retorno simples, isto é, a representação da inversão da marcha de duas formigas descendentes. Os dígitos 2 e 4 sobre a linha simples que representa o retorno são usados para indicar a distância aproximada, em centímetros, a que as formigas estavam do ponto de alteração quando iniciaram o retorno. Preciso dizer que, em cada modalidade de retorno registrada, o ângulo entre a linha de retorno e a da trajetória feita pela formiga anteriormente não indica, em geral, a menos que explicitamente referido, a distância exata em que o retorno nessa ocasião foi feito com respeito à linha de deslocamento anterior da formiga. Já quando a linha que representa o retorno possui um laço ou argola, como no desenho da Figura 1 da linha 14, Figura 3, o que a representação indica é que após percorrer um trecho do substrato em retorno, a formiga retoma a direção original.

Quando uma linha indicativa de um deslocamento efetuado é representada com endentações, como se vê, por exemplo, nos gráficos que representam a primeira, a terceira, a quinta e a sexta figuras da linha 11 da Figura 3, assim como em vários outros desenhos das linhas subsequentes, o que se indica é que o deslocamento foi feito com *marcha ondulante:* uma marcha em que a formiga parece trêmula, oscilante à sua esquerda e à sua direita sucessivamente, geralmente com velocidade acelerada. Essa endentação ou ondulação na marcha constitui uma modalidade de modificação de comportamento imposta sobre alguma categoria de movimento (por exemplo, um retorno ou um desvio).

O quinto desenho da linha 11, o sexto da linha 13, o segundo e o terceiro da linha 13, os três primeiros da linha 15 e o segundo e terceiro da linha 16 da Figura 3 representam *desvios* feitos com relação ao ponto de alteração.

Um desenho em que uma linha adicional à flecha normal apresenta em sua extremidade o escrito abreviado "des." indica uma *desorientação,* caracterizada por um percurso no geral realizado lentamente e com frequente reorientação que interpreto como um passar a tentar reencontrar o rastro olfativo subjacente à trilha.

Um desenho com um círculo em torno das aspas de uma flecha, como no segundo e quinto desenhos da linha 14, no último da linha 15 e no primeiro da linha 17 da Figura 3, representa *pausas,* às vezes indicadas por

dizeres escritos, se são longas ou curtas. O dígito junto ao círculo indica a distância em centímetros do ponto de alteração a que a pausa foi efetuada.

Um prolongamento da haste da flecha com um segmento curto, como no último desenho da linha 14 e no 3º da linha 15, na Figura 3, indicam um *"farejamento"* efetuado em relação ao ponto de alteração, ou seja, uma inclinação da parte frontal da formiga seguido de oscilações das antenas dispostas em "V" no sentido dorsoventral da formiga seguido de outras em sentido oposto. Também refiro por *"farejamento"* o ato de mover as antenas na forma como descrita acima ainda quando não precedida de uma inclinação da parte frontal do corpo para a esquerda ou para a direita. O termo "farejamento" foi empregado por Karl Von Frisch em seu trabalho clássico sobre o comportamento das abelhas; adotei-o para designar o mesmo comportamento quando efetuado por formigas (Cf. Frisch, 1950 e 1961).

O despencamento da formiga de uma parede, como no último desenho da linha 17 da Figura 3 representa a categoria *queda,* e é indicada pela palavra "queda", ou simplesmente pela letra "Q", escrita diante da representação do último deslocamento efetuado por uma formiga.

Duas modalidades de modificações de comportamento representadas por movimentos não compareceram nos desenhos da Figura 3. A primeira delas foi *passagem deslocada,* assim denominada a passagem da formiga retilineamente paralela à trilha, quer com, quer sem marcha ondulante, a certa distância do ponto de alteração, representada por uma flecha, retilínea ou com ondulação, com um ponto marcado ao lado dela. A segunda delas foi *marcha por escalões.* Constituído por uma marcha interrompida a espaços por pequenas paradas, era indicada por uma menção escrita por extenso ou abreviada.

Além das categorias de movimentos podiam ocorrer também mudanças nas posturas das formigas, como "*encarangamento", "empinamento do abdome"* ou *"postura rebaixada"*, que eram registradas cursivamente.

7 Critérios empregados para comparar o efeito de diversas alterações experimentais sobre o comportamento das formigas

Como o leitor verá, esta investigação implicava, frequentemente, a comparação do efeito que teriam sobre o comportamento das formigas variadas alterações experimentais. Essa comparação, certamente, não era inteiramente simples.

Aparentemente, a comparação poderia ser feita tomando-se para consideração categoria por categoria de comportamento. No entanto, isso não seria sempre adequado, pois era manifesto que os dados de algumas categorias eram, de alguma forma, interdependentes.

Assim, por exemplo, os resultados quanto a retornos, desvios, desorientações e passagens apresentavam-se, muitas vezes, como mutuamente exclusivos. As quedas, por sua vez, pareciam muitas vezes resultar de repelões ou ondulações particularmente enérgicos. Ainda, a que acontecimento se emprestaria maior significação: a uma ocorrência mais numerosa de pausas ou a uma de ondulações ou de "farejamentos"? Dir-se-á, talvez, que eu não devesse introduzir ponderação nenhuma e derivar um índice final único de modificação de comportamento para cada fase de observação. No entanto, como impedir que as repercussões mútuas de várias categorias pudessem acumular-se diferencialmente, introduzindo, por aí, uma ponderação natural? Basta, nesta conexão, considerar que uma queda, por exemplo, implicava na exclusão de outras modificações de comportamento potenciais, como ondulação, repelão, retorno, etc., que poderiam ocorrer se a formiga não despencasse.

Parece, então, que o único índice que poderia ser usado isoladamente e em confronto direto seria o relativo a formigas sem modificações de comportamento aparentes – e isso seria assim por definição, já que tal índice cobriria os casos em que o comportamento fosse exatamente igual ao ocorrido na fase de controle; mas, evidentemente, tal índice ofereceria apenas uma informação negativa e, não, positiva, sobre os efeitos da alteração experimental e seu caráter. Além disso, por não se registrarem todas as modificações surgidas, não abrangeria todas as formigas inalteradas, mas apenas aquelas sem as modificações de comportamento que foram efetivamente anotadas.

O confronto adequado que deveria ser feito parecia, pois, pouco praticável na ausência de um critério que pusesse alguma ordem, por precária que fosse, nos dados a comparar. Para estabelecer tal critério, supus, seria necessário apreender bem o caráter do problema proposto. Ora, certamente ninguém que tenha acompanhado as observações relatadas até aqui nesta investigação terá deixado de perceber a aparente função de "*obstáculo modificador de comportamentos*" que apresentava, para as formigas de uma trilha, o esmagamento de companheiras ou outra alteração praticada sobre ela. Na ausência da alteração experimental, o trânsito era livre, fluente,

ordenado; na sua presença, era por vezes literalmente obstruído; além disso, as formigas revelavam, ainda, no geral, modificações em sua atividade, no sentido de exibirem caracteres de aparência, postura e marcha que até então não haviam apresentado.

Postos nestes termos os fatos a explicar, o problema da comparação dos efeitos de diferentes alterações experimentais afigurava-se bastante simplificado: eles deveriam informar sobre o grau de "caráter aparente de obstáculo ou repelente modificador" de cada alteração empregada. Certas modificações de comportamento – como repelões, ondulações (que parecem devidas a tremores que tomam a formiga toda ou a hesitações ou ligeiras viradas para a esquerda ou para a direita), postura encarangada, mandíbulas abertas e empinamentos do abdome – informavam muito diretamente sobre o caráter indutor de modificações da alteração experimental; e, como pareciam mutuamente independentes, embora algo coordenadas, dir-se-ia que podiam ser comparadas isoladamente. Já outras modalidades de modificações – como passagens deslocadas, pausas, desvios, desorientações e retornos que, nos registros, implicavam em repercussões recíprocas – além de informar sobre o poder da alteração experimental em induzir modificações de comportamento, felizmente informavam também sobre o caráter aparente de obstáculo dessa alteração, e de uma forma que implicava, nitidamente, uma gradação. Efetivamente, era fácil ver que uma passagem deslocada alguns milímetros para fora do ponto de alteração, diante de uma alteração experimental qualquer, revelava um grau menor de aparente caráter de obstáculo ou repelente dessa alteração do que uma pausa efetuada diante do ponto alterado mesmo; a pausa, um grau menor do que um desvio, e este, do que um retorno: pois esses fenômenos se afiguravam estender-se gradualmente desde a aceitação e a hesitação em aceitar um objeto alterador como parte do caminho até a evitação parcial ou completa desse objeto, ou, mesmo, escape a ele.

A sugestão, portanto, foi que o problema da comparação dos efeitos de diferentes alterações experimentais fosse encarado à luz do "caráter de obstáculo ou repelente modificador (ou perturbador)" de cada alteração. Certamente entender-se-ia que o referido caráter não passava de uma apreensão provisória, que, como tal, poderia e deveria, posteriormente, ser corrigida. Realmente, a qualquer pessoa que tenha observado a relativa facilidade com que uma formiga escala uma pedra ou um muro, ou até mesmo atravessa um tufo ralo de ervas, custa crer que uma companheira esmagada, que não lhe embaraça as patas, seja realmente um "obstácu-

lo modificador do comportamento". Não posso negar, porém, que, nas condições em que surgiram os fatos iniciais desta investigação, a alteração experimental atuou com essa função *aparente*. Constitui mesmo um outro modo de formular o problema com que inicio este trabalho o dizer que ele consiste em explicar por que tal alteração operava como se tivesse aquela função. Se *realmente* a tem, é uma questão diferente: ao apontar uma série de fatos para uma investigação, propondo o problema desta, não posso indicar o que na verdade eles são; do contrário, não haveria problema a solucionar. Por necessidade, tenho que começar dizendo como eles se apresentam a mim; e, na minha intenção de estudá-los, já vai implícita a dúvida sobre se são ou não o que aparentam ser. Em toda captação de fatos externos, mesmo na mais "neutra" de um fato físico, parece haver sempre, dada a natureza intrínseca do processo de percepção, algum começo de interpretação sujeita às categorias lógicas de verdade ou falsidade.

Capítulo II

Tentativa de Identificar as Causas das Modificações de Comportamento Apresentadas por Formigas *Paratrechina fulva* Diante de Alterações de Seu Ambiente Imediato

1 O objetivo geral deste capítulo

No presente capítulo dou início à exposição da investigação que realizei no intuito de determinar a natureza e as causas das dramáticas modificações observadas no comportamento de formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr em uma trilha em que se esmagam, de repente, uma ou mais de suas companheiras, ou em que se efetuam outras alterações intencionais.

De fato, como o leitor observará, fui levado, no curso da investigação, a estudar o efeito da primeira alteração mencionada e também de outras alterações praticadas em uma trilha, além de em outros ambientes, e a dar atenção a modalidades de modificações de comportamento e comportamentos diversos dos que se enquadrariam na definição geralmente aceita de reações *de alarme*: por exemplo, comportamentos exploratórios ou investigativos, de orientação, ingestivos, agonísticos, etc.

2 Caracterização geral do comportamento apresentado por formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr em uma trilha na qual se deparam, de repente, com uma ou mais companheiras esmagadas

Conforme já foi mencionado, transformações dramáticas ocorrem em uma trilha de formigas *P. fulva* na qual se esmagam, de repente,

uma ou mais de suas formigas. O efeito do esmagamento de companheiras sobre a trilha é o mesmo quer fiquem, quer não, na região do esmagamento, restos corporais visíveis das vítimas, o que sugere tratar-se de um fenômeno em grande parte (mas não exclusivamente, como se verá adiante) mediado olfativamente. De ordenada e linear que era, a trilha passa, nas imediações do ponto de alteração, a ser desorganizada. A impressão mais geral que se tem é que as companheiras esmagadas operam como se fossem um poderoso obstáculo repelente ou perturbador do comportamento preexistente. O comportamento que resulta, especialmente nos minutos iniciais consequentes à alteração, e nas proximidades desta, é bastante diverso do que havia previamente, pois apresenta-se sobretudo como um escape acelerado ou uma evitação da região e, para muitas formigas, um refugiar-se em regiões do meio que oferecem alguma característica de abrigo ou proteção, como fendas e gretas no solo, o ninho e dobras ou fendas no próprio incentivo alimentar. No entanto, o comportamento coletivo resultante não perde totalmente e de modo irreversível seu caráter de um processo de relacionamento com o meio pelo qual as formigas realizam alguma função necessária à colônia, como, por exemplo, o seu provisionamento. Aos poucos, as modificações ou perturbações de comportamento amainam e o intercâmbio com o meio reassume, geralmente, seu caráter anterior. De modo geral, conquanto haja algumas exceções que serão logo adiante apontadas, parece-me geralmente apropriada a caracterização que se tem dado de muitos comportamentos nessa fase alterada como constituindo comportamentos de alarme, embora me pareça que mais apropriado ainda seria considerá-los comportamentos em situação de conflito.

É importante mencionar que, frequentemente, a atitude das formigas, que era de, por assim dizer, lançarem-se naturalmente, sem nenhuma hesitação ou comedimento, aos aspectos rotineiros do ambiente habitual, em sua sequência, passa, depois da alteração, para uma atitude como de suspeita e cautela para o que está à sua frente. Por exemplo, em uma de minhas observações notei que, após haverem passado pelos vestígios de companheiras mortas, algumas formigas de uma trilha que desciam rumo ao ninho, ao depararem com um pequeno ponto preto saliente do reboco sobre a trilha, "empinavam-se diante dele, ou fugiam-lhe, ou passavam 'cautelosamente' por ele (com hesitação só na região.)". Em várias ocasiões, depois de as formigas já terem enfrentado a alteração representada por formigas esmagadas sobre a trilha diversas vezes, observei como que uma manifestação de ansiedade, se se pode dizer assim, por terem que enfrentá-

-la novamente. Essa manifestação era constituída por uma demora não usual em deixarem o incentivo, ou uma hesitação em deixarem o piso no pé da parede ou no bordo superior do muro onde fora posto o chamariz e tomarem a trilha em cuja porção intermediária se localizavam os corpos esmagados de companheiras. Outra manifestação de gênero provavelmente igual era o tomarem algumas formigas, ao saírem do bordo mencionado, uma rota individual, completamente independente da rota coletiva, ocasião em que não raro extraviavam-se.

No presente tópico procurarei oferecer uma caracterização mais pormenorizada e completa dos comportamentos alterados que costumam surgir quando da alteração mencionada, comportamentos cuja natureza e explicação constituíram os objetivos iniciais propostos para esta investigação. Logo mais, a esses objetivos foram acrescentados outros, adicionais. A caracterização em causa servirá de complemento às informações já prestadas sobre como era efetuado o registro das categorias de comportamento tratadas e também como uma espécie de glossário em que o leitor encontrará uma definição ou caracterização para os nomes adotados para as diversas categorias de comportamento que serão mencionadas ao longo da pesquisa.

A maioria das formigas responde à alteração praticada no ambiente com um *retorno* – uma reversão no sentido da marcha. Com o retorno, a formiga que se dirigia ao ninho passa a regressar na direção do incentivo e vice-versa. Essa modalidade (ou categoria) de comportamento dá-se geralmente de maneira abrupta, desde cerca de 2 até, excepcionalmente, 10 ou poucos centímetros mais do ponto de alteração; na grande maioria das vezes é feita num impulso acelerado e em trajetória ondulante. Frequentemente, quando o fluxo de formigas é ralo, posso acompanhar a formiga em seu percurso mesmo depois que ela sai *do espaço de observação*. Nessas ocasiões, observo que muitas vezes o retorno é feito até o ninho ou o incentivo e, neste último caso, até, por vezes, um pouco além, como se a formiga procurasse um caminho alternativo, independente da trilha, mas em um sentido inapropriado.

Em alguns casos o retorno é apenas parcial: após regressar por um trecho, a formiga torna a orientar-se no sentido primitivo de deslocação e volta a enfrentar a região alterada. Num bom número de casos, porém, quando é alta a *intensidade do fluxo* – isto é, o número médio de formigas em trânsito pela trilha *no período unitário de* observação – fico sem saber se o retorno é completo ou parcial. É que, nesses casos, naturalmente, não

há oportunidade para observar, a não ser esporadicamente, o que acontece fora do espaço escolhido como o espaço de observação.

A segunda maior parcela de comportamentos alterados costuma ser representada por um *desvio* com respeito à alteração experimental. No *desvio,* a formiga deixa temporariamente o caminho coletivo e, sem mudar o sentido da marcha, ultrapassa o ponto de alteração por alguma distância antes de entrar novamente na trilha e prosseguir por ela. Por vezes, como já foi mencionado, esse desvio é *falho*, isto é, o caminhar por fora da rota coletiva reconduz a formiga a um ponto da trilha ainda aquém da região alterada. Nesse caso a formiga pode intentar novo desvio ou, então, retornar ou afastar-se lateralmente do local, geralmente em nova correria.

Por vezes, mas em uma proporção menor de casos, a superação do ponto de alteração é realizada por meio, não de um desvio, como acima descrito, mas de uma *passagem deslocada.* Neste caso, a formiga, ao caminhar, deixa a trilha já antes de atingido o ponto de alteração (às vezes até mesmo desde um dos polos iniciais do percurso: incentivo ou ninho) e vai por fora dela até superar, por vezes até por dezenas de centímetros, o ponto de alteração.

Ocasionalmente, ao intentar um desvio ou uma passagem deslocada, ou simplesmente ao afastar-se, geralmente num impulso acelerado, da região alterada, a formiga deixa a trilha e se desorienta. A *desorientação* afigura-se uma perda de rota, pois apresenta-se geralmente como um caminhar lento e frequentemente reorientado da formiga para regiões distantes da trilha.

Cada uma das formas de deslocamento referidas acima pode-se dar, especialmente no seu início, e por alguma distância variável de caso para caso, com *marcha ondulante.* Este comportamento é um caminhar ou, mais frequentemente, um correr feito com pequenas oscilações alternadas à esquerda e à direita, como se a formiga estivesse trêmula e hesitante quanto à direção a seguir, o que confere à trajetória da formiga uma aparência ondulante. Noutros casos, porém, os afastamentos com respeito à região alterada podem ocorrer com marcha normal ou, então, com *marcha sinuosa,* uma marcha em que a oscilação para a esquerda e para a direita é dada a um intervalo de tempo bem maior que na marcha ondulante e com inflexões mais suaves, como nos meandros de um rio.

Uma modalidade de modificação de comportamento menos comum, mas que por vezes ocorre com alguma frequência é a que denomino *repelão*. Ela se apresenta como um estremecimento ou solavanco súbito do corpo da formiga que vem caminhando pela trilha, e pode dar-se com uma formiga em movimento ou após uma parada súbita. Quando efetuado numa trilha disposta numa parede, assemelha-se a uma ameaça de despencamento. Observado em formigas mais volumosas, por exemplo, em *Camponotus rufipes* Fabricius, 1775 – uma formiga diurna penugenta de cor arroxeada, muito agressiva – ou na *Camponotus cupiens* Forel, 1908 – uma formiga noturna glabra de cabeça preta e tórax e abdome amarelados e translúcidos – parece um arremesso abrupto do tronco da formiga da frente para trás, ou vice-versa, sobre patas retesadas e fixadas ao substrato, feito com as mandíbulas abertas, num deslocamento que lembra o coice de um canhão. *Em C. cupiens*, o repelão é por vezes de certa violência: chega a arrancar a formiga do solo e é, provavelmente, o que T. C. Schneirla denominava, em suas publicações, e para outras espécies de formigas, de "salto nervoso".

Por vezes, em seguida a um repelão ou em meio a outra forma de deslocamento, ocorre uma *queda* – o despencamento da formiga de um ponto elevado do substrato – geralmente uma parede – até o solo. Devo assinalar que, embora eu registre a queda juntamente com outras modalidades de dados, trata-se, provavelmente, na maioria dos casos, de um evento acidental. Digo "provavelmente" porque, em alguns casos, como, por exemplo, em ocasiões em que apanho uma formiga com uma folha de papel, a queda pode ser resultado de um salto praticado, ao que tudo indica, intencionalmente. Com efeito, já houve ocasiões em que eu fiquei algum tempo a aparar com um caderno e uma folha de papel alternadamente uma sucessão de saltos praticados por formigas que pareciam ter descoberto, logo após um despencamento acidental, sua condição de removidas do solo. De qualquer forma, parece-me importante registrar as quedas, já que sua ocorrência, ao retirar a formiga do espaço de observação, impede o aparecimento de outras categorias de comportamento potenciais legítimas.

Uma outra modalidade de comportamento relativamente comum é a *pausa* ou suspensão da marcha em algum ponto qualquer do terreno. Frequentemente a pausa ocorre diante do ponto de alteração mesmo e é seguida de uma *postura preparatória de farejamento:* um fletir a cabeça para um dado ponto do terreno, se a formiga se vinha deslocando ao lado desse ponto, ou, se encontra este de frente, um fleti-la no sentido dorsoventral do inseto e vice-versa, seguido da disposição em "v" das duas antenas "es-

ticadas" – isto é, com escapo e funículo alinhados retilineamente – e intensificação de seus movimentos, conjunta ou alternadamente. Denomino essa atividade aparentemente investigativa com as antenas "farejamento". Essa denominação foi sugerida, como já mencionado, por uma afirmação de Karl von Frisch segundo a qual o movimento exploratório das antenas entre os artrópodes corresponde ao ato de farejar dos mamíferos.

Menos comum, mas também merecedor de menção, é o *empinamento do abdome* – o erguimento do abdome, especialmente de sua extremidade posterior. Essa modalidade de comportamento é comumente visível na formiga lava-pés (*Solenopsis saevissima* Fr. Smith), quando molestada e tendente a ferroar, coisa que não ocorre com *P. fulva* nem com outras formigas da subfamília dos formicíneos, que não têm ferrão, mas que, ao que parece, podem usar o empinamento do gastro – ou, também, o seu oposto, o encurvamento do gastro por sob o tórax, como o faz frequentemente *Camponotus crassus* Mayr, 1862 – para aspergir, defensiva ou ofensivamente, ácido fórmico.

Por vezes também ocorre em *P. fulva*, especialmente com a vibração do substrato provocada pelo arrastamento de algum objeto ou com o aparecimento de uma sombra repentina, a *imobilização* da formiga por algum tempo (por vezes, por vários segundos).

Pela descrição acima, pode-se perceber que os comportamentos provocados nas formigas *(P. fulva)* pelo esmagamento de uma ou mais de suas companheiras sobre a trilha, conquanto possam, em sua maioria, ser enquadrados na categoria que Hölldobler e Wilson denominam "alarme de pânico", variam um pouco de indivíduo para indivíduo. Além disso, alguns comportamentos, definidamente, não se enquadram nessa caracterização, mas em outras que se poderiam dizer, antes, comportamento agonístico, comportamento investigativo ou comportamento exploratório. Por essa razão considero que seria mais apropriado denominá-los "perturbações ou modificações surgidas em um comportamento preexistente tomado como referência" (no caso presente, um comportamento de provisionamento da colônia) ou, simplesmente, "perturbações, ou modificações de comportamento".

A própria Figura 3, apresentada para ilustrar como eram geralmente efetuados os registros em minhas observações, posto que tomada ao acaso e para apenas uma pequena parte de uma das várias observações realizadas nesta pesquisa, ilustra essa diversidade de comportamentos referida acima. Assim, por exemplo, considere-se o comportamento das for-

migas nela registrado já no primeiro período ilustrado, que foi o décimo primeiro minuto desde o início da fase experimental. Das seis formigas ali observadas, nota-se que quatro retornaram a uma distância de poucos centímetros das formigas esmagadas, três delas em marcha ondulante, mas uma, em marcha normal em vez de em marcha ondulante, mas com um repelão. Uma quinta – a penúltima da esquerda para a direita – desviou-se do ponto de alteração também em marcha ondulante e prosseguiu na direção em que vinha. Já uma sexta formiga entre elas – a segunda a contar da esquerda para a direita – caminhou diretamente para o ponto de alteração, pausou sobre ele, dirigindo-lhe uma atividade intensificada das antenas, e prosseguiu, depois, seu caminho em direção ao incentivo, sem ondular em sua trajetória.

O último comportamento mencionado é inteiramente discrepante dos anteriormente referidos e absolutamente não se enquadra na categoria de alarme de pânico em que esses outros podem ser enquadrados.

Devo mencionar que, às vezes, um comportamento semelhante em parte ao mencionado acima, mas ainda mais intrigante e de classificação bem mais difícil, é observado. Trata-se de casos nos quais uma formiga ainda distante vários centímetros do ponto de alteração parece receber de repente os estímulos provenientes das companheiras esmagadas e, em vez de precipitar-se para fora da trilha num desvio ou retorno como a maioria de suas companheiras, acelera abruptamente sua marcha em direção à região alterada, dando a impressão de pretender ultrapassá-la num impulso, mas, em vez de fazê-lo, detém-se sobre ela e põe-se a explorá-la com as antenas para, em seguida, continuar seu caminho ou, ao invés disso, retornar.

Retomando a Figura 3, posso afirmar que o restante ainda aqui não comentado da Figura também ilustra a variabilidade mencionada ao mostrar formigas que se desorientam após um desvio, que executam um "farejamento" da região alterada desde seu exterior e depois a adentram (caso, por exemplo, da penúltima formiga que foi registrada no décimo quarto período unitário de observação), formigas que despencam, etc.

Como explicar essa diversidade individual de comportamentos? Embora ela não sirva para negar a presença e atuação de feromônios de alarme, revela-se, segundo creio, incompatível com a interpretação geralmente aceita do comportamento de alarme como eliciado automaticamente por tais substâncias. Contudo, poder-se-ia tentar remover essa incompatibilidade supondo-se que essa diversidade pudesse ser causada por variações na

quantidade e qualidade dos feromônios de alarme presumivelmente recebidos pelas formigas em função de alguma diferença aleatoriamente apresentada em suas distâncias, posturas momentâneas, disposição de antenas, etc. No entanto, deve-se notar que, ao se admitir essa possibilidade, não se saberia provavelmente explicar a ausência de comportamento alarmado nas formigas que, como revelou a Figura citada, pausaram sobre o local mesmo das companheiras esmagadas, ou que o "farejaram" de perto.

3 Retomada de algumas questões iniciais. Verificação do efeito que têm, sobre uma trilha de *P. fulva*, formigas de espécies diferentes, como alteração experimental

Dado o caráter dramático das modificações de comportamento exibidas pelas formigas *(P. fulva)* de uma trilha diante de companheiras esmagadas, ocorreu-me verificar se o mesmo aconteceria diante de formigas pertencentes a alguma outra espécie.

- *Observação 1 – Reação de formigas* (P. fulva) *de uma trilha a saúvas postas sobre o caminho*

Primeiramente, tomei para consideração um trecho de 70 cm de uma trilha que, vinda de um ninho no alto de uma parede, descia por esta até um pouco de açúcar refinado no chão em um piso cimentado. Esmaguei, numa porção intermediária desse espaço, sobre a trilha, três formigas da espécie popularmente conhecida como "saúva limão" (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908), assim chamada pelo odor característico que se exala das cabeças de suas operárias, quando esmagadas. Como não aderissem à parede, tive que prender os corpos a ela com uma tira de fita adesiva.

Os comportamentos verificados após essa colocação nada tiveram de catastróficos. Especialmente nos primeiros minutos, as formigas que subiam rumo ao ninho tendiam a parar nas imediações dos corpos e retornar, mas sem aceleração nem ondulação na marcha. Uma parte das formigas, sobretudo das que desciam do ninho na parede em direção ao chamariz, tendia a parar e a ficar puxando os fragmentos. No sexto minuto, estes se desprenderam da parede e caíram. No oitavo minuto desapareceu a aglomeração das operárias no local da alteração, onde, porém, permaneceu uma perna de saúva aderida à parede até o final da observação. A partir dessa queda dos fragmentos, os retornos, que eram todos das formigas em

marcha para o ninho, deixaram de ocorrer. Mais tarde vi uma formiga caminhando em direção ao ninho carregando a cabeça de uma saúva.

Depois dos 10 min iniciais observei a trilha ainda por outros 10 min. Quase todas as formigas tendiam a reduzir a marcha ou mesmo a pausar brevemente no local da alteração e, depois de algum "farejamento" e até perambulação pela região, a retomar o caminho. Houve algum desvio então, mas sem ondulação e aceleração na marcha. No final o carreiro parecia normal, mas com uma deslocação lateral de meio centímetro na altura do ponto de alteração.

Em duas outras ocasiões observei o comportamento das formigas de uma trilha que se deparavam, de repente, com saúvas dessa mesma espécie postas em seu caminho.

Na primeira dessas ocasiões, pus o cadáver fresco de uma saúva grande sobre a trilha. Vi uma tendência de as formigas se aglomerarem ali. Algumas contornavam o cadáver e prosseguiam em seu caminhar, mas outras permaneciam no local. No quinto minuto, a saúva começou a ser movida. No sexto, a aglomeração aumentou e a saúva foi deslocada aos poucos em direção ao ninho.

Na outra ocasião, coloquei, presa por uma tirinha de esparadrapo à parede, sobre uma trilha que se estendia paralelamente à aresta por essa parede formada com um piso cimentado, uma saúva esmagada. Dei especial atenção a possíveis diferenças no comportamento apresentado pelas formigas para com a saúva esmagada conforme a direção de sua marcha. A reação das formigas não se revelou nada catastrófica, mas também não foi de indiferença. Não vi nenhuma formiga em marcha para o incentivo (fi.), o qual era uma mecha de algodão com água e açúcar distante do ponto de alteração cerca de 1m de distância, retornar, ao passo que vi uma ou outra em marcha para o ninho (fn) fazê-lo. A reação das fn parecia mais de estranheza e cautela (paravam, recuavam, hesitavam; por vezes apresentavam um empinamento do gáster e um leve recuo, uma espécie de repeláozinho, e depois um prosseguimento num desvio) e a das fi., mais de curiosidade sem muito interesse: ligeira pausa, "farejamento" e prosseguimento, imperturbado, num desvio. Em média, fn passava a 1 ou mais centímetros da saúva, e fi. a menos de meio centímetro. A ondulação na marcha, quando ocorria, só era notada nitidamente em fn.

Em suma, se considero essas três observações, parece-me que posso dizer que os corpos de saúvas, esmagados ou não, quando colocados sobre uma trilha preestabelecida para um incentivo alimentar, operavam de

modo diverso conforme as formigas *(P. fulva)* se estivessem dirigindo para o incentivo, ou para o ninho. No primeiro caso, dir-se-iam operar como se fossem eles próprios um incentivo alimentar, ou, pelo menos, um objeto que despertava interesse, e, no segundo, como algo que interrompia ou alterava um caminho, que impedia seu reconhecimento ou se apresentava nele como algo estranho e levemente temeroso. E essa diferença em seus comportamentos sugeria, por sua vez, que fi. tinha uma atitude mais aberta que a de fn. sobre o que encontrar no caminho, ou, talvez, mais voltada para o encontro de um alimento, ao passo que fn, uma atitude mais atenta aos pormenores do caminho mesmo. A propósito, parece de interesse mencionar nesta conexão que *P. fulva*, popularmente apelidada "cuiabana" em algumas regiões, já teria sido utilizada, sem resultado positivo, no combate à saúva (Carrera,1963, p. 267). E parece de interesse mencionar também que, em uma das observações em que procurei comparar a distância a que as formigas denotavam haver percebido a presença de companheiras esmagadas sobre a trilha e passavam, abruptamente, a retornar, essa distância mostrou-se significativamente maior para fn que para fi., sugerindo, talvez, uma maior atenção da primeira ao caminho do que o mostrado por fi..

- *Observação 2 – Reação de formigas* (P. fulva) *a uma trilha com vestígios deixados pelo esmagamento de uma formiga preta, grande, de espécie não identificada, sobre o caminho*

Dado que operárias de saúva esmagadas sobre uma trilha de formigas *P. fulva* pareciam ter, para estas últimas, algum caráter de incentivo alimentar, julguei de interesse observar como seria seu comportamento diante de operárias de alguma outra espécie de formigas, esmagadas, sobre a trilha. Assim, utilizando a mesma trilha que foi empregada para a primeira observação da reação despertada por saúvas, mencionada acima, esmaguei, depois de algum tempo, num ponto da trilha situado alguns centímetros abaixo do local onde eu havia esmagado as saúvas, uma formiga não identificada, preta e volumosa, de cerca de meio centímetro de comprimento.[7]

O corpo da formiga esmagada não se prendeu à parede, mas deixou, no local, uma mancha escura. Do esmagamento se desprendeu um odor forte,

[7] Pelo aspecto que apresentava, e à luz de determinações taxonômicas realizadas posteriormente, acredito que o exemplar utilizado como alteração experimental nesta observação pudesse ser uma operária pequena de *Camponotus melanoticus* – uma espécie de formiga também pertencente, como *P. fulva*, à subfamília dos formicíneos – portanto, mais aparentada com esta última do que as saúvas.

semelhante, ao que me pareceu, ao exalado pelo esmagamento de formigas *P. fulva*. Por esse motivo, preparei-me para ver modificações dramáticas no comportamento das fulvas dessa trilha, mas não foi isso o que aconteceu.

Observei, por 15 min, o comportamento apresentado pelas formigas diante dessa alteração experimental. No começo, as formigas, tanto as em marcha para o ninho como as em marcha para o incentivo (açúcar refinado sobre o piso cimentado), paravam a cerca de 2 ou 3 cm da pequena mancha e, na maioria, geralmente após uma oscilação para a esquerda e para a direita, prosseguiam, sem precipitação e sem ondulação na marcha, passando por sobre a mancha mesma. Algumas dentre elas, num total de oito formigas em sessenta e quatro, retornaram, algumas apenas parcialmente. Infelizmente, não anotei os retornos conforme o sentido do deslocamento.

De modo geral, o comportamento das formigas dessa trilha diante da mencionada alteração não parecia um comportamento de escape e evitação, mas sugeria, antes, algo como uma dificuldade momentânea de orientação.

- *Observação 3 – Reação de formigas em uma trilha a uma operária semi-morta de Camponotus cupiens Forel, 1908, posta no chão próxima ao formigueiro*

Numa noite, depois de observar por mais de 40 min a reação das formigas de uma trilha disposta na borda de um tanque de roupas ao esmagamento de 4 de suas companheiras, resolvi verificar como reagiriam a uma operária – bastante volumosa em comparação com *P. fulva* – de *Camponotus cupiens* Forel, 1908[8]. Trata-se, como já mencionei, de uma formiga noturna de cabeça preta e abdome amarelado e translúcido que costuma nidificar em ocos de árvores podres e secos, muito apreciada pelas galinhas, que as disputam avidamente, e que é popularmente chamada, em alguns lugares de Minas Gerais, "formiga de mel" devido à sua coloração.

A operária em questão foi previamente esmagada, mas ainda encontrava-se móvel quando foi transposta para um ponto do chão – um piso cimentado – próximo à entrada do ninho das *P. fulvas*, constituída por uma cavidade na aresta formada por esse piso com uma parede. Esse ponto

[8] Determinação procedida por Frei Walter Kempf. Segundo este (comunicação pessoal), esta espécie, acompanhada da muito agressiva *C. fuchsae* Forel, 1908, de coloração preta, já foram consideradas subespécies de *Camponotus abdominalis* (Fabricius, 1804), mas constituíam claramente espécies independentes.

distava certamente mais de 1m do ponto da borda do tanque onde haviam sido esmagadas algumas fulvas precedentemente, mas é bastante provável que as formigas da trilha ainda se apresentassem algo perturbadas quando desta nova observação.

De modo geral, as formigas reagiram a essa intrusão com uma perturbação denotada por uma grande correria, com um afastamento entre 8 a 10 cm do local, embora uma dentre elas se aproximasse e ficasse a tocar a formiga estranha. Seria essa perturbação relativamente maior que nos casos anteriores – casos em que se empregaram formigas esmagadas de outras espécies como alteração do caminho – devido à maior familiaridade do local, que era palmilhado mais frequentemente pelas formigas desse ninho, ao odor exalado pelo corpo ferido e estranho dessa espécie de formiga, pela mobilidade nela remanescente, ou por várias dessas coisas ou todas elas ao mesmo tempo? Os protocolos de observação não indicam quanto tempo durou essa perturbação mas informam que, pela manhã, a formiga grande e os corpos das companheiras esmagadas mais acima já não eram mais vistos.

Em meus protocolos de observações e experimentos encontro apenas duas outras ocasiões em que tive a oportunidade de tornar a observar o comportamento de operárias *P. fulva* diante de formigas móveis pertencentes a outra espécie. Em ambos os casos o acontecimento se deu de modo espontâneo e, não, provocado por mim. Eles são o objeto dos relatos constantes das duas observações a seguir, que encerram o presente tópico.

- *Observação 4 – Reação de formigas* P. fulva *em uma trilha a uma formiga preta e grande que, posto que mutilada, ainda caminhava*

Nesta observação, uma operária grande, de coloração preta, de uma espécie não identificada de formiga, foi pisada por mim inadvertidamente e saiu, trôpega, a andar perto de uma trilha de formigas *P. fulva.* Uma operária desta última espécie deu com ela e correu várias vezes à sua volta, galgando-lhe o corpo, especialmente as suas antenas, tornando a descer ao solo para, logo adiante, tornar a detê-la, repetir a ação já descrita e, depois, ir embora. Outras formigas não foram afetadas pelo acontecimento.

- *Observação 5 – Observação do comportamento de formigas* P. fulva *em seu encontro com formigas inimigas de uma outra espécie em uma mesma trilha condutiva a um chamariz alimentar comum*

Surgiu-me, noutra ocasião, a oportunidade de observar qual era a atitude das formigas *(P. fulva)* de uma trilha ao depararem com formigas *Solenopsis saevissima* Fr. Smith, 1855, uma espécie de formigas cujas operárias, em sua maioria,[9] têm aproximadamente o mesmo tamanho que *P. fulva*. Elas são notadamente irascíveis, bem armadas com um ferrão e são claramente intolerantes destas últimas.

Nesta observação, deparei-me com uma trilha bastante estranha, pois era formada simultaneamente por operárias de *Solenopsis saevissima* Fr. Smith, 1855, que constituíam a sua grande maioria, e umas poucas operárias de *Paratrechina fulva*. A trilha acompanhava a aresta formada por um piso cimentado com uma parede de alvenaria e conectava uma mecha de algodão embebida em água com açúcar, utilizada como chamariz, às entradas de dois ninhos, um, intermediário, de formigas *P. fulva*, e outro, mais distante, mas situado na mesma aresta, de *S. saevissima*. Essas entradas eram proporcionadas por rachaduras no piso cimentado. A Figura 4 ilustra a disposição da trilha no terreno.

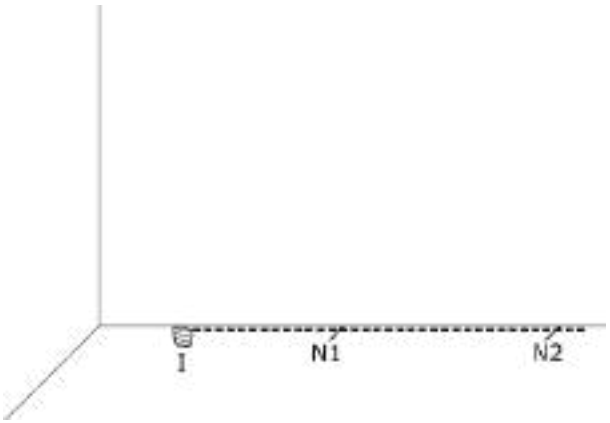


Figura 4: Representação de uma trilha disposta junto à aresta formada pelo encontro de um piso cimentado com uma parede de alvenaria, trilha esta percorrida simultaneamente por formigas *Solenopsis saevissima* Fr. Smith, 1855, e por formigas *Paratrechina fulva.*

Legenda:
Linha interrompida: trilha.
N_1 e N_2: fendas no piso que constituíam as entradas dos ninhos de, respectivamente, *P. fulva* e *S. saevissima.*
I: incentivo (mecha de algodão com água e açúcar).

[9] *S. saevissimas* tem entre suas operárias uma casta de soldados de tamanhos variados, assinaladamente maiores que as operárias comuns. A trilha aqui considerada era constituída somente por estas últimas.

Como já encontrei a trilha formada, não sei dizer qual espécie de formigas a estabelecera em primeiro lugar. Sei apenas que as fulvas já haviam formado habitualmente trilhas ao longo dessa aresta por um longo período anteriormente. Nesta particular ocasião, a mecha estava sendo visitada por um grande número de *saevissimas*, e, surpreendentemente, dado que as duas espécies são francamente inimigas entre si, também por umas poucas *fulvas*.

Sendo muito mais ágeis que as inimigas, as *fulvas* vinham pelo mesmo caminho que as outras, mas em muito menor número – jamais observei mais que duas operárias fulvas ao mesmo tempo sobre o chamariz. As *fulvas* superavam as *saevissimas* na marcha, geralmente com um aparente susto – uma súbita e breve aceleração em seguida ao encontro de alguma formiga estranha sobre a trilha – e um desvio, pela parede ou pelo solo, usado para ultrapassar essa formiga. O aparente susto era claramente maior quando a *saevissima* era encontrada de frente do que quando encontrada por detrás e era bem mais evidente nas *fulvas* que regressavam ao ninho do que nas que se dirigiam ao chamariz. Em ambos os casos, as formigas acabavam fazendo a maior parte do percurso (cerca de 2m) pela parede, somente de vez em quando descendo à aresta, mais nitidamente privilegiada como rota. Quanto às *saevissimas*, não evitavam os encontros com as *fulvas*: ao contrário, enfrentavam-nas, embora sem dar mostras, fora desses encontros, de estarem "preocupadas" com a presença das intrusas (isto é, sem mostrar em sua atitude a permanência de uma perturbação devida a encontros prévios).

Relato, a seguir, pormenorizadamente, as observações que fiz pelo condão que têm de revelar tanto a agilidade quanto o oportunismo das operárias de *P. fulva* em seu comportamento. Assim, por exemplo, observei duas *fulvas* que se dirigiam ao incentivo. Vindas praticamente juntas, toparam, por trás, primeiro uma e, depois, mais três saevissimas. Subiram um centímetro à parede e foram por ela, paralelamente à trilha na aresta do piso com a parede, só ocasionalmente descendo até ela. Ao toparem de frente com uma saevissima, davam uma arrancada súbita em marcha ondulante um centímetro pela parede ou 2 cm pelo chão e iam assim, deslocadas. Observei uma fn (formiga que regressava desde o incentivo em direção ao ninho). Ao topar com uma saevissima de frente, desviou-se, com uma aceleração súbita e ondulação na marcha, um centímetro pela parede acima, e foi assim por um trecho, deslocada; tornou a descer e topou com uma fi de sua espécie e ambas pareceram assustar-se: ameaçaram desviar-se

– isto é, começaram a fazê-lo – com ondulação na marcha, depois pararam e tocaram-se com golpes repetidos de antenas, buscando-se, aparentemente de modo intencional, a julgar pelo trajeto que fizeram.

Observei outra fn que vinha pela aresta. Ao topar com uma saevissima bem de frente, impulsionou-se, num desvio, 3 cm acima, na parede, e prosseguiu assim, paralelamente à aresta e distante dela um centímetro.

Observei em seguida uma fi para o incentivo caminhando o tempo todo pela aresta do chão com a parede. Ao topar com uma saevissima por trás, subiu sem susto aparente – isto é, sem alterar sua velocidade – um centímetro pela parede, superando a rival na velocidade, e desceu novamente à aresta, que continuou a acompanhar. A 4 cm do chamariz topou com outra saevissima bem de frente, exibiu um tremendo repelão e correu 3 cm para cima, depois tornou a baixar até a aresta e foi ter ao incentivo. Observei que, uma vez tendo galgado este, a formiga em questão já não denotava, pela sua relativa imobilidade e falta de agitação das antenas, tanta atenção quanto na trilha à presença das adversárias, como se passasse a ficar absorta no alimento.

Vi outra fi que, já perto do chamariz, topou com duas saevissimas por trás, superou-as na marcha, desviando-se um centímetro pela parede, tornou a descer à aresta e, de repente, deu com outra saevissima de frente, a meio centímetro de distância. Teve, então, um enérgico repelão, retornou correndo uns 3 cm, subiu uns cinco e voltou a caminhar rumo ao incentivo.

Vi uma outra fi. que não ondulou na marcha nem teve repelões quando passou ao lado de outras, rivais, mas que, ao topar com uma destas de frente, teve violento repelão, caiu da parede e correu em trajetória ondulante, tornando a galgar a parede e retornando um pouco antes de voltar a encaminhar-se para o incentivo. Comentei que "certamente, é o fato de encontrar a outra bem no caminho que a faz temer mais" e que as formigas *Solenopsis saevissima só exibem repelão e ondulação na marcha nesses mesmos casos.*

Notei que duas fulvas que toparam com saevissimas de través quase não se perturbavam. Vi uma fulva que, ao ser tocada por uma companheira por trás, acelerou-se bruscamente, e, ao ser tocada uma segunda vez, virou-se, rápida, e a tocou com as antenas. Teria ela reconhecido o toque de uma companheira?

Vi que, ao chegarem à mecha de algodão, as saevissimas ficavam em roda e em baixo, ao passo que as fulvas hesitavam bastante: chegavam e andavam de fasto com as antenas levantadas e agitadas; depois, contornando o chamariz, entravam nele por um lugar vazio de inimigas e escalavam-no até o alto, onde ficavam a sugá-lo, movendo devagar as antenas apontadas para a frente. Se, andando, encontravam uma saevissima, as fulvas afastavam-se, sem aceleração, para o alto da mecha, livre de formigas.

Notei que algumas fulvas que chegavam faziam *volteamentos* – um perambular sinuoso, giratório e em meandros, repetidamente reorientado, conforme ilustrado na Figura 5 – já a dez ou mais centímetros antes de atingir o chamariz. Esse comportamento, segundo observações de Cornetz[10] realizadas com algumas espécies de formigas da Argélia dos gêneros *Messor, Tapinoma, Myrmecocystus* etc. por ele denominado "tournoyement de Turner" em homenagem à pesquisadora que o descrevera pela primeira vez, pareceria indicar a operação, no animal que o manifesta, de um "estado de busca" – no caso, um estado de busca do chamariz. Se essa captação é correta, esse fato pareceria sugerir que a trilha de *P. fulva* talvez houvesse precedido a de *Solenopsis* antes de ser por esta suplantada, e que suas formigas já teriam um como que ajustamento a – ou memória de – a distância em que encontrar a provisão.

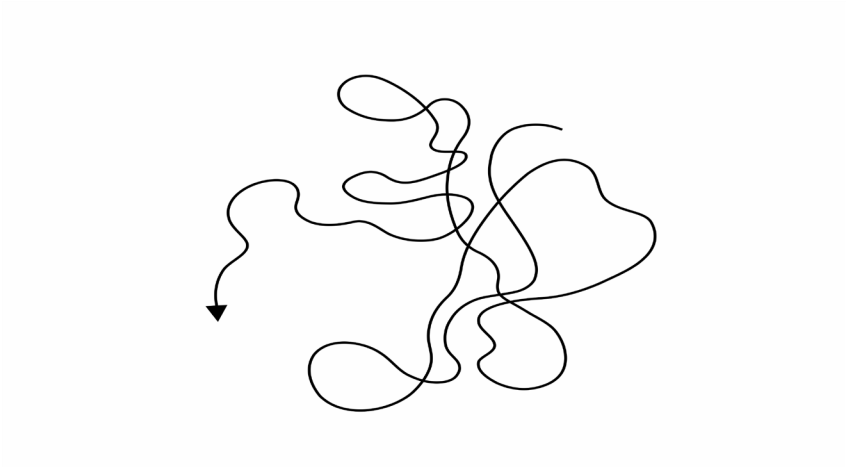


Figura 5: Ilustração das trajetórias de uma formiga (*Paratrechina fulva*) quando realiza volteamentos.

[10] Cornetz, V. *Les Explorations et Voyages des Fourmis.* Paris: Flammarion, 1914.

Ao topar com uma fulva de frente, uma saevissima estacou, depois andou em roda, como que a procurá-la.

Embora escassas, as observações relatadas acima pareciam não deixar dúvidas quanto ao que eu procurava saber: que os corpos de formigas de outras espécies, esmagados ou íntegros e até perfeitamente móveis sobre uma trilha de *Paratrechina fulva*, não apresentavam, considerada a extensão e a duração das perturbações, um caráter aparente de obstáculo perturbador do comportamento das formigas dessa trilha tão dramático quanto o faziam os corpos esmagados de companheiras.

4 Uma primeira análise de "formigas da espécie" como alteração experimental

Certamente, o que o esmagamento de formigas da própria espécie em uma trilha de formigas *P. fulva* tem de especial para estas e não o têm as formigas de outras espécies é o fato de serem *P. fulvas* e, também, provavelmente, o fato de estas, e não aquelas, serem parte da situação que antecedia a alteração. No entanto, a questão de saber tanto o significado, para as formigas de uma trilha, de ser a formiga esmagada da sua espécie como o de ser ela parte da situação preexistente não é, sem dúvida, de fácil solução, e envolve muitas análises ou perquirições. Contudo, um ponto por onde a análise me parece poder ser começada é o seguinte. Já foi mencionado que, por vezes, as formigas *(P. fulva)* de uma trilha apresentam modificações de comportamento de caráter catastrófico para com o corpo de companheiras esmagadas sobre uma trilha a partir de uma distância de vários centímetros. A essa distância, provavelmente, elas responderiam antes a substâncias voláteis provenientes dos corpos do que à visão destes. Essa ilação é apoiada pelo fato de que em várias observações verificou-se que a presença ou não de fragmentos corporais produzidos pelo esmagamento não fazia diferença para a severidade das modificações de comportamento apresentadas.

Considerado isto, três diferentes indagações me ocorreram, a saber: 1) Será a substância em questão privativa de alguma parte dos corpos esmagados? 2) Que efeito terá o esmagamento, sobre a trilha, de um número maior ou menor de formigas? E, finalmente, 3) Como reagirão as formigas da trilha a companheiras mortas, mas íntegras, postas junto à

trilha ou sobre ela? Abaixo apresentarei as observações que fiz tendo em vista responder essas questões.

4.1 Observações realizadas para o fim de comparar os efeitos sobre o comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha com o esmagamento de companheiras e somente com partes delas, anatomicamente diferenciadas

Um modo grosseiro, mas a meu alcance, de responder a primeira questão, (1), formulada acima, seria comparar as perturbações provocadas numa trilha de *P. fulva* pelo esmagamento nela de formigas inteiras e das partes naturais e facilmente separáveis de uma formiga: a cabeça, o tórax e o abdome.

Na prática, porém, verifiquei que era muito difícil empregar apenas o tórax como alteração experimental, já que essa região corporal, bastante desidratada, mesmo esmagada não aderia à parede, ao passo que as demais, sim. Julgando que a presença ou ausência dos fragmentos corporais, considerados como fontes das emanações poderia representar uma diferença importante, decidi empregar tal parte em conexão com as regiões corporais vizinhas, na esperança de poder discernir, posteriormente, por uma comparação de efeitos, sua contribuição específica. Devo mencionar, porém, que, mesmo não aderindo à parede, o tórax esmagado causava notáveis modificações de comportamento.

Para efetuar a comparação em causa realizei cinco observações distintas, todas relativas a trilhas individuais separadas que, em ocasiões diferentes, mas próximas, foram formadas pelas formigas de uma mesma colônia de *Paratrechina fulva.* Todas essas trilhas dispunham-se, em parte, no chão – um piso cimentado – e em parte numa parede de alvenaria, e conectavam um ninho no solo a um incentivo (açúcar refinado derramado sobre um suporte na parede).

Cada observação constou de duas fases distintas: uma fase de controle e uma fase experimental, cada uma com, no mínimo, duração de vinte períodos unitários de um minuto cada, marcados por um cronômetro. Em ambas as fases era registrado o comportamento manifestado pelas formigas individuais, o qual podia ser o comportamento normal, representado por um deslocamento uniforme por sobre a trilha, ou um comportamento modificado em relação a esse comportamento normal, isto é, qualquer forma de modificação de comportamento com respeito

ao comportamento normal, como um retorno ou desvio simples ou com marcha ondulante, pausa, desorientação, queda, etc.

No relato que se segue omitirei, para maior simplicidade, a descrição das fases de controle, que nada apresentaram digno de nota, mas inserirei, no quadro relativo aos resultados numéricos de cada observação, os dados referentes ao fluxo de formigas verificado em cada fase. Evidentemente, seria desejável que as várias trilhas tivessem basicamente as mesmas características (de velocidade da marcha, de intensidade de fluxo – isto é, o mesmo número médio de formigas em trânsito no período unitário de observação – como também de tempo de estabelecimento da trilha, de hora do dia, de temperatura, etc.), as quais pudessem ter algo a ver com o comportamento apresentado, mas igualá-las em todas essas condições seria, evidentemente, inalcançável, e não chegou a ser intentado.

Relato, a seguir, sucintamente, as cinco observações mencionadas acima.

- *Observação 6 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *consequentemente ao esmagamento sobre a trilha de 4 formigas da colônia (Duração: 60 períodos unitários de 1 minuto)*

Os resultados desta observação estão reunidos, no seu aspecto quantitativo, na coluna A da Tabela 1, situada bem mais abaixo: precisamente, após a observação 10, várias páginas adiante, porque essa tabela apresenta também resultados de outras observações feitas para comparação recíproca. No seu aspecto qualitativo, os resultados desta sexta observação são similares aos já referidos para observações deste tipo, isto é, que empregam como alteração experimental o esmagamento de formigas íntegras. Melhor que tentar descrevê-los, parece-me ser melhor, para ilustrá-los, apresentar o registro original que foi obtido para alguns minutos iniciais e alguns intermediários dessa observação, o que faço através da Figura 6. Devo acrescentar apenas que, na fase experimental, foi notada uma aglomeração de formigas próximas do chamariz e outra próxima do início da trilha na parede junto ao solo, aglomerações em que, ao que parecia, as formigas hesitavam em prosseguir sua caminhada. Foi observado também que algumas formigas, ao toparem com outras que regressavam, tendiam a retornar a grandes distâncias – por vezes de até 1m – do ponto de alteração.

Esse fato reforça a impressão do fraco valor de incentivo do chamariz nessa ocasião.

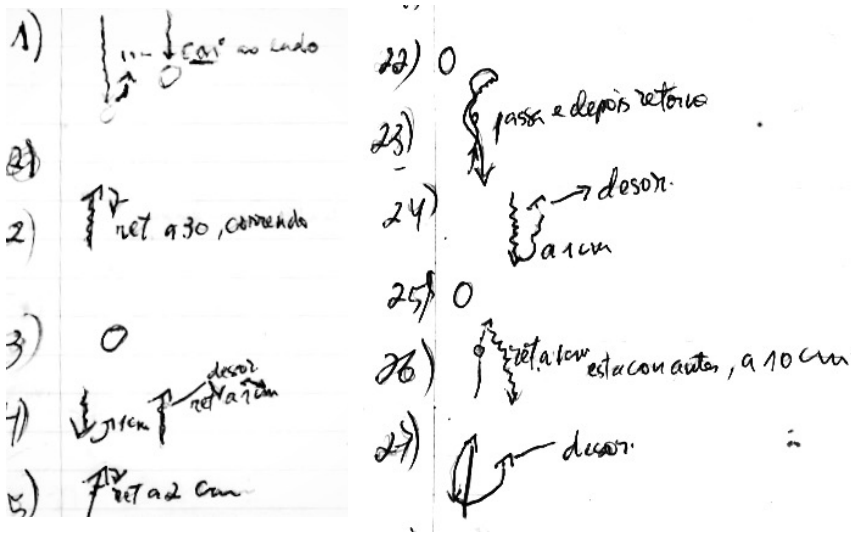


Figura 6: Amostra do registro original do comportamento de formigas *(P. fulva)* de uma trilha obtido para alguns períodos iniciais e outros intermediários na fase experimental de uma observação em que se esmagaram 4 operárias da colônia sobre a trilha.

- *Observação 7 – Modificações de comportamento de formigas de uma trilha consequentes ao esmagamento, sobre esta, da região abdominal de 8 formigas (Duração: 20 períodos unitários de 1 minuto)*

O esmagamento fez desprender-se um cheiro acentuado, típico do que eu já conhecia do esmagamento de operárias da espécie. As modificações de comportamento, mais intensas no princípio, amainaram um pouco no final. Algumas formigas faziam uma pausa maior ou menor na região da alteração, e, depois, prosseguiam ou retornavam sem outras modificações aparentes. Outras formigas carregaram fragmentos de corpos.

A trilha foi-se deslocando gradualmente para a direita do ponto de alteração; nessas condições, era difícil distinguir passagens de desvios, o que tornou o registro, nesse aspecto, menos fidedigno. Os dados quantitativos desta fase são apresentados na coluna B do Quadro I, mais abaixo, e a Figura 7 apresenta os registros originais obtidos para alguns períodos finais dessa observação. Eles mostram, acredito, uma tendência da trilha a uma gradativa renormalização.

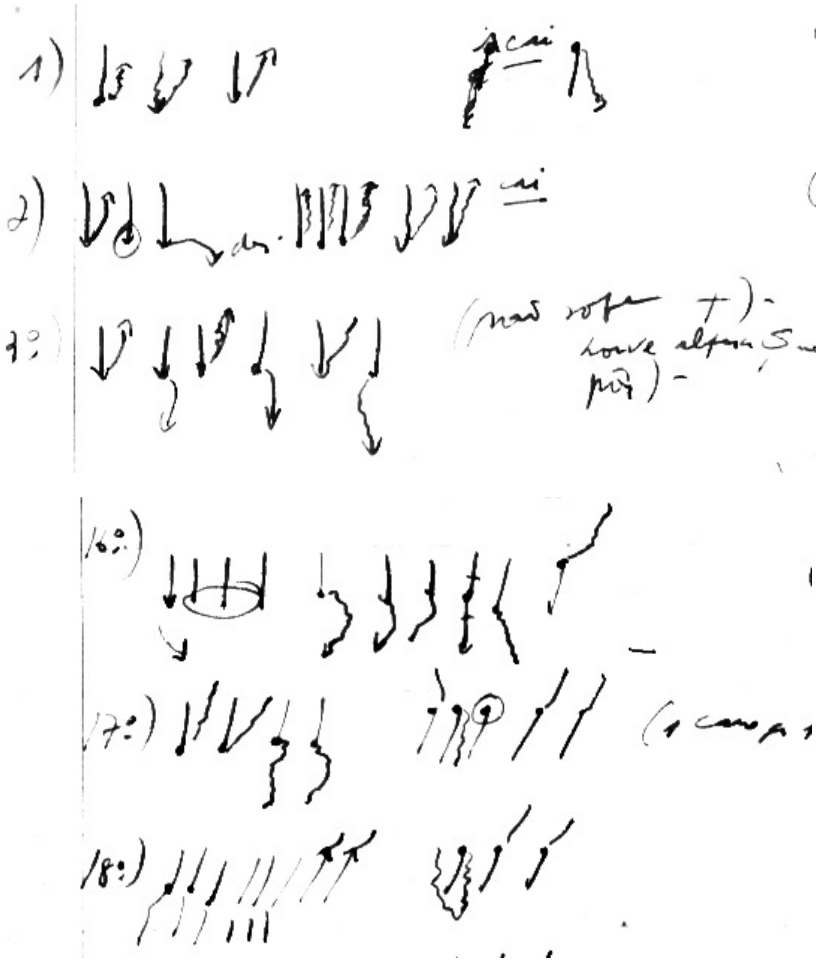
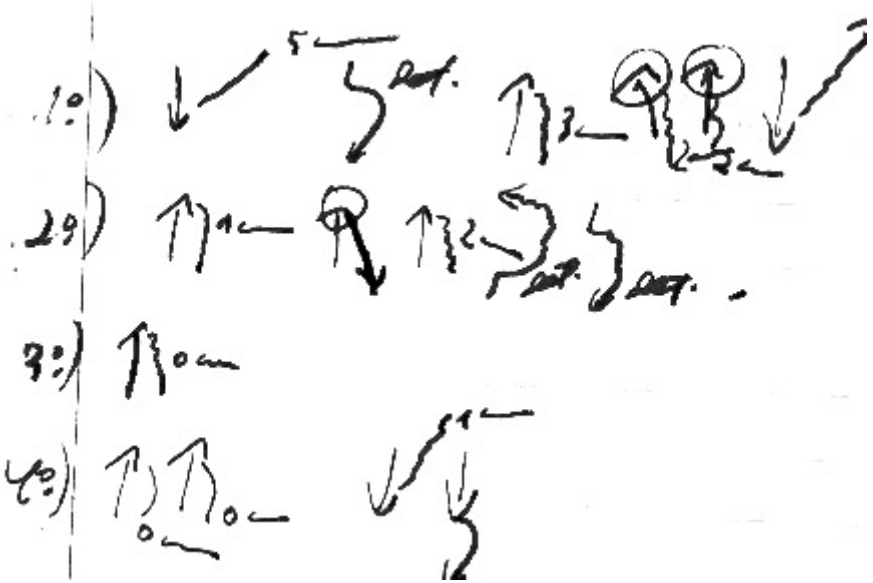


Figura 7: Amostra do registro original obtido para o comportamento de formigas de uma trilha em alguns períodos finais, de uma fase experimental consequente ao esmagamento da região abdominal de 8 formigas da colônia sobre a trilha.

- *Observação 8 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *de uma trilha consequentes do esmagamento, sobre esta, da região torácico – abdominal de 8 formigas da colônia (Duração: 20 períodos unitários de 1 minuto)*

O esmagamento exalou, como para a fase anterior, um forte cheiro. Como nessa fase anterior, também, algumas formigas, especialmente entre as ascendentes para o chamariz, pausavam dentro mesmo da região

alterada. Se uma delas exibia uma ondulação, porém, várias corriam e prosseguiam em seu caminho. Dois fragmentos de corpos foram carregados para o ninho. Os dados quantitativos desta observação são apresentados na coluna C do Quadro I, e a Figura 8 reproduz os registros originais obtidos para o comportamento das formigas da trilha em alguns minutos iniciais e outros finais desta observação.



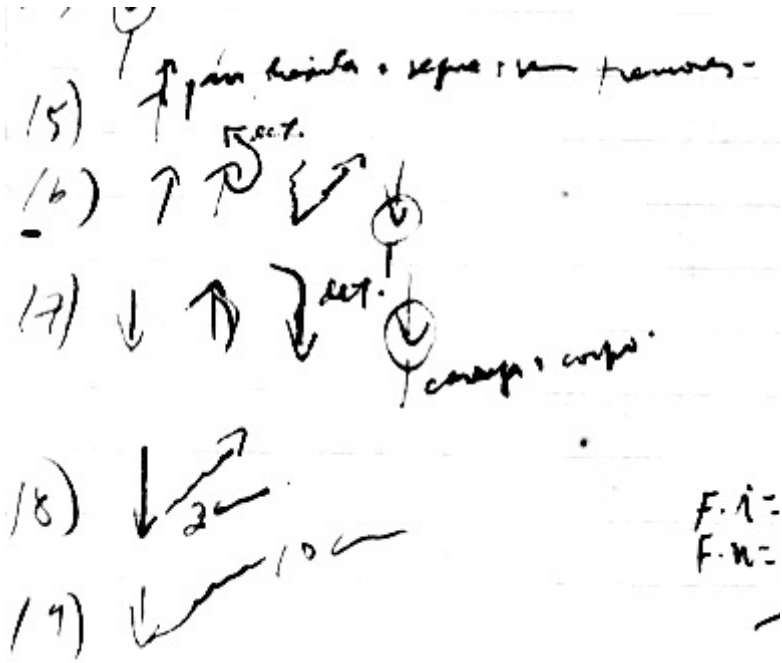


Figura 8: Amostra do registro original obtido para o comportamento de formigas em uma trilha em alguns períodos finais e outros iniciais de uma fase experimental consequente ao esmagamento da região torácico-abdominal de 8 formigas da colônia sobre a trilha.

- *Observação 9 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha consequentemente ao esmagamento, sobre esta, da região céfalo torácica de 8 formigas da colônia (Duração: 20 períodos unitários de 1 minuto)*

O odor produzido pelo esmagamento foi, desta vez, quase imperceptível. Qualitativamente, os resultados pareciam similares aos da fase precedente. Três fragmentos de corpos foram removidos para o ninho durante esta fase e os restantes na meia hora seguinte, em que a trilha, com um deslocamento de cerca de 3 cm do local original junto ao ponto de alteração, voltava, nitidamente, ao seu aspecto normal, exceto na passagem de algumas formigas por esse local. Os dados quantitativos dessa observação estão representados na coluna D do Quadro I. A Figura 9 reproduz os registros originais obtidos para o comportamento das formigas da trilha em alguns minutos finais desta observação.



Figura 9: Amostra do registro original obtido para o comportamento de formigas em uma trilha em alguns períodos iniciais e em outros, finais de uma fase experimental consequente ao esmagamento da região céfalo-torácica de 8 formigas da colônia sobre a trilha.

- *Observação 10 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha consequentemente ao esmagamento, sobre ela, da região cefálica de 8 formigas da colônia (Duração: 30 períodos unitários de 1 minuto)*

Apenas uma região cefálica não aderiu à parede, porém nenhum odor foi percebido. Não obstante, as modificações de comportamento obtidas me pareceram, nesta fase, mais intensas do que nas três fases precedentes, e mais semelhantes às obtidas para o esmagamento de formigas completas. Com efeito, comparativamente às fases precedentes mencionadas, as ondulações e os repelões pareciam mais enérgicos, as acelerações mais evidentes, havendo, no final, várias formigas desgarradas pela parede, aparentemente desorientadas. É possível, porém, que parte das modificações encontradas – sobretudo o grande número de quedas verificado – se devesse ao fato de o ponto de alteração encontrar-se numa região particularmente lisa da parede. Dois fragmentos da alteração experimental foram carregados para o ninho.

Os dados quantitativos desta observação estão representados na coluna E do Quadro I. A Figura 10 reproduz os registros originais que foram obtidos para alguns minutos iniciais e para outros finais da observação.

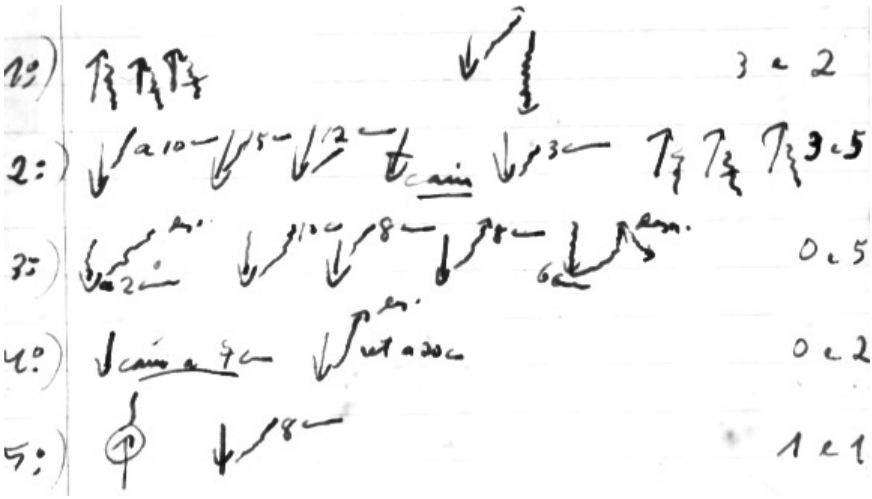




Figura 10: Amostra do registro original obtido para o comportamento de formigas em uma trilha em alguns períodos iniciais e em outros períodos finais, em uma fase experimental consequente ao esmagamento da região cefálica de 8 formigas da colônia sobre a trilha.

Modalidades de dados	**A** **N = 60** **F = 40**	**B** **N = 20** **F = 191**	**C** **N = 20** **F = 71**	**D** **N = 20** **F = 78**	**E** **N = 30** **F = 90**
I.F. Fase experimental	0,67	9,55	3,55	3,90	3,00
Dif. entre I.F. fase exp. e fase de controle	-1,06*	-9,70*	-3,15*	0,25	-3,00*
PORCENTAGEM DE FORMIGAS COM:					
Retorno	60	37	34	62	64
Ondulação	70	48	37	69	74
Desvio	10	10	17	17	20
Desorientação	23	5	2	8	14
Passagem deslocada	10	1	0	5	1
Pausa	13	7	24	9	4

Modalidades de dados	A N = 60 F = 40	B N = 20 F = 191	C N = 20 F = 71	D N = 20 F = 78	E N = 30 F = 90
Repelão	30	5	2	17	16
Queda	3	1	0	0	8
Sem perturbação aparente	0	34	21	1	2

Tabela 1: Dados relativos ao comportamento de formigas *(P. fulva)* consequentemente ao esmagamento sobre a trilha: A) de 4 formigas inteiras; B) do abdome; C) da região torácico abdominal; D) da região céfalo torácica; e) da região cefálica de 8 formigas da colônia.

* Estatisticamente significante ao nível de p < 0,01(Índice usado: t de Fisher para pequenas amostras).
N = número de períodos unitários (minutos) de observação.
F = número de formigas observadas.
I. F. = número médio de formigas no período unitário (minuto) de observação.

Discussão dos resultados das observações do presente item

Examinando os resultados das cinco observações constantes deste tópico, tanto os contidos nos registros gráficos como os descritos discursivamente, e ainda os quantitativos, apresentados na Tabela 1, parece que posso afirmar: A) que todas as alterações experimentais empregadas neste tópico acarretaram modificações de comportamento acentuadas e qualitativamente similares nas formigas da trilha, e B) que, porém, o esmagamento da região cefálica provocou modificações de comportamento mais dramáticas que o esmagamento da região abdominal e, muito provavelmente, também mais que o da região torácica nas formigas em uma trilha.

Pelo verificado em (A), depreendi a inexistência de uma substância privativa de alguma das três partes corporais que pudesse ser considerada como a responsável pelas dramáticas modificações de comportamento que se observam quando do esmagamento do corpo completo de companheiras sobre a trilha. Se alguma substância ou complexo de substâncias – por exemplo, um ou mais feromônios de alarme – fosse o fator que causava tais modificações, ele deveria existir em todas as três partes mencionadas, se bem que, a considerar o verificado em (B), em maior quantidade, ou com alguma especificidade, na região cefálica. De fato, caberia indagar, seria uma quantidade maior de substâncias de alarme ou uma substância adicional à, ou às, outras partes que dotaria a cabeça, no fenômeno considerado, de maior eficácia intensiva?

Esta última hipótese parece sobretudo atraente, pois, conforme já foi mencionado no item 2, na região cefálica das formigas encontram-se as glândulas mandibulares, que os estudiosos frequentemente consideram ser, para muitas espécies de formigas, uma das principais fontes de feromônios de alarme.

Devo apontar que, quando supus a possibilidade de que o esmagamento de formigas em uma trilha provocasse grande perturbação nas companheiras restantes através da liberação, no meio próximo, de substâncias irritantes e/ou repulsivas, eu ainda não conhecia a postulação, por parte dos pesquisadores biologicamente orientados, da existência de feromônios de alarme como a causa mais provável dessa perturbação. Minha hipótese, relativa à possível existência, no corpo das formigas esmagadas, de alguma substância irritante e repulsiva, porém, era certamente relacionada com essa postulação. Ela passou-me a parecer mais plausível depois que vim a saber, por leituras e por observações próprias (por exemplo, do comportamento agonístico e defensivo de exemplares de *Camponotus crassus* Mayr*, de Camponotus rufipes* Fabricius *e* de espécies de *Craematogaster)*, que várias espécies de formigas – entre as quais a própria espécie aqui considerada – expeliam, pela extremidade abdominal, jatos líquidos ou viscosos contra intrusos no ninho, ou que os lançavam sobre feridas previamente praticadas com as mandíbulas nos corpos de inimigos.

Através de leituras, vim a saber que, em vários casos, os jatos mencionados conteriam ácido fórmico ou outros, que atuariam como veneno. Goetsch (1957), por exemplo, afirmara que o ácido fórmico existente na glândula venenosa do ferrão de certas formigas atuava, ao ser liberado no meio, como um sinal de perigo para as companheiras, que correriam em roda, em grande agitação; algumas abduziriam as mandíbulas e empinariam o abdome, e frequentemente também liberariam uma gotícula de veneno pela extremidade livre deste. Já Schneirla (1960) relatou a ocorrência de modificações no comportamento de formigas como, por exemplo, "saltos nervosos" (repelões?), em um labirinto que apresentava "um excesso de ácido fórmico". Por essas razões, eu esperava que o esmagamento do abdome de formigas provocasse muito mais modificações de comportamento, e modificações mais dramáticas, que o das duas outras regiões que foram utilizadas. A reforçar essa opinião, havia ainda o fato de o abdome esmagado desprender odor particularmente forte e característico da espécie de formiga considerada, muito mais que as outras partes. Essa expectativa, como se viu, foi diretamente desmentida pelos resultados das observações

em pauta, as quais revelaram, ainda, como o odor que eu tomava como característico de *Paratrechina fulva* podia ser, para as formigas dessa espécie, ao menos no que respeitava aos fenômenos considerados, relativamente irrelevante.

Mas, pensando bem, não era só essa expectativa, mas também a hipótese de que as modificações de comportamento em causa eram provocadas por substâncias repelentes ou de alarme que os resultados dessas observações pareciam, por certos aspectos, contrariar. Com efeito, como conciliar com o suposto efeito indutor de escape dessas substâncias o fato de que, nessas observações, algumas formigas pausassem dentro da região de alteração mesma, "explorassem" fragmentos dos corpos esmagados com as antenas e até mesmo os apreendessem com as mandíbulas, levantassem-nos e transportassem-nos para o ninho?

Talvez se pudesse conciliar a existência e forma de atuação supostas dos feromônios de alarme com a mencionada manipulação de fragmentos corporais considerando que, provavelmente, os feromônios já houvessem evolado completamente quando dessa ocorrência. De acordo com Hölldobler e Wilson (1990), os feromônios de alarme das formigas devem ter evolvido com uma composição tal que sua ação possa ser cessada uns poucos minutos depois de sua liberação; caso contrário, eles obstariam a retomada das atividades rotineiras necessárias à colônia. Entretanto, se era isso o que acontecia, uma nova dificuldade surgiria para ser explicada: por que, em muitas observações em que são esmagadas formigas sobre uma trilha, as modificações de comportamento com caráter de alarme persistem, como foi o caso da Observação A deste tópico, até o final de um período de 60 min e provavelmente até mais? Devo mencionar que, em minhas inúmeras observações, não foi verificada nenhuma evidência de comportamentos que pudessem indicar uma possível renovação, por parte das formigas vivas em uma trilha, de substâncias de alarme no ponto de alteração praticado.

Diante dos fatos apresentados, penso que cabe indagar se seria necessário, para a explicação do fenômeno das modificações de comportamento numa trilha, atermo-nos apenas à suposição da liberação, pelo esmagamento de corpos ou de suas partes, de feromônios de alarme. Tendo em vista moderar o que Cornetz (1914) muito apropriadamente denominou "a voracidade natural de uma hipótese", isto é, a tendência que tem esta a, uma vez formulada, assimilar todos os fatos que possa fazê-

-lo em uma dada investigação, parece-me recomendável procurar, sempre que possível, contrapô-la a outras hipóteses alternativas. No caso presente, parece-me conveniente indagar, com vistas a verificações futuras, se o fator causador das dramáticas modificações de comportamento consideradas não seria, por exemplo, a destruição do rastro olfativo subjacente à trilha, com seu admitidamente importante papel na orientação do caminhar das formigas, ou, ainda, em termos mais gerais, a alteração da situação de comportamento preexistente, situação da qual os corpos íntegros e o comportamento habitual das companheiras seriam uma parte integrante evidente e, quiçá, intocável para que o comportamento então em realização prosseguisse inalterado.

Como quer que seja, espero mostrar, na sequência desta obra, vários fatos que parecem apoiar essas alternativas. Um dentre eles me parece, porém, dever ser, no contexto desta discussão, desde já apontado: a aparente preponderância que tem a cabeça, entre as várias estruturas corporais da formiga *P. fulva*, nas atividades sociais da colônia. De fato, onde quer que se encontrem, de repente, frontalmente, duas formigas dessa espécie, há geralmente uma exploração mútua com as antenas e, em bom número de vezes, a regurgitação de alimento de uma para outra. Deve-se ter em vista também que a regurgitação recíproca de saliva ocorre desde a fase larval em muitas espécies de formigas. Esse fenômeno de trocas recíprocas efetuado por regurgitação, tecnicamente denominado *trofalaxia*, constituiria mesmo, para alguns autores, segundo uma ideia que seria originalmente de Wheeler (1910), o laço primordial da vida comunitária entre as formigas e entre outros insetos, como as vespas sociais[11]. Não estaria essa preponderância de alguma forma envolvida, isolada ou conjuntamente com outros fatores, na explicação da maior eficácia do esmagamento da cabeça sobre o do abdome e do tórax como indutor de modificações de comportamento?

Antes, porém, de passar a tratar das hipóteses mencionadas acima, preciso tratar de duas outras questões que considero uma continuação natural da análise realizada no presente item. Uma delas é o papel representado pelo número de formigas esmagadas nas modificações de comportamento provocadas. O outro é verificar se o esmagamento é necessário para o efeito que tem sido verificado.

[11] Cf., a propósito, também Forel (1921, 1922), Warden *et alii* (1940), Michener , C. D. e M. Michener (1951), Schneirla, (s.d.), Morley (1954), Dumpert (1980), Hölldobler e Wilson (1990), etc.-

4.2 Comparação do efeito que tem, sobre o comportamento de formigas *P. fulva* em uma trilha, o esmagamento, sobre esta, de um número diferente de formigas da colônia

Um ponto obscuro nas observações até aqui relatadas é o papel que teria, no fenômeno das modificações de comportamento em uma trilha, a quantidade de formigas esmagadas, ou a massa total dos fragmentos corporais nela implicados.

O ponto não me parecia importante tendo em vista que, no item precedente, a região cefálica da formiga era evidentemente muito menor que as duas outras regiões corporais que foram esmagadas na trilha e, no entanto, era de muito maior impacto sobre as companheiras vivas. Além disso, conforme já foi salientado, no caso do esmagamento de formigas completas sobre a trilha, a presença ou não de fragmentos corporais no substrato não parecia fazer diferença para o grau de severidade das modificações de comportamento provocadas.

De outra parte, como já foi indicado, a reação apresentada pelas formigas individuais podia dar-se a distâncias muito variadas, que iam de zero a dez ou pouco mais centímetros, do ponto de alteração. Essas últimas distâncias sugeriam que a reação das formigas estaria sendo dada, não à visão ou à percepção dos corpos esmagados diretamente, mas a substâncias voláteis: certamente, na opinião da maioria, senão da totalidade de estudiosos do chamado comportamento de alarme das formigas, às substâncias que denominam *feromônios de alarme,* que seriam liberados pelo esmagamento. No entanto, a questão permanecia: não seria a quantidade de tais substâncias, como estímulos próximos a que as formigas reagiam, proporcionais, ao menos como uma tendência, à quantidade de estímulos distantes empregada – à massa de corpos esmagados ou daquelas suas partes (por exemplo, as regiões cefálicas) mais ativas ou importantes para o fenômeno?

A fim de não prejulgar a resposta a essa questão, decidi submetê-la a um tratamento experimental que me parecesse adequado.

Para fazê-lo, tomei para consideração, primeiramente, duas sessões de observação, A e B, aqui denominadas coletivamente Observação 11, relatada a seguir.

- *Observação 11 – Observação relativa ao efeito que tem sobre as formigas em uma trilha um diferente número de formigas esmagadas*

Nas duas fases desta observação foi registrado o comportamento de formigas pertencentes a uma mesma colônia em duas ocasiões próximas em que ela estabelecera, por coincidência, duas trilhas muito semelhantes em sua disposição no ambiente. Essas trilhas, em ambas as ocasiões, conectavam o ninho a um chamariz dispondo-se, em sua maior extensão, na superfície de um muro baixo de alvenaria, de onde iam ter a um piso de cacos de cerâmica e, deste, por um pequeno trecho de uma parede adjacente acima, a um ninho cuja entrada era uma cavidade no reboco sob um condutor de águas pluviais. Uma lâmpada de 40 watts, dependurada próxima ao muro, e duas lâmpadas mais fortes situadas mais distantes, iluminavam a trilha. A Figura 11 representa a situação obtida em seu aspecto mais imediato.

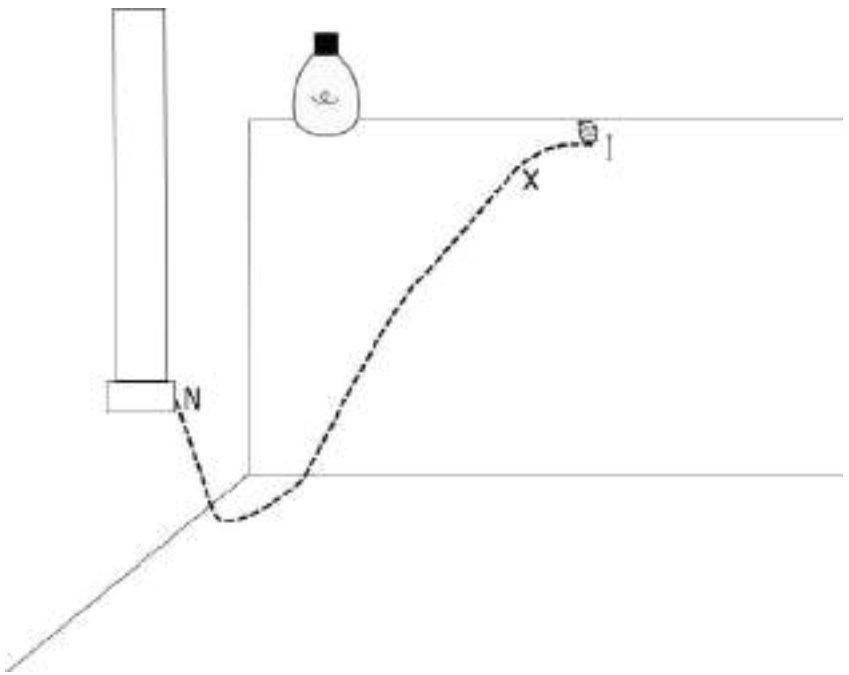


Figura 11: Representação aproximada da situação considerada nas Fases A e B da Observação 11.

A linha interrompida representa a trilha disposta na superfície de um muro e em parede contígua, em duas ocasiões diferentes. **I** representa o incentivo, **N** o ninho sob um condutor (calha) de águas pluviais e **X** o ponto de alteração.

Cada sessão consistiu de duas fases de observação distintas: uma de controle (sem qualquer alteração na trilha), com quinze períodos unitários de um minuto cada, e uma fase experimental, com sessenta períodos unitários para a fase A e quarenta para a fase B, consequentemente ao esmagamento sobre a trilha de dez formigas da colônia na Sessão A e de uma única formiga da colônia na Sessão B. Eis, resumidamente, como foram as duas sessões.

Na sessão de observação A, utilizei como chamariz duas mechas de algodão com solução de água com açúcar, presas num único volume com um alfinete de segurança sob uma das peças de cerâmica boleada que arrematava a mureta. A solução açucarada havia sido renovada duas vezes, uma na noite anterior e outra durante o dia na data da realização da observação.

As formigas denotavam possuir um senso de orientação admirável, pois a trilha dispunha-se no muro como uma linha oblíqua em relação à vertical, numa direção que tendia a torná-la a rota mais curta possível entre a fonte de provisões e o ninho. No entanto, de vez em quando uma ou outra formiga deixava o chamariz e descia o muro isoladamente, numa trajetória quase vertical, como se estivesse seguindo uma orientação favorecida pela gravidade, ou, quem sabe, uma rota mais antiga que a que então prevalecia. De vez em quando, notei que uma operária de outra espécie (às vezes duas) cuja determinação não foi indicada nos registros, de um porte maior que *P. fulva* – provavelmente, *Camponotus melanoticus* – visitava a mecha superior, mas não havia escaramuças nem contato entre as formigas das duas espécies.

Às 20h08, 01 hora antes de iniciar a fase de controle desta observação, amarrei a lâmpada elétrica de 40 watts mencionada acima da maçaneta de uma janela existente na parede de modo que ficasse a 18 cm de distância desta, a 1,05 m do piso de cerâmica e a 30 cm do muro, e acendi-a. A iluminação dessa lâmpada suplementava a iluminação provida pelas duas outras lâmpadas elétricas, bem mais fortes, já referidas, que iluminavam o quintal onde se realizava a observação.

Infelizmente, às 20h20, começou a chuviscar, e depois, a chover. Por causa disso, armei um guarda-chuvas aberto sobre duas varas que iam do parapeito da janela em cima do muro, que era, como já disse, baixo, e sentei-me ao chão, com os olhos distantes a 75 cm da trilha. No chão dispus o cronômetro e um saco de pano aberto sobre jornais sobre o qual me

sentei. Por sorte, a chuva respeitava a parede por, pelo menos, 1m^2, devido a um beiral sob o qual eu estava, e também respeitava as peças boleadas de cerâmica que recobriam parte do muro com a trilha e o chamariz. Dentro de pouco tempo, a chuva evoluiu para um chuvisco sem ventos.

Para o esmagamento na fase experimental da Sessão A foram capturadas e guardadas num pequeno frasco de vidro, antes ainda da chuva, entre 20h20 e 20h25, uma a uma, dez formigas da colônia num momento em que se afastavam do ninho pelo piso; depois, foram transferidas para uma folha de papel e, ali, imobilizadas com leve pressão do dedo indicador; dali, foram transferidas, juntas, exceto uma, que escapou, para o dedo indicador de uma das minhas mãos e pressionadas com ele contra uma formiga que se dirigia para o ninho num ponto da trilha.

Na Sessão B, realizada quinze dias após a Sessão A, foi utilizada uma trilha praticamente idêntica, em sua disposição espacial, à desta última, inclusive pela existência de uma ou outra formiga eventual deslocando-se, por vezes, isoladamente, ao lado da trilha e algo paralelamente a ela e pela presença esporádica, aparentemente tolerada ou não notada, de alguma formiga estranha da mesma espécie que a mencionada na Sessão A. A colocação da lâmpada elétrica adicional às outras duas responsáveis pela iluminação do ambiente, a colocação do guarda-chuvas e a forma de dispor-me face à trilha verificadas na observação anterior foram aqui mantidas, e a observação ocorreu sob garoa e sob um vento leve e inconstante.

Uma mecha de algodão com uma solução de água com açúcar na proporção de 2 para 1 – infelizmente, ao que me parece, provavelmente mais concentrada que a solução utilizada na fase anterior – foi presa ao mesmo alfinete empregado precedentemente, e o foi cerca de 05h30 antes do início da observação. Essa maior recenticidade e, provavelmente, também maior saturação do chamariz parecem ter sido responsáveis por um afluxo mais acentuado de formigas à trilha nessa ocasião, tornando-a, nesse aspecto, infelizmente, um tanto diferente da trilha que se verificou na Sessão A.

Outra diferença importante entre ambas as sessões foi que marquei, antes da sessão B, na superfície do muro, com um lápis manejado imediatamente atrás de algumas formigas, por meio de traços curtos, a exata trajetória que elas percorriam, antes de iniciar a fase de controle. Notei então que, às vezes, uma ou outra formiga, durante alguns minutos, ao passar por um traço, retornava ou exibia um repelão. Com o passar do

tempo, porém, as formigas deixaram de apresentar qualquer modificação de comportamento ao percorrer a trilha e passar por sobre esses traços.

A lâmpada adicional, referida mais acima, foi acesa 2h antes do início da fase de controle. Daí a pouco pareceu-me haver um número aumentado de formigas dirigindo-se ao incentivo. Seria essa nova fonte de luz, provavelmente ao prover, como uma heterogeneidade marcante de estimulação próxima à trilha, uma referência espacial facilmente utilizável para a orientação das formigas, o fator responsável por esse aumento repentino no fluxo das formigas?

Na fase experimental da sessão B foi esmagada sobre a trilha uma única formiga que procedia do ninho. Em ambas as fases, os resultados – os comportamentos exibidos pelas formigas que se aproximavam da alteração efetuada sobre a trilha – eram registrados em forma gráfica complementada por informações lançadas em forma discursiva ao lado mesmo dos registros gráficos, em períodos sucessivos de um minuto cada, delimitados – infelizmente, várias vezes imprecisamente, ou apenas aproximadamente, devido à quantidade de formigas a observar – com o auxílio de um cronômetro.

Na apreciação dos resultados feita a seguir, foram desconsiderados os 20 min finais da Sessão A para torná-la mais comparável à sessão B, cuja duração total foi de apenas quarenta períodos unitários. Os registros não foram sempre completos, e as omissões e, por vezes, imprecisões quanto ao lado exato em que ocorriam os retornos e desvios ocorreram principalmente quando uma ou mais formigas começavam a apresentar modificações em seu comportamento antes que um registro já em execução houvesse terminado. Para uma fração não calculada de formigas, o registro não chegou mesmo a ser efetuado. Por essa razão, deixou-se de indicar, para cada fase experimental, a intensidade do fluxo que nela teria prevalecido.

Infelizmente, as duas sessões de observação, A e B, diferiram, como é óbvio, entre si, não apenas na variável que constituía o foco do interesse – o número de formigas da colônia esmagadas – e nos aspectos mencionados no parágrafo precedente, mas também em outros, a contar, provavelmente, da composição individual de cada carreiro. A Tabela 2 resume as diferenças não planejadas ocorridas conforme pude identificá-las a partir das anotações de campo.

CONDIÇÕES	OBSERVAÇÃO A	OBSERVAÇÃO B
Extensão da trilha:	105 cm	102 cm
Hora de início da observação:	21 h 30 min	22 h 20 min
Natureza do incentivo:	Mecha de algodão com água e açúcar	Mecha de algodão com água e açúcar (aparentemente mais concentrada)
Presença anterior do incentivo no início da observação:	Desde 25 horas antes. Solução açucarada renovada 8 horas antes	Desde 5 horas e 40 minutos antes
Experiência anterior da colônia com essa modalidade de alteração experimental:	Nenhuma	Passara pela Fase A 20 dias antes
Tempo de permanência da trilha no local antes da alteração experimental:	Um dia e meio	8 horas
Intensidade do fluxo (nº médio de formigas por período unitário de observação) na fase de controle:	5,87	Aparentemente bem maior
Condições meteorológicas vigentes durante a observação:	Chuva fina, temperatura de 21° Centígrados	Garoa, vento leve e instável, temperatura de 19° Centígrados
Vestígios visíveis deixados pela alteração experimental:	3 agrupamentos de fragmentos em região de 13 mm de diâmetro no interior de mancha deixada na parede pela pressão do dedo	2 agrupamentos de fragmentos separados entre si por uma distância de 2,5 mm no interior de mancha na parede deixada pela pressão do dedo
Distância da alteração experimental ao incentivo:	46 cm	27 cm

Tabela 2: Resumo das diferenças vigentes nas condições anotadas para as Sessões A e B da Observação 11.

Essa tabela é aqui apresentada como lembrete de variáveis cujos efeitos sobre o comportamento não foram determinados e para indicação de como é difícil, impossível até, igualar as condições desejáveis em observações em situação natural ou próximas da natural. Os resultados qualitativos dessas duas sessões foram similares aos já descritos para essa modalidade de alteração experimental em outras observações. Ou seja, nas fases experimentais de ambas as sessões houve modificações de comportamento e uma desorganização na trilha que poderiam ser descritas como dramáticas. Para

ilustrar isso incluo as figuras 12 e 13 que contêm as primeiras páginas do registro de comportamentos observados durante as fases experimentais das Sessões A e B, respectivamente, e figuras 14 e 15, as páginas finais dessas sessões. Pode-se notar, através dessas figuras, bastante facilmente, penso, como as modificações de comportamento tendem a amainar ao longo do tempo, e também como a ocorrência de aceleração e marcha ondulante tendem a desaparecer e desvios e passagens deslocadas substituem retornos, de modo que a trilha recupera gradualmente o aspecto que apresentava durante a fase de controle dessas Sessões. Os resultados das duas Sessões, em seu aspecto qualitativo, foram similares aos já descritos para essa modalidade de alteração experimental em outras observações. Vale dizer, foram observadas, nas fases experimentais de ambas as Sessões, modificações de comportamento e uma desorganização da trilha que poderiam qualificar-se como de aparência dramática. Para ilustrar esse fato reproduzo, nas figuras 12 e 13, a primeira página do registro dos comportamentos obtidos nas fases experimentais das Sessões A e B, respectivamente, e, nas figuras 14 e 15, as páginas finais correspondentes. Por essas figuras pode-se notar, acredito que facilmente, como as modificações de comportamento tendem a amainar com o tempo, com as acelerações e marchas ondulantes tendendo a desaparecer e com os retornos tendendo a ceder lugar a desvios e passagens deslocadas, alterações essas que reaproximam gradualmente a trilha ao aspecto que tinha na fase de controle dessas Sessões.

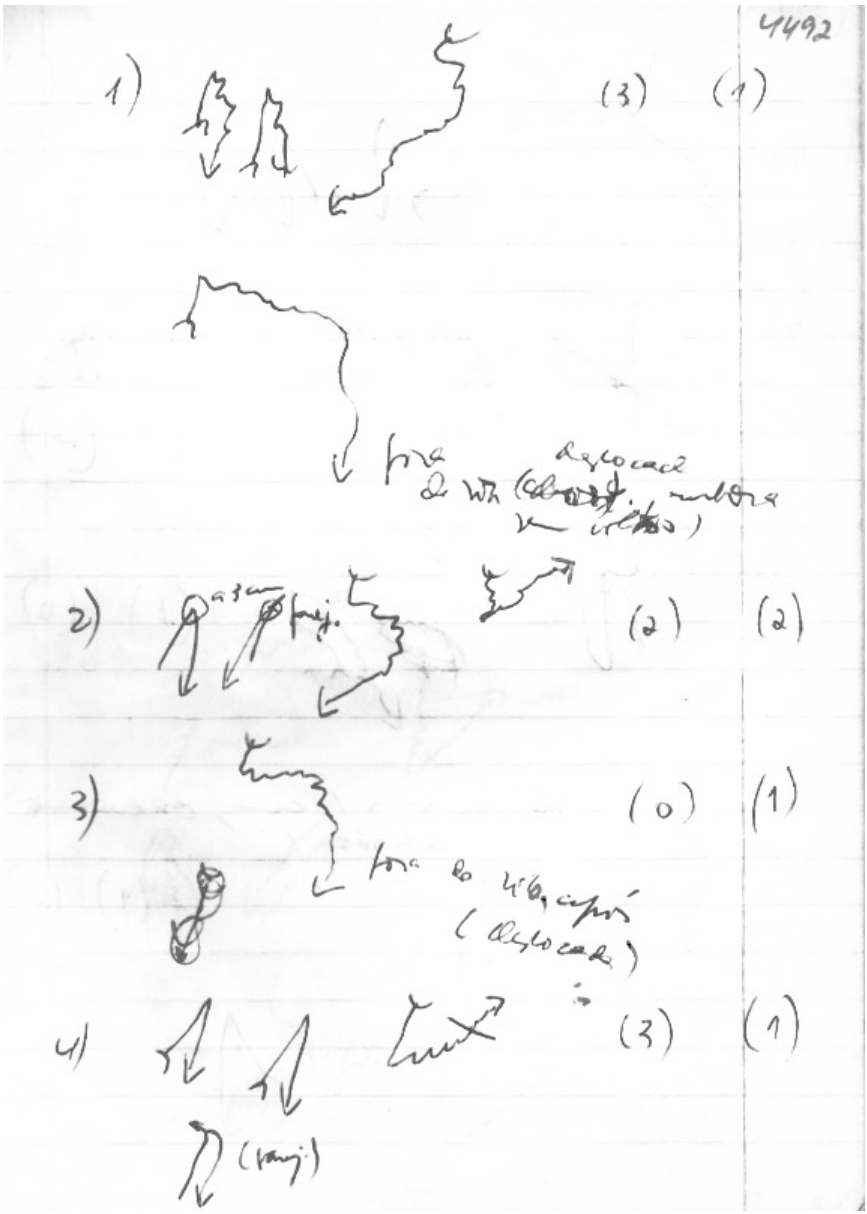


Figura 12: Página inicial do registro do comportamento de formigas *Paratrechina fulva* na fase experimental da Sessão A da Observação 11: comportamento verificado na fase inicial da observação consequente ao esmagamento sobre a trilha de 10 operárias da colônia.

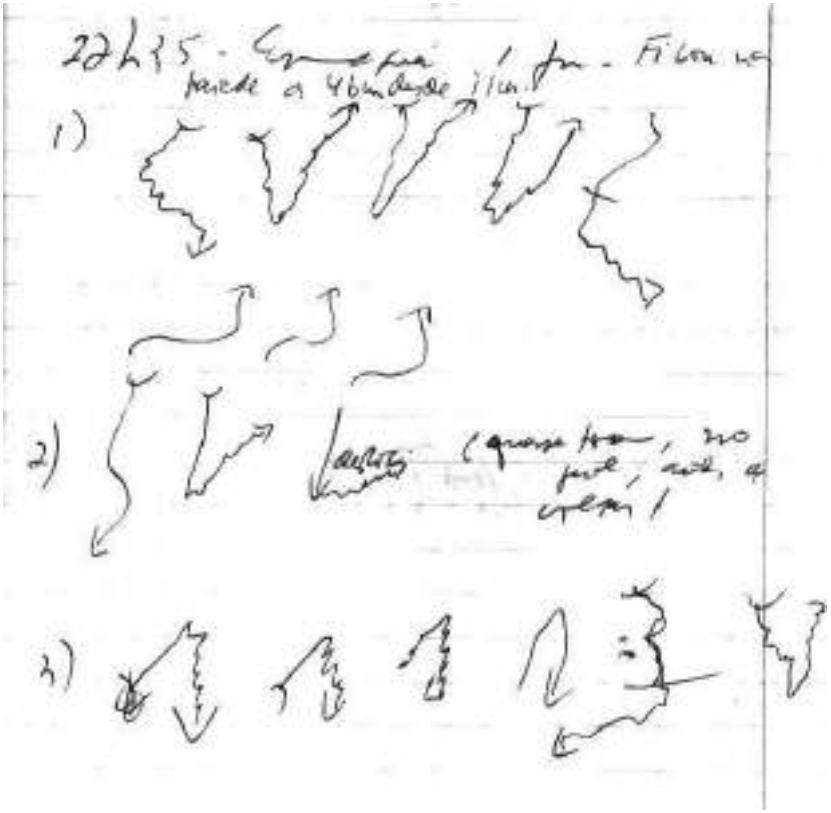


Figura 13: Página inicial do registro do comportamento de formigas *Paratrechina fulva* na fase experimental da Sessão B da Observação 11 consequentemente ao esmagamento sobre a trilha de uma de suas operárias que retornava do incentivo para o ninho.

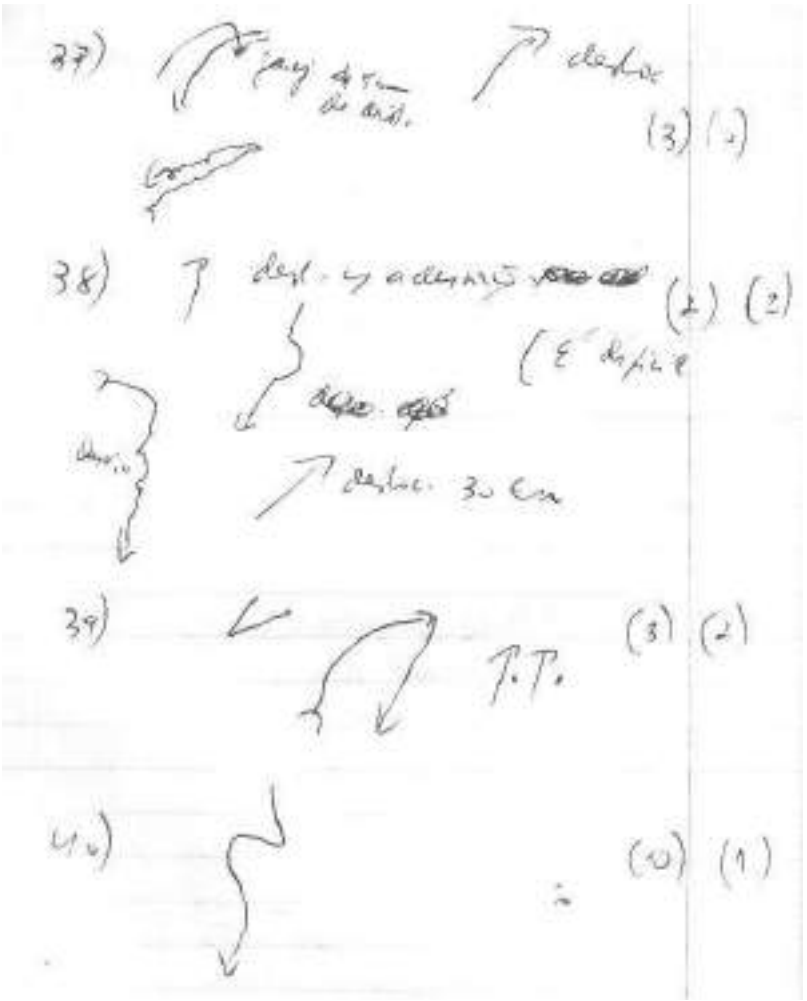


Figura 14: Página final do registro do comportamento de formigas *Paratrechina fulva* na fase experimental da Sessão A da Observação 11 consequentemente ao esmagamento sobre a trilha de 10 operárias da colônia.

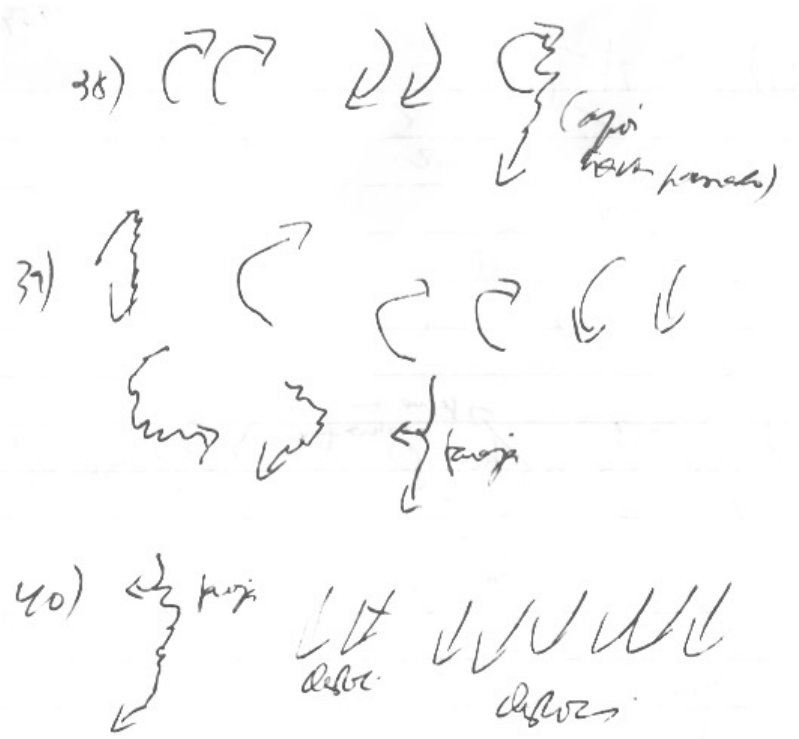


Figura 15: Página final do registro do comportamento de formigas *Paratrechina fulva* na fase experimental da Sessão B da Observação 11 consequentemente ao esmagamento sobre a trilha de uma de suas operárias que retornava do incentivo para o ninho.

No seu aspecto quantitativo, os resultados das duas sessões são apresentados na Tabela 3.

Porcentagem de formigas com as categorias de comportamento	**SESSÃO A** **N° total de formigas: 81**	**SESSÃO B** **N°total de formigas: 234**
Passagem sobre o ponto de alteração	0	0
Passagem deslocada	20,0	23,5
Desvio	19,7	23,5
Desvio falho	-	5,9

Porcentagem de formigas com as categorias de comportamento	SESSÃO A N° total de formigas: 81	SESSÃO B N°total de formigas: 234
Retorno	58,0	52,9
Retorno parcial	7,4	14,7
Desorientação	2,5	5,9
Ondulação na marcha	37,0	44,1
Repelão	4,9	35,3
Pausa	2,5	17,6
Queda	-	5,9
Aceleração	44,4	8,8
Sem modificações aparentes	-	-

Tabela 3: Dados relativos à incidência, em duas diferentes ocasiões, de cada modalidade de comportamento, entre as que foram registradas, exibidas por formigas *(P. fulva)* de uma mesma colônia diante do esmagamento sobre a trilha de A) dez, e B) sobre trilha similar, poucos dias após, uma única de suas companheiras (abrangência do registro para cada observação: 40 períodos unitários de um minuto cada).

Discussão dos resultados da Observação 11

Seguindo as sugestões prévias, caberia indagar, à vista dos resultados, tanto qualitativos quanto quantitativos, obtidos nesta observação, o que se pode concluir acerca do "caráter aparente de obstáculo ou repelente modificador do comportamento" representado pelas alterações experimentais empregadas em suas duas fases. Comparadas, primeiramente, em sua aparente função de "obstáculo ou repelente", nota-se que não há, nem do ponto de vista qualitativo, expresso, por exemplo, pelas figuras 12, 13, 14 e 15, nem do ponto de vista quantitativo, revelado pelos dados constantes da Tabela 3, diferenças que possam indicar uma superioridade confiável da alteração experimental da Sessão A – ou seja, dez formigas esmagadas sobre a trilha – sobre a da Sessão B – uma única formiga nessa mesma condição. De fato, se, de um lado, houve mais retornos completos e, sobretudo, muito mais aceleração nos deslocamentos das formigas que se afastaram da região alterada da trilha na Sessão A, de outro lado, diferentes índices indicam o contrário. Efetivamente, se são considerados os índices de passagens deslocadas, de pausas, de desorientações, de quedas e, conjuntamente, os índices de retornos e retornos parciais e de desvios e desvios falhos, a alteração representada por uma única formiga esmagada revelou-se, até,

superior na função mencionada à representada por dez formigas esmagadas. Isso, não obstante a considerável diferença de massa alteradora – cerca de 10 para 1 – a favor da alteração na Sessão A sobre a da Sessão B, e não obstante, também, um patente valor de incentivo menor do chamariz daquela Sessão que faria esperar, provavelmente, um maior efeito dissuasor de sua alteração.

Se, em seguida, comparam-se as duas sessões nas categorias que, na Tabela 3, parecem informar mais diretamente sobre a aparente "função modificadora ou perturbadora" de suas alterações experimentais, a saber, as categorias ondulações e repelões, já que outras não foram acompanhadas, verifica-se que a Sessão B supera, surpreendentemente, de novo, a Sessão A. A diferença é sobretudo notável em repelões, como havia sido, mas então em direção contrária, em aceleração, o que leva a indagar se essas categorias não resultam, de alguma forma, de condições que de algum modo contrapõem-se.

Tomados em conjunto, portanto, os resultados acima parecem sugerir, ao menos no que diz respeito à confrontação feita, a conclusão de que o número de formigas esmagadas sobre a trilha, ou, o que dá no mesmo, a massa alteradora por elas representada não teria, acima de certo valor mínimo, ou liminar, uma eficácia intensiva.

Considerando, porém, que a conclusão referida acima foi calcada sobre uma base observacional muito estreita, ainda mais que as duas sessões de observação comparadas não puderam ter suas condições igualadas em diversas variáveis cuja importância não pôde ser avaliada, resolvi verificá-la de outras maneiras ainda. Pareceu-me adequado, para isso, entre outros procedimentos que poderiam ser tentados, apurar se havia alguma relação entre o número de formigas esmagadas empregado como alteração experimental em uma trilha e a porcentagem de retornos e de ondulações na marcha que a alteração ocasionava nas formigas vivas dessa trilha. Essas modalidades de modificações de comportamento foram escolhidas por serem, ao que me parecia, as que melhor ou mais prontamente expressavam, respectivamente, as funções de obstáculo ou repelente e a de modificador ou perturbador de comportamentos possuídas, aparentemente, por uma alteração experimental.

Para essa verificação, procurei selecionar em meus registros apenas aquelas observações que atendessem a certas condições que as fizessem estritamente comparáveis. De fato, apurei que eu realizara várias observa-

ções em que foram empregadas formigas esmagadas como alteração experimental, mas que não eram estritamente comparáveis devido a algumas variações nos procedimentos ou nas condições em que realizadas. Assim, por exemplo, o esmagamento de companheiras havia sido feito, em alguns casos, ao lado da trilha, antes que diretamente sobre ela, e, como já se indicou, por vezes envolvera o esmagamento apenas de partes do corpo delas, antes que o corpo todo. Em alguns casos, o esmagamento havia sido muito proximamente precedido de outras alterações experimentais e em outros a trilha não era única, mas sim dupla ou ramificada. Por esse motivo, resolvi selecionar para examinar apenas observações relativas a uma trilha única e de aspecto linear e em que o esmagamento de companheiras houvesse sido feito diretamente sobre a trilha e constituísse uma alteração experimental temporalmente isolada. Para a comparação, seria levantada a porcentagem de formigas com ondulações na marcha e a com retornos num lapso de tempo fixado, arbitrariamente, como o dos 20 min iniciais da observação – isso, para controlar um pouco o fato de que a incidência de modificações de comportamento parecia tender a reduzir-se com a passagem do tempo. Os retornos foram contados mesmo quando incompletos, isto é, quando revertidos depois de perpetrados por alguma extensão.

Encontrei, ao todo, em meus registros, doze observações utilizáveis para a verificação mencionada em (A) e treze para em (B). Os resultados dessa verificação estão reunidos na Tabela 4, abaixo.

Número de formigas esmagadas na observação	**A** **Porcentagem de formigas com ondulação na marcha**	**B** **Porcentagem de formigas com retornos**
1	65,1	48,8
1	62,7	29,3
1	58,0	30,9
1	90,6	93,8
1	49,3	45,2
1	77,5	52,5
1	35,4	37,5
1	50,0	57,7
3	86,8	39,5
4	53,8	76,9
4	71,7	60,9
10	50,0	62,9

Número de formigas esmagadas na observação	A Porcentagem de formigas com ondulação na marcha	B Porcentagem de formigas com retornos
18	n/c	63,3
	M=62,58	M=53,78

Tabela 4: Dados relativos à relação entre o número de formigas esmagadas na trilha como alteração experimental e a porcentagem de formigas vivas da trilha que exibem A) ondulações na marcha e B) retornos nos vinte primeiros minutos de cada observação em consequência da alteração.

Um primeiro fato que o exame dessa tabela revela é a grande variabilidade dos efeitos das alterações experimentais empregadas. Nas várias observações, a porcentagem de formigas que exibiu retorno ou marcha ondulante diante de companheiras esmagadas sobre a trilha variou de um terço a quase todas elas. Esse fato parece indicar que o efeito dos estímulos provenientes do esmagamento de formigas sobre a trilha não é automático nem absoluto, e que ele parece modulado de algum modo por outros fatores, variáveis de observação para observação.

Para avaliar a relação entre o número de formigas esmagadas como alteração experimental nas várias observações e o efeito por elas causado – as porcentagens de formigas vivas que exibiam ondulações ou retornos – foi utilizado o coeficiente de correlação de diferença de ordem (rho, de Spearman).

O coeficiente em questão revelou-se igual a 0,219 para a correlação entre o número de formigas esmagadas e a porcentagem de formigas com marcha ondulante que a alteração provoca nas várias observações. Como, para o número de casos considerado (N = 12), o valor necessário para que o coeficiente em questão seja considerado estatisticamente significativo ao nível de 5% é igual ou superior a 0,506[12], pode-se concluir que o valor encontrado, posto que indicando uma correlação ligeira e positiva, não é suficiente para rejeitar a hipótese nula – a de ausência de relação entre o número de formigas esmagadas numa trilha e a porcentagem de formigas com ondulações na marcha que essa alteração provoca.

Já para a correlação de diferença de ordem entre o número de formigas esmagadas sobre a trilha e a porcentagem de formigas com retorno ou reversão na direção da marcha que a alteração provocava, o coeficiente

[12] Cf. Guilford, 1965, Cap. 14 e p. 593.

obtido foi igual a 0,582, o qual é, para o número de casos considerado (N = 13), estatisticamente significativo ao nível de 5%. Com base nesse resultado, pode-se afirmar que se comprovou, nas observações consideradas, uma tendência para que um número maior de formigas esmagadas sobre a trilha fosse acompanhado de uma porcentagem maior de formigas vivas dessa trilha a reverter a direção de sua marcha.

Os resultados das verificações procedidas no presente item parecem, assim, contraditórios, apontando um deles para alguma correlação positiva entre o número de formigas esmagadas utilizado como alteração experimental numa trilha de *P. fulva* e as perturbações por ele provocadas nas formigas vivas dessa trilha, ao passo que outros dois resultados, para uma ausência dessa relação. Diante dessa situação, pareceu-me apropriado proceder a mais uma verificação, sugerida pelo raciocínio seguinte: se o valor dissuasor, ou de obstáculo repelente aparente, da alteração experimental representada pelo esmagamento de formigas da colônia sobre a trilha, tal como medida pela porcentagem de retornos que provoca nas formigas íntegras dessa trilha, tendia a aumentar com o número de formigas esmagadas, dir-se-ia que o mesmo deveria acontecer com respeito à distância da alteração a que esses retornos ocorriam. Seria isso verdadeiro?

Encontrei, em meus registros, oito observações em que haviam sido realizadas estimativas das distâncias a que formigas efetuavam um retorno ao depararem com companheiras esmagadas sobre uma trilha. A Tabela 5, a seguir, apresenta os dados pertinentes a essas observações.

Direção da trilha	**Número de formigas esmagadas**	**Número de f ormigas avaliadas**	**Média da distância de retorno em centímetros**
Vertical	1	29	6,59
Vertical	2	40	2,32
Horizontal	3	71	2,57
Vertical	4	16	3,97
Vertical	4	72	3,29
Vertical	4	66	1,8
Horizontal	4	48	2,45
Vertical	18	52	8,81

Tabela 5: Dados relativos à relação entre o número de formigas esmagadas em trilhas dispostas em parede de alvenaria como alteração experimental e a distância média de retorno por ele provocado nas formigas vivas dessas trilhas em 8 diferentes observações.

Para verificar se havia alguma relação entre os dados constantes da segunda coluna dessa tabela e os dados correspondentes da quarta coluna, calculei o coeficiente de correlação da diferença de ordem, de Spearman, encontrando o valor de 0,02, ou seja, praticamente nulo. Esse resultado, que contraria o achado anterior, é surpreendente, pois indica não se poder rejeitar a hipótese de não relação entre a quantidade de formigas esmagadas empregado para alterar uma trilha e o valor repelente ou dissuasor dessa alteração, medido em termos da distância em que provoca a suspensão da marcha seguido de um retorno por parte das formigas da trilha que se lhe aproximam.

Em conclusão, olhadas em conjunto, creio poder dizer que as verificações constantes do presente item fornecem resultados bastante ambíguos. Exceto por um único resultado, elas sugerem não haver, acima de um certo valor crítico, liminar para a alteração representada pelo corpo esmagado de formigas sobre a trilha, uma eficácia intensiva. Se alguma correlação houver entre o número de formigas esmagadas e sua aparente função de obstáculo ou repelente modificador de comportamentos, ela é apenas ligeira e, ao que tudo indica, facilmente mascarada ou modulada por outros fatores ainda não identificados. Em minha experiência, esses fatores provavelmente incluem coisas muito díspares, como o valor de incentivo do chamariz, o grau de carência ou privação de alimentos da colônia, a familiaridade ou não das formigas com os arredores, a existência ou não, ao lado da trilha, de rastros olfativos desviantes deixados por companheiras precedentes, ou de acidentes do terreno capazes de operar como apoio na orientação, o fato de a formiga já ter enfrentado a alteração num momento anterior da sessão de observação ou não, de estar dirigindo-se ao ninho ou ao incentivo, etc.

4.3 Emprego de formigas mortas, porém íntegras, sobre a trilha, como alteração experimental

Conforme já se viu, o esmagamento de partes, apenas, do corpo de formigas sobre uma trilha é suficiente para provocar, nas formigas *(P. fulva)* que transitam pela trilha, notáveis modificações de comportamento. Será, porém, o esmagamento, ou algum fator nele implicado, uma condição necessária para esse efeito? Ou será o comportamento das formigas substancialmente diverso caso se empreguem companheiras mortas, mas íntegras, como alteração experimental sobre a trilha?

A observação relatada a seguir foi realizada tendo em vista responder essa questão.

- *Observação 12 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *diante de companheiras mortas, mas íntegras, colocadas diretamente sobre a trilha*

Esta observação foi relativa a uma trilha disposta num piso cimentado rústico acompanhando a aresta formada por esse piso com uma parede de alvenaria. Essa trilha conectava um ninho (uma loca na parede) até um chamariz (açúcar refinado derramado sob uma caixa de papelão nesse piso).

A observação teve duas fases, ambas com duração total de 20 períodos unitários de um minuto cada: a) uma fase de controle, sem qualquer alteração na trilha, e b) uma fase experimental, consequente ao derramamento sobre um ponto da trilha, por meio de uma folha de papel, de 6 formigas da colônia mortas previamente, porém íntegras. Para provocar a morte dessas formigas foi utilizada a introdução, por alguns segundos, num primeiro frasco para o qual haviam as formigas sido recolhidas vivas, de uma mecha diminuta de algodão em uma solução de gasolina com brometo de etila. Após a morte, praticamente instantânea, das formigas com o vapor da solução, o frasco foi deixado aberto para ventilar até o dia seguinte, quando as formigas mortas foram transferidas para um novo frasco onde permaneceram por vários dias antes de serem utilizadas nesta observação.

Qualitativamente devo mencionar os seguintes fatos. A fase de controle, como seria de esperar, apresentou praticamente apenas o comportamento habitual, visto nas trilhas de provisionamento. Já na fase experimental, entre as formigas que chegavam próximas ao ponto de alteração, especialmente nos primeiros minutos da observação, o comportamento apresentava modificações evidentes na maioria das formigas. Assim, algumas ou desviavam sua trajetória pelo piso ou pela parede, ou pausavam para apanhar alguma das mortas e transportá-la. Já nos 3 primeiros minutos dessa fase, todas as mortas haviam sido transportadas, 3 delas por formigas retornantes ao ninho e 3 por formigas em marcha para o incentivo; das 6, 5 foram levadas para o ninho e 1 em uma direção oposta e desorientada (fora da trilha) por certo tempo, tendo sido, porém, transportada ao

ninho na altura do sexto minuto. Após iniciado, esse transporte era feito sem nenhuma modificação de comportamento evidente, nem da parte das transportadoras, nem da parte das companheiras encontradas pelo caminho. Durante esses minutos iniciais, houve uma tendência por parte de algumas formigas a, mesmo após remoção de todas as mortas, pausar nas proximidades do ponto de alteração, desviar-se dele ou retornar, algumas com evidente ondulação na marcha. Com o passar do tempo, porém, as modificações de comportamento foram amainando até tornarem-se raras nos minutos finais da fase.

Os resultados desta observação, em seu aspecto quantitativo, estão reunidos na Tabela 6, apresentada a seguir.

Categorias	**Fase de controle** **N = 20** **F = 87**	**Fase experimental** **N = 20** **F = 72**
Porcentagem de formigas com:		
Retorno.	1	11
Retorno parcial.	0	3
Desvio.	0	13
Desorientação.	0	3
Pausas.	0	19
Ondulações.	0	15
Repelões.	0	0
Acelerações.		4
Passagens s/ o ponto de alteração.	0	47
Sem modificações de comportamento aparentes.	98,8	33

Tabela 6: Dados relativos ao comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha em duas fases de observação: uma fase de controle (sem qualquer alteração da trilha) e uma fase experimental, consequente à disposição, sobre um ponto da trilha, de 6 formigas mortas, porém íntegras, da colônia.

F = Número de formigas observadas.
N = Número de períodos unitários (de um minuto de duração cada) da observação.

Uma comparação dos resultados das duas fases desta observação não deixa dúvidas quanto à eficácia da alteração experimental representada pela colocação de formigas mortas, porém íntegras, sobre a trilha,

em provocar modificações de comportamento. A diferença é tal que torna supérfluo um teste de significância estatística.

Por outro lado, porém, a comparação desta Tabela com, por exemplo, a Tabela 3, mostra que, em igualdade de condições, o emprego de formigas esmagadas constitui, sobre o de formigas mortas, mas íntegras, uma alteração muito mais dramática do comportamento até então vigente. O esmagamento não só provoca modificações de comportamento num maior número de formigas como também associa-se com uma incidência consideravelmente maior das modificações mais salientes, como os retornos, as ondulações e os repelões. Uma diferença frisante entre o modo de operação de ambas as modalidades de alteração experimental foi o recolhimento e o transporte praticamente imediatos dos corpos íntegros para o ninho, um fato que só muito excepcionalmente aconteceu com fragmentos de corpos amassados. No caso destes últimos, a grande maioria das formigas da trilha limitava-se a afastar-se o mais rapidamente possível dos corpos encontrados, como presas de pânico súbito. Quando *uma* apreensão e um transporte ocorreram, no geral, conforme já foi mencionado, foi algo excepcional, mas suficiente para indicar que a reação às mortas, esmagadas ou não, não é automática ou pré-programada, mas sujeita a alguma variabilidade individual.

Um fato que chama a atenção nesta observação é a diferença de atitude das formigas da trilha para com os corpos íntegros das companheiras mortas. Assim, algumas operárias prontamente apreenderam e transportaram os corpos para o ninho, ao passo que algumas outras nitidamente os evitaram, como se fossem objetos estranhos para examinar à distância ou mesmo algo de que deveriam desviar-se ou escapar.

Como se produziriam tais diferenças? Uma suposição que faço é que algumas formigas possivelmente perceberiam primeiro a interrupção do caminho, um obstáculo sobre ele, ao passo que outras, uma companheira imóvel. No caso da primeira percepção, como já se viu na observação relativa ao emprego de um mero palito de fósforos como obstáculo sobre a trilha, a tendência das formigas seria reagir à alteração do caminho com retornos ou desvios, ou, na melhor das hipóteses, suspender a marcha e examinar o objeto alterador previamente a outra reação. No caso da segunda percepção, suponho que a imobilidade da companheira, que contrastaria com a mobilidade geral das demais formigas, fosse o fator que as levasse a tocá-la e, em seguida, apreendê-la e levá-la para o ninho.

De fato, algumas observações parecem apoiar esta última interpretação. Em algumas ocasiões, bastante raras, tive a oportunidade de ver o comportamento de alguma formiga que se deparava, de repente, com uma companheira que permanecia por alguns segundos imóvel em algum ponto da trilha – por exemplo, após haver regurgitado alimento, sob solicitação, para alguma formiga encontrada em sentido oposto. Nesse caso, a formiga em movimento ou desviava-se rapidamente para um lado e retomava a trilha – mas isso poderia ser devido à percepção de algum movimento antenal mínimo imperceptível para mim – ou subitamente acelerava a sua marcha, indo tocar, com um ou mais repelões sucessivos, a companheira parada. Estas observações forneceriam, evidentemente, resultados mais conclusivos se pudessem informar o que a formiga em trânsito faria com a formiga parada se esta, no interesse da ciência, permanecesse imóvel. A julgar pelo que observei em outras circunstâncias, acredito que a tendência seria ela ser apreendida e transportada para o ninho. Efetivamente, em ocasiões em que, havendo violado um ninho, colhi, junto com a terra deste, algumas formigas e sua ninhada e as transportei para um vaso, encontrei como regra que as operárias nesse vaso, assim que este era deixado em repouso, tratavam de achar nova morada. Para isso, primeiro tendiam a reunir os ovos e larvas sob algum torrão ou folha; em seguida, enquanto algumas permaneciam junto da ninhada relativamente imóveis, ou efetuando limpeza corporal e das antenas, outras partiam para os arredores, penetrando em fendas ou locas do piso ou parede que encontravam, aparentemente em busca de um lugar adequado para estabelecer um novo ninho. Quando pareciam tê-lo encontrado, as batedoras voltavam, apressadas, seguidamente, ao aglomerado de imaturas e companheiras em sua guarda e punham-se a apreender e transportar, rapidamente, para esse novo local, primeiro as formas imaturas – se soltas, diretamente, e se entre as mandíbulas de alguma guardiã, aprendendo-as com as mandíbulas e dando-lhes um puxão algo brusco para que fossem soltas, o que sempre sucedia – e, por fim, aquelas formigas que, não as havendo acompanhado ou seguido por conta própria, permaneciam paradas no local.[13]

Em face das hipóteses mencionadas acima o leitor certamente indagará se a diferença de percepção suposta – se a do caminho alterado, se a de uma companheira imóvel – não deveria também ter suas próprias causas. A esse respeito, formulo também algumas cogitações. É geralmente sabido que entre as formigas e outros insetos sociais, como as abelhas, as operárias

[13] Observei esses eventos com formigas *P. fulva, Camponotus crassus* e *Camponotus fuchsae.*

exercem várias funções sucessivas à medida que envelhecem. Na ordem, cuidam primeiro das formas imaturas, depois da faxina do ninho, que inclui a remoção para fora do ninho das companheiras mortas e dos resíduos inúteis da atividade da colônia; posteriormente, das atividades de escavação, construção e ampliação do ninho e, por fim, as funções de batedoras em busca de alimentos e a de provedoras da colônia. Sendo assim, não é impossível que tendam antes ao recolhimento das companheiras imobilizadas sobre a trilha as formigas que, mais novas que as provedoras habituais, estejam exercendo esta nova função há menos tempo e ainda um tanto próximas das funções mais próprias ao interior do ninho, como, por exemplo, o cuidado das imaturas. Esta, porém, é uma suposição que não testarei neste trabalho.

Um outro fato curioso na presente observação foi a persistência das modificações de comportamento por vários minutos mesmo após a remoção dos corpos. Ela poderia, talvez, dever-se a resíduos do vapor usado para o envenenamento, se ainda não totalmente evaporados, ou a indícios de uma deterioração incipiente, deixados no chão pelas formigas mortas, ou à presença, neste e ao lado dos rastros preexistentes, de rastros discrepantes deixados pelas formigas que reagiram com alteração de sua trajetória habitual nos períodos em que as formigas mortas ainda estavam no terreno. Suponho que a hipótese de rastros discrepantes dos costumeiros seja mais provável que a de vestígios olfativos, já que os corpos das mortas não provocavam nenhuma modificação de comportamento nas formigas que passavam, na trilha, pelas que os transportavam – um fato que também poderia ser ocasionado, pelo menos em parte, pela tendência que as formigas numa trilha já consolidada geralmente têm de manterem suas antenas voltadas para o solo, como se precipuamente ocupadas, numa trilha, a seguir o rastro a ela subjacente e conducente a um dos seus polos habituais – o ninho ou o incentivo.

4.4 Emprego de formigas imobilizadas por meios mecânicos como alteração experimental

Certa ocasião, observando uma trilha que se formava toda noite ao longo da aresta formada por um piso de caco de cerâmicas com uma parede de alvenaria, trilha essa a conectar um ninho de *Paratrechina fulva* ao interior de uma lata de lixo com restos de alimentos, notei uma aglomeração de formigas em torno de uma operária. Julguei que se tratasse de cerco a formiga de outra espécie, mas, olhando melhor, depois de soprar sobre as formigas aglomeradas para dispersá-las, notei que a operária no centro da

aglomeração tinha um fiozinho preso no dorso e outro a uma das pernas os quais embaraçavam o seu caminhar. Pareceu-me que ou os pelos, ou o seu modo de andar, levavam outras a tocá-la com as mandíbulas, como a querer agarrá-la e carregá-la.

Diante dessa ocorrência, e tendo em mente o exposto no item precedente, pareceu-me de interesse, nessa e em outras ocasiões, verificar que efeito teria sobre o comportamento das formigas *(P. fulva)* de uma trilha o encontro repentino, sobre esta, de alguma formiga tornada artificialmente imóvel ou pouco móvel por algum tempo. Ao conjunto dessas observações dei coletivamente o nome de Observação 13.

- *Observação 13 – Emprego de formigas vivas, porém tornadas imóveis ou quase imóveis por meios artificiais, como alteração experimental sobre trilhas de* P. fulva

Descobri que, para levar uma formiga dessa espécie a uma condição de imobilização ou tanatose, poderia empregar algumas estimulações mecânicas, especialmente se repetidas. Por exemplo, poderia titilar ou pressionar delicada e repetidamente a formiga com a ponta de um dedo contra uma superfície qualquer; ou fazê-la rolar lateralmente com a ponta de um dedo de uma das mãos contra a palma da outra mão; ou, ainda, havendo-a recluído individualmente ou na companhia de outras no interior de um pequeno frasco, agitar esse frasco repetidamente por alguns minutos. Parece-me que, ao tentar, por meio de um retesamento de patas ou tentativa de agarramento ao substrato, anular a deslocação passiva causada por essa estimulação, a formiga como que a contrapõe em excesso, entrando num estado cataléptico por algum tempo – por vezes, até por mais de um minuto.

Na posse dessa descoberta prática, procedi, em ocasiões diversas, a várias observações com vistas a verificar que efeito teria, sobre o comportamento de formigas em uma trilha, o lançar sobre esta, individualmente, formigas previamente tornadas pouco válidas por meios artificiais.

A primeira que pus sobre a trilha, encarangada, imóvel, por ter sido previamente rolada na palma de uma de minhas mãos, foi apanhada pela cérvix antes de começar a mover-se e levada para o ninho. Duas outras, postas sucessivamente na mesma condição, começaram a mover-se, como malferidas, em *stacato* e como que encarangadas. As formigas que

deram com elas tiveram como reação mais comum pausar, "farejá-las" e continuar seu caminho. Algumas, porém, reagiram com marcha ondulante, desvio e, ocasionalmente, repelão.

Uma outra, posta imóvel sobre a trilha, rebolcou-se e parou em uma greta no piso, e logo se formou uma concentração de formigas a tocá-la, a tentar pegá-la por uma perna ou pelo tórax. Ela foi finalmente apanhada pela cerviz e transportada. Em outras ocasiões notei que, quando uma pequena aglomeração se formava em torno de uma formiga pouco móvel, esta geralmente era lambida, o que devia contribuir para que reassumisse o odor típico da colônia e deixasse, após recuperar a mobilidade, de provocar paradas, exames e toques por parte de companheiras da trilha. Em alguns casos, uma operária que deu com a formiga inválida, ao abordá-la, ergueu a cabeça, como pronta para atacá-la. Numa dessas ocasiões, observei que a formiga abordada, talvez interpretando mal o gesto da companheira, também procurava erguer sua cabeça como se lhe tivesse sido oferecida regurgitação.

Notei que a formiga carregada era levada em pé entre as pernas da transportadora numa posição inclinada, mais alta e mais avançada à frente do que atrás, o que evitava que incidisse no substrato em direção contrária à do deslocamento, obstando-o.

A utilização de um pano contra um cartão, em vez das mãos, para rolar as formigas e imobilizá-las não ocasionou diferença nos resultados. É interessante mencionar nesta conexão que, ao entrar e ao sair do recipiente usado cotidianamente para a coleta do lixo, a formiga devia alterar bastante seu odor usual, mas isso não ocasionava modificações de comportamento que pudessem ser notadas nas companheiras que por ela passavam – quem sabe, talvez, por essa alteração já ter se tornado corriqueira na rotina diária das formigas.

A densidade do trânsito e a largura da faixa de terreno abrangida por uma trilha era, claramente, um fator determinante das alterações que a presença repentina de uma formiga imobilizada ou pouco móvel ocasionava. Certa ocasião, ao lançar formigas roladas na palma de minha mão sobre uma trilha com uma intensidade de fluxo de cerca de 150 a 180 formigas por minuto e que, em vez de linear, se apresentava como uma faixa de percurso com uma largura que variava de 1 a 2 cm sobre um piso, notei que apenas as formigas que iam ter sobre a formiga lançada reagiam à sua presença, geralmente da forma já indicada. A grande maioria que não

a encontrava de frente, especialmente quando em meio a uma chusma de companheiras em trânsito, não parecia notá-la. Se a formiga lançada no fluxo das demais passava a mover-se aos trancos ou pouco válida, ocasionava um congestionamento, especialmente quando se atravessava sobre a direção do trânsito, mais por constituir um obstáculo físico do que por despertar curiosidade. Sua presença parecia mesmo, nessas circunstâncias, talvez pela distração proporcionada pelo grande número de companheiras em movimento, difícil de ser notada.

Pelas observações que realizei concluí que era a ausência total ou acentuada de movimentos ou sua irregularidade que provocavam um transporte ou uma modificação marcante no comportamento das companheiras de trilha. Um acontecimento inesperado pareceu-me oferecer apoio a essa conclusão. Por isso, relato-o a seguir.

Numa das observações mencionadas acima, escolhi, para olhar, uma de três trilhas que se haviam formado no piso de uma garagem, na maior concentração de *P. fulvas* que tive a oportunidade de ver. Essa era a trilha mais nitidamente linear do sistema de trilhas que se formara desde cerca de 7h antes para um pires em cujo interior havia sido colocada uma grande mecha de algodão embebida com uma solução de água com açúcar. Era também a com menor intensidade de fluxo entre elas: cerca de 35 formigas por minuto. Para melhor observar, além das três lâmpadas elétricas que, de dois pontos do teto da garagem iluminavam o ambiente, coloquei também, no chão, a cerca de 15 cm da trilha, um abajur sem a aba ou redoma, com uma lâmpada de 40 watts acesa. A Figura 16 ilustra a situação.

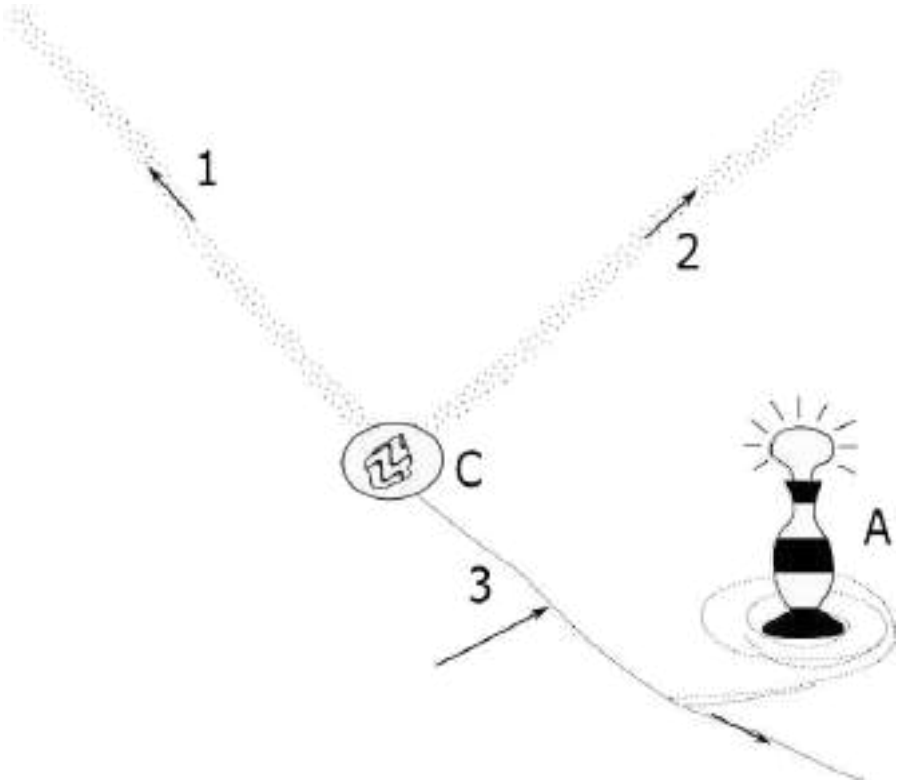


Figura 16: Representação aproximada da situação vigente na Observação 13, após a colocação, a 15 cm de uma das 3 trilhas, de uma lâmpada acesa.

Legenda:
A: Abajur sem a redoma, com lâmpada de 40 watts acesa.
C: Chamariz (pires com mecha de algodão com água e açúcar).
1, 2, 3: Trilhas.
Seta comprida: trilha escolhida para a observação.
Setas curtas: sentido em que prosseguiam as trilhas.
Traços ou pontos: formigas individuais pelo terreno.

Notei que, imediatamente após a colocação do abajur, uma ou outra formiga da trilha parava e se erguia na direção da luz, "farejando-a". Algumas saíram da trilha e passaram a caminhar em torno do abajur, às vezes até entrando em contato com ele, quase, mas sem deixar o piso. Depois de alguns minutos, era incrível a confusão que a presença da lâmpada acesa causara à trilha. Só até cerca de 30 cm da lâmpada a trilha continuava linear. Dali para mais perto, na área junto ao abajur, as formigas dispersavam-se sem seguir trilha. Num dado momento, contei 31 formigas perambulando lá.

De repente, contei 6 dentre elas carregando outras, a esmo. Pareceu-me que elas percebiam as companheiras próximas como desorientadas, pelo seu movimento incerto, e apreendiam-nas para carregar, mas elas próprias, devido à carga e à proximidade da luz, desorientadas por sua vez. Sendo assim, para poder prosseguir com a observação planejada e para restabelecer a ordem inicial da trilha, tive que levar a luz mais para o alto e para mais distante na direção do ninho.

5 Modificações de comportamento relativamente ao observado numa situação anterior inalterada, um fenômeno geralmente associado com interferências no rastro olfativo presumivelmente subjacente à trilha

É um fato amplamente conhecido que diversas alterações praticadas em conexão com uma trilha de formigas provocam modificações patentes no comportamento desses insetos.

O primeiro a apontar o fenômeno em escritos mirmecológicos teria sido Bonnet que, já em 1745, notara a hesitação que se produzia no caminhar de espécimes de *Lasius* com a simples fricção de um dedo sobre o caminho coletivo (Cf. Piéron, 1912, e Warden, Jenkins e Warner, 1940, p. 609).

Segundo Piéron *(Opus cit.,* tomo II, p. 230-239), Forel, que estudou formigas no começo do século XX, inferia o reconhecimento olfativo do caminho por *Lasius* e *Formica pratensis* ao observar como o bloqueamento de trilhas com um pedaço de madeira provocava um desarranjo no comportamento das formigas. Segundo Piéron, ainda (*opus cit.*), Bethe, estudando *Lasius*, também obtivera desarranjos no comportamento das formigas após interromper uma trilha, alterar a sua direção ou submetê-la a odores estranhos; e Ernst, dispondo faixas de água, álcool ou petróleo sobre um caminho coletivo de formigas ruças (gênero *Formica),* notara que estas geralmente ficavam bloqueadas e efetuavam um desvio ao menos nos dois últimos casos; finalmente, ele próprio, Piéron, notara uma modificação de comportamento relativamente branda (algumas hesitações e paradas breves) ao retirar uma camada superficial de folhas que servia de base a uma trilha (melhor seria dizer *coluna*) de 25 cm de largura de formigas *Formica truncicola*; e que, ao raspar uma faixa de 1 centímetro de uma rocha, obtivera desarranjos de comportamento menos intensos do que ao remover uma simples haste de alguns milímetros de espessura de um trecho de terra entre duas pedras, ou ao colocar um pequeno ramo ou

um pedregulho sobre a trilha. Piéron apontava ainda que os "desarranjos" de comportamento provocados por uma interrupção da trilha eram relativamente curtos, pois, no geral, após 1 ou 2 min de hesitações, recuos e buscas, um número de indivíduos atravessava a região alterada e, com o tempo, restabelecia-se a trilha.

Cornetz (1914, p.164-166) relatou que, ao varrer uma faixa de solo de 13 cm de largura sobre uma trilha de *Tapinoma*, provocou um refluxo das formigas, o qual se propagava de ambos os lados da região afetada; depois de 4 min, uma primeira formiga atravessou, enviesada, a faixa, após refluir parcialmente, e depois de 5 min outras quatro a atravessaram relativamente bem; apenas depois de 16 a 18 min passou a haver travessia sem hesitações. Segundo Cornetz, Fabre realizara o mesmo experimento com formigas amazonas (*Polyergus rufescens)*.

Nos casos acima foram empregadas intervenções que alteravam diretamente o substrato por onde as formigas caminhavam. No entanto, alterações experimentais que afetam esse substrato menos diretamente, substrato no qual, ao que tudo indica, um rastro olfativo deixado pelas formigas em trânsito serve de guia para as que vêm em seguida, também têm o mesmo efeito. Assim, Lubbock (1898, p. 234) relatava haver suspendido, a mais ou menos meio centímetro acima de tiras de papel por onde transitavam espécimes de *Lasius flavus*, um pincel previamente mergulhado em solução de água e cravo, ou água e menta, ou "outras substâncias de cheiro forte". Ele notara, então, que, ao passo que algumas formigas prosseguiam em sua marcha normal, sem modificações, outras, ao contrário, regressavam por um pequeno trecho após uma pausa e, finalmente, tornavam a vir e transpunham o local alterado; depois de duas ou três transposições, já não hesitavam sobre o terreno. De outro lado, segundo Warden *et al.* (1940, p.609), Turner teria obtido modificações de comportamento de formigas após a supressão do odor de xilol de um certo trecho da trilha, o que levava essa pesquisadora a concluir que as formigas reagiam a peculiaridades odorosas do caminho.

Um fato importante e frequentemente reconhecido a mencionar neste tópico é que a interferência numa pista ocasiona modificações de comportamento relativamente brandas, ou mesmo deixa de ocasioná-las, naquelas espécies que, sendo bem dotadas visualmente, seguem um caminho coletivo apenas excepcional ou acidentalmente. Foi o que observei com trilhas de uma colônia de *Camponotus crassus* Mayr, 1862, estabeleci-

das dia após dia pelos mesmos trechos de muros, de ramos de uma trepadeira e até por arames de um varal, mais por força da locação invariável de suas fontes de provisão (afídios e coccídios na trepadeira e em outras plantas) do que por dependerem de pistas olfativas para sua orientação, embora estas, por certo, já estivessem depositadas. O mesmo aconteceria, segundo certos autores (por exemplo, Warden *et al.,* 1940, p. 609, e Piéron, 1912, p. 238), quando espécimes isolados de alguma espécie de formigas deixavam uma trilha e seguiam por um caminho independente. Nestes casos, porém, parece que não haveria algum rastro olfativo deixado no substrato por formigas precedentes, sendo a orientação desses espécimes procedida principalmente com base em pistas visuais.

No geral, todavia, a conexão entre adulteração da pista e modificações de comportamento por parte de formigas pouco aptas visualmente e dependentes de rastros olfativos para sua orientação parece tão necessária que Cornetz, por exemplo (cf. 1914, p. 35 *et passim*), empregava o método de varrer o chão ou cobri-lo de areia diante de uma formiga para determinar "com certeza", pela presença ou, ao contrário, ausência de modificações de comportamento resultantes, se se tratava, respectivamente, de uma formiga seguidora de um rastro olfativo ou se de uma formiga "pioneira" no terreno, a explorar alguma rota independentemente. Schneirla (1956, p.396 e seguintes) também referiu que recorria a um "simples teste" para verificar se as colunas de formigas-correição que estudava orientavam-se, nas pilhagens que faziam, segundo trilhas odorosas. O teste consistia em deslocar uma folha ou parte de uma superfície sobre a qual as formigas se deslocavam e verificar se o curso das formigas era, em consequência, interrompido até que a lacuna provocada na trilha fosse novamente preenchida graças à saída e nova entrada, breves, mas progressivas, no trecho alterado, por formigas recém-chegadas.

A conexão entre interferências no rastro olfativo presumivelmente subjacente a uma trilha e modificações de comportamento em formigas visualmente limitadas se diria a tal ponto constante que não admira que muitos autores – como os citados mais acima e, também, Michener e Michener (1951, p. 17) e Goetsch (1957, p.103-105) – assimilassem essas modificações inteiramente à perda ou dificuldade de orientação das formigas. Parece que o primeiro a formular tal hipótese teria sido Bethe (cf. Wheeler, 1910, p. 533; Piéron, 1912, p. 232 e seguintes; e Warden *et alii,* 1940, p. 609 e

seguintes). Bethe acrescentava à sua hipótese a suposição, posteriormente refutada[14], de ser a trilha uma pista polarizada de traços odorosos.

Como os autores citados acima, pratiquei também, em diversas ocasiões, alterações no substrato por onde uma trilha de formigas *P. fulva* se estendia para ver que efeito ocasionavam no comportamento dessas formigas. Escrevendo de memória[15], por exemplo, em trabalho anterior do qual o presente escrito constitui profunda reformulação (Cunha, 1980), referi que diversas vezes "cortei" a trajetória de uma trilha com o esfregamento de um dedo, de um pedaço de madeira, de uma lixa ou de uma pedra de cânfora. Se a faixa do "corte" era de largura pequena – de 1 a 2 cm – "durante cerca de um minuto as formigas pausavam, com 'farejamentos', ao atingir a região alterada, e depois passavam sobre ela, mais apressadas. Daí a pouco, porém, todas estavam atravessando a região e já não se podia discernir nenhuma diferença nesse local e em outros da trilha".

Um exame sistemático dos registros em que a trilha foi, não simplesmente "cortada", como mais acima mencionado, mas bloqueada por algum objeto caído acidentalmente ou colocado intencionalmente sobre um trecho dela, revelou um fato paradoxal: objetos pequenos tinham um efeito bloqueador da marcha e desorganizador do comportamento na trilha muito maior que um objeto de porte avantajado. Já vimos como fora o efeito da colocação, sobre uma trilha de *P. fulva,* de meio palito de fósforo e de mecha de algodão embebidos ou não em querosene. Outros objetos pequenos observados sobre a trilha foram um pedaço de papel com um centímetro e meio de área usado para embalar um sabonete, uma tira pequena e estreita de esparadrapo ou de fita adesiva, uma mosca morta, um pedacinho de miolo de pão, uma pequena maçaroca de linhas, um grão de feijão cru, um pequeno frasco de vidro, etc. As modificações indicavam, geralmente, não apenas um caráter de obstáculo como, também, por vezes, um caráter intrigante, suspeito ou, até, ameaçador, para esses objetos.

Já quando o objeto alterador era relativamente grande e recobria uma extensão significativa da trilha, as formigas simplesmente se concentravam no ponto em que o rastro olfativo era interrompido e procuravam manifestamente enfiar-se sob a superfície oclusora e continuar a segui-lo.

[14] Piéron, por exemplo, na obra citada, refere haver provocado modificações de comportamento em espécimes de Lasius fuliginosus ao retirar um fragmento da casca de uma árvore por onde eles transitavam, mas que não as provocava – ao contrário do que a suposição de Bethe prediria – quando simplesmente encaixava, invertido, esse mesmo fragmento no local de onde havia sido retirado.

[15] Especialmente no começo da pesquisa não era incomum deixar eu de anotar algumas das observações realizadas.

Esse foi o caso na observação já citada com a colocação de uma cigarreira de couro sobre a trilha. Outros casos, ainda não referidos, foram os da colocação sobre parte de alguma trilha de uma folha de papelão de 1 m X 70 cm, ou de uma grande caixa de papelão, por uma de suas faces. Estes últimos casos e também o primeiro denunciavam uma verdadeira compulsão das formigas que seguiam o caminho coletivo por reencontrá-lo e confinar sua marcha a ele.

O ponto importante a indicar com essas observações é que elas desmentiam a suposição de que o principal fator responsável por provocar modificações de comportamento nas formigas era o constituído por uma dificuldade de orientação devida à supressão ou adulteração de um trecho do rastro olfativo subjacente à trilha. Se a suposição fosse correta, as perturbações deveriam ser maiores para o recobrimento de grandes porções da trilha do que para a supressão ou adulteração de um seu trecho por vezes diminuto. Claramente, um grande objeto sobre a trilha não parecia ser percebido pelas formigas como um obstáculo ameaçador ou repelente, pois elas pareciam simplesmente ocupadas, ao deparar com ele, com o desaparecimento do rastro coletivo. Contudo, que as formigas não dependiam inteiramente desse rastro para sua orientação podia ser visto, por exemplo, nos casos em que um cartão fora o objeto empregado para recobrir um trecho da trilha: se elas não encontravam uma abertura para o solo para meter-se sob o cartão e continuar acompanhando o rastro coletivo, detinham-se à borda do cartão, "farejando-a", e depois entravam um pouco nele, voltando a sair, apressadas, tornando a entrar, com marcha rápida e traçando um semicírculo, etc., até que, finalmente, com avanços e recuos cada vez maiores, atingiam o outro extremo do cartão e retomavam a trilha. Esse fato mostra que aí, mesmo na ausência do rastro coletivo, as formigas ainda possuíam o sentido geral da direção a seguir.

A comparação dos comportamentos verificados diante da obstrução da trilha por objetos pequenos ou por objetos grandes parece sugerir que se uma formiga não consegue apreender os contornos de um objeto com suas antenas, o perceberá antes como fundo perceptual que como figura. E que é a uma figura perceptual sobre o caminho coletivo, antes que a uma lacuna neste, que ela reage como a um obstáculo ou dissuasor de sua marcha. O fato de que uma única companheira esmagada sobre a trilha desorganize tanto o comportamento das formigas que por ela transitam mostra claramente que é a natureza do objeto sobre a trilha antes que a supressão ou adulteração de um trecho desta, o principal fator causador

das dramáticas modificações de comportamento que se verificam. Isso, no entanto, não significa que estar ou não um objeto sobre o caminho, ou haver ou não uma alteração do rastro olfativo, não faça diferença para as modificações de comportamento que ocorrem

Um outro ponto interessante nessas observações foi relativo a diferenças de atitude entre as formigas que iam, como veremos mais adiante, para o ninho (*fn*.s), e as que para o incentivo (*fi*.s). Se a trilha havia sido estabelecida recentemente, algumas *fi*.s podiam pausar brevemente ante o obstáculo, agitar-lhe as antenas de forma explorativa ou mesmo galgá-lo brevemente antes de prosseguir. Isso foi notado no caso do grão cru de feijão, no da mosca morta e no do miolo de pão, o que sugeria que essas formigas pudessem não ter estado ainda no chamariz e estivessem tendentes a experimentar o que lhes parecesse tal. Já *fn* mostrava-se mais tendente a desviar-se do obstáculo e chegar logo ao ninho. Se a trilha já estava um tanto longamente no ambiente, sua obstrução ou alteração costumava fazer desistirem mais nitidamente do percurso as *fi*.s que as *fn*.s. Estas, após refluírem uma vez diante da alteração do caminho, mais cedo ou mais tarde voltavam a enfrentá-la, até conseguir obviá-la e voltar ao ninho. A redução, ainda que apenas temporária, do número de formigas em trânsito pela trilha logo depois de ser alterada sugere uma memória de acontecimentos recentes por parte das formigas. Mais tarde, com o uso de formigueiros artificiais com cobertura de placas de vidro pelas quais era possível ver o interior do aparelho, pude observar que as formigas refratadas por um obstáculo geralmente se entregavam após chegarem ao ninho a prolongados movimentos ditos pelos estudiosos de formigas "de conforto" (basicamente, limpeza de antenas e de patas e, por vezes, lambimento da extremidade do gastro).

5.1 Observações do comportamento das formigas de uma trilha com alterações do meio representadas por estímulos sonoros, luminosos e, também, luminosos e caloríficos, os quais provavelmente não destroem ou adulteram o rastro olfativo subjacente a uma trilha

As observações precedentes deixavam claro que as modificações causadas no comportamento de formigas de uma trilha pela colocação de objetos sobre ela tinham mais a ver com a natureza dos objetos empregados do que com a extensão do caminho coletivo que era adulterada ou suprimida. Objetos pequenos tinham sobre uma trilha efeito bloqueador ou dissuasor maior do comportamento prévio do que objetos grandes. No entanto,

era um fato inquestionável que tais objetos efetivamente suprimiam ou adulteravam o substrato preexistente e, com ele, o provável rastro olfativo deixado pelas formigas em suas viagens precedentes. Natural era que se perguntasse, então, como seria o comportamento das formigas de uma trilha caso se empregassem como alterações do meio prévio, estímulos que, conquanto incidissem sobre o caminho coletivo, presumivelmente não alteravam a constituição química desse meio, inclusive a do provável rastro mencionado.

Tendo em vista as considerações acima, ocorreu-me submeter as formigas de uma trilha a estímulos sonoros e luminosos e verificar se eles acarretariam modificações no comportamento dos insetos, e, em caso afirmativo, que natureza teriam elas. As observações realizadas com esse propósito são relatadas abaixo.

- *Observação 14 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha quando submetidas a estímulos sonoros*

Não observei modificações de comportamento nas formigas em alguma trilha ante sons contínuos como os da fala. Algumas vezes, porém, ante ruídos repentinos, como os produzidos pelo estalar dos dedos ou a queda súbita de um caderno a alguma distância, algumas delas agitavam-se por um curto período, exibindo repelões, ondulações, acelerações, etc. Se essas reações eram efetivamente uma resposta a vibrações aéreas e, portanto, expressão de uma verdadeira capacidade de percepção sonora, ou se eram antes uma resposta à vibração do substrato conectado ao corpo dos insetos – uma possibilidade frequentemente sugerida[16] – é algo que não posso, apenas com esta observação, precisar.

- *Observação 15 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva), *quando em alguma trilha, diante de alterações do ambiente representadas por estímulos luminosos (em alguns casos, também caloríficos)*

Que *Paratrechina fulva* responde à luz pode ser corriqueiramente observado por ocasião do voo nupcial que, geralmente, ocorre em noites quentes na estação chuvosa. Nessa ocasião, as formas sexuadas dessa espécie

[16] Por exemplo, por Lubbock, , 1898, p. 221 e seguintes; Wheeler, 1910, p. 512-514; Forel, 1921, V. II, p. 32 e seguintes; Warden *et alii,* 1940, p. 649; Michener, C. D. e Michener, M. H., 1951, p. 13 e seguinte; Goetsch, 1957, p. 98. Trabalhos mais especializados sobre a percepção de sons e vibração por Markl, Autrum, entre outros, são resumidos por Dumpet (1981) e por Höldobler e Wilson (1990).,

podem ser facilmente encontradas em uma pequena nuvem esvoaçante em torno de lâmpadas elétricas acesas ou perambulando pelas áreas iluminadas próximas em alguma parede, quando são – especialmente os machos – comumente confundidas pelo leigo com "mosquitinhos". O que eu ignorava, e pude verificar na Observação 13, já relatada, era a atração exercida sobre as operárias dessa espécie, quando numa trilha, pela colocação próxima, de repente, de uma fonte luminosa forte. Essa atração, conforme se viu, fez com que várias dessas operárias deixassem a trilha e se aproximassem da fonte, a ponto de ficarem desorientadas.

Paratrechina fulva tem olhos, mas o fato de ser uma formiga que forma frequentemente trilhas, tanto à noite quanto de dia, sugere que a visão não desempenha ordinariamente papel tão importante em sua vida quanto o olfato. Para verificar se, quando numa trilha, formigas *P. fulva* teriam seu comportamento afetado por alguma variação na iluminação incidente sobre o substrato procedi às intervenções seguintes:

A) Acendendo, à noite, repentinamente, uma lâmpada elétrica no interior de um pequeno aposento em cujas paredes dispunha-se alguma trilha dessas formigas, e, depois, apagando-a e acendendo-a repetidamente, nada pude notar de diferente em seu comportamento.

B) Ocorreu-me, então, projetar sobre uma trilha um foco luminoso que contrastasse com a iluminação dos arredores. Duas alternativas se me opunham para isso: ou projetava um pequeno foco luminoso mantendo o ambiente inteiramente obscurecido, e nesse caso teria que confinar a observação aos limites desse foco, ou, então, manteria o ambiente em semiobscuridade, projetando sobre a trilha um foco luminoso relativamente mais intenso que os arredores.

Optando por esta última alternativa, lancei, sobre a trilha, um foco luminoso, fazendo a luz de uma lanterna de pilhas passar por um estreito orifício numa folha de papel-carbono e concentrando os raios luminosos sobre uma região da parede e da trilha na forma de um ponto ou então de uma mancha circular imóvel cujo tamanho podia ser variado até chegar a 4 cm de diâmetro. Nessas circunstâncias, observei que muitas formigas, em havendo certo contraste do ponto ou da mancha com os arredores, ao chegarem à mancha luminosa, estacavam e depois mudavam de curso, desviando-se.

C) Em outra ocasião, entrei num pequeno aposento no escuro, acen-

dendo a luz. No dia anterior eu havia observado uma trilha de formigas *P. fulva* que eu conseguira estabelecer no interior desse aposento acompanhando a aresta formada pelo piso com uma parede. A luz solar passou a entrar no quarto por uma pequena fresta na porta, projetando uma faixa luminosa muito intensa sobre parte do piso e da parede. Era uma faixa secante ao remanescente da trilha anterior. A faixa tinha uma largura de 1 cm por 20 cm de comprimento – 10 cm no chão e 10 na parede, conforme ilustrado na Figura 17.

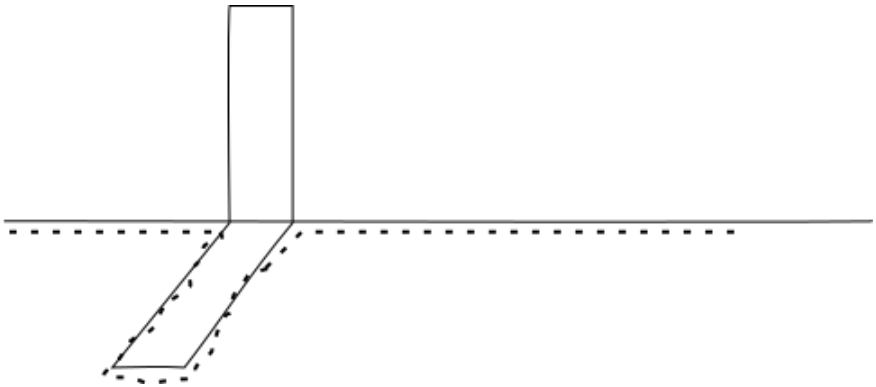


Figura 17: Representação aproximada de uma das situações consideradas na Observação 15.

Legenda:
Linha contínua: aresta formada por um piso com uma parede.
Figura em V: Mancha de luz solar sobre o piso e a parede.
Linha interrompida: Trajetória seguida por formigas retornantes a um ninho distante situado para a esquerda da faixa de sol.

Duas formigas remanescentes da trilha pausaram, "farejaram" a região iluminada e também aquecida do substrato e andaram mais lentamente até a borda da faixa; aí, voltaram um pouco, tornaram a vir e puseram-se a bordejar a faixa pelo chão ou pela parede, entrando um pouco no sol, saindo de novo e tornando a voltar para bordejar a faixa e passar por ela com muita oscilação. Daí em diante seguiram pela trilha sem mais hesitação.

Nesses episódios, o calor acumulado pelo aquecimento solar, além da luminosidade em si, podiam estar claramente implicados nas modificações de comportamento apresentadas.

D) Nas duas observações anteriores um foco luminoso permanecia relativamente imóvel sobre a trilha, mas outra observação, na verdade realizada ainda antes das relatadas precedentemente, permitia responder uma indagação que a consideração dos resultados já referidos certamente teria levantado: a de como seriam as reações das formigas se, em vez de imóvel, o foco luminoso se movesse. Nessa observação, colhi, por meio de uma lente situada a aproximadamente 20 cm de uma trilha, a luz proveniente da chama de uma vela distante da trilha cerca de 50 cm, num aposento quase obscurecido. A luz da vela difundia-se o suficiente para iluminar uma boa parte da trilha. Ao mesmo tempo, como ventava através da porta (numa direção paralela à trilha, situada no soalho junto a aresta por ele formada com uma parede lateral), a chama oscilava bastante, o que determinava, sobre a trilha, um foco luminoso móvel e variável no tamanho. Movendo simultaneamente a vela e a lente com o auxílio das duas mãos eu podia produzir um foco luminoso circundado por um anel de sombra mais denso a acompanhar a formiga atrás ou à frente dela.

Nessas circunstâncias, um bom número de formigas apresentava modificações em seu comportamento usual. Algumas, especialmente depois do primeiro "contato" (isto é, depois que, atingidas uma vez pelo foco luminoso, eram com ele confrontadas mais adiante), pausavam, "farejavam", tanto em relação ao foco luminoso como em relação à mancha de sombra que o cercava; algumas empinavam o abdome por um momento; outras podiam até ser induzidas a retornar, a deixar a trilha ou até mesmo a afastar-se para além do chamariz quando se movia o foco de luz constantemente atrás delas: era como se tentassem fugir-lhe. Muitas formigas pareciam evitar, após alguns "contatos", adentrar a região da sombra circular e a do foco luminoso, ou delas aproximar-se.

Discussão dos resultados das observações nº 14 e 15

Os resultados das observações acima demonstravam que, em certas condições, alterações do ambiente prévio representadas por ruídos e por estímulos luminosos podiam provocar modificações no comportamento de formigas *(P. fulva)* de uma trilha. Essas modificações iam da simples suspensão da marcha e investigação antenal, por vezes num estado como o de alerta, até reações de escape e fuga. Demonstravam, também, que não era necessário adulterar quimicamente o rastro olfativo presumivelmente subjacente a uma

trilha para que as modificações de comportamento ocorressem. No entanto, dir-se-ia importante para essa ocorrência que a alteração do ambiente estivesse localizada como uma coisa delimitada, especialmente se móvel – caso da estimulação luminosa – sobre o caminho da formiga, e não é improvável que o mesmo o fosse também no caso dos ruídos, como o do estalar dos dedos. Seria interessante verificar se, não estando as formigas a percorrer uma trilha, tais ruídos não se verificariam mais inócuos para elas, mas, infelizmente, não realizei observações a respeito. Condições para que sons e estímulos luminosos – em alguns casos, provavelmente também caloríficos – provocassem modificações de comportamento pareciam ser constituídas pela presença, nos estímulos sonoros, de atributos como subitaneidade e intensidade, e, no caso dos estímulos luminosos (e por vezes também caloríficos), além desses atributos, também dos de delimitação ou, também, movimento, além de sobreposição ao caminho que a formiga vinha seguindo.

6 Uma comparação dos efeitos que tem, sobre as formigas em uma trilha, o encontro de companheiras esmagadas diretamente sobre o caminho coletivo ou a uma pequena distância dele

Até aqui se viu como praticamente toda alteração efetuada sobre uma trilha de formigas *Paratrechina fulva* Mayr associava-se, em maior ou menor grau, com modificações de comportamento. Diante de tais resultados, era natural indagar se a trilha não estaria implicada nesses fenômenos, e de que modo o estaria. Particularmente, toda alteração com efeito modificador do comportamento, especialmente formigas esmagadas sobre a trilha, atuava como tendo a função aparente de um "obstáculo modificador de comportamento", e um obstáculo, como tal, é algo que se atravessa num caminho ou interfere com um movimento ou um processo. Como seriam as modificações de comportamento, então, se a alteração experimental fosse efetuada fora da trilha, e esta fosse deixada desimpedida? E como seria o comportamento de formigas que fossem confrontadas com uma alteração do seu meio imediato e não estivessem seguindo uma trilha?

Exponho, a seguir, algumas observações relacionadas com as questões acima.

- *Observação 16 – Relativamente às modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha confrontadas com companheiras esmagadas, primeiro, ao lado de uma trilha, e, posteriormente, diretamente sobre ela*

Esta observação foi relativa a uma trilha de cerca de 1,90 m de extensão formada no teto de uma cozinha. A trilha acompanhava, a uma distância que regulava entre 2 e 3 mm, a aresta que esse teto formava com uma parede de azulejos. A trilha conectava dois orifícios nessa aresta, aqui designados O1 e O2, que presumi constituírem, respectivamente, a entrada de um caminho sob os azulejos até alguma fonte de provisões e a entrada de um ninho encoberto. Essa presunção foi baseada no fato de que mais de noventa por cento das formigas em trânsito de O1 para O2 tinham o gastro distendido e com anéis amarelados visíveis, uma condição que geralmente se segue à ingestão de alimentos, ao passo que outro tanto ou até mais das formigas que caminhavam de O2 para O1 apresentavam-se mais magras e mais escuras, com gastro reduzido e opaco. As formigas pareciam ter preferido caminhar pelo teto em vez de pela parede provavelmente porque, sendo revestido de massa corrida, o teto proporcionava maior aderência às garras tarsais e menor propensão a despencamentos do que as faces polidas dos azulejos na parede. A Figura 18 ilustra a situação estabelecida nesta observação.

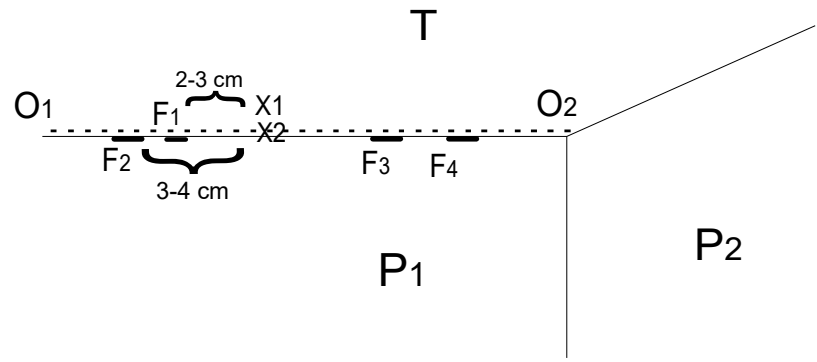


Figura 18: Representação da situação vigente na Observação16.

Legenda:
Linhas contínuas: arestas formadas pelo teto, T, de um cômodo com duas paredes azulejadas, P1 e P2
Linha pontilhada: trilha.
O_1 *e* O_2: orifícios na aresta formada pelo teto com uma das paredes.
f_1, f_2, f_3 *e* f_4: fendas estreitas na aresta formada pelo teto com uma das paredes. Entre elas todas há uma trinca leve e pouco visível.
X_1 *e* X_2: regiões do teto onde foram esmagadas, em cada um de dois momentos diversos, quatro formigas da colônia.

Observei as formigas do alto de uma escada portátil, apoiando o caderno de registros em um armário de aço preso à parede de azulejos, e lá escrevendo.

Sobre o armário deixei também o cronômetro. A trilha era contemplada de uma distância de 50 cm (distância dos olhos ao ponto de alteração). A respiração do observador, indo para baixo, não afetava em nada, aparentemente, o comportamento das formigas. A luz no aposento era natural, provida por um comprido vitrô lateral e uma porta envidraçada no lado oposto do aposento. A cor dos azulejos (marfim) e a do teto (branca) favoreciam notavelmente a visão das formigas.

Esta observação teve três fases distintas, consideradas a seguir.

FASE A: *de controle,* ou sem qualquer alteração da trilha.

Nesta fase foi registrado o comportamento das formigas em um trecho intermediário da trilha escolhido para receber, nas fases seguintes, as alterações experimentais. Ela teve a duração de vinte períodos unitários de observação de meio minuto cada, marcados por um cronômetro. Nos períodos ímpares foi registrado o comportamento das formigas em trânsito do orifício 2 para o orifício 1 (supostamente, *fi.s)* e, nos períodos pares, as em trânsito na direção inversa (supostamente, *fn.s)*. Nenhum outro comportamento além do associado com o transitar normal pela trilha foi notado. Nesta fase, o número médio de formigas em trânsito pela trilha por minuto em ambas as direções foi de 13,9; a de supostamente *fi.s*, 15,4, e a de supostamente *fn.s,* de 13,4. Por esses números deduz-se que a trilha, muito densa, estava ainda avolumando-se no início da observação.

FASE B: *1ª fase experimental,* caracterizada pelo esmagamento de quatro formigas da colônia ao lado da trilha.

Para realizar o esmagamento, quatro formigas da colônia, previamente apanhadas entre o polegar e o indicador de uma das mãos do observador e transferidas, já meio amassadas, para a polpa desse indicador, foram com ela pressionadas e giradas sobre um ponto do teto ao lado da trilha em sua posição intermediária. O ato deixou uma mancha de cerca de meio centímetro quadrado e pequeninos fragmentos na superfície do teto a uma distância entre 1,2 e 1,7 cm da trilha.

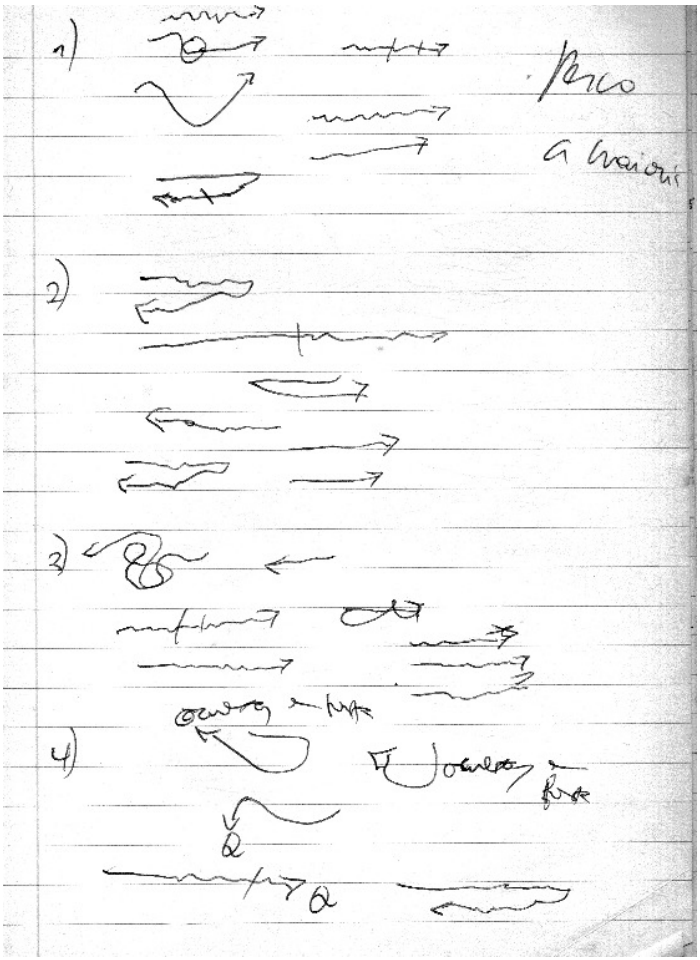


Figura 19: Registro gráfico dos comportamentos apresentados pelas formigas *(P. fulva)* nos quatro primeiros minutos após o esmagamento de quatro formigas da colônia a uma distância entre 1,2 e 1,7 cm da trilha.

A intervenção, praticada numa trilha de fluxo intenso, provocou imediatamente uma debandada das formigas próximas. Esperei cerca de um minuto para que a correria inicial amainasse e fosse possível acompanhar trajetórias individuais para iniciar o registro dos comportamentos verificados com respeito ao ponto de alteração. Mesmo assim, perdi, dado o fluxo volumoso de formigas na trilha, a maioria deles. A Figura 19 apresenta o registro que foi possível realizar para algumas das formigas da trilha, qualquer que fosse a direção em que caminhava, nos primeiros 4 min

do registro, ou seja, do segundo ao quinto minuto transcorridos desde o esmagamento.

Para que o leitor possa interpretar corretamente as representações gráficas efetuadas, permito-me dizer algumas palavras a respeito. No primeiro minuto somente foram observados comportamentos de *fn.s*, ou seja, formigas que iam de O1 para O2. Olhando-se os registros individuais desse período unitário da esquerda para a direita, nota-se que todas as formigas, exceto a última, prosseguiram sua caminhada para além da região alterada: a primeira, terceira e quinta em marcha ondulante, a segunda com um retorno parcial, a terceira com dois repelões, a quarta com um desvio pela parede que a levou a passar mais longe das mortas do que se tivesse permanecido, como as demais passantes, sobre a trilha; já a última formiga cujo comportamento foi registrado nesse período efetuou um retorno em marcha ondulante na qual exibiu um repelão. Devo apontar que, embora os retornos, nos registros efetuados, estejam representados por uma seta em "u" ou em "v", são representados dessa forma apenas por conveniência do observador, pois, na verdade, não implicam um retorno por fora da trilha, necessariamente, podendo constituir simplesmente uma reversão no sentido da marcha.

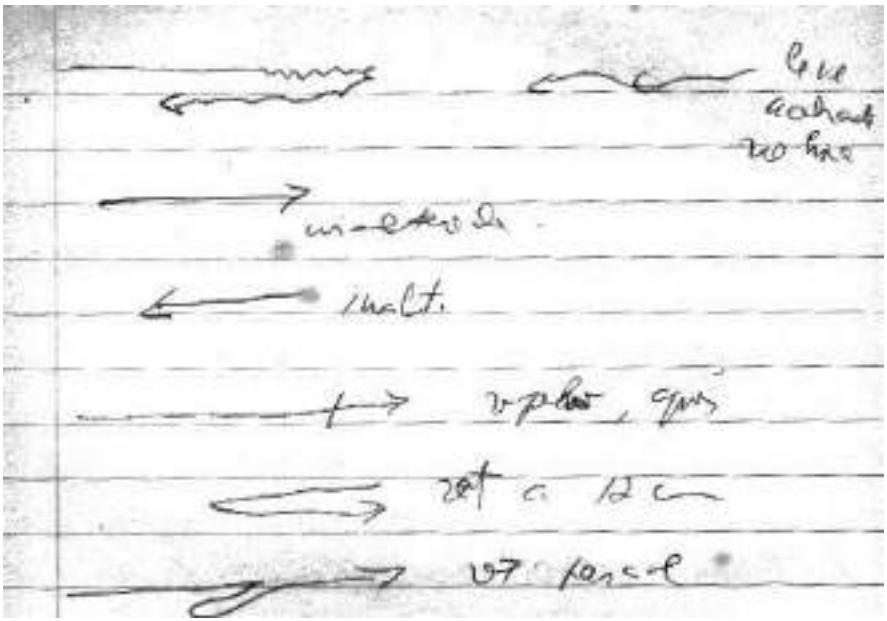
No segundo período unitário do registro já se encontra a representação, além do comportamento de *fn.s,* também de duas *fi.s*: uma que retornou pela trilha sem ondulação na marcha e outra que passou pela trilha com marcha ondulante. A representação do comportamento das demais formigas, todas *fn.s*, não oferece, segundo acredito, nenhuma dificuldade de interpretação.

No terceiro período unitário do registro destaco três formigas cujo registro de comportamento poderia, sem alguma explicação, ser mal interpretado: da esquerda para a direita e de cima para baixo, a primeira, a quarta e a quinta registradas. A primeira realizou volteamentos na região alterada da trilha; a quarta, depois de ter ultrapassado pela trilha o ponto de alteração, retornou rumo a O2, inclinou sua parte frontal e "farejou" na direção da mancha deixada pelas mortas e prosseguiu em seu retorno. A quinta passou em marcha ondulante por sobre a região da alteração mesma.

Finalmente, no quarto minuto do registro, destaco, de diferente, que a primeira formiga cujo comportamento foi registrado, após interromper sua marcha para O2 e começar a retornar, meteu-se numa estreita fenda bem sob a trilha e lá permaneceu algum tempo, meio oculta. Já a segunda registrada, uma *fi*, após desviar-se ligeiramente para fora da trilha na altura da região alterada, também ocultou-se em uma fresta estreita na aresta da parede com o teto. Devo mencionar que, não fosse por esses acontecimentos, eu não teria notado a existência de fendas sob a trilha ou junto dela. Se

o tivesse feito, certamente teria escolhido outro local para a realização da alteração experimental. Voltando aos registros: a terceira formiga registrada despencou ao solo depois de um desvio em sua rota, provavelmente realizado com aceleração na marcha (infelizmente, as acelerações não foram registradas) na altura da região alterada. Já a quarta formiga cujo comportamento foi aqui registrado despencou ao solo depois que, tendo ultrapassado a alteração em marcha ondulante, exibiu um repelão enérgico.

Na altura do oitavo minuto do registro, resolvi proceder de modo diverso. Decidi abandonar o cronômetro e, escolhendo alternadamente uma *fi* e uma *fn*, ver o que faziam completamente – fosse o que fosse – nas proximidades do ponto de alteração e anotar esse comportamento, mas apenas se tivesse certeza do que havia visto, obtendo dessa forma uma amostra representativa dos acontecimentos ao longo do tempo. Esse registro foi realizado durante 55 min adicionais e interrompido quando o comportamento das formigas já havia praticamente voltado ao normal, ou seja, voltado a parecer igual ao apresentado na fase de controle. A Figura 20 ilustra, na sua parte superior, alguns dos registros obtidos nos primeiros minutos desse novo procedimento e, na parte inferior, os realizados nos minutos finais.



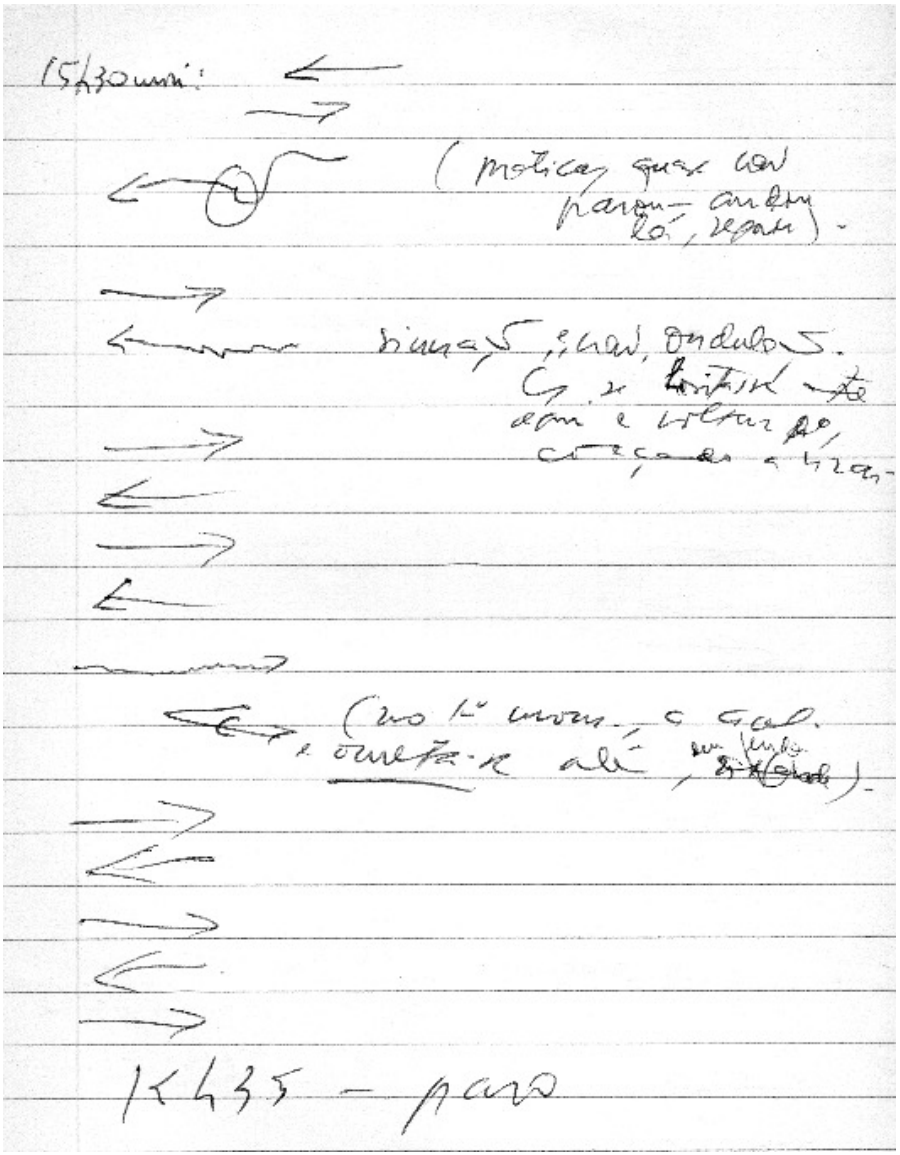
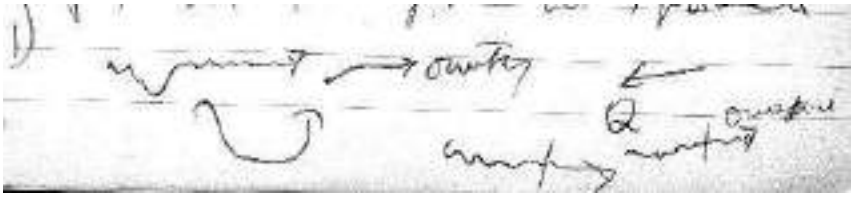


Figura 20: Registro do comportamento de, alternadamente, fn.s e fi.s, obtido a) nos minutos iniciais (parte superior), e b) nos finais (parte inferior) em um período de 55 min de observação iniciado 8 min após a primeira alteração experimental.

FASE C – Terceira e última fase experimental, caracterizada pelo esmagamento de quatro formigas da colônia ao lado da primeira alteração, praticado, porém, diretamente sobre a trilha.

Esta fase foi iniciada 25 min após o término do registro precedente. Quatro outras formigas da colônia foram, então, esmagadas, como na fase anterior, mas, agora, diretamente sobre a trilha, na região adjacente à qual fora praticada a alteração precedente. Alguns fragmentos ficaram no lugar, outros caíram ao solo.

A intervenção provocou, de imediato, uma confusão enorme que prosseguiu mesmo após decorrido um minuto, quando procurei, à semelhança do realizado na fase anterior, proceder ao registro do comportamento das formigas que conseguisse observar para, em seguida, passar a registrar, como anteriormente, e para facilitar a comparação das duas fases experimentais, alternadamente, uma *fi* e uma *fn* de cada vez. Aconteceu, porém, que, após apenas 2 min da primeira forma de registro, ficou patente a impossibilidade de continuá-la. As formigas da trilha, ao aproximarem-se da região alterada, caíam, ondulavam em sua marcha espetacularmente, voltavam de longe, desviavam-se, ocultavam-se numa fenda antes de chegar à região alterada ou, mais geralmente, ao retornar. Decidi deixar passar então os primeiros 8 min desde o início dos primeiros registros para começar a anotar alternadamente o comportamento de uma formiga de cada direção que houvesse sido precisamente observada. A Figura 21 apresenta os registros da primeira forma obtidos nos 2 min transcorridos após o primeiro minuto de confusão. Ela destina-se a uma comparação com a Figura 19. A Figura 22 dividida, como a Figura 20, em duas partes, e destinada a ser com esta comparada, apresenta o obtido na segunda forma de registro realizada.



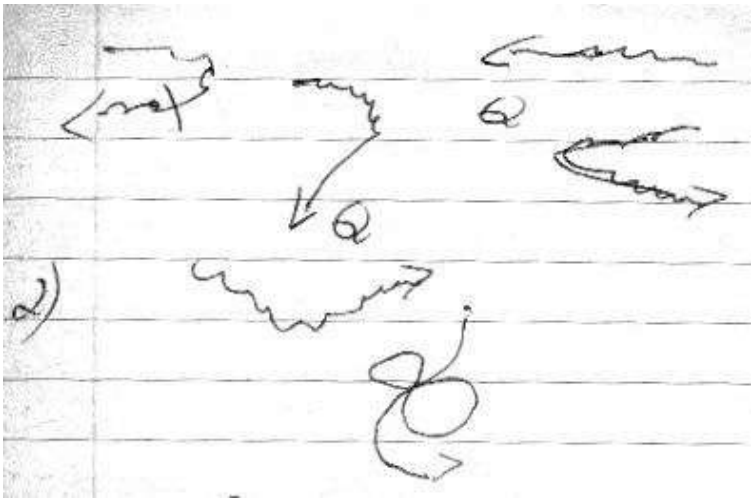


Figura 21: Registro gráfico dos comportamentos observados nos dois primeiros minutos de um período iniciado um minuto após a efetuação da segunda alteração experimental.

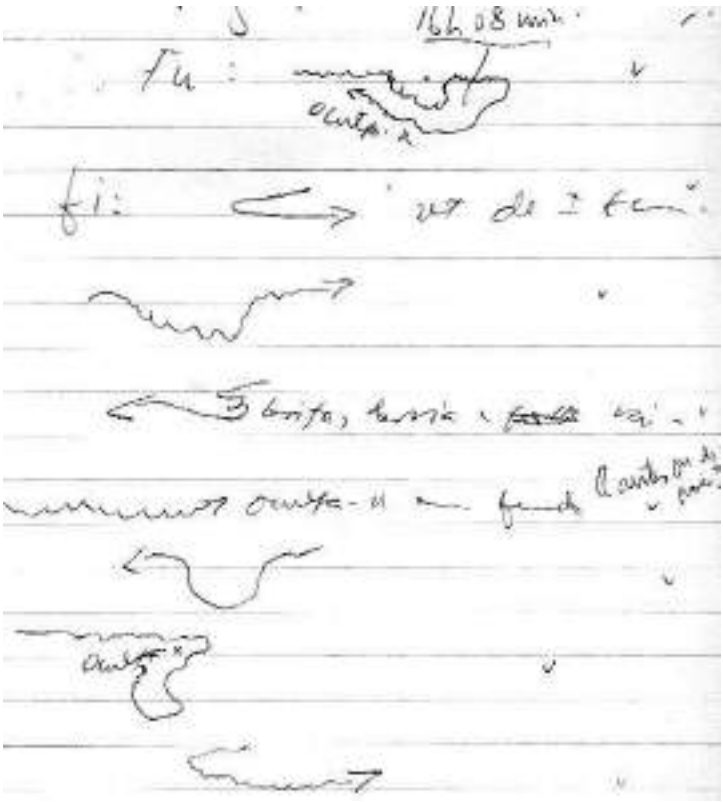




Figura 22: Registro do comportamento de, alternadamente, fn.s e fi.s, obtido: a) nos minutos iniciais (parte superior), e b) nos finais (parte inferior) de um período de 52 min de observação iniciado 8 min após a segunda alteração experimental.

A Tabela 7, abaixo, apresenta, em seu aspecto quantitativo, os resultados obtidos na última forma de registro realizada para as duas fases experimentais desta observação.

Porcentagem de formigas	A F1=72	B F2=96
Retorno	1.4	34.4
Retorno parcial	2.8	5.2
Desvio	1.4	30.2
Desorientação	0	0
Pausa	4.2	14.6
Ondulação	18	29.2
Hesitação	2.8	7,3
Marcha por escalões	0	1
Repelão	15.3	19.8
Queda	1.4	0
Ocultamento ou tentativa de ocultamento em fendas	8.3	24
Exploração da alteração	4.2	1
"Farejamento" da alteração	1.4	0
Sem modificação aparente	47.2	0

Tabela 7: Dados relativos ao comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha no teto de uma cozinha A) diante de quatro formigas da colônia esmagadas entre 1,2 e 1,7 cm de distância da trilha; e B) diante do mesmo número de formigas da colônia, esmagadas, porém, diretamente sobre a trilha, ao lado da primeira alteração mencionada acima. Duração da observação em A: 55 min. Duração da observação em B: 52 min.

F1 e F2: número total de formigas cujo comportamento foi graficamente registrado respectivamente na primeira e na segunda alteração experimental.

Discussão dos resultados da Observação16

Vê-se, pelos resultados obtidos, como a mesma alteração experimental, representada pelo esmagamento de companheiras, tem, sobre o comportamento das formigas em uma trilha, um efeito muito menos dramático se efetuada a uma pequena distância fora do caminho coletivo do que diretamente sobre ele. Essa diferença mostra-se tanto no que diz respeito à desorganização da trilha como no tempo requerido para que ela recupere sua aparência ordenada inicial. Dir-se-ia quase inacreditável que a mesma modalidade de alteração fora empregada em ambos os casos.

Uma restrição que talvez alguém pudesse fazer à conclusão acima é que ela não ofereceu controles sobre uma possível repercussão dos efeitos da primeira alteração sobre os da segunda. Um tal controle poderia ser obtido, por exemplo, pela efetuação das duas alterações, simultaneamente, em dois pontos separados da trilha e pelo registro dos seus efeitos – digamos, por dois observadores ou duas filmadoras diferentes – no breve tempo (supondo que fosse suficiente para uma conclusão) transcorrido enquanto as formigas de um ponto não chegassem ao outro. Atuando só e não dispondo dos recursos de filmagem, procedi como descrito mais acima. No entanto, cabe indicar que essa repercussão, caso tenha existido – o que não é improvável – teria sido no sentido de reduzir ou, ao contrário, de intensificar as modificações de comportamento para com a segunda alteração. No primeiro caso, a conclusão permitida pelos resultados relatados, que apontam para uma dramaticidade maior da segunda alteração empregada nesta observação sobre a primeira praticada, somente poderia ser reforçada. Já no segundo, a objeção seria pertinente.

Para enfrentar a objeção mencionada, suponho que eu poderia comparar o efeito das duas modalidades de alteração experimental empregando cada uma em uma trilha diversa. E isso, exatamente, é o que obtemos se comparamos, por exemplo, os resultados da primeira intervenção da presente observação com os da Observação 6, relatada mais no princípio deste trabalho. No seu aspecto qualitativo, os resultados de ambas as modalidades de alteração – a saber, o esmagamento de quatro formigas da colônia entre 0,7 e 1,2 cm da trilha e o esmagamento do mesmo número diretamente sobre esta – podem ser avaliados comparando-se as Figuras 19 e 20 com a Figura 6. No seu aspecto quantitativo, essa avaliação pode ser feita comparando os dados da Coluna A da Tabela acima com os da coluna A da Tabela 1. Efetuando essas comparações, não restará dúvida de que a muito maior dramaticidade do esmagamento de formigas diretamente sobre a trilha do que ao lado dela é confirmado. No entanto, nova objeção poderia ser agora levantada: a de que não se controlou a variável representada pela não identidade de vários atributos das trilhas utilizadas provavelmente relacionados com a maior ou menor severidade de uma dada alteração experimental.

Devo admitir que as características ou circunstâncias de cada trilha parecem mesmo influir nas modificações de comportamento que serão apresentadas pelas formigas que por ela transitam e que nela deparam, de repente, com uma dada alteração. Fatores que parecem importantes neste particular são o caráter linear ou, ao invés, de faixa, da trilha, sua maior ou menor recentidade, a intensidade do seu fluxo, a maior ou menor atração

do chamariz, a presença ou ausência, nos arredores, de apoios materiais para a orientação, etc. Por exemplo, a ausência de desorientações na presente observação (Observação 16) parece dever-se à presença de uma heterogeneidade de estimulação em um meio mais relativamente homogêneo, representada pela aresta formada pelo teto e uma das paredes da cozinha. Essa aresta muito provavelmente oferecia apoio à orientação dos insetos no terreno, conforme o revela o fato mesmo de a trilha bordejá-la em toda a extensão em que era possível fazê-lo.

Dadas as objeções mencionadas acima, pareceu-me de bom alvitre, mesmo ao risco de alguma redundância, expor outras observações realizadas com o objetivo de esclarecer a questão em pauta. São elas a Observação 17, relativa aos efeitos de uma única formiga da colônia esmagada exteriormente a uma trilha, e um conjunto de observações denominado coletivamente Observação 18, sobre o efeito de alteração similarmente situada, mas constituída de partes anatomicamente distintas de companheiras do ninho. Os resultados dessas observações devem ser comparados com o de observações com alterações similares, porém praticadas diretamente sobre a trilha, já relatadas anteriormente.

- *Observação 17 – Observação relativa às modificações de comportamento apresentadas pelas formigas* (P. fulva) *em uma trilha vertical em uma parede de alvenaria diante de uma companheira esmagada a uma distância entre meio e um centímetro da trilha*

Para esta observação foi utilizada uma trilha de cerca de 4m de extensão disposta verticalmente em uma parede de alvenaria desde a entrada para o ninho no solo até a ramagem de uma parreira em um terreno elevado num quintal vizinho. Como as formigas ascendiam magras pela trilha e desciam por ela com o abdome distendido, supus que o chamariz por elas visitado em suas excursões estivesse no outro lado do muro, não sendo improvável que fosse constituído pela secreção excretada por afídios ou coccídios que parasitassem a parreira. A trilha descia retilineamente, num seu primeiro trecho, de cerca de 2,5 m de extensão, pela parede de argamassa de aparência homogênea e beiradeava na sua porção inferior um muro limitante de uma escada de alvenaria. Sentado a uma cadeira no patamar superior dessa escada, o observador podia ver um trecho da porção superior da trilha desde uma distância de 50 cm aproximadamente e registrar o comportamento das formigas em um caderno apoiado sobre o muro. A trilha era iluminada por duas lâmpadas elétricas, uma a 2,5 m e outra a cerca de 9 m de distância. A cor marfim da parede facilitava

bastante a visão das formigas. Por comodidade, foi escolhido para espaço de observação um trecho da trilha situado entre 1,60 m e 2,10 m de altura desde o solo. A Figura 23 ilustra a situação prevalecente nesta observação.

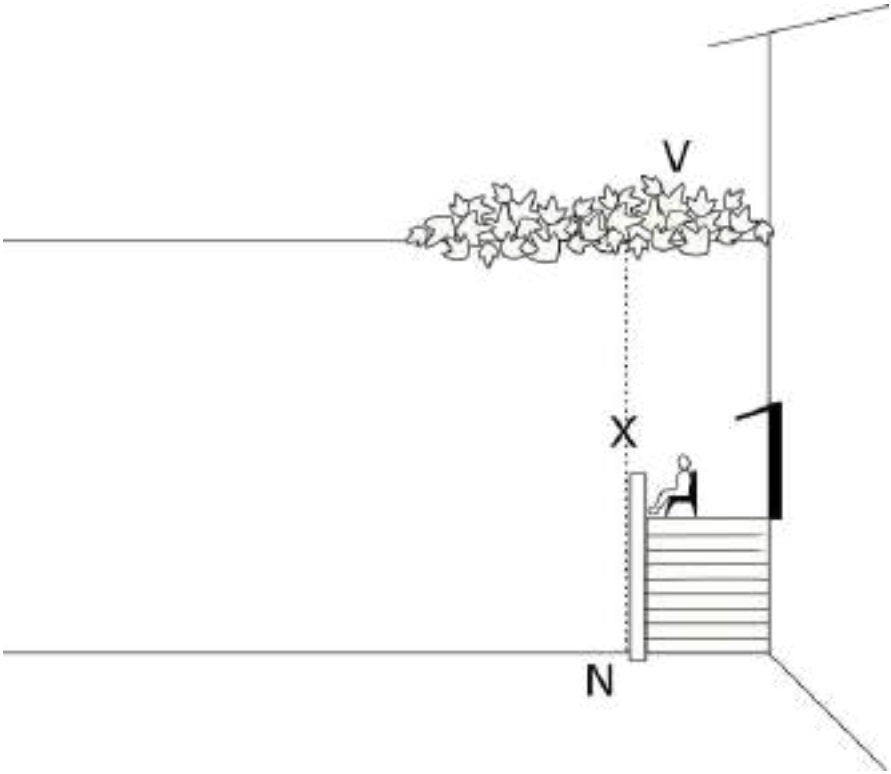


Figura 23: Representação esquemática da situação prevalecente na observação das formigas de uma trilha disposta numa parede de alvenaria e a conectar um ninho no solo ao incentivo (provavelmente, excreções de afídios e coccídios em uma videira) de um terreno elevado vizinho.

Legenda:
Linha pontilhada: trilha.
X: ponto de alteração.
N: ninho.
V: ramagem de uma videira.

A observação foi realizada nas primeiras horas da noite e constou de duas fases distintas: uma *fase de controle*, ou sem qualquer alteração da trilha, de 12 períodos unitários de 1 min cada; e uma *fase experimental*, de 39 períodos unitários de l min cada, consequente ao esmagamento, entre

0,5 e 1 cm da trilha, no meio do espaço de observação, de uma operária da colônia.

Na fase de controle foi registrado o trânsito de 34 formigas, 15 em marcha para a parreira e 19 para o ninho. O fluxo relativamente baixo e pouco variável de formigas da trilha (2,8 em média por minuto com um desvio-padrão igual a 1,3) proporcionava ao registro do comportamento verificado uma grande precisão. Exceto por uma formiga que exibiu uma *oscilação* em sua marcha (um ir cerca de 0,5 cm para um lado e, em seguida, 0,5 cm para o outro lado) e uma outra que apresentou uma *marcha com adernação* (um oscilar miúdo em postura rebaixada, como se a formiga estivesse a rastrear os traços olfativos subjacentes à trilha), talvez devido à presença de vento que passava primeiro pela trilha e depois pelo observador, todas as demais apresentaram, nesta fase, apenas locomoção normal pela trilha, no espaço de observação.

A fase experimental desta observação foi iniciada às 20h com o esmagamento de uma formiga que parecia não haver se alimentado ainda, encontrada na mureta da escada. Para o esmagamento, a formiga foi colocada na ponta do dedo indicador da mão direita do observador e, ao mesmo tempo que pressionada contra a parede, resvalada desde 0,5 até 1 cm da trilha, onde ficou num conjunto único.

A alteração atuou, exceto para umas poucas formigas (entre elas a primeira a confrontar-se com ela!) com uma função aparente de obstáculo modificador de comportamentos até o final da fase, embora já então de modo não tão evidente. A Figura 24 reproduz os registros obtidos nos minutos iniciais dessa fase. Na Tabela 8 são apresentados os resultados desta observação em seu aspecto quantitativo. Uma comparação dessa figura e dessa tabela com, respetivamente, a Figura 13 e a coluna B da Tabela 3 permitem uma avaliação de quão mais dramáticas foram as modificações de comportamento quando uma única formiga foi, como na presente observação, utilizada como alteração experimental, apenas que, então, diretamente sobre a trilha, antes que exteriormente a ela. Conquanto não possamos indicar qual das duas trilhas envolvidas apresenta condições mais propícias a modificações de comportamento mais dramáticas, podemos, ao menos, verificar que as diferenças ocorreram num sentido compatível com o já encontrado.

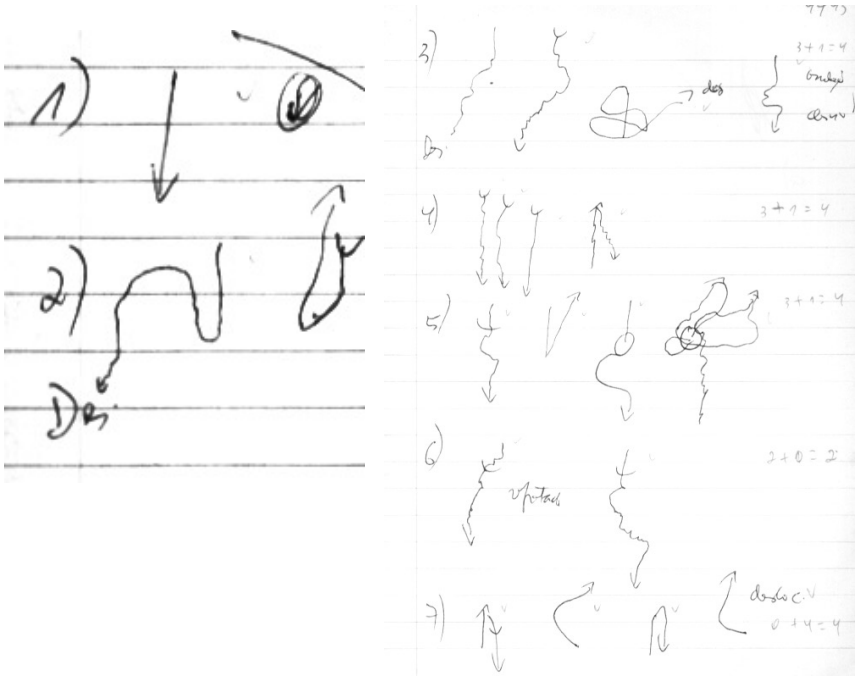


Figura 24: Registro dos sete primeiros minutos de uma observação relativa aos comportamentos apresentados por formigas *P. fulva* de uma trilha diante de uma companheira esmagada e resvalada contra o substrato entre 0,5 e 1 cm da trilha.

CATEGORIAS DE DADOS	**Porcentagem de formigas:**
Retorno	25,7
Retorno parcial	9,5
Desvio	28,4
Passagem deslocada	14,9
Desorientação	6,8
Rota refratada	4,1
Marcha ondulante	27
Aceleração	27
Marcha com deriva	4
Marcha com oscilação	4,1
Pausa	8,1

CATEGORIAS DE DADOS	Porcentagem de formigas:
Repelão	4,1
" Farejamento" p/ c/ alteração	1,4
Adentramento no local alterado	2,7
Sem modificações de comportamento aparantes	6,8

Tabela 8: Dados relativos ao comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha disposta verticalmente sobre uma parede e a conectar um ninho no solo e uma fonte de provisões (provavelmente exsudados por afídios e coccídios em uma videira) diante da alteração representada pelo esmagamento e resvalamento de uma companheira de ninho na parede a uma distância entre 0,5 e 1 cm de uma trilha (Número total de formigas: 74).

Passo, agora, à última observação que escolhi relatar no tratamento da questão considerada. Ela foi originalmente realizada para tentar esclarecer o problema já tratado no item 9.1 deste trabalho, com alterações experimentais constituídas pelo esmagamento de partes corporais anatomicamente distintas de companheiras. No caso presente, partes corporais de companheiras foram esmagadas *ao lado* de uma trilha por puro acidente, já que, na ocasião, eu não sabia ainda que esse modo de colocação afetaria o comportamento diferentemente do que fazia a colocação diretamente sobre o caminho coletivo.

- *Observação 18 – Modificações de comportamento ocasionadas em formigas* (P. fulva) *em uma trilha pelo esmagamento, ao lado do caminho coletivo, de partes corporais anatomicamente distintas de companheiras do ninho*

Esta observação foi relativa a uma trilha quase vertical estabelecida em uma parede de reboco áspero desde o chão até um anteparo com açúcar. Ela constituiu-se de três fases experimentais: as fases A e B foram ambas precedidas de uma fase de controle em que se focalizava um outro trecho da trilha que não o sob observação na fase anterior. A descrição dessas fases de controle, nada oferecendo digno de nota, será, por brevidade, omitida. A fase C, diferentemente, seguiu-se imediatamente à fase B. Para todas as três fases empregou-se, como alteração experimental, o esmagamento de partes de formigas mortas dois dias antes com vapor de gasolina e deixadas a arejar logo após terem morrido. Apresento, a seguir, uma exposição, em seu aspecto qualitativo, de cada uma dessas três fases.

A Tabela 9 reúne os resultados obtidos no seu aspecto quantitativo para as categorias que foram sistematicamente anotadas.

CATEGORIAS DE DADOS	FASE A F=145	FASE B F=157	FASE C F=139
Retorno	9	5	1
Desvio	37	3	2
Desorientação	7	3	1
Marcha ondulante	47	10	5
Repelões	3	2	0
Quedas	1	0	0
Adentramento na alteração experimental	4	2	5
"Farejamentos" da alteração. experimental	0	0	19
Sem modificações entre as categorias anotadas	35	82	90

Tabela 9: Dados relativos às modificações de comportamento apresentadas por formigas *(P. fulva)* diante do esmagamento, fora da trilha, de diferentes partes de companheiras, a saber: A) de 10 regiões cefalotorácicas, a 0,5 cm – 1 cm da trilha; B) de seis cabeças, a 1 – 1,5 cm da trilha; e C) de 6 abdomes, a 1 cm da trilha.*

* F = Nº de formigas observadas.
Duração de cada fase: 20 períodos unitários de 1 minuto cada.

Fase A – Esmagamento, a uma distância entre 0,5 e 1 cm da trilha, da região cefalotorácica de 10 formigas *P. fulva* (Duração: 20 períodos unitários de 1 minuto cada)

Era manifesto que, após o esmagamento, todas as formigas que se aproximavam da alteração estavam modificadas em seu comportamento, caminhando lentamente ou efetuando pausas ou ligeiras viradas de cabeça para o local alterado.

Fase B – Esmagamento, a uma distância entre 1 e 1,5 cm da trilha, da região cefálica de 6 formigas *P. fulva* (Duração: 20 períodos unitários de 1 minuto cada)

No ato do esmagamento, houve debandada de umas poucas formigas acima e abaixo do ponto de alteração. Nenhum dos fragmentos aderiu à parede. Houve uma tendência, mas geralmente só por parte das formigas em marcha para o incentivo, a uma breve pausa, com "farejamentos", seguida de um pequeno desvio para o lado oposto da alteração. As modificações de comportamento foram mais intensas no começo da fase e a trilha foi sendo gradualmente deslocada para mais longe do ponto de alteração.

Fase C – Esmagamento, a uma distância entre 1 e 1,5 cm da trilha, da região abdominal de 6 formigas *P. fulva.* (Duração: 20 períodos unitários de 1 minuto cada)

Um bom número de formigas parava na altura do ponto de alteração, inclinava-se para ele e "farejava-o", prosseguindo depois. Algumas saíram da trilha, adentraram a região alterada, e reencetaram a marcha ou retornaram. No nono minuto, um fragmento corporal, puxado por uma formiga, caiu ao solo. As ondulações, nos poucos casos em que verificadas, eram, em geral, de pouca intensidade.

Os dados das três colunas da presente Tabela (colunas A, B e C), comparados, respectivamente, com os dados das colunas C, E e B da Tabela 1 confirmam a impressão obtida nas observações de número 16 e 17, relatadas mais acima, quanto à maior eficácia da alteração experimental representada por formigas ou partes anatomicamente diferenciadas de formigas *Paratrechina fulva* quando esmagadas diretamente sobre uma trilha de formigas dessa espécie do que quando à pequena distância da trilha. A diferença, encontrada em todas as observações, é tão flagrante que torna, ao que me parece, dispensável apresentar testes de significância estatística a respeito.

Discussão e conclusões finais acerca das observações do presente item

Algumas conclusões a tirar dos resultados acima afiguram-se claras.

Em primeiro lugar, os resultados de todo este item parecem demonstrar, fora de qualquer dúvida, que o esmagamento de companheiras ou parte de companheiras uma pequena distância fora da trilha, ou lateralmente a ela, reduz em muito o caráter dramático das modificações que a mesma modalidade de alteração provoca no comportamento das formigas quando efetuada diretamente sobre a trilha.

Em segundo lugar, os resultados mencionados também desmentem a suposição, que provavelmente seria feita pelos pesquisadores dos chamados feromônios de alarme em formigas, de que as modificações de comportamento provocadas nas formigas em uma trilha pelo esmagamento de algumas de suas companheiras seja uma reação automática a tais substâncias. Efetivamente, se o fossem, não deveria haver diferenças na reação ao esmagamento efetuado sobre a trilha e ao efetuado adjacente-

mente a ela, já que os feromônios de alarme, sendo, como se alega, voláteis, difundir-se-iam rapidamente pelo espaço aéreo em volta. E não se pode alegar que, no último caso mencionado, as emanações provenientes do esmagamento não alcançariam tão plenamente as formigas vivas como quando estivessem sobre a trilha. Na verdade, em alguns casos as formigas que se deparavam com a alteração exteriormente à trilha voltavam-se na direção dela e, por vezes, aproximavam-se dela e até mesmo perambulavam pela região por ela afetada. O próprio fato de que, para casos de esmagamento diretamente sobre a trilha, havia formigas que apresentavam comportamento alarmado a uma dezena ou mais de centímetros dos corpos esmagados já colocaria dúvidas sobre a suposição mencionada, pois era claro que as formigas que encontravam essa alteração a uma distância de meio a um centímetro apenas da trilha eram por ela estimuladas, como evidenciava seu comportamento consequente.

Sendo as coisas como indicado no parágrafo acima, uma terceira conclusão parece ainda impor-se: é que, se fosse verdade que as modificações de comportamento consideradas eram causadas por feromônios de alarme, dever-se-ia admitir que estes últimos teriam seus efeitos importantemente *modulados* e até *anulados* por outros fatores da situação, fatores esses que os investigadores dos feromônios de alarme não têm considerado. Entre esses fatores estaria o fato de a formiga ser, provavelmente, capaz de discriminar se uma alteração do seu ambiente está situada sobre o seu caminho ou, ao invés disso, exteriormente a ele, e apresentar modificações de comportamento menos dramáticas no último caso do que no primeiro. Ou estaria o fato, mais prosaico, de uma possível atuação sinérgica, na determinação das modificações de comportamento consideradas, dos estímulos provenientes da alteração fora da trilha e do desarranjo ou destruição dos estímulos provenientes do rastro olfativo subjacente à trilha. Efetivamente, os resultados obtidos não permitem, ao que me parece, verificar se o que importa na provocação das modificações de comportamento consideradas é a) a integridade do rastro olfativo subjacente à trilha, b) a posição em que se encontra a alteração com respeito à orientação da formiga, c) ambas as coisas ou, quem sabe, d) algum outro fator ou fatores ainda não identificados. Em meus registros encontro, porém, algumas observações realizadas em épocas diversas cujos resultados parecem lançar luz sobre essas alternativas.

7 Modificações de comportamento de formigas que, não estando a percorrer uma trilha, deparam-se de repente com a alteração de seu ambiente imediato representada por companheiras esmagadas

Uma questão que parece decorrer do exame dos resultados obtidos no tópico precedente é saber como seria a reação de formigas que não estivessem seguindo uma trilha a uma alteração do seu ambiente imediato, em especial aos estímulos provenientes de companheiras esmagadas. Tais formigas não estariam confrontadas com uma alteração de um caminho ou de um rastro olfativo já encontrado antes e talvez já tornado habitual, e esse fato poderia, quem sabe, fazer diferença para a sua reação. As observações descritas a seguir, denominadas coletivamente Observação 19, foram realizadas com vistas a responder essa questão.

- *Observação 19 – Modificações de comportamento apresentadas por formigas em deslocamento na ausência de uma trilha*

Numa dada ocasião, querendo ver como as operárias de *P. fulva* que estivessem perambulando por um dado local onde não houvesse uma trilha perceptível reagiriam aos estímulos provenientes de companheiras esmagadas, dirigi-me a um ponto do quintal da casa onde eu residia no qual a presença das formigas era constante. Tratava-se de um pedestal cimentado de cerca de $1m^2$ de área sobre o qual era colocado, diariamente, um recipiente para recolhimento dos restos de comida e dos refugos da cozinha da residência. Esmaguei, primeiramente, duas fulvas com meu dedo indicador direito, sem que nele restassem outros vestígios além da umidade e do odor provocado pelo esmagamento. Pus o dedo na frente de várias formigas, individualmente. As fulvas paravam, às vezes empinavam-se, retornavam, numa corridinha ondulante, parcialmente ou por uma extensão maior, não acompanhada até o final. Se eu punha o dedo sem nada diante delas, chegavam-se, paravam a meio centímetro, aproximavam-se mais e tocavam-no, e prosseguiam a marcha para qualquer direção. Resultados semelhantes foram obtidos com formigas que perambulavam individualmente pelo chão sob um abacateiro.

Noutra ocasião, levei, uma por vez, duas operárias de *P. fulva* encontradas no quintal de casa para o cimo de uma arca de madeira no interior de meu escritório. Enquanto perambulavam pela arca, coloquei diante de cada uma delas, separadamente, entre 1 a 2 cm de distância, um dedo

com o qual acabara de esmagar uma companheira. Em ambos os casos, as formigas correram, invertendo o sentido da marcha, num semicírculo amplo. Outras apresentações do mesmo dedo, posteriormente, passaram a provocar modificações de comportamento que eram, comparativamente às primeiras, mais brandas.

Submeti a igual estimulação duas outras formigas que se deslocavam por uma parede na qual eu nunca havia visto formigas perambulando anteriormente. Uma pausou e "farejou" o dedo apresentado antes de seguir adiante, e a outra desviou-se do ''obstáculo", um tanto acelerada.

Noutra ocasião, ainda, ocorrendo-me que seria provavelmente de interesse realizar a mesma observação com formigas que estivessem, seguramente, deslocando-se sozinhas e na ausência de uma trilha ou de rastros de companheiras, dirigi-me ao quintal da casa onde residia depois de uma grande chuva. Lá observei, uma de cada vez, duas formigas que atravessavam independentemente um piso de cacos de cerâmica de uns 4m de largura já quase completamente enxuto depois da chuva. Essas formigas deslocavam-se retilineamente, cada qual em sua própria direção, provavelmente na condição de "exploradoras" ou "batedoras", sem seguir nenhuma trilha ou rastro olfativo deixado por formigas precedentes.

A primeira vinha de um barracão no rumo das paredes da casa. Coloquei à sua frente um dedo sem nada. Ela parou, "farejou" o dedo a pequena distância dele, desviou-se um pouco e seguiu. Quando estava a uns 3m do barracão, levei entre 2 a 3 cm à sua frente o dedo indicador utilizado para esmagar uma sua companheira. Ela saiu em marcha ondulante e acelerada, em retorno, num percurso em semicírculo ao fim do qual topou de frente com o mesmo ponto do terreno que o dedo odorizado havia tocado; ali, fez novo percurso em laço e prosseguiu em seu retorno. Quando distante 1m do barracão, levei de novo o dedo à sua frente. A formiga inverteu novamente o sentido da sua marcha, acelerada e ondulante, fazendo um semicírculo de uns 30 cm de raio, mas retomando a direção seguida no primeiro retorno. Esses acontecimentos repetiram-se mais à frente, na terceira vez em que confrontada com a alteração. Finalmente, a formiga entrou sob caixas com garrafas vazias no barracão. Suas viradas seguidas da retomada persistente da primeira direção de retorno levaram-me a crer que se tratava de uma "batedora" que se afastava do ninho, quando do primeiro confronto, e que passara, com a estimulação recebida, a retornar para ele. A Figura 25, parte A, ilustra a trajetória tomada pela formiga nessa observação.

A segunda formiga dirigia-se do lado do barracão mencionado acima em direção a uma mureta que fazia a divisa com o quintal de um vizinho. Cheguei-lhe, como para a primeira, um dedo sem nada. Ela parou, "farejou" o dedo bem de perto (1,5 cm para menos) e se desviou e seguiu. Depois, pus à sua frente o dedo usado no esmagamento da companheira. Ela fez, num primeiro momento, um retorno ondulante e acelerado num laço de uns 20 cm de raio, terminando, porém, diferentemente da primeira formiga, por prosseguir na direção geral em que vinha. Alcançada três vezes da mesma forma mais adiante, agiu de modo semelhante. Seguiu o rumo em que vinha no início até uma fenda entre o piso e a mureta, onde penetrou (Cf. Figura 25, parte B). O fato de a formiga retomar, depois de um breve retorno, a direção em que já vinha desde o princípio levou-me a crer que regressava, desde a partida, para o ninho.

Em seguida, caiu nova chuva, que interrompeu as observações.

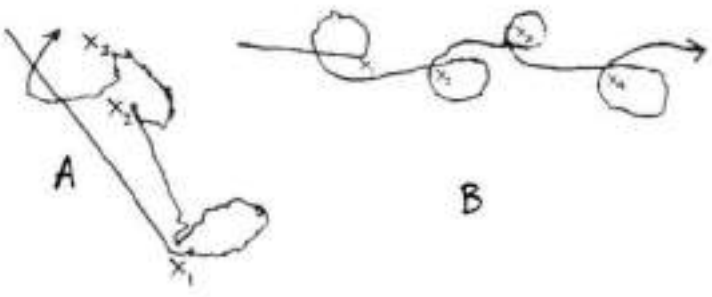


Figura 25: Representação da trajetória descrita em sua marcha por duas formigas (*P. fulva*) "batedoras" confrontadas, a espaços (nos pontos X1, X2, …), com um dedo utilizado no esmagamento de uma companheira.

Discussão dos resultados do presente tópico

Os resultados obtidos nas observações do presente tópico revelam, segundo acredito, duas coisas diferentes. Primeiro, que a presença de uma trilha não é essencial para a ocorrência de modificações de comportamento com caráter de escape ou fuga diante dos estímulos provenientes de companheiras esmagadas. E, segundo, que as modificações apresentadas – por exemplo, o inverter ou não a formiga a direção da marcha ao afastar-se da alteração – não são independentes do que a formiga vinha fazendo antes (por exemplo, se ia em direção a um incentivo ou se regressava, já,

ao ninho). Este último ponto, inclusive, é importante para indicar que, em algum momento, será preciso caracterizar o comportamento que vinha sendo apresentado até o instante em que uma alteração do ambiente foi praticada, já que a natureza desse comportamento parece relacionada com características das modificações de comportamento que serão apresentadas.

8 Um experimento com uma trilha duplamente bifurcada. Novas indicações de que os feromônios de alarme, se presentes nos corpos esmagados de companheiras de trilha, e que já se mostrou não serem necessários para provocar o comportamento de alarme, também não seriam suficientes para fazê-lo

Uma questão levantada no final do tópico 7 era saber por que, para as formigas de uma trilha, o esmagamento de uma ou mais companheiras, ou de partes delas, tinha um efeito muito mais dramático sobre seu comportamento quando efetuado diretamente sobre a trilha do que adjacentemente a ela. Seria porque, num caso, a alteração estaria no caminho das formigas e, no outro, fora dele? Ou seria porque, num caso, se somariam aos efeitos do esmagamento os da alteração do rastro olfativo subjacente à trilha, ao passo que, no outro caso, não?

Encontro, em meus registros, uma observação que, posto que das mais antigas que tenho,[17] foi exatamente realizada com vistas à primeira das perguntas acima, mas que, pensando bem, diz respeito à última pergunta também. Embora não tenha sido ainda relatada em razão do ordenamento lógico dos argumentos adotado, essa observação foi realizada apenas cerca de dois meses e meio depois que minha investigação foi iniciada e somente uns poucos dias antes que, atendendo a uma solicitação de minha Cadeira na Universidade, eu fosse obrigado a interromper a pesquisa por cerca de um ano para viajar, com esposa e filha – esta então com somente três anos e meio de idade – para os Estados Unidos, a fim de realizar estudos pós-graduados em Psicologia Experimental. Menciono esse fato para que o leitor possa perceber quanto minha investigação, guiada por uma intuição inicial de que os fenômenos estudados tinham natureza emocional e psicológica, me levava para rumos diversos dos tomados pela investigação dominante na área.

A observação em causa foi possibilitada por um acaso que me confrontou, um dia, na casa onde eu então residia, com uma trilha que, por um acidente em sua formação, dividia-se, num dado ponto de uma parede de al-

[17] Observação realizada a 02/08/1960 e relatada às páginas 132-141 do 2o. Caderno de Observações e Experimentos.

venaria, em dois ramos, os quais, mais adiante, tornavam a juntar-se. A trilha era de tal forma que parte das formigas tendia a tomar um dos ramos e outra parte o outro, tanto para subir a parede rumo ao chamariz alimentar como para descer rumo ao ninho. Minha estratégia para essa observação foi expressa nas seguintes palavras em meu registro original: "Observarei uma trilha que se bifurca (...) anotando as observações em separado para cada um dos ramos; depois da observação normal, esmagarei formigas a um ponto num dos ramos que esteja a igual distância do outro ramo e do ponto de bifurcação. Com isso verei se o importante [para a dramaticidade das reações] é a perturbação estar na "minha" [isto é, da formiga] trilha ou não. Hipótese: se sim, as que forem no ramo perturbado retornarão e se perturbarão mais que as que forem pelo outro". Na ocasião, não antecipei que o comportamento das formigas na confluência superior dos ramos e também as próximas ao ponto de alteração que estivessem em qualquer dos ramos permitiria conclusões de importância ainda maior.

A observação com a estratégia acima é relatada a seguir sob a denominação Observação 20.

- *Observação 20 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *consequentes ao esmagamento de três companheiras no ramo de menor fluxo de uma trilha duplamente bifurcada em uma parede de alvenaria*

Esta observação foi relativa a uma trilha disposta da seguinte maneira: parte no plano horizontal, começando na entrada do ninho – uma cavidade junto à aresta formada por um muro chapiscado e um piso de cimento rústico – e seguindo essa aresta para a direita por uma extensão aproximada de 30 cm; nesse ponto, subia o muro por uns 20 cm, dividindo-se, em seguida, em dois ramos que, divergindo primeiro, endireitavam-se em seguida, mantendo-se paralelos e separados por uma distância entre 10 e 12 cm, e novamente convergiam um para o outro, juntando-se novamente a cerca de 50 cm da bifurcação inferior; e, finalmente, já unificada, por 8 cm até um chamariz – açúcar refinado molhado sobre a borda de um tanque junto ao muro.

A Figura 26 representa, de modo aproximado, o trecho superior, duplamente bifurcado, da trilha, tomado, aqui, como espaço de observação. O ramo esquerdo, E, relativamente ao observador, apresentava menor trânsito que o Direito, D; ambos serviam, conforme mencionado acima,

tanto para o fluxo ascendente em relação ao incentivo, I, como para o descendente em direção ao ninho.

Os registros foram iniciados a partir das 20h, sob luz artificial vinda da direita para a esquerda do observador, que permaneceu sentado a cerca de 70 a 80 cm da trilha. Algum vento ocorria em direção e intervalo irregulares, soprando, no geral, do observador para o muro. Isso parecia provocar, principalmente no início da permanência do observador no local, modificações de comportamento (especialmente aceleração e ondulação na marcha) em umas poucas formigas sobre a trilha e o abandono apressado do chamariz por parte de outras. Por esse motivo, decidi esperar de 8 a 10 min para, retornando os comportamentos à aparência normal, iniciar a observação.

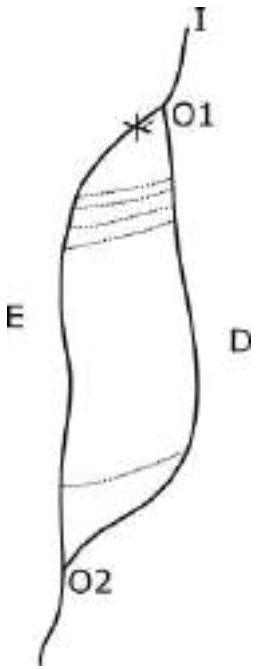


Figura 26: Trecho superior de uma trilha duplamente bifurcada, tomada como espaço de observação.

Legenda:
E: ramo esquerdo, de menor fluxo.
D: ramo direito, de maior fluxo.
I: incentivo (chamariz).
X: ponto de alteração.
O_1 e O_2: pontos de bifurcação.
Linhas pontilhadas: algumas rotas de transposição.

Por sorte, as formigas neste carreiro caminhavam de modo lento e espaçado, o que facilitou grandemente a precisão dos registros. Estes foram efetuados em forma gráfica, complementada por anotações verbais, e abrangeram duas fases distintas: uma *de controle*, sem a prática de qualquer alteração, com duração de 20 períodos unitários (minutos); e uma *fase experimental*, de 60 períodos unitários (minutos), consequente ao esmagamento de 3 formigas sobre um ponto (x) do ramo esquerdo, distante 4 cm do outro ramo e do ponto de bifurcação superior (O2).

Os resultados desta observação, no seu aspecto quantitativo, estão reunidos na Tabela 10, para a segunda fase somente, já que a primeira apresentou, apenas, o caminhar normal das formigas. Os eventos consequentes à alteração experimental, no seu aspecto qualitativo, são relatados a seguir. Para poder melhor compreendê-los, apresento, abaixo, 4 figuras que reproduzem, a primeira (Figura 27), os registros originais dos comportamentos observados nos 8 primeiros minutos da fase de controle, ou fase sem qualquer intervenção, desta observação; a segunda (Figura 28), nos 8 primeiros minutos da fase experimental; a terceira (Figura 29), em 8 min intermediários (do 30º minuto ao 37º minuto) da fase experimental; a quarta e última (Figura 30), nos 8 min finais – isto é, do 53º min ao 60º min – da fase experimental.

CATEGORIAS DE COMPORTAMENTO	RAMO ESQUERDO	RAMO DIREITO
Intensidade do fluxo – 1a. metade da fase	0,98	3,1
Intensidade do fluxo – 2a. metade da fase	0,63	3,22
Intensidade do fluxo total	1,62	6,32
Diferença de I.F. total c/ o da fase de controle	-1,73	0,22
% de formigas com:		
Passagens	4	99
Passagens deslocadas	0	0
Desvios	5	0
Retornos	29	0,5
Retornos parciais	10	0
Desorientações	4	0,5
Ondulações	38	5,5
Repelões	4	0,5
Pausas	0	0

CATEGORIAS DE COMPORTAMENTO	RAMO ESQUERDO	RAMO DIREITO
Quedas	1	0
Transposições	59	0,5
Sem modificações dentre as anotadas	1	94

Tabela 10: Dados relativos ao comportamento de formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr em cada um dos ramos de uma trilha duplamente bifurcada após o esmagamento de 3 companheiras no ramo esquerdo a 4 cm do outro ramo e do ponto superior de junção dos ramos.

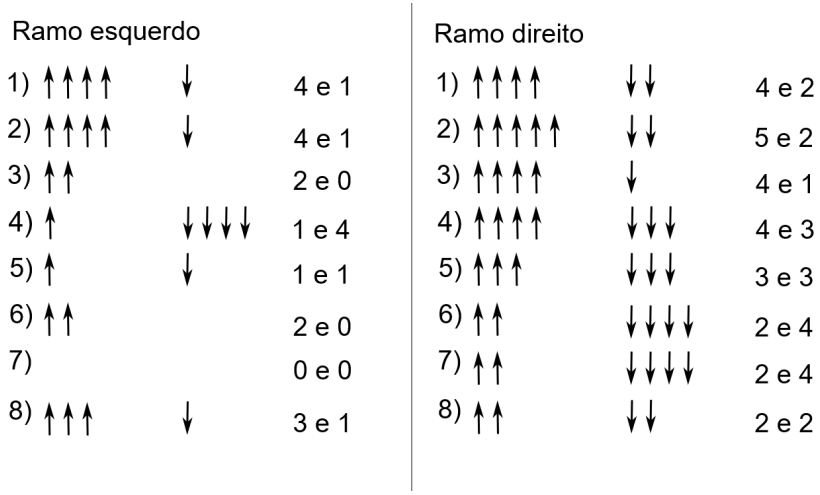


Figura 27: Registro original dos comportamentos obtidos nos 8 primeiros minutos da fase de controle da Observação 20, relativa a uma trilha duplamente bifurcada.

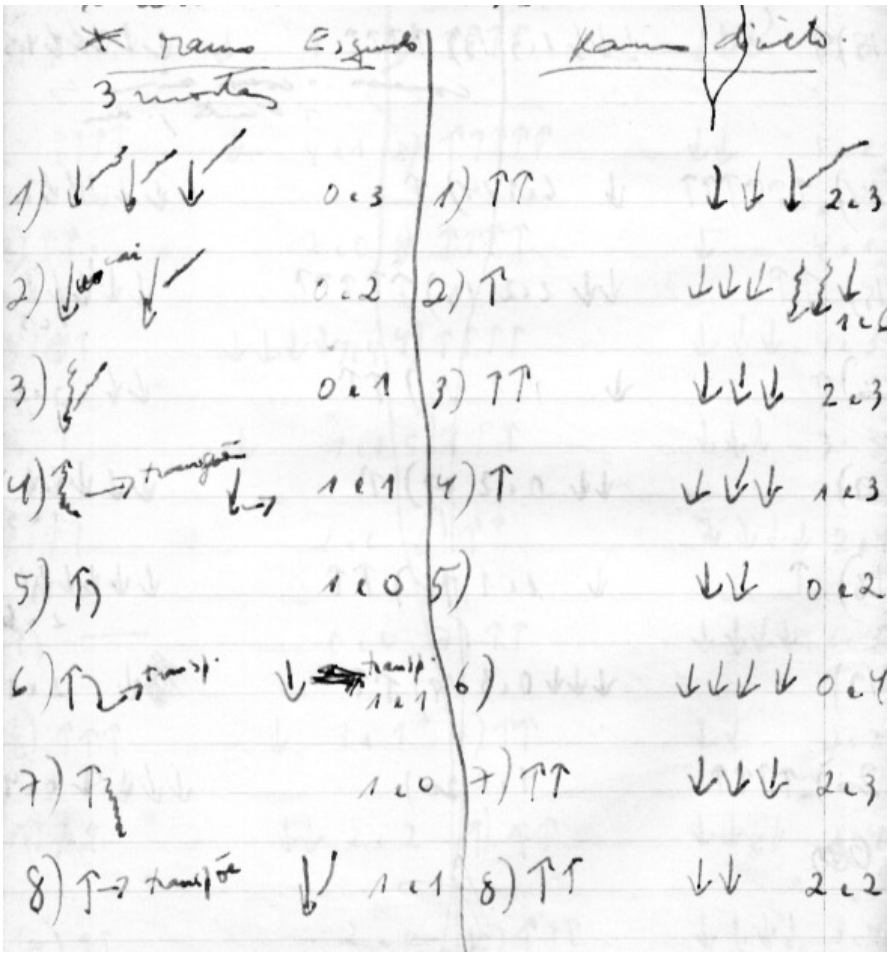


Figura 28: Registros originais dos comportamentos observados nos 8 minutos iniciais da fase experimental da Observação 20, relativa a uma trilha duplamente bifurcada.

Coluna da esquerda: ramo obstruído.
Coluna da direita: ramo livre.

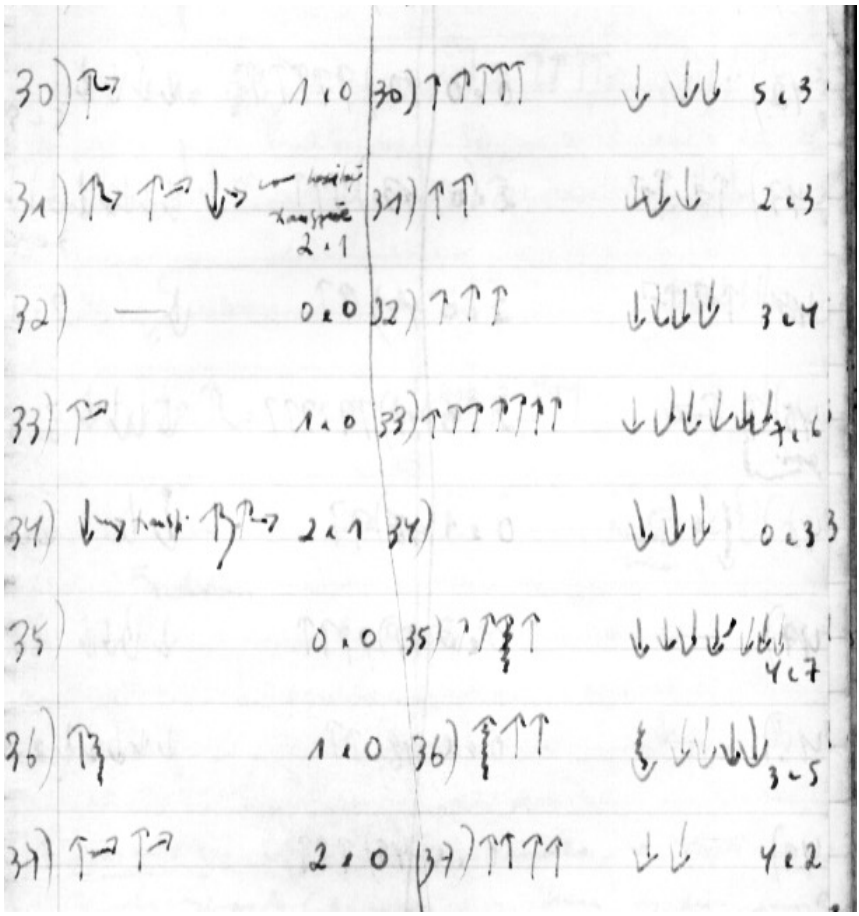


Figura 29: Registro original dos comportamentos observados nos 8 minutos intermediários da fase experimental da Observação 20.

Coluna da Esquerda: ramo alterado.
Coluna da direita: ramo livre.

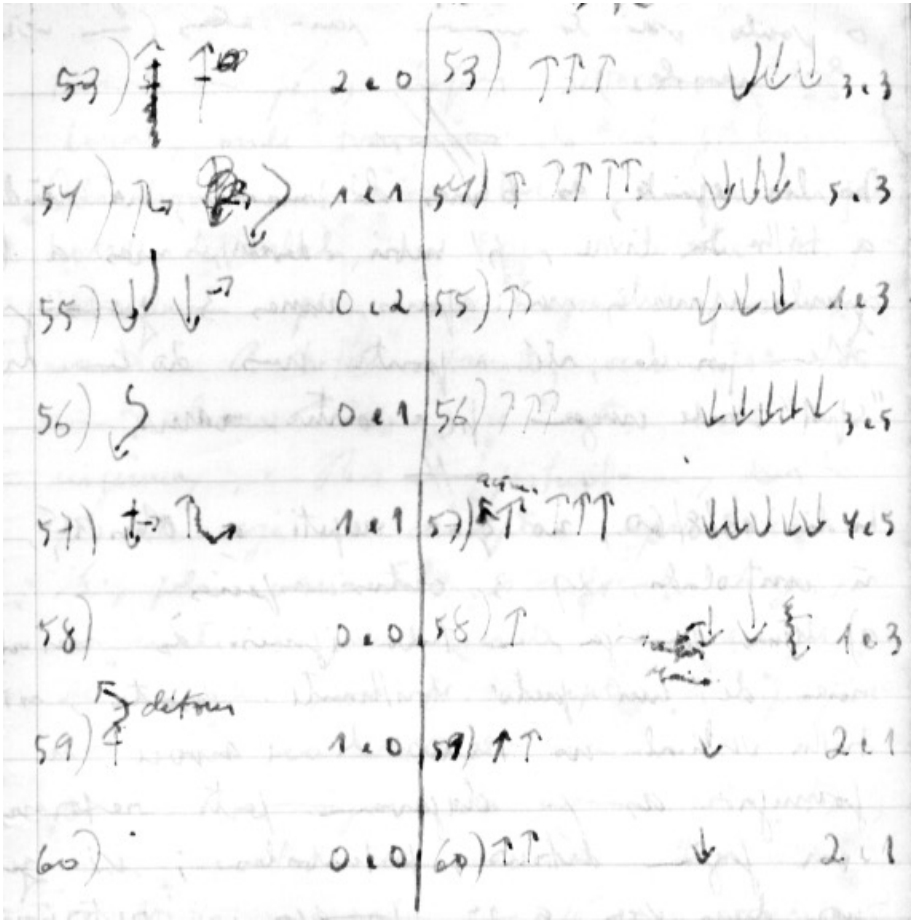


Figura 30: Registros originais dos comportamentos observados nos 8 minutos finais da fase experimental (de 60 períodos unitários de duração de 1 minuto cada) da Observação 20.

Coluna da esquerda: ramo alterado.
Coluna da Direita: ramo livre.

No aspecto qualitativo, no ramo direito, não alterado ou "livre", apenas um reduzido número de formigas, especialmente entre as que desciam rumo ao ninho, exibiu algumas modificações de comportamento, sobretudo marcha ondulante; a grande maioria, porém, prosseguiu inalterada em sua

marcha, tanto as ascendentes para o incentivo quanto as descendentes para o ninho. Já no ramo esquerdo, alterado ou "obstruído", o contrário ocorreu. Em ambos os casos as ondulações tendiam a surgir especialmente depois que uma lufada de vento mais forte incidia sobre a trilha. Mais importante, porém, foi o aparecimento de um novo tipo de modificação de comportamento, denominado, aqui, "transposição"; tal fenômeno, apresentado pela maioria das formigas, tanto ascendentes como descendentes, no ramo esquerdo, consistiu na sequência de eventos assim ordenados: primeiro, a formiga, a uma certa distância, logo depois de entrar no ramo esquerdo, se descia, ou variando entre 1 até 20 ou mais centímetros do ponto de alteração, se subia, virava-se sobre a trilha, para a direita se subia, ou para a esquerda (em relação a si própria) se descia, subitamente tomando uma orientação secante à trilha, ato contínuo, punha-se a caminhar, com ou sem ondulações, até atingir o outro ramo da trilha; finalmente, chegando a este, adentrava-o, seguindo sua viagem sem nenhuma alteração de aparência no mesmo sentido em que se vinha deslocando sobre o primeiro ramo. As rotas de transposição tendiam a ser um tanto inclinadas: para baixo no caso das formigas que desciam rumo ao ninho, e para cima, no caso das demais. Algumas formigas, porém, primeiro exibiam um retorno por um pequeno percurso, e só depois tomavam o rumo do ramo "desimpedido" da trilha. Entre as formigas deste último ramo, apenas duas – uma a descer e outra a subir – executaram transposições, as quais se deram, porém, ambas, depois de ter sido ultrapassado o nível do ponto de alteração.

Outros fatos que merecem destaque nesta observação foram: a tendência, observada em cerca de 10% das formigas descendentes a, chegando à bifurcação superior (O2 na Figura 27) pausarem, suspenderem a parte dianteira do corpo (sobretudo a cabeça) e as antenas, "farejarem" de um lado e de outro, e depois, de modo invariável, decidirem-se pelo ramo "desimpedido" (D); e a tendência de outras formigas a, ao saírem da borda do tanque, ou ao chegarem ao ponto de saída dessa borda para a parede, retornarem para a região do chamariz por algum tempo, antes de ensaiarem nova saída.

No final da observação, o ramo esquerdo estava quase que inteiramente extinto. No dia seguinte, às 6h da manhã, ainda havia o ramo "livre", mas o outro, aparentemente, não: apenas três formigas, num período de vários minutos, subiram por ele, até um ponto distante cerca de 20 cm da alteração experimental, de onde cruzaram o espaço vazio de trilha para o ramo oposto.

Discussão dos resultados da Observação 20

A) Uma comparação entre as duas fases – a de controle e a experimental – desta observação revela, fora de qualquer dúvida, um efeito da alteração experimental empregada em provocar, nas formigas na trilha, tanto no aspecto quantitativo quanto no qualitativo, modificações de comportamento muito mais marcadas no ramo E, "obstruído", do que no ramo D, "livre". Revelam também que, mesmo no ramo em que mais marcadas, essas modificações apresentaram-se com muito menor severidade do que as observadas diante de similar alteração experimental quando praticada sobre uma trilha linear simples. Esta última afirmação pode ser comprovada, por exemplo, por uma comparação das porcentagens de modificações de comportamento constantes da coluna A da Tabela 1 com as obtidas na primeira coluna da Tabela 10.

No ramo D, ainda há que enfatizar que as modificações obtidas foram provavelmente acentuadas por fatores extrínsecos à alteração experimental empregada. De fato, algumas das modificações de comportamento aí observadas, sobretudo as constituídas por ondulação na marcha, foram nitidamente associadas com lufadas de vento mais vigorosas, que vinham das costas do observador para a parede onde se situava a trilha. É verdade que essas lufadas ocorreram também na fase de controle dessa observação, e aí não produziram praticamente efeitos perceptíveis; no entanto, nada impede que o fizessem na fase experimental, na qual as formigas já estavam, aparentemente, mais "excitáveis" devido aos estímulos provenientes das companheiras esmagadas.

Indicaria a diferença nas modificações de comportamento entre as formigas dos dois ramos da trilha que as companheiras esmagadas não eram percebidas pelas formigas de uma trilha quando colocadas 4 cm ao lado dessa trilha? Ou que, nessa posição, embora percebidas, não despertariam interesse capaz de interromper o que vinham fazendo, que era prosseguir em sua marcha rumo ao incentivo alimentar ou ao ninho e realizar outros atos relacionados ao provisionamento da colônia? Os dados obtidos nesta observação parecem indicar esta última alternativa como a mais provavelmente correta. Um apoio para ela também é constituído pelo fato de que algumas formigas que chegavam ao ponto superior de bifurcação (O2 na Figura 26) vindas do chamariz defrontavam-se com companheiras esmagadas apenas 4 cm à sua frente, e, no entanto, deixavam de exibir as modificações dramáticas que geralmente se vêem em situações similares

em uma trilha única, limitando-se, ao invés, a adentrar o ramo "livre". Todos esses fatos sugerem que o importante para haver modificações dramáticas de comportamento não é meramente uma configuração constituída por algo interferente na trilha, e sim, muito mais, se essa interferência está frontalmente situada com respeito à formiga e se esta tem ou não um outro caminho alternativo disponível no ambiente.

Esses mesmos fatos parecem sugerir algumas outras conclusões. Uma delas é que, no que diz respeito pelo menos a *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr, que foi a espécie de formiga objeto desta observação, *ou não é verdade que o esmagamento de formigas libera no espaço em torno as substâncias voláteis que os zoólogos apregoam ter identificado e a que deram o nome de feromônios de alarme, ou é verdade que o fazem, mas é falso que a recepção sensorial de tais substâncias por parte das formigas íntegras da trilha cause, de modo automático, as reações que a literatura mirmecológica especializada denomina "comportamento de alarme"*. Necessito dizer que, tomando por base a investigação que realizei acerca do comportamento de *P. fulva*, acho muito difícil deixar de conjecturar se a substância em causa não terá sido uma invenção feita por zoólogos apressados para explicar um fenômeno que uma observação mais atenta mostraria associado com um sem número de interferências que se podem realizar em uma trilha de formigas, invenção essa talvez inspirada pela descoberta real, em muitas espécies de insetos, de toda uma classe de feromônios com outras funções biológicas comprovadas. Ou, também, de conjecturar se essa substância não é algo real, mas secundário, surgido no curso da evolução para aproveitar uma capacidade já existente nas formigas: a de discriminar entre o que antes encontravam habitualmente em um ambiente e o que de repente passassem a encontrar nele devido a alguma interferência externa. A função de uma tal substância poderia ser a de facilitar a percepção de um ambiente habitual mudado, sendo essa percepção o fator responsável por uma atitude de alerta para com a nova situação. Oportunamente espero voltar a tratar dessa questão.

B) A intensidade do fluxo total, no conjunto dos ramos, reduziu-se, na fase experimental desta observação, a 84% do que era na fase de controle. Esta diferença, porém, não é estatisticamente significativa.[18] Isto poderia fazer pensar que a efetuação da alteração experimental não acarretou, nesta observação, diferentemente do que ocorreu em outras observações, uma mudança apreciável nos pormenores do fluxo. No

[18] t = 0,803.

entanto, uma comparação dessa intensidade nas duas fases para cada ramo separadamente revela não ter sido esse o caso.

Com efeito, após a introdução da alteração experimental, houve aumento de 3,5% de formigas em trânsito pelo ramo D e redução pela metade no ramo E. A primeira diferença não é estatisticamente significativa; a segunda, porém, o é. [19] A isto deve acrescentar-se o fato de que o ramo E estava avolumando-se na fase de controle (intensidade do fluxo na primeira metade: 1,55; na segunda metade, 1,80), passando a diminuir na fase experimental, ao passo que o fluxo passou, no ramo D, correspondentemente, de estacionário (3,05 em cada metade da fase de controle) a progressivamente maior. Essa diferença na distribuição das formigas nas duas metades da fase experimental com relação à havida na fase de controle, tal como analisada pela técnica do qui-quadrado, revela-se, também, estatisticamente significativa.[20] O que tudo isto indica, então, é que a alteração experimental afetou pelo menos o fluxo de um dos ramos da trilha, determinando nele uma redução e uma tendência à extinção – confirmada, como já se viu, pela observação feita 9h depois.

Se apenas o ramo "bloqueado" sofreu redução de fluxo (a cerca da metade do que era na fase de controle), poder-se-ia pensar que só as formigas que transitavam por esse ramo ficaram retidas nos trechos da trilha antes das bifurcações, ou no chamariz e no ninho, ou pensar, também, que passaram a caminhar mais lentamente – enfim, apresentaram modificações que resultariam num fluxo menor. No entanto, não creio que assim fosse. Com efeito, uma comparação do fluxo dos dois ramos da trilha logo nos dez primeiros minutos da fase experimental revela que ambos estavam afetados em proporções aproximadamente iguais. Dir-se-ia, então, que se, no final, apenas o ramo D permaneceu estável, isto se deveu ao redirecionamento para aí de parte das formigas que iriam normalmente para o outro ramo, e numa quantidade tal que compensava a redução do fluxo que antes apresentava.

De fato, como já se indicou na descrição dos resultados, cerca de 10% das formigas que desciam do chamariz em direção ao ninho exibiram hesitação no ponto de bifurcação superior, seguida de postura preparatória de "farejamentos", "farejamentos" e entrada apenas no ramo "livre".[21] Dez por cento de redirecionamento, porém, não parecem suficientes para com-

[19] $p < 0,01$,

[20] $p < 0,01$.

[21] Isto parece confirmar a função investigativa que foi sugerida anteriormente para essa categoria de comportamento.

pensar a queda do fluxo das formigas a descer por D, que foi, nos 10 min iniciais da fase experimental, de 25%. Parece, então, que outras formigas, que não exibiram tais oscilações na bifurcação, também se redirigiram para esse ramo, se bem que não na mesma proporção que as que o fizeram. Quanto às formigas ascendentes para o chamariz, houve, também, logo nos 10 min iniciais, queda de fluxo nos dois ramos, e como, no final, o ramo D estava com trânsito equivalente ao que havia na fase de controle, parece claro que uma boa parte das formigas que subiriam por E redirigiram sua marcha no ponto inferior de bifurcação. Esse fato é menos compreensível do que no caso das formigas que desciam, já que o ponto de alteração estava, agora, muito longe (cerca de 0,5 m) para ser perceptível. Tal fato parece mais compreensível se se imagina que a opção pelo ramo "livre" pode ter se devido, neste caso (e também em parte no caso das formigas que desciam), ao encontro, na rota, de companheiras mais alteradas ou de rastros mais discrepantes (talvez ocasionados pela presença de alguma ondulação ou tremor na marcha) do que os que eram encontrados nas viagens anteriores, deposição de substâncias de "alarme" (mas que provocariam apenas alerta e não comportamento de alarme), etc., mais do lado "bloqueado" – onde houve mais modificações de comportamento – do que no lado "livre". Se assim fosse, as formigas poderiam preferir este último ramo ao ramo alternativo por preservar mais que este suas características prévias. Parte das formigas, nos trechos anteriores à bifurcação, e já no chamariz, conforme foi referido na descrição dos resultados, e talvez até parte das que ainda estavam no ninho, poderiam, quem sabe, hesitar mais em sair para o trecho bifurcado por entrarem em contato com companheiras alteradas ou outros sinais de modificação do caminho. Como quer que seja, porém, se fosse considerado ainda o fenômeno da transposição, *que,* deve ser notado, *não influenciou o cômputo da intensidade do fluxo,* seria preciso admitir que, ao mesmo tempo que ocorria a deserção, pelas formigas, do ramo E, em consequência da alteração experimental, havia uma absorção do fluxo desse ramo pelo outro, D. Isto foi, sem dúvida, um notável efeito sobre a propriedade do fluxo. Dir-se-ia que a existência de rotas alternativas no ambiente permitiu às formigas, diante de uma modalidade de alteração experimental que geralmente leva a trilha a drástica redução, reorientar seu movimento, com fluxo total praticamente estável.

C) Considere-se, agora, o fenômeno da *transposição*. Trata-se, aparentemente, de uma forma nova de modificação de comportamento, não encontrada nas observações relatadas até aqui. Os únicos fenômenos que se lhes assemelham superficialmente, nessas outras observações,

são a desorientação e o desvio. Que não se trata, porém, dos mesmos fenômenos, é o que passo a mostrar.

Poder-se-ia, talvez, conceber a transposição meramente como uma desorientação que teve seu curso interrompido pelo encontro ocasional, na parede, de uma nova trilha a interceptar a direção da rota desorientada. De fato, observo que, se ponho uma operária de *P. fulva* nas imediações de uma trilha formada por formigas de sua espécie, mesmo que pertencente a outra colônia, ela geralmente adentra essa trilha e se põe a segui-la se, no curso dos vários meandros que faz, acaba por encontrá-la. Não obstante, há uma distinção efetiva entre a desorientação e a transposição, a qual parece poder ser demonstrada pelos seguintes fatos:

1. As desorientações ocorrem, em geral, em pequeno número. As transposições, ao contrário, foram exibidas, nesta observação, por mais da metade das formigas em trânsito pelo ramo "obstruído".
2. A desorientação é geralmente realizada em marcha lenta, frequentemente interrompida por pausas breves e reorientações. As transposições, neste caso, apresentaram-se como um caminhar no geral contínuo e com orientação constante.
3. As desorientações costumam distribuir-se indiferentemente pelos lados direito e esquerdo de uma trilha, e dão-se para o lado, para trás ou para diante, em relação à orientação prévia; as transposições, diferentemente, fizeram-se, nesta observação, na sua imensa maioria, do ramo da trilha "bloqueado" para o "desimpedido", e foram, na sua grande maioria, progressivas, no sentido de que representavam um avanço relativamente à posição previamente atingida.[22] A improbabilidade de que tais fenômenos fossem realmente desorientações é aumentada ainda pelo fato de que essa orientação para outra trilha se fazia com um virar-se à esquerda para as formigas que desciam rumo ao ninho e com um virar-se à direita para as que subiam rumo ao incentivo.

Essa precisão no tomar o lado correto onde se encontra o ramo alternativo, desimpedido, da trilha, poderia fazer pensar que as formigas, ao efetuarem uma transposição, estivessem reagindo diretamente aos estímulos provenientes dessa outra rota. Algumas considerações bastam, porém, para afastar essa possibilidade. Assim, por exemplo, já se indicou como as

[22] Quatro formigas exibiram, na Observação 20, fenômenos idênticos aos denominados precedentemente "desorientações"; duas se desorientaram para a direita e duas para a esquerda do ramo bloqueado: duas de modo progressivo, duas de modo regressivo.

operárias de *P. fulva* têm dificuldade em encontrar uma trilha quando esta se situa apenas a 3 ou 4 cm ao seu lado. Esse fato torna improvável que a transposição se devesse à recepção dos estímulos da rota alternativa pelo menos para o caso das formigas que entraram no ramo "obstruído" vindas do ninho, pois essa rota distava delas mais de 10 cm, no geral. Além disso, tais formigas deslocavam-se numa trajetória paralela a essa rota alternativa, uma condição que parece menos propícia para a recepção sensorial do que a orientação frontal com relação à fonte de estímulos (pelo menos, isso é o que indica o fato de a formiga tomar essa orientação, como uma postura preparatória de "farejamentos", quando quer que parecia em vias de investigar um objeto situado lateralmente em relação a ela). Seja como for, porém, não me parece que a mera recepção dos estímulos provenientes da trilha pudesse bastar para assegurar uma transposição. Esta não se dava na fase de controle, e, na fase experimental, ocorria por vezes até a 20 cm de distância da alteração experimental, portanto, com um trecho "livre" do ramo esquerdo imediatamente adiante e certamente muito mais perceptível do que o seria o direito, mais distanciado. Além disso, ao efetuar uma transposição, *P. fulva* tinha que abandonar a trilha à sua frente e adentrar um espaço relativamente homogêneo, jamais percorrido previamente, da parede, até atingir o outro ramo da trilha mais além. Ora, conforme já se mencionou, *P. fulva* parece ter geralmente uma verdadeira compulsão por não abandonar a trilha que vem seguindo. Certamente, a percepção da alteração em seu caminho poderia induzi-las a fazê-lo. No entanto, deve-se indicar que algumas formigas provenientes do chamariz, ao chegarem ao ponto de bifurcação superior e a apenas 4 cm das companheiras esmagadas no ramo esquerdo, penetraram neste, para, logo adiante, efetuar uma transposição para o ramo próximo, "desobstruído": um fato que sugere ser a alteração experimental em causa, mesmo quando situada apenas um pouco lateralmente em relação à trajetória de deslocamento da formiga, pouco perceptível. Sendo assim, não é inadmissível supor que as formigas ascendentes pelo ramo esquerdo fossem induzidas a efetuar uma transposição para o outro ramo da trilha por perceberem mesmo à distância a obstrução do primeiro – causada por companheiras esmagadas, uma alteração a que outros fatos revelam serem as formigas dessa espécie particularmente sensíveis. Mas esse mesmo fato tornaria, por sua vez, ainda mais impensável uma discriminação adequada das origens dos estímulos no caso de uma recepção simultânea de estímulos da alteração experimental e do rastro olfativo do outro ramo da trilha que, além de distante, estaria, para as formigas, em uma posição que não poderia ser mais lateral em relação

à direção em que elas se vinham deslocando. São razões todas, essas acima mencionadas, para concluir que o comportamento das formigas desta observação não se verificava somente para com estímulos efetivamente recebidos na situação, mas também para com aspectos desta situação que não estavam realmente operantes para as formigas como estimulação, mas como postulação obtida por força de uma experiência individual dessas formigas com facetas e acontecimentos do ambiente que as marcaram de alguma forma e nelas se imprimiram em sua atividade anterior.

Devo apontar, no entanto, que nem todas as transposições implicavam necessariamente uma capacidade de postulação mnêmica. Especialmente as formigas que chegavam um tanto tardiamente às imediações da região alterada poderiam aí encontrar os vestígios das novas rotas tomadas pelas companheiras precedentes, e teriam, por certo, maior facilidade em efetuar uma transposição. Efetivamente, houve 11% mais transposições na segunda do que na primeira metade da fase experimental desta observação. Essa diferença, porém, não se revelou estatisticamente significativa. Preciso mencionar, também, que os pontos de início de uma transposição variaram consideravelmente de formiga para formiga em toda esta observação, e que apenas depois de um longo tempo uma preferência se verificou por um dado ponto, como o indica o fato, já relatado, das transposições notadas no dia seguinte ao em que praticada a alteração experimental.

Um outro fato de interesse levantado pela ocorrência do fenômeno da transposição, em parte já referido, foi o que dizia respeito a uma aparente compulsividade de *Paratrechina fulva* em seguir trilhas. De fato, por que as formigas não preferiram caminhar, na fase experimental desta observação, no espaço entre os dois ramos da trilha? Não indica isso que essas formigas têm dificuldade em orientar-se num espaço vazio de demarcações, ou que preferem, quando possível, orientar-se com o apoio de marcos materiais? Por que, então, se aventuraram pelo espaço "vazio" entre os dois ramos? Dir-se-ia que tal resultado representa um compromisso entre duas tendências opostas: uma, a seguir uma rota bem demarcada; outra, a evitar uma alteração aparentemente apreendida como ameaçadora na situação, ou, ainda, a evitar uma rota aparentemente apreendida como diferente da habitualmente seguida em percursos anteriores.

D) Para verificar a influência de uma rota alternativa sobre as modificações de comportamento de *P. fulva*, pode-se confrontar os dados da

Tabela 10 para o ramo esquerdo da trilha da Observação 20 (com três formigas esmagadas como alteração experimental) com os da coluna A da Tabela 1 da Observação 6, relativos às modificações de comportamento resultantes de similar alteração (4 formigas esmagadas) sobre uma trilha única. A diferença no número de formigas esmagadas nessas observações é irrelevante, já que não é possível prever a severidade das modificações de comportamento a partir desse número apenas. Essa comparação revela que:

Em ambas as observações houve uma redução considerável do fluxo no caminho "obstruído" com relação ao que era na fase de controle. Por esse aspecto, portanto, e se se considera apenas o fluxo do ramo alterado, a existência ou não de uma rota alternativa não parece afetar o caráter de obstáculo aparente demonstrado pelas companheiras esmagadas.

Se se consideram, porém, as porcentagens de formigas que exibiram modificações de comportamento indicativas de uma função aparente de obstáculo perturbador possuído para as formigas pela alteração experimental empregada, nota-se que, em todas, exceto transposições, as formigas da Observação 8 superaram – por vezes em mais que o dobro – as do ramo Esquerdo da Observação 20. A menor porcentagem de modificações com caráter desorganizador do caminhar pela trilha neste último caso foi devida, sem dúvida, ao fato de as formigas executarem, em sua maioria, uma transposição para o ramo da trilha próximo – um evento que não era possível na Observação 8. Por este aspecto, dir-se-ia que a existência de uma rota alternativa possibilitou, à maioria das formigas do ramo E, um comportamento mais eficiente, no sentido de que ensejava melhor continuação de um intercâmbio prévio da colônia com o seu ambiente e maior eficiência das formigas em sua orientação. Certamente, não se pode dizer que, aí, a alteração perdeu o caráter aparente de obstáculo modificador de comportamentos que geralmente apresentava em trilhas simples, tanto não foi assim que continuou evitada, mais, até, do que era numa trilha única; apenas a evitação era agora, no geral, mais ordenada.

Com base nos fatos e argumentos apresentados na discussão acima, penso que posso apontar, em suma, as seguintes conclusões da maior importância para a determinação das causas das dramáticas modificações de comportamento apresentadas por formigas *P. fulva* de uma trilha diante de companheiras esmagadas sobre o caminho coletivo:

A) Por diversos fenômenos, como, por exemplo, pelo da transposição de um ramo da trilha para outro, as formigas deste experimento revelaram estar-se comportando para com elementos muito importantes do ambiente, os quais, porém, só estavam efetivamente presentes para elas

de forma mnêmica ou representacional, e não sensorial. De fato, em tais fenômenos, como no trasladarem-se as formigas de um ramo da trilha para o outro, os estímulos efetivamente constitutivos do outro ramo estavam muito distantes para atuarem sensorialmente sobre as formigas. Logo, o orientarem-se as formigas para um outro ramo de trilha sensorialmente ausente não era reação a estímulos. Era, antes, um ato de dirigirem-se ou lançarem-se a aspectos do meio dados como existentes por memória ou registro prévio de sua presença e posição.

B) Vários fatos, como o de muitas formigas oscilarem no ponto de bifurcação superior da trilha e tomarem o ramo livre ou "desobstruído", ou o de fazerem-no mesmo sem oscilar, e sem exibir as modificações de comportamento de caráter dramático que geralmente ocorrem numa trilha única, mostram que o comportamento para com as formigas esmagadas *não era reação automática a feromônios de alarme*, ainda que tais substâncias, desde que efetivamente existentes, pudessem concebivelmente estar presentes nas formigas esmagadas. Observações anteriores já haviam mostrado que essas substâncias *não eram necessárias para provocar comportamento de alarme* nas formigas; a observação atualmente relatada demonstra – se é verdade que o esmagamento libera tais substâncias – que elas *também não são suficientes para fazê-lo, ou, pelo menos, não o são, na ausência de outras condições*; e

C) Os resultados desta observação demonstram que a presença de companheiras esmagadas numa trilha não provoca modificações de comportamento acentuadamente dramáticas nas formigas dessa trilha se elas tiverem uma outra rota disponível no ambiente para o mesmo tipo de intercâmbio com o meio que vinham efetuando. Esse achado apoia a concepção das modificações de comportamento em questão como sendo de natureza emocional e de determinação psicológica, já que a existência ou não de alternativas para a ação, pelo menos no caso das formigas que ascendiam para o chamariz pelo ramo de trilha alterado, era algo relativo à *memória de aspectos do ambiente em intercâmbios passados*, antes que à recepção concreta de estímulos alternativos no momento. Essa demonstração me permite concluir expressamente que as modificações de comportamento de caráter dramático que *P. fulva* (e, provavelmente, muitas outras espécies de formigas) apresentam diante do encontro repentino do corpo esmagado de uma ou mais de suas companheiras não são, como o afirma praticamente a totalidade dos investigadores biologicamente orientados do chamado comportamento de alarme em formigas, uma reação automática a feromônios de alarme. Se o fossem, seria de esperar que, dada a antiguidade da espécie, essa reação já houvesse adquirido, por efeito de pressões seletivas sofridas durante sua

evolução, um caráter muito mais pronto e eficaz de evasão e escape à região alterada do que o é a marcha ziguezagueante, trêmula e frequentemente ineficaz como escape que a formiga realmente apresenta. Não obstante, o leitor certamente indagará, e com razão, em que o ser a reação das formigas emocional antes que resposta automática a feromônios aumenta a sua eficácia adaptativa. Certamente não o faz, mas é que *a emoção é o preço que uma criatura paga pelo fato de ter e utilizar em seu comportamento uma memória do que eram seus arredores e os acontecimentos bem como os efeitos de agir sobre eles, memória essa que, esta sim, foi uma aquisição evolucionária da maior importância e a razão última de haver surgido no reino animal esse seu mais recente recurso adaptativo: uma Psicologia. De fato, a retenção da experiência passada individual constitui a condição imprescindível para que certos organismos possam deixar de ser meramente reativos aos estímulos recebidos do ambiente e passar a poder agir também propositadamente, com isso aumentando em muito a eficiência de seu intercâmbio com o meio exterior anterior*. Que o comportamento emocional pudesse ter, com o tempo, adquirido, em circunstâncias como a presença de formigas injuriadas ou encurraladas por uma ameaça real, na trilha ou em outros lugares, um caráter predominante de escape e fuga para o qual o desenvolvimento de substâncias de alarme viesse a contribuir, não é algo difícil de entender diante das prováveis pressões seletivas a que esses insetos teriam sido submetidos ao longo de sua evolução. Mas tal acontecimento seria sempre secundário com respeito ao advento da memória individual, cujos efeitos sobre o comportamento tais substâncias não poderiam, certamente, substituir.

Dadas as conclusões acima, o leitor poderá entender agora, suponho, porque, em minha estada na Universidade de Kansas, nos Estados Unidos, bem no início de minha pesquisa e a interrompê-la, permaneci indiferente ante a leitura de alguns artigos prestimosamente postos em minhas mãos pelo então Chefe do Departamento de Entomologia dessa Universidade, o renomado Prof. Charles D. Michener, ao tomar conhecimento de meu assunto de pesquisa. Esses artigos já então aceitavam como certa a hipótese de que os feromônios de alarme constituíam a causa imediata do comportamento dito de alarme nas formigas e recomendavam ao investigador, como o procedimento mais correto e até indispensável para aumentar o conhecimento na área, que submetesse as substâncias provenientes das glândulas dos insetos que se abriam para o exterior a uma minuciosa análise química para elucidação dos seus componentes ativos e dos limiares de concentração necessários para se tornarem efetivos. Meu interesse, como já foi apontado, estava antes no significado que as formigas esmagadas tinham para as companheiras, e não no fenômeno da comunicação entre elas, direta-

mente, e, dado o que já havia encontrado anteriormente em cerca de 2 meses e meio de observações, considerava a efetuação de tal análise tão sem sentido, para o problema que eu me punha, como o seria analisar quimicamente a saliva para entender o fenômeno da linguagem humana. O leitor agora tem a palavra. A meu desfavor, devo reconhecer ser, provavelmente, o único pesquisador que não trilha a senda seguida pelos partidários da pesquisa dos feromônios no tocante a esclarecer as causas do chamado comportamento de alarme em formigas. No entanto, para me justificar nessa atitude julgo poder apoiar-me no precedente histórico de também ter sido Copérnico o primeiro pesquisador que, contrariando a opinião praticamente aceita como a correta em seu meio e em seu tempo, a afirmar que era a Terra e não o Sol que se movia, ao causar a sucessão de noites e dias. É bem verdade que não sou nenhum Copérnico, mas precisaria sê-lo para poder credenciar-me a ter uma opinião diversa da geralmente admitida?

9 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* diante de alterações procedidas diretamente no formigueiro e no chamariz alimentar

A grande maioria das observações relatadas até aqui era relativa a alterações do ambiente imediato das formigas na região intermediária de uma trilha. Sendo assim, uma questão natural a levantar, para maior abrangência da investigação, era a de saber como seria o comportamento desses insetos quando a alteração fosse praticada diretamente sobre um dos polos terminais mais comuns de uma trilha, a saber, o ninho e o objeto ou local ao qual era, num dado momento, endereçado o intercâmbio que as formigas realizavam com o meio.

9.1 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* consequentes a alterações praticadas diretamente em um seu ninho natural ou artificial

Conforme já foi mencionado no Capítulo anterior, na cidade de São Paulo, onde eu morava, os ninhos de *Paratrechina fulva* geralmente eram encontrados em locas ou fendas existentes em pisos ou paredes das casas e sob pedras, tijolos, ladrilhos, folhas-de-flandres ou lâminas de couro, borracha ou plástico, maços de folhas de jornais úmidas grudadas, tábuas, etc., em terrenos baldios, mais comumente em locais onde era lançado lixo

orgânico. Uma interferência direta no ninho geralmente constituía uma alteração tão avassaladora que interrompia tudo mais que as formigas faziam até então. A destruição, ainda que apenas parcial, de uma região do ninho – por exemplo, a retirada de uma pedra que o recobria – levava as formigas a interromper imediatamente o fluxo das que se dirigiam a alguma trilha que acaso tivessem formado, e a proceder, num azáfama, ao recolhimento e colocação em abrigo, dentro de fendas, locas, canais subterrâneos, etc., no solo, das formas imaturas que viessem a ficar expostas ao ambiente externo. As rainhas – muitas vezes em número de 3 ou mais – eram, geralmente, as primeiras a evadir-se, não raro até para relva ou detritos vegetais exteriores ao ninho, tornando-se posteriormente difíceis de localizar. Em seguida ao recolhimento das formas imaturas, algumas operárias que permaneciam expostas ao ar livre geralmente punham-se imediatamente a reparar e blindar o novo ninho, ou a procurar novo local para onde mudá-lo. Depois de encontrado um novo sítio adequado para o ninho, essas operárias voltavam seguidamente ao ninho danificado para apanhar e transportar as formas imaturas e até mesmo as companheiras que lá haviam permanecido.

Utilizei, também, para a observação das modificações de comportamento no interior de ninhos, dispositivos construídos para servirem como ninhos artificiais. Para estabelecer esses ninhos, geralmente efêmeros e pouco satisfatórios para a sobrevivência da colônia, experimentei construções com vários tipos de material, tendo algum êxito com três espécies de aparelhos (Cf. Figura 31, para uma ilustração). Aproveitando uma sugestão de Lubbock (1898, p. 2 e seguintes), uma primeira variedade era constituída por um ladrilho rodeado por água dentro de um prato de cerâmica, ladrilho esse encimado com uma camada fina de terra, geralmente obtida do formigueiro original que havia sido violado ou escavado para a captura de parte de uma colônia; essa camada era recoberta, por sua vez, com uma placa de vidro transparente. Sobre esta última, depois de estabelecido o formigueiro, era colocada uma folha de papelão removível cuja função era manter o interior do ninho – o interstício entre a placa de vidro e o ladrilho – no escuro, quando não estava sendo observado, uma vez que, conforme já fora notado por Lubbock na obra referida acima, as formigas, quando no interior de um ninho, reagem fobicamente à luz. Uma segunda espécie de ninho artificial era constituída por um estojo de madeira do tipo frequentemente usado por escolares. Depois de ter sua tampa substituída por uma placa de vidro transparente, o estojo era preenchido por uma massa feita de gesso na qual haviam sido decalcadas locas e fendas para servirem de câmaras e túneis, e tinha também uma folha de papelão a recobri-lo para manter seu interior na obscuridade. Finalmente, a terceira

espécie de ninho artificial usado era constituída por pequenos vasos de cerâmica interligados por meio de tubos de vidros, vasos esses encimados por placas *petri* também recobertas com papelão, para terem seu interior livre da luz ambiente. Perturbações semelhantes às observadas com ninhos naturais eram as obtidas com interferências praticadas nesses ninhos artificiais, interferências essas representadas pela remoção repentina do papelão que os recobria, inundando-os de luz, ou submetendo-os a algum impacto, a operações de provisionamento e limpeza, etc. No geral, depois da correria e azáfama provocados pela interferência, era evidente a insatisfação demonstrada posteriormente pelas formigas com essas acomodações como ninho, pois passavam a empenhar-se, às vezes por horas ou até dias a fio – até mesmo saindo a nado em suas excursões, no caso da primeira espécie de construção utilizada – em promover a mudança da colônia para algum local mais satisfatório.

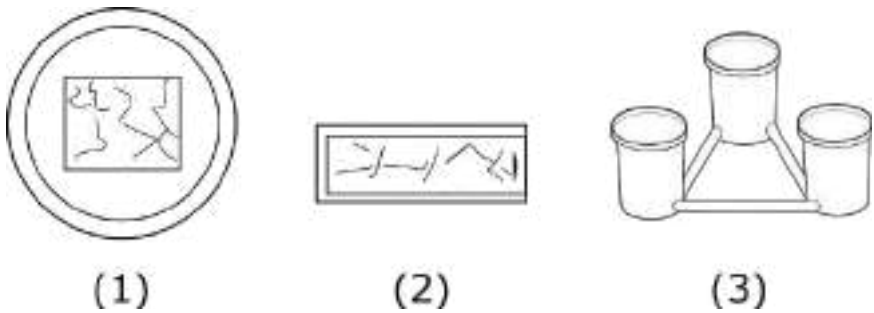


Figura 31: Ilustração de alguns dispositivos materiais utilizados pelo autor como "ninhos artificiais" para abrigar colônias de formigas.

(1): Ninho formado por um ladrilho com terra, coberto por uma placa de vidro e pousado em um prato com água.
(2): Ninho construído com um estojo de madeira.
(3): Ninho construído com vasos de cerâmica conectados por tubos de vidro.

9.2 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* de uma trilha de provisionamento consequentes a alterações na condição (úmida ou ressecada) ou na composição do chamariz alimentar

São relatadas neste tópico algumas observações cujo objetivo era verificar o efeito que teriam sobre o comportamento das formigas (*Paratrechina fulva)* de uma trilha certas intervenções realizadas pelo observador com vistas a modificar a condição – ressecada ou úmida – de um

chamariz alimentar que estivesse sendo por elas utilizado, ou, ainda, de renovar-lhe a solução ou alterar sua composição ou conteúdo.

- *Observação 21: Comportamento de formigas* (P. fulva) *de uma trilha para com um chamariz representado por um pedaço de maria-mole já ressecado e, posteriormente, para com o mesmo chamariz depois de molhado com água.*

Esta observação foi relativa a uma trilha, já estabelecida quando encontrada, de 65 cm de extensão, disposta sobre um muro de alvenaria e a conectar um ninho de formigas *(P. fulva)* com um pedaço de maria-mole já ressecado colocado sobre uma torneira. O ninho estava situado numa cavidade do muro junto a um piso cimentado. A Figura 32, abaixo, ilustra a situação encontrada.

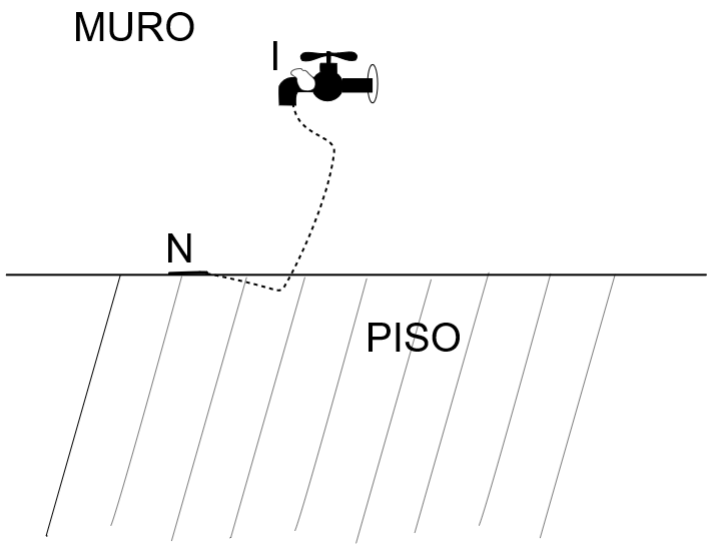


Figura 32: Representação aproximada da situação encontrada na Observação 26.

Legenda:
Linha contínua: Aresta formada por um muro de alvenaria com um piso cimentado.
Linha interrompida: trilha.
I: Isca (pedaço de maria-mole já ressecado sobre uma torneira em um muro).
N: Ninho de formigas *P. fulva* (cavidade numa parede junto a um piso).

Como a trilha estava rala e desanimada, molhei com um pouco de água o pedaço de maria-mole que servia de isca ou chamariz para as formigas para ver se a reanimava. Daí a 3 ou 4 min notei uma intensa movimentação de formigas ao longo da trilha, que passou, então, a apresentar um aspecto mais de faixa de percurso do que de linha, como era precedentemente, por já não caberem as formigas no rastro anterior.

Menos obviamente do que a maior arregimentação das formigas, a velocidade das formigas individuais pareceu-me, também, afetada pelo molhamento do chamariz Para verificar essa impressão, decidi cronometrar o tempo gasto pelas formigas individuais de duas amostras separadas, uma de formigas ascendentes em direção à isca, (fi), e outra de formigas descendentes em direção ao ninho, (fn), para percorrer um trecho de 23 cm da trilha na parede, em cinco circunstâncias diferentes, A, B, C, D e E, discriminadas abaixo. A razão para separar as cronometragens para fi e fn era a possibilidade de que a velocidade da marcha diferisse nos dois grupos, cujas amostras para cada condição não foram igualadas quanto ao tamanho. Já o objetivo de realizar a cronometragem em várias circunstâncias temporais foi obter dados sobre o efeito que teria no comportamento das formigas a condição de umidade da fonte alimentar, condição essa obtida através da escolha de diferentes intervalos de tempo transcorridos desde o molhamento do chamariz até outros momentos posteriores de sua utilização continuada por parte da colônia: isso porque, obviamente, tanto o tempo de exposição do chamariz ao ar ambiente quanto o da utilização mencionada redundariam, logicamente, em seu progressivo ressecamento.

A mensuração e as circunstâncias mencionadas acima foram as seguintes:

A) Cronometragem, iniciada 10 min após o molhamento do chamariz com água, do tempo gasto pelas formigas para percorrer um trecho superior da trilha, de aproximadamente 23 cm de extensão, trecho esse tomado na metade da trilha mais próxima do chamariz;

B) Cronometragem, iniciada 1h45 após o molhamento referido acima, do tempo gasto pelas formigas para percorrer um trecho de aproximadamente 23 cm de extensão, mas – esquecido de que, para fins de comparação com o ocorrido em A, melhor teria sido manter o mesmo trecho que na fase anterior – tomado agora numa porção inferior do trecho vertical da trilha mais próxima do ninho;

C) Cronometragem como para a circunstância anterior, mas desta feita iniciada 4h30 após o molhamento;

D) Cronometragem, como na circunstância anterior, iniciada 4h55 desde o molhamento inicial do chamariz, mas imediatamente após um novo molhamento deste, realizada para o mesmo trecho inferior considerado nas duas circunstâncias precedentes; e, finalmente,

E) Cronometragem, como na circunstância precedente, iniciada 5h15 após o primeiro molhamento, mas 10 min após o remolhamento referido em D e realizada agora para o trecho superior da trilha, o mesmo utilizado na circunstância A.

As médias e respectivos desvios-padrão calculados para as amostras de formigas em marcha para a isca, *fi.s*, e as para o ninho, *fn.s*, são apresentadas na Tabela 11, abaixo, acompanhados do número de formigas de cada amostra.

Circunstância	**Trecho da trilha**	**Nº de formigas nas amostras: N de *fi* N de *fn***	**Resultados:1º. Par de valores: fi.s; 2º. par de valores:fn.s**
A: 10 minutos após molhamento inicial da isca	Superior	39 40	15,05 : (2,952) – 12,60 : (5,761)
B: 1 h 45 min após molhamento inicial da isca	Inferior	11 14	22,91 : (5,213) -21,07 : (3,807)
C: 4 h 30 min após molhamento inicial da isca	“	26 30	22,96 : (5,564) – 18,83 : (3,307)
D:Novo molhamento, 4h 55 min após o primeiro molhamento da isca	“	29 29	16,72: (3,247) – 15,03 : (1,829)
E: 10 min após remolhamento da isca	Superior	17 15	16,71: (2,607) – 12,53 : (3,095)

Tabela 11: Médias e respectivos desvios-padrão do tempo gasto por diferentes amostras de formigas *P. fulva* em marcha ascendente por uma trilha num muro em direção a uma isca (maria-mole) ou, ao invés, de formigas descendentes pela trilha em direção ao ninho, para realizar percursos de aproximadamente 23 cm de extensão em 5 circunstâncias diferentes

Uma questão preliminar, neste tópico, é a de saber se tem sentido comparar duas circunstâncias temporais diversas quanto aos tempos nelas despendidos pelas formigas para percorrer uma mesma distância, tomada, porém, em dois trechos diferentes de uma trilha situada em um muro: um,

na porção superior da trilha, mais próximo da isca, e outro, na inferior, mais próximo do ninho. Encontrei uma evidência a favor de uma resposta afirmativa para essa questão num resultado obtido em outra observação, não relatada neste trabalho. Esse resultado mostrava que a velocidade da marcha medida em uma trilha horizontal independia da proximidade em que as formigas se achavam dos polos terminais da trilha. Não é uma evidência direta, mas, enquanto evidências contrárias a esta não forem encontradas, considerarei válida a comparação mencionada.

Observando-se a Tabela 11, acima, verifica-se que as formigas, tanto as *fi.s* quanto as *fn.s*, despenderam consideravelmente menos tempo em seu percurso na circunstância A, poucos minutos depois do molhamento da isca com água, do que nas circunstâncias B e C, iniciadas, respectivamente, 1h45 e 4h30 mais tarde. Essas diferenças revelaram-se, todas, estatisticamente significativas.[23] Também se observa, no Quadro 2, comparando-se os tempos de percurso apresentados pelas formigas, tanto as fi.s quanto as *fn.s,* nas fases C e D, um considerável aumento em sua velocidade após o remolhamento do chamariz, remolhamento esse efetuado 4h55 depois do primeiro molhamento.[24] Esse resultado se torna mais significativo ainda se se considera que o molhamento do chamariz resultou também num afluxo maior de formigas na trilha, um acontecimento que se observou tendente a reduzir um pouco a velocidade do caminhar das formigas. Efetivamente, elas tendem a atrasar-se um pouco nos cruzamentos com outras que marchem em sentido oposto, atraso que tende a ser tanto mais acentuado quanto maior for o número de companheiras vindas em sentido contrário com que cruzar. Esse fato, infelizmente, diminui a fidedignidade das medidas do tempo despendido pelas formigas para percorrer uma dada extensão da trilha e torna recomendável que se encarem com certa reserva algumas das conclusões que, com base na comparação das circunstâncias focalizadas, possam ser tiradas desses resultados. Não obstante isso, uma conclusão – a relativa à verificação que motivou a observação aqui considerada – parece indubitável: molhar com água o

[23] Adotando recomendação de Guilford, 1950, a significância da diferença de médias foi medida pelo índice t, de Fisher, para pequenas amostras, e a significância da diferença de variabilidades individuais, pelo índice F, de Snedecor. O índice t calculado para a diferença nos tempos gastos pelas formigas ascendentes *(fi.s)* para percorrer uma distância de 24 cm nas fases A e B revelou-se igual a 6,313 . Quanto aos índices t calculados para a diferença nos tempos de percurso encontrados nas fases A e C revelaram-se, para *fi.s* e para *fn.s*, respectivamente, iguais a 3,6 e 7,33. Todas essas diferenças se revelaram, pelos índices t para elas encontrados, estatisticamente significativas além do nível de confiança de 0,01 – o que equivale a dizer que há menos de 1% de probabilidade de que essas diferenças tivessem sido obtidas por acaso.

[24] O índice *t* calculado para a diferença nos tempos despendidos pelas formigas caminhantes em direção à isca nas circunstâncias C e D revelou-se igual a 5,049, e pelas caminhantes em direção ao ninho, 3,8, ambos significativos além do nível de confiança de 0,01.

pedaço de maria-mole já um tanto ressecado empregado como isca fez que as formigas acelerassem significativamente seu caminhar ao longo da trilha tanto na direção da isca quanto na do ninho. Esse fato certamente denotava uma motivação aumentada para o provisionamento causada por um súbito incremento no valor de incentivo do alimento após o molhamento da isca com água, não obstante a redução do teor de açúcar que essa intervenção também ocasionava: isso provavelmente porque o molhamento aumentava a quantidade e a fluidez da solução disponível, proporcionando uma ingestão mais rápida e, presumo, mais satisfatória. Penso que o recebimento, por parte das formigas que já se haviam recolhido ao ninho, tanto de uma regurgitação mais satisfatória como de solicitação de alimento aumentada por parte de outras operárias e das larvas em consequência do alimento melhorado recebido, poderia servir-lhes de incentivo para retomar o provisionamento do ninho. Para isso bastaria às formigas com motivação aumentada para o provisionamento seguirem a trilha no exterior do ninho, se já houvessem estado na trilha anteriormente, ou acompanhar as formigas chegantes quando de seu retorno à fonte alimentar, ou, ainda, seguir-lhes o rastro – acontecimentos esses que, como já indicado anteriormente, parecem conectados com uma postulação, com base numa memória de acontecimentos passados, da existência de uma fonte alimentar, agora renovada, no exterior.

Um achado surpreendente nesta observação foi o fato de o aparente desânimo provocado pelo ressecamento progressivo do chamariz já haver atingido seu auge na circunstância B, pois não aumentou na circunstância C, quase 3h mais tarde, não obstante o provável esgotamento progressivo de seu conteúdo aproveitável. No caso das formigas em marcha para o ninho, o desânimo até se reduziu um pouco. Seria que, com o tempo transcorrido, as necessidades nutricionais das larvas e operárias que permaneciam no interior do ninho já haviam se elevado a ponto de estimular as operárias provisionadoras a dedicar-se com mais afinco à sua tarefa, a ponto de compensar o desânimo que seria de esperar pelo ressecamento crescente da isca?

A comparação dos tempos despendidos pelas formigas, tanto *fi.s* quanto *fn.s*, para percorrer um dado trecho da trilha nas circunstâncias C e D, isto é, cerca de 4h30 ou pouco mais depois do primeiro molhamento e logo após um novo molhamento da isca, confirma o efeito atribuído mais acima ao molhamento de um chamariz já bastante utilizado e de aparência ressecada. Esse resultado fornece, portanto, apoio à interpretação já formulada segundo a qual umedecer com água o chamariz – um pedaço de maria-mole – aumentava significativamente o valor de incentivo que ele vi-

nha apresentando num período anterior no qual fora exposto longamente a um gradual ressecamento. O incremento da velocidade do caminhar das formigas provocado pelo segundo molhamento, porém, não fez as formigas recuperarem totalmente a velocidade manifestada após o primeiro molhamento. Embora a diferença entre as fases A e D nos tempos gastos por formigas de qualquer das duas direções na trilha para percorrer uma dada distância não fosse estatisticamente significativa, acredito que ela pudesse expressar uma perda, ainda que pequena, de valor de incentivo da isca em virtude da redução da concentração de açúcar do alimento que um novo molhamento provocava. É estranho, no entanto, que um aumento gradativo no tempo despendido pelas formigas para extrair a solução açucarada do alimento com a passagem do tempo e o ressecamento progressivo do incentivo não tenham tido um efeito redutor semelhante sobre a velocidade de marcha na trilha, como notado mais acima.

Já a comparação das circunstâncias quanto à variabilidade dos tempos de percurso apresentados pelas formigas de qualquer das duas direções consideradas fornece um quadro irregular e difícil de interpretar. Assim, a variabilidade individual das fi.s foi significativamente menor em A, após o primeiro molhamento, do que em B e em C, respectivamente 1h 45 e 4h30 após esse molhamento. Já a diferença dessa variabilidade após o primeiro molhamento e o segundo, isto é, entre a circunstância A e a circunstância D ou E, é desprezível, indicando que a variabilidade de tempos individuais de percurso das fi.s tornou a reduzir-se, após o segundo molhamento, praticamente ao que era após o primeiro. Quanto à variabilidade das fn.s, diferentemente, foi significativamente maior em A do que em B e C, e reduziu-se significativamente após o segundo molhamento com respeito ao que era depois do primeiro molhamento. A razão para todos esses resultados não é clara para mim.

Conquanto o interesse principal desta observação residisse na comparação dos resultados obtidos para cada uma das cinco circunstâncias utilizadas, parece-me também de interesse focalizar as diferenças obtidas nas cronometragens realizadas para as duas amostras de formigas, fi e fn. Fn revelou-se, em todas as circunstâncias em que os tempos gastos pelas formigas para percorrer uma dada extensão da trilha foram medidos, mais veloz que fi. A explicação dessa diferença não me parece ainda clara. Assim, por exemplo, subir ou descer a parede pode não ser importante para a diferença porque, por uma medição em uma trilha horizontal, a diferença acima foi confirmada. Dir-se-ia, então, que outras variáveis que não subir

ou descer poderiam ser importantes. Sê-lo-ia estar indo em direção ao alimento ou ao ninho, sugerindo, no caso da presente observação, motivação maior para ir ao ninho do que para ir ao alimento? Penso que essa possibilidade não pode ser desconsiderada para o caso em que as formigas já tivessem realizado viagens anteriores pela trilha e tivessem memória que lhes possibilitasse antecipar seu alvo em cada uma das duas direções tomadas e essa memória afetasse seu comportamento. Mas por que essa motivação diversa? Seria mesmo essa diferença uma questão de valor de incentivo maior do ninho do que da isca ou seria ela devida ao fato de o ninho ser um objeto de localização mais permanente do que a que se observa para os chamarizes, e isso favorecesse uma orientação menos hesitante e segura? Uma observação dos pormenores da marcha – se com mais ou menos sinuosidades ou reorientações, por exemplo – poderia ser útil no caso. No entanto, vir do ninho ou do alimento, antes que ou tanto que ir na direção desses objetos, poderia ser importante por causa de condições, bastante diversas, que se associam com essas orientações. De fato, a condição de fn ou fi de uma formiga em uma trilha é facilmente indicada pela aparência física do inseto: fi se apresenta geralmente como mais franzina e com uma coloração mais escura do que fn, que, diferentemente, se apresenta consideravelmente mais volumosa, com coloração mais clara e com anéis amarelados bem visíveis no gastro. Sendo mais pesada que fi, fn provavelmente constituiria um corpo mais difícil de ser obviado durante a marcha, em caso de encontros recíprocos ou colisões, mas também seria de supor que mais lenta no desviar-se. Mas esta ação, ao que me parece, cabe geralmente a fi. Também noto que a hesitação de uma formiga a sair do ninho, ou um retorno parcial ou aparentemente definitivo a ele, é mais comum do que ao deixar o chamariz, talvez porque a transição de ambientes, do escuro para o claro, durante o dia, de um local abrigado contra odores e ventos variáveis contra outro sem as mesmas variações, é maior para fn. Conseguintemente, penso serem necessárias muitas outras observações antes de se poder interpretar a diferença de velocidade encontrada conforme a direção da marcha.

- *Observação 22 – Modificações de comportamento provocadas nas formigas* (P. fulva) *de uma trilha por desvirtuamento do conteúdo de seu chamariz alimentar*

Numa ocasião, cerca de 3h30 depois de haver colocado algumas iscas (mechas de algodão hidrófilo molhadas com uma solução de água e

açúcar) em pontos diversos de um galinheiro abandonado, deparei com 6 formigas sobre uma das mechas, a alimentarem-se dela. Essas formigas pertenciam a um ninho distante da isca cerca de 1,30 m, a julgar pelo caminho que tomaram em seu regresso ao longo da aresta formada por um piso cimentado rústico e uma parede de tijolos do galinheiro, caminho esse onde nenhuma trilha podia ser observada. Derramei um pouco de caldo de laranja sobre a mecha. As formigas, após uma hesitação (um virar-se para um lado e outro), regressaram todas ao ninho. Como não abandonaram abruptamente a isca mudada, numa correria desordenada, mas em sua marcha de regresso costumeira, parece-me que seu comportamento indicava uma rejeição do chamariz em sua nova composição antes que uma reação de fuga ou escape diretamente à nova estimulação aplicada.

- *Observação 23 – Comparação do comportamento de formigas* (P. fulva) *com um fragmento de cana-de-açúcar disposto sobre um pedestal untado com querosene e com outro fragmento do mesmo chamariz disposto sobre outro pedestal sem esse untamento*

Noutra ocasião, coloquei, sobre um piso cimentado, a 40 cm de um ninho de *P. fulva* e a 15 cm de uma mureta que limitava esse piso de um canteiro, um pequeno bloco paralelepipédico de madeira de um jogo de montar de crianças. Em seguida, coloquei, junto a uma extremidade desse bloco e perpendicularmente ao seu comprimento, respeitado um vão de cerca de 1 cm, uma peça prismática de dominó, também de madeira, untada previamente com removedor para limpeza doméstica (base de querosene). Sobre a peça de dominó coloquei um pedaço de cana-de-açúcar descascada que outras observações mostravam ser bem aceito como alimento pelas formigas. O piso, a mureta em questão e a própria terra do canteiro vizinho eram por vezes palco de excursões por parte de algumas formigas desse ninho. A Figura 33 ilustra, aproximadamente, a situação existente nessa observação.

Nos protocolos desta observação encontro que, cerca de 4 min depois de haver disposto o conjunto acima mencionado, uma operária de *P. fulva* acercou-se da pedrinha de dominó com o pedaço de cana a encimá-la, "excitou-se" (acredito que isso significava: agitou-lhe as antenas), "pareceu temê-la" (recuou?), subiu ao bloco paralelepipédico de madeira, andou por ele com lances rápidos e "farejamentos" para a frente e para o alto, desceu, começou a subir ao dominó, desceu dele, indo novamente ao bloco, onde pareceu tentar descer para a isca – afastada dele 1 cm. Relatei, aparentemente depois que essa formiga se afastara, desistindo da isca, que

encostei a isca no bloco de madeira maior para ver se alguma formiga subia a ela vinda pelo bloco, que não fora untado com querosene.

Onze minutos mais tarde, outra fulva desceu da mureta para o piso, indo na direção do bloco, andou paralelamente a ele, achegou-se ao conjunto, oscilante, rápida, subiu ao bloco, junto à cana – na ponta de junção – e retornou, algo oscilante, e rápida. Dois minutos depois, outra formiga, vinda pela mureta, desceu rumo ao conjunto (tê-lo-ia avistado dessa distância?), correu pelo piso ao longo do bloco a uma distância de 2 cm dele e voltou, com marcha ondulante e muita agitação antenal, para a mureta e a terra do canteiro. Quatro minutos mais tarde, outra fulva veio, pelo piso cimentado, galgou o bloco, chegou perto da isca e desceu para o cimentado, indo na direção do canteiro e junto à parede da casa.



Figura 33: Representação aproximada da situação existente na fase inicial da Observação 24, situação essa constituída por um piso cimentado e um canteiro de jardim separados por uma mureta baixa, um ninho de *P. fulva* numa loca de uma parede junto ao piso, um pequeno bloco de madeira paralelepipédico e um fragmento de cana-de-açúcar descascada sobre uma peça de madeira de um jogo de dominó untada com querosene.

Uma formiguinha de outra espécie, não identificada, chegou até a peça de dominó, mas retornou, sem escalá-la. Outra, da mesma espécie, pouco depois, "farejou" três vezes a peça com a isca e retornou.

Ao apanhar o pedaço de cana-de-açúcar e cheirá-lo, era evidente que rescendia a querosene. Colocando outro pedaço de cana, não contaminado, sobre um diminuto disco plástico colocado numa posição equivalente à ocupada anteriormente pela peça de dominó com relação à peça paralelepipédica de madeira, mas com o conjunto de peças agora em outro lugar no piso cimentado, pude verificar, conforme registrado nas páginas seguintes às em que foram lançadas as observações precedentes, que esse pedaço era bem aceito pelas formigas da colônia observada. Parece claro, assim, que o querosene é uma substância que transforma um alimento em algo inaceitável e até aversivo para as duas espécies de formigas consideradas.

Discussão e conclusões finais acerca das observações do presente tópico

As observações relatadas neste item revelam que as alterações efetuadas em um chamariz alimentar utilizado pelas formigas *(P. fulva)* de uma trilha que resultam em alterar sua condição de ressecada para úmida, ou sua composição ou conteúdo alimentar, provocam mudanças de comportamento bastante diferentes das que resultam de alterações que encontram as formigas em seu percurso entre o ninho e o chamariz e vice-versa. Ao passo que neste último caso as modificações de comportamento geralmente apresentam um caráter de desorganização maior ou menor do comportamento anteriormente observado na trilha, no primeiro caso as modificações de comportamento apresentam-se na forma de uma aceitação maior, ou, ao contrário, de uma rejeição do incentivo alimentar alterado. Em outras palavras, alterações procedidas no meio do caminho entre o ninho e a fonte alimentar parecem ter um efeito de obstáculo e/ou embaraço para a orientação das formigas em seu caminhar por uma trilha de provisionamento, ao passo que as alterações procedidas diretamente no incentivo no caso do presente tópico parecem, antes, afetar a motivação que as formigas apresentam no tocante a seu comportamento de provisionamento.

10 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha de provisionamento diante da introdução de um ou mais chamarizes alimentares adicionais como alteração experimental

- *Observação 24 – Comportamento de formigas* (P. fulva) *consequente à colocação sobre a trilha, a 2 cm antes de um primeiro chamariz, de um segundo chamariz de igual natureza, porém com uma saturação de açúcar três vezes maior*

Esta observação foi relativa a uma trilha de cerca de 2,80 m de extensão a conectar a entrada de um ninho situada no batente de uma porta a uma mecha de algodão embebida em solução de água com açúcar. A trilha dispunha-se num piso de ladrilhos acompanhando, em sua maior parte, a aresta formada por ele com duas paredes do aposento. Para a observação coloquei, num dado momento, a 2 cm antes do chamariz inicial, um outro chamariz, similar ao primeiro exceto por ter uma concentração de açúcar três vezes maior e encontrar-se mais úmido. A Figura 34 ilustra a situação nessa observação.

Depois da colocação do segundo chamariz, sem a retirada do primeiro, notei que chegar, pausar, suspender a parte dianteira, "farejar" e escalar o novo chamariz era o comportamento mais comum apresentado pelas formigas provenientes do ninho. Aparentemente, elas reagiam ao fato de que o chamariz era novo, ou de que estava mais próximo do ninho do que o original, pois esses atos preliminares à subida à mecha não eram notados anteriormente no caso do chamariz original, que era escalado já em plena marcha pelas formigas. Uma dentre as formigas veio, desviou-se da mecha nova, virou-se para esta e para a antiga, farejou-as, andou de fasto e depois foi à nova. Algumas chegavam e iam diretamente para o chamariz novo, outras, menos numerosas, faziam um desvio pelo chão ou passavam sob o chamariz introduzido mesmo e iam para o velho. Quanto às formigas que estavam na mecha anterior, a maioria, ao voltar, esticava-se, suspensa na parte dianteira, para realizar "farejamentos", e passava por sob o chamariz introduzido ou contornava-o. Entre as provenientes do ninho, muitas paravam a 5 cm de distância do chamariz novo e depois seguiam rumo ao velho. Com o tempo, as formigas sobre o chamariz introduzido eram muito mais numerosas que as outras. Esta observação, a meu ver, revelava que as formigas procedentes do ninho tinham seu comportamento dirigido para a isca original mesmo antes de atingi-la e o manifestavam na forma de uma hesitação ante a isca nova em prosseguir sua marcha e no

exame dessa isca antes de aceitá-la, ou, em vários casos, na sua rejeição em favor da isca original. A maior aceitação final da isca introduzida parece indicar, conforme ainda será visto, que uma fonte alimentar mais próxima do ninho e da mesma natureza que a original, embora originando motivações em conflito, pode ser preferida a esta se tiver maior saturação de açúcar.



Figura 34: Representação gráfica de uma trilha de formigas formada no piso de uma cozinha a acompanhar a aresta por ele formada com duas paredes de alvenaria.

Legenda:
Linha interrompida: trilha.
1: Chamariz original, mantido durante toda a observação.
2: Chamariz novo, introduzido 2 cm antes do chamariz original.
X: Fenda em um batente onde N assinala a entrada do ninho das formigas.

- *Observação 25 – Observação do comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha em 3 fases diferentes, em cada uma das quais foi introduzido um segundo incentivo num ponto diverso da trilha*

Para as três fases desta observação foi utilizada uma trilha formada no interior de um pequeno banheiro. Para constituir a trilha coloquei, no piso desse aposento junto a uma parede, uma mecha de algodão hidrófilo com água e açúcar, e esperei alguns minutos até que ela fosse descoberta por algumas formigas. Daí a 5 min notei que já havia uma trilha formada no piso desse quartinho, no hall adjacente e no piso de cerâmicas do quintal, ligando o chamariz até uma cavidade no piso deste último. A trilha dispunha-se no chão desses três ambientes (banheirinho, hall e piso do quintal) passando do primeiro ambiente para o segundo por sob uma porta e contornando um batente, acompanhando, em toda a sua extensão, uma parede, da qual guardava uma distância constante de uns 3 mm. As três fases da observação aqui relatada foram iniciadas algum tempo depois da retirada de uma mecha de algodão embebida em gasolina que havia sido colocada sobre a trilha para a observação das modificações de comportamento que provocava, quando a trilha já havia voltado a seu curso normal. Essas fases são relatadas a seguir. A Figura 35 ilustra a situação nelas obtida.

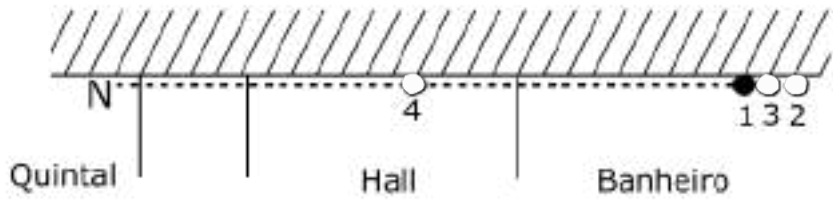


Figura 35: Representação aproximada de uma trilha ao longo de uma parede e da posição ocupada por dois chamarizes alimentares (mechas de algodão hidrófilo embebidas em solução de água e açúcar), sendo um original e um segundo colocado em um diferente ponto da trilha em três momentos diferentes.

Legenda:
Linha pontilhada: trilha em um piso margeando uma parede.
N: entrada do ninho no piso do quintal.
1: Chamariz alimentar original, mantido sempre nesta mesma localização em todas as fases de observação.
2, 3 e 4: posições ocupadas por um segundo chamariz, similar ao original posto sobre a trilha sucessivamente nas fases A, B e C da observação.

FASE A – Comportamento das formigas na trilha consequentemente à colocação, 1 cm além do chamariz inicial, de um segundo chamariz de mesma natureza que o original, exceto por ter uma concentração um pouco maior de açúcar e estar mais molhado.

Somente umas poucas formigas descobriram esse segundo chamariz, isso quando se voltavam sobre o chamariz original para ir embora e, se afastando ou girando com relação a este último, apanhavam-se de frente para o outro. Iam, então, "farejá-lo". Duas subiram nele e o aceitaram, mesmo depois de já haverem ingerido do primeiro.

FASE B – Comportamento das formigas logo após ser o chamariz introduzido na fase A deslocado em direção ao primeiro até ficar encostado nele.

Ao fazer o deslocamento, duas formigas sobre o primeiro chamariz foram tocadas de leve e viraram-se de repente para o lado de onde viera o toque, "como para verificar do que se tratava", escrevi, e passaram logo a degustar o novo chamariz sem nenhuma mostra de perturbação. Aos poucos o chamariz introduzido foi-se enchendo de formigas, que o escalavam naturalmente, sem hesitação.

FASE C – Comportamento das formigas para com o mesmo chamariz introduzido depois que mudado para a porção intermediária da trilha

As formigas provenientes do ninho e que marchavam na direção do incentivo chegavam a 2 ou 3 cm do incentivo introduzido, pausavam brevemente ante ele e iam até ele sem nova hesitação. Já as formigas retornantes para o ninho desde o extremo oposto da trilha pausavam mais nitidamente diante do chamariz introduzido e, em seguida, passavam ao lado dele ou por sob ele ou subiam nele para uma breve lambidela antes de seguirem para o ninho. Algumas, porém, chegavam à mecha intrusa, elevavam do solo as patas dianteiras, empinavam a cabeça, "farejavam" e contornavam o objeto antes do prosseguimento. Outras poucas retornavam parcialmente por 5 a 10 cm antes de continuar, para o ninho. Com o tempo notei que nenhuma formiga procedente do ninho e a caminhar em direção ao incentivo passava do chamariz introduzido em direção ao original. Notei, depois, que, mesmo depois de remover o chamariz intermediário, as formigas não seguiam para o final da trilha enquanto a umidade deixada pelo chamariz no piso podia ser ingerida. Esta observação parece indicar,

pela hesitação mostrada pelas formigas procedentes do ninho quando, em seu caminhar, chegavam próximas ao chamariz introduzido, especialmente quando ele estava muito aquém do chamariz original, que elas vinham com uma aparente disposição de prosseguir até a isca original, antes de aceitar a introduzida. Parece, também, indicar que as formigas podiam identificar desde cerca de 2 a 3 cm de distância o novo objeto introduzido na trilha como sendo uma fonte alimentar de mesma natureza que a que anteriormente utilizavam, e indicar também que passavam a preferi-lo a este último por ter maior saturação e estar mais próximo do ninho.

- *Observação 26 – Comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha para com a alteração representada pela introdução de um novo chamariz de natureza igual à do original, mas colocado, primeiro, (FASE A) a 25 cm, e, posteriormente (FASE B), a 1,78 m, aquém do chamariz inicial*

Uma trilha de 2,20 m de extensão e que havia sido formada cerca de 2h antes foi tomada para a presente observação depois de ter sido utilizada em um outro experimento a ser relatado posteriormente. Ela dispunha-se parte num piso cimentado e parte noutro piso adjacente de cerâmica, acompanhando em toda a sua extensão uma parede de alvenaria. A trilha iniciava-se em dois orifícios do piso cimentado separados cerca de 32 cm um do outro que constituíam duas entradas de um mesmo ninho e conectava-os com um chamariz abaixo caracterizado. A observação comportou duas fases distintas, A e B, descritas a seguir, em cada uma das quais foi introduzido um segundo chamariz na trilha. Esse segundo chamariz fora guardado por cerca de 2h para esta observação e constituía metade de uma mecha de algodão hidrófilo embebida em solução de água com açúcar, mecha essa cuja metade complementar formava o chamariz inicial.

FASE A – Observação do comportamento das formigas da trilha para com um segundo chamariz da mesma natureza e concentração que o chamariz inicial, exceto por estar intacto e apresentar-se mais úmido e com aparência mais amarelada que o original, segundo chamariz esse colocado 2 h e 05 min depois de estabelecida a trilha para o chamariz inicial, 25 cm mais próximo do ninho do que o último chamariz.

Esta fase da observação foi iniciada conquanto a trilha não tivesse ainda readquirido uma aparência totalmente normal em alguns pontos do

terreno de onde haviam sido removidas duas de três mechas de algodão com querosene utilizadas num experimento anterior (relatado mais adiante como Observação 35). Para iniciar a presente observação, apanhei, com um chumaço limpo de algodão, o incentivo preservado mencionado acima. A Figura 36 representa a situação obtida nesta observação.

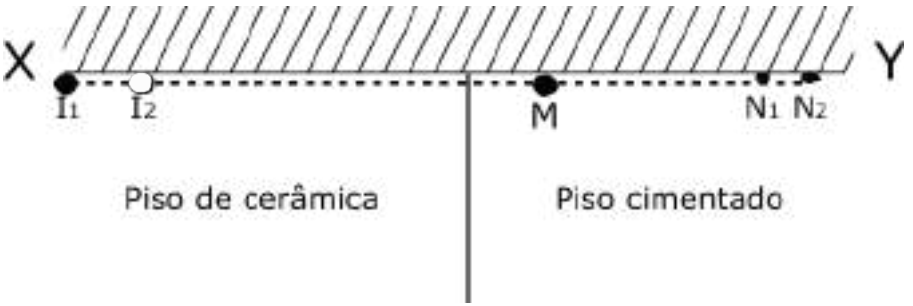


Figura 36: Representação esquemática da trilha e demais elementos da situação existente na Fase A da Observação 26.

Legenda:
XY: aresta formada por um piso parte cimentado, parte cerâmico, com uma parede de alvenaria
N_1 e N_2: orifícios de comunicação de um ninho de formigas com o exterior.
(I_1): incentivo (chamariz alimentar original, visitado pelas formigas por cerca de 2 h e 5 min anteriormente).
M: mecha de algodão hidrófilo com querosene.
(I_2): Segundo chamariz, introduzido 2 h 5min depois da formação da trilha com o chamariz original.

Várias formigas em marcha na direção do chamariz original, ao chegarem ao novo chamariz, interposto, iam a ele e escalavam-no sem hesitação. Já outras, menos numerosas, mesmo depois de tocarem esse novo chamariz, prosseguiam até o chamariz original. Com o tempo várias formigas procedentes do ninho foram se aglomerando no novo chamariz. Já as formigas que vinham do extremo da trilha em direção ao ninho, após uma correria inicial, também se punham sob o chamariz novo, e algumas, efetivamente, punham-se a degustá-lo. Outras, porém, depois de irem até esse novo chamariz, escalavam-no ou ficavam um pouco sob ele, e depois voltavam até o chamariz original, tocavam-no com as antenas e voltavam ao novo. Dentro de alguns minutos, só havia umas duas ou três formigas no chamariz original e duas ou três procedentes dele ou dirigindo-se a ele, ao passo que o novo se apresentava, já, repleto de formigas. Algumas fi.s (formigas procedentes do ninho e caminhando em direção ao incentivo) iam "vazias" para a isca velha, lentas, 15 min depois de iniciada esta fase

da observação, e outras, depois de locupletadas na nova, prosseguiam até a velha, exploravam-na e iam uns 10 a 15 cm para lá dela, antes de regressarem ao ninho.

Acredito que os resultados desta fase apoiam as conclusões sugeridas para a observação anterior, tanto no que diz respeito à aceitação por parte das fi.s de uma fonte alimentar de mesma natureza que a do chamariz original, mas de maior valor de incentivo do que ele, como no que diz respeito à existência nessas formigas, inferível de seu comportamento, de uma regulação ou postulação quanto à natureza da isca a ser encontrada em cada viagem e quanto à distância na qual encontrá-la. Com efeito, tal regulação parece manifestada quer pelo prosseguimento da marcha até o incentivo original por parte das fi.s, quer pela hesitação das fn.s em ultrapassar o novo chamariz repentinamente encontrado em seu percurso para o ninho, quer pelo regressar de várias dentre elas até o chamariz inicial e às vezes até um pouco além, como se tornadas incertas repentinamente quanto à direção a tomar ao regressar ao ninho.

FASE B – Nova observação do comportamento das formigas em trilha para com um segundo chamariz da mesma natureza e concentração que o inicial, apenas que, estando intacto, apresentava-se mais úmido e com aparência mais amarelada que o original, segundo chamariz esse colocado, após a Fase A, acima, a 10 cm, de um dos dois orifícios de acesso ao ninho – o mais próximo do chamariz inicial.

Em seguida à Fase A, apanhei o chamariz introduzido e coloquei-o, bem sobre a trilha, a 10 cm de distância do orifício de acesso ao ninho situado mais próximo do chamariz inicial. A Figura 37 ilustra a situação criada nesta fase da observação.

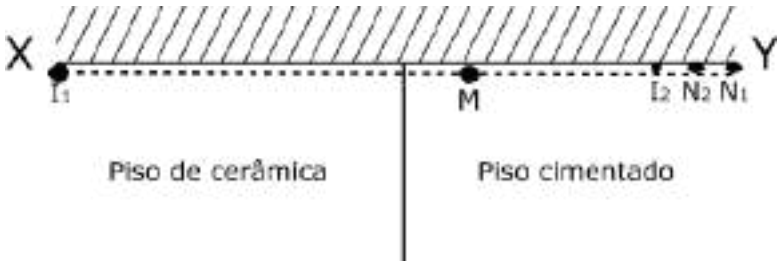


Figura 37: Representação esquemática da trilha e demais elementos da situação existente na Fase B da Observação 29.
Legenda:
XY: aresta formada por um piso (parte cimentado, parte cerâmico) com uma parede de alvenaria
N_1 e N_2: orifícios de comunicação de um mesmo ninho de formigas com o exterior.
I_1: incentivo (chamariz alimentar original, visitado pelas formigas por cerca de 2 h 30 min anteriormente).
M: mecha de algodão hidrófilo com querosene.
(I_2): Segundo chamariz, introduzido, imediatamente após sua retirada da posição ocupada na Fase B, a 10 cm da abertura N_2 do ninho e a 1,78 m do chamariz original.
/ / / / : Parede.

A transposição do novo chamariz provocou, como seria de esperar, a debandada geral das formigas que nele estavam. As formigas procedentes do ninho, ao chegarem às proximidades do chamariz introduzido em seu novo local, corriam muito em volta dele pelo piso e pela parede, em marcha ondulante; muitas dentre elas iam, por um desvio acelerado, pela parede, e muitas retornavam ao ninho. Em 4 min o chamariz original passou a ficar, porém, mais repleto de formigas do que o novo que, ao ser introduzido, tinha maior quantidade de formigas a sugá-lo. Dentre as formigas que rumavam para o ninho, a maioria ultrapassava, numa correria ondulante, a mecha introduzida, mas uma ou outra subia nela como para explorá-la, mas não se detendo para nela ficar, no geral.

Com o tempo, várias formigas procedentes do ninho começaram a passar, "apertadinhas", nos 2 mm de vão existente entre a isca introduzida e a parede, voltando, às vezes, a meio centímetro dela para "farejá-la", e seguiam, às vezes com ondulação na marcha, para o fim da trilha. Já as fn.s, as formigas que agora voltavam, fisogástricas, do chamariz original no extremo da trilha, pausavam para "farejar" o chamariz introduzido ou passavam, hesitantes, pelo vão entre o incentivo e a parede, espremidas contra esta, mas uma ou outra até dava uma "provadinha" antes de seguir. Quanto

às fi.s (as formigas procedentes do ninho), algumas ficavam no novo chamariz e, com o tempo, o encontro de seus corpos parados parecia fazer que mais e mais chegantes passassem a aceitá-lo. Transcorridos 10 min desde o começo desta fase era mais raro que alguma formiga procedente do ninho passasse, apertada contra a parede no vão deixado entre ela e a isca, e o fazia cada vez mais hesitantemente, isto é, com pausas repetidas, lentidão no caminhar e "farejamento" para o alto. O encontro de uma formiga locupletada parecia dar-lhe mais prontidão em prosseguir.

Tomando os resultados desta fase da observação com os da fase precedente, acredito haver indicação de que a introdução de um novo chamariz na trilha constituía uma alteração aparentemente tanto mais perturbadora para o comportamento das formigas quanto menos elas houvessem progredido em direção ao ponto terminal de seu caminhar precedente sobre a trilha. Dir-se-ia, por esses resultados, que o ajuste delas à situação existente precedentemente como que as preparara tanto para o encontro da isca original quanto para a distância aproximada a percorrer até o local onde ela deveria ser encontrada. Sendo assim, a situação habitual em ocasiões precedentes também estava, de certa forma, presente para a formiga na situação atual, que se encontrava alterada.

- *Observação 27– Observação do comportamento das formigas* (P. fulva) *em uma trilha habitual, existente havia vários dias no mesmo local, diante de um segundo chamariz, de natureza igual à do chamariz original, interposto na trilha*

Esta observação foi relativa a uma trilha de formigas *(P. fulva)* que, havia já 9 dias, conectava um ninho, situado em uma fenda numa parede de alvenaria sob um condutor de águas pluviais, com um chamariz (mecha de algodão com solução de água com açúcar renovada algumas vezes) preso com um alfinete em uma fenda existente entre um muro, também de alvenaria, adjacente à parede, e uma das peças de cerâmica boleada que o encimavam. A esse chamariz foi ajuntado um outro, de mesma natureza que o anterior, representado por uma das metades de uma mecha de algodão hidrófilo recém-embebida numa solução de água com açúcar cuja outra metade foi guardada para utilização 2h mais tarde, quando a trilha já se apresentasse estabilizada. Essa utilização consistiu na colocação do chamariz que havia sido guardado num ponto intermediário entre as iscas iniciais e o ninho, preso a um prego fincado bem sobre a trilha, a 68

cm de altura contada desde o chão. O objetivo da observação era verificar que efeito teria no comportamento das formigas da trilha o chamariz interposto, o qual era igual ao empregado para reforçar o chamariz inicial já ressecado, exceto por não haver ainda sido utilizado. A Figura 38 ilustra a situação nesta observação.

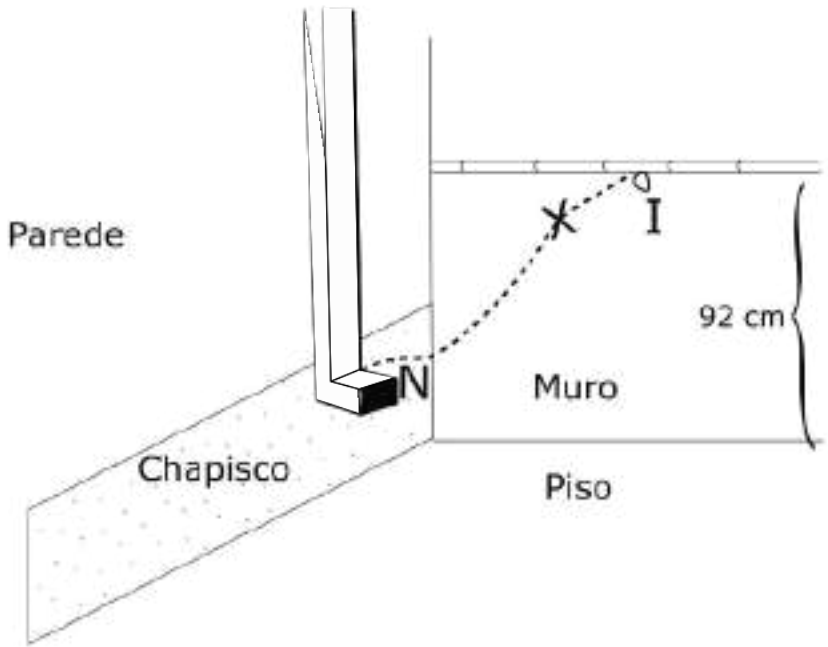


Figura 38: Representação da situação existente na Observação 27.
Legenda:
I: iscas iniciais.
N: Ninho numa cavidade de uma parede de alvenaria sob uma calha pluvial.
-- – -: trilha.
X: Ponto de alteração (representada por uma nova isca presa com prego no muro).

A fixação do prego com o novo chamariz causou grande agitação inicial nas formigas presentes nas proximidades. As primeiras formigas a terem seu comportamento registrado eram *fn.s*, e todas oscilavam de um lado a outro e ultrapassavam a isca interposta por meio de um desvio feito a uma distância entre 2 mm e 1 cm dela. Entre as *fi.s*, a maior parte parava junto à isca interposta e a escalava, permanecendo nela ou, depois de algum tempo, prosseguindo para o chamariz original no fim da trilha. Uma parcela delas desviava-se da isca interposta e ia até a isca terminal. As *fn.s*

provenientes das iscas originais desviavam-se da isca nova e rumavam para o ninho, conforme dito acima, mas pude notar que três dentre as primeiras a chegar ao local, no primeiro meio minuto após a alteração, escalaram a mecha interposta e, depois de uma breve excursão sobre ela, dirigiram-se ao ninho. Quinze minutos após a alteração, o fluxo de formigas parecia ter-se reduzido bastante. Uma ou outra fn parava sob a isca interferente e parecia ingerir dela. Dentre as *fi.s*, notei que algumas regressavam da isca interferente, ao parecer sem haver ingerido dela, pois voltavam ainda magras para o ninho. Quanto às demais *fi.s*, aceitavam a nova isca, mas, mesmo assim, prosseguiam em muitos casos até o chamariz inicial. A relativa antiguidade, de vários dias, da trilha nesse local talvez possa estar implicada nesse comportamento que, no entanto, comportava muitas diferenças individuais. Estes resultados, ao que me parecem, reforçam a interpretação aventada para os resultados da observação precedente quanto à presença, na situação atual, e a influir nela, de um ajuste ou regulação das formigas aos aspectos da situação em que vinham comportando-se em viagens anteriores.

Consideração final sobre as observações deste item

A série de observações relatadas acima parece-me particularmente útil para sugerir ou indicar, para as formigas observadas: 1) uma relativa ausência de modificações de comportamento de caráter dramático quando o objeto utilizado como alteração sobre uma trilha de provisionamento é um alimento, sobretudo quando da mesma natureza que a do que deu origem à trilha e quando de maior valor de incentivo que este último; 2) a existência de um registro mnêmico, ainda que apenas aproximado, da distância em que se encontra um chamariz que é visitado pelas formigas repetidamente, e da sua natureza; 3) um conduzirem-se as formigas, de cada um dos dois polos terminais da trilha – isca ou ninho – para o polo aparentemente antecipado como presente no extremo oposto da trilha, e não um marchar eliciado pelos estímulos do caminho interrompido no final da trilha pela existência de um eliciador prepotente de respostas constituído por um alimento ou pela entrada do ninho.

11 Modificações de comportamento de formigas (*P. fulva*) em uma trilha diante da substituição de seu chamariz original por outro de mesma natureza ou de natureza diferente

- *Observação 28 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha de provisionamento consequentes à substituição de seu chamariz alimentar inicial (mecha de algodão hidrófilo embebida em uma solução de água com açúcar) por outro chamariz da mesma natureza, mas com saturação de açúcar duas vezes maior*

Esta observação foi relativa a uma trilha estabelecida desde um ninho situado no pé de um batente de porta até um chamariz representado por uma mecha de algodão hidrófilo embebida em uma solução de 2 colheres das de café de açúcar em uma xícara para café com água. Esse chamariz foi preso com um alfinete inserido numa estreita fenda existente entre o batente e uma parede de azulejos, a 1,20 m de altura. A observação foi iniciada após a trilha apresentar-se inteiramente formada e exibir um aspecto estável. Esse aspecto era mais de faixa do que de linha, com as formigas a caminharem tanto dentro da fenda divisória da parede com o batente quanto por fora dela, sobre a parede. No terço superior da trilha, o maior contingente de formigas na parede era constituído pelas formigas que rumavam para o ninho (fn.s); já no terço inferior da trilha, mais próximo ao ninho, o ramo na parede era seguido quase só pelas formigas que se dirigiam ao chamariz alimentar (fi.s). No interior da fenda caminhavam tanto fi.s quanto fn.s. A Figura 39 ilustra a situação obtida.

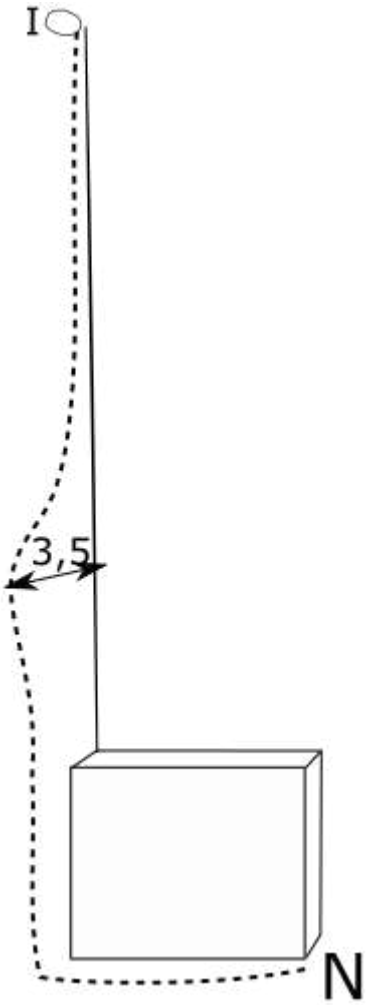


Figura 39: representação da trilha focalizada na Observação 28.

Legenda:
I: isca.
N: ninho.
Linha contínua: fenda existente entre uma parede de azulejo e um batente de madeira.
Paralelogramo: pé ressaltado do batente.
Linhas interrompidas: trajetórias seguidas pelas formigas.

Cerca de 1 hora e meia após o início da trilha, e apenas depois de ela apresentar um aspecto estabilizado, contei, minuto a minuto, durante 25 min, o número de formigas ascendentes rumo à isca. Em seguida, cronometrei, alternadamente, o tempo empregado pelas *fi.s* e pelas *fn.s* para percorrer uma distância de 15 cm, correspondente a um azulejo da parede, o penúltimo antes do chamariz. Cerca de 20 min mais tarde, retirei a isca original e coloquei-a sobre um caderno no chão para ver como as formigas se orientavam ao deixá-la, uma modalidade de observação que será considerada em outra seção desta investigação.

No local da retirada da mecha observei formigas paradas, "farejando" para o ar, ou entrando na fenda entre a parede e o batente de porta e, aparentemente, ocultando-se aí por um tempo. Observei também outras formigas que se afastavam para o alto, com muita reorientação a cada 1, 2 ou 3 cm percorridos, progredindo sobre a linha da fenda para cima. Penso ser possível que tanto os "*farejamentos*" para o ar como o caminhar oscilante para além do local de onde a isca fora retirada, mas na direção da fenda, expressassem uma busca do chamariz não encontrado. Quanto ao ocultamento no interior da fenda, é possível que envolvesse principalmente as formigas que conseguiram deixar a isca no momento de sua remoção, assim como as formigas nas proximidades dessa isca, e constituísse um comportamento protetivo, de busca de refúgio.

Oito minutos depois da retirada da isca original coloquei, presa ao mesmo alfinete, uma segunda isca, similar à primeira, mas embebida, agora, em uma solução de água com açúcar duas vezes mais saturada que a da isca inicial. Notei que as *fi.s*, quer as recém-chegadas, quer as que regressavam de sua aparente procura da isca mais acima, subiam à nova mecha sem hesitação. Com a deserção inicial das formigas que estavam no local onde foi colocado o chamariz substituto, a trilha ficou, momentaneamente, mais rala. Esperei, então, 10 min antes de tornar a contar o número de *fi.s* em trânsito para o chamariz em cada um de, agora, 24 min. A trilha já estava, então, volumosa e com seu aspecto usual restabelecido. Nos registros originais desta observação escrevi, pelo que notara durante essa contagem: "Parece que o efeito da isca mais concentrada se verifica numa grande batelada inicial de formigas, mas esse frenesi dura só umas poucas viagens – se são repetidas – ou poucos minutos". Ajuntei que talvez o retorno em massa de formigas quando da retirada da isca original e da colocação da segunda isca, bem como a remoção, junto com a isca inicial,

de várias formigas que nela estavam, resultassem em uma desistência de uma parcela de formigas quanto a retomar a trilha posteriormente.

Cinco minutos após essa contagem procedi à cronometragem do tempo gasto pelas formigas para percorrer a distância de 15 cm (correspondente a um azulejo na parede), alternando a contagem entre as fi.s e as fn.s. Apontei em meus protocolos, de relevante para esta observação, como já o fizera para uma observação anterior: "Noto que, em aglomerados, a velocidade tende a decair por causa de topadas e hesitações (virada primeiro para um lado e depois para outro). E que, em trechos vazios, de uns 10 cm, a formiga geralmente vai mais constante e mais rápida. Logo, as medidas de velocidades incluem muitas variáveis, e não são boas". Em todo caso, os resultados obtidos nas contagens e nas cronometragens são apresentados na Tabela 12, abaixo.

Categorias de Dados	**Fase de Controle**	**Fase Experimental**	**Índices de Significância Estatística (para diferenças entre fases)**
Fluxo médio de fi.s em 25 minutos	16,56	19,54	t = 2,048*
Desvio padrão do fluxo de fi.s	3,868	5,937	F = 2,36*
Segundos gastos por fi.s para percorrer 15 cm de trilha	8,93	8,04	t = 1,96
Desvio padrão dos tempos de percurso de fi.s	1,12	2,027	F = 3,275**
Segundos gastos por fn.s para percorrer 15 cm de trilha	9,33	8,48	t = 1,400
Desvio padrão dos tempos de percurso de fn.s	2,388	1,97	F = 1,469

Tabela 12: Dados relativos aos fluxos médios, velocidades médias e respectivos desvios-padrão apresentados por formigas, primeiro (fase de controle) numa trilha estabelecida de um ninho no chão até um chamariz preso no vão existente entre um batente de porta e uma parede de azulejos, chamariz esse de concentração de açúcar simples, e, depois (fase experimental), na mesma trilha e com o mesmo tipo de chamariz, mas com concentração dupla de açúcar

* Significante ao nível de confiança de 0,05. ** Significante ao nível de confiança de 0,01.

Os resultados do quadro acima mostram que a substituição do chamariz original da trilha por outro, de mesma natureza, mas com uma concentração dupla de açúcar, depois de ocasionar diversos retornos ao ni-

nho e um raleamento da trilha por algum tempo, resultou, poucos minutos depois, num contingente aumentado de formigas, posto que consideravelmente mais variável de minuto a minuto. Mostram também que o tempo gasto para percorrer um dado trecho da trilha tornou-se menor, tanto entre as formigas que caminhavam em direção à isca quanto entre as que o faziam em direção ao ninho, depois da substituição mencionada. No entanto, essa diferença não se revelou estatisticamente significativa. Contribuiu para isso, provavelmente, um relativo aumento do embaraço que um contingente maior de formigas na trilha ocasionava na marcha desses insetos. Também a variabilidade dos tempos de percurso apresentados pelas fi.s mostrou-se significativamente muito aumentada com a substituição realizada. Seria porque entre as formigas em marcha para a isca passou a haver, de repente, um aumento no número de recém-recrutadas? No conjunto, os resultados obtidos nesta observação dão apoio à suposição de que o aumento do valor de incentivo de um chamariz provoca uma motivação aumentada nas formigas para a realização do provisionamento da colônia.

Diferentemente do ocorrido na Observação 26, *fn* mostrou-se ligeiramente mais lenta que *fi* tanto na fase de controle quanto na fase experimental da presente observação. Essa diferença, porém, não se mostrou estatisticamente significativa.

12 Modificações de comportamento de formigas *(P. fulva)* em uma trilha na qual são transpostas de um dado chamariz alimentar para outro de igual ou diferente natureza, mas em local fora da trilha

- *Observação 29 – Comportamento de formigas* (P. fulva) *A) quando transpostas de uma fonte alimentar para outra de diferente natureza ou, então, (B) quando transpostas para uma de natureza igual à da fonte original*

Na primeira fase, A, desta observação, tentei induzir a formação de uma trilha para uma mecha de algodão hidrófilo com solução de água com açúcar posta numa parede de azulejos. Para aumentar a chance de sucesso, suprimi do chão uma barata que havia atraído várias formigas. A mecha utilizada tinha 2 cm de comprimento, 1 cm de largura e 0,5 cm de espessura. Ela foi presa à parede por meio de uma tira de esparadrapo a 80 cm de altura do piso e distante 29 cm do batente da porta. A Figura 40 ilustra a nova situação obtida.

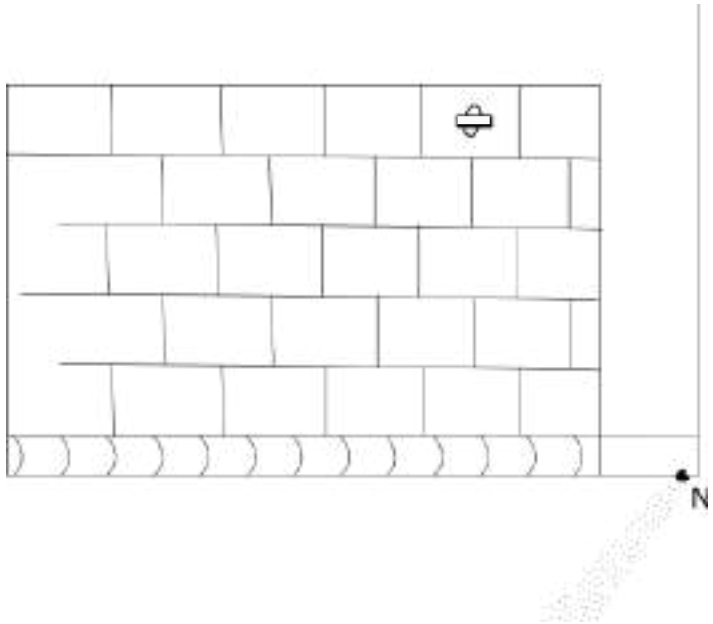


Figura 40: Representação aproximada da situação verificada na fase A da Observação 30.
Legenda:
Retângulos: azulejos numa parede.
)))))))): rodapé de peças de cerâmica boleadas.
Linhas pontilhadas: trilha ainda existente desde situação anterior.
N: ninho.
Figura trapezoide: tira de esparadrapo a prender uma isca na parede azulejada.

Apanhei três formigas – uma de cada vez – em uma tira de papel para levá-las ao chamariz preso à parede de azulejos. Para conseguir isto, eu deslizava pela superfície do chão duas tiras de papel, seguras, cada qual, com uma das mãos, fechando gradativamente entre elas o espaço em que se deslocava a formiga, a qual, ao afastar-se de uma das tiras, geralmente acabava adentrando a outra; esta outra era, então, ato contínuo, erguida e aproximada à isca posta na parede. Foram apanhadas desta forma, sucessivamente, 3 fulvas que estavam cerca de 1 cm afastadas do ponto onde antes jazia a barata. Deslocando cada tira com uma formiga de modo que esta estivesse sempre na superfície superior do papel, levei as formigas, uma por vez, a aproximarem-se da isca de modo que pudessem passar facilmente a ela. Uma delas chegou a pisar no chamariz, mas saiu dele acelerada, parede abaixo, com vários repelões, e caiu em seguida. Outra afastou-se velozmente do chamariz, mal virei a tira de papel do lado apropriado para a formiga

descer, foi pela parede e caiu. A terceira caiu do papel ao chão quando já estava perto da isca.

Apanhei uma quarta formiga que, no chão, chegara devagar junto a uma tira de papel largada aí, "'farejando-a" e escalando-a em seguida. Uma vez elevada a tira para levá-la ao incentivo, porém, a formiga pôs-se a correr, descendo a parede e, passando sobre a mecha, despencou dela até o chão. Uma quinta formiga também escalou uma tira, mas, quando levantei o papel, girando-o no ar para que ela ficasse sempre na superfície superior da tira, ela pôs-se a correr em trajetória sinuosa e despencou de uma altura de 70 cm.

Na segunda fase, B, tencionei apanhar a barata por uma antena e pô-la contra a porta do aposento, mas a antena quebrou e as formigas que se encontravam na barata giraram pelo chão, retornando ao ninho. Pegando a barata com um papel, prendi-a na parede com nova tira de esparadrapo disposta, por seu cumprimento, perpendicularmente à tira que prendia a mecha de água com açúcar, e junto dela. A Figura 41 ilustra a nova situação obtida.

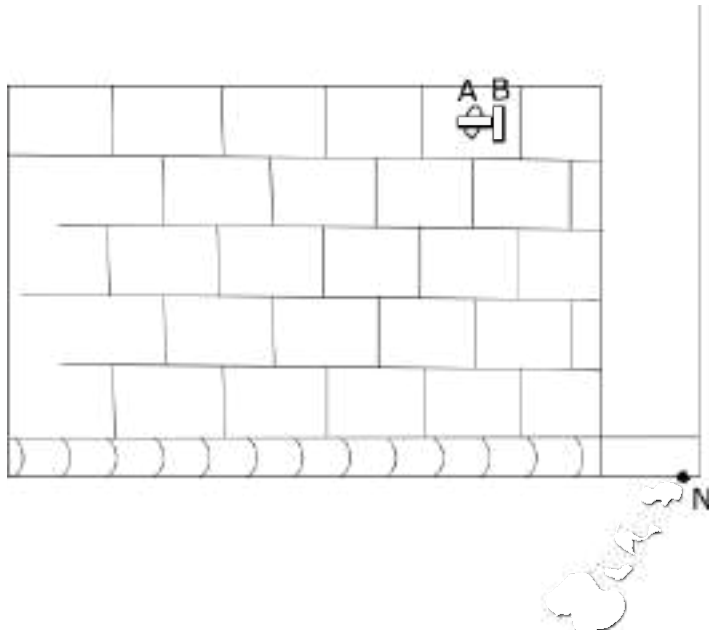


Figura 41: Representação aproximada da situação existente na fase C da Observação 30.
Legenda:
A: mecha de algodão hidrófilo com água e açúcar, presa com tira de esparadrapo.
Linha pontilhada: trilha ainda existente para secreções provenientes de uma barata, agora removida.
B: barata removida de sua posição inicial, agora presa à parede com tira de esparadrapo.
Retângulos: azulejos de uma parede.
))))))): rodapé de peças de cerâmicas boleadas e côncavas.

Sete formigas vieram do ninho até o local de onde a barata fora removida, "farejando", e passaram a sugar um muco deixado pela barata. Uma ou outra dentre elas, num dado momento, saía em meandros com oscilação miúda e muita reorientação por até 15 a 30 cm em volta, dando a impressão de estar em busca da barata removida. Apanhei uma dessas formigas com uma tira de papel. Ela corria quando saiu do papel para a parede e, na passagem pela barata, rapidamente, em fração de segundo, se deteve na antena remanescente do inseto, primeira coisa saliente a topar; apreendeu-a com as mandíbulas e deu-lhe um puxão da frente para trás. Passou a descer, em trajetória com meandros de 20 cm de raio, tornou a subir com marcha similar, chegou novamente à barata, puxou outra vez, mas mais longamente que antes, sua antena. Foi depois sob o corpo da barata e pôs-se a puxar os pelos de uma de suas patas.

Os resultados obtidos nas duas fases desta observação parecem indicar que as formigas transpostas de uma trilha no piso de um banheirinho para uma isca fixada na parede azulejada limitante desse piso rejeitavam essa isca se ela fosse de natureza diferente da que inicialmente utilizam, ou, diversamente, a aceitavam se ela fosse a mesma anteriormente utilizada. Dir-se-ia, por estes resultados, que essas formigas, quando em sua trilha, dirigiam-se, com seu comportamento, não a um alimento qualquer, mas a um alimento determinado, habitual, e que esse fato condicionava tanto a aceitação quanto a rejeição e até evitação de uma nova isca para a qual fossem transportadas dependendo de ela ser a mesma ou então diferente da isca original.

Notas finais acerca das observações do presente tópico

As observações relatadas acima parecem particularmente úteis para sugerir ou apontar as seguintes conclusões a respeito das formigas em estudo: 1) Praticamente não ocorrem modificações de comportamento dramáticas quando o objeto empregado para alterar uma trilha de provisionamento é um incentivo alimentar, especialmente quando tal incentivo tem a mesma natureza do incentivo empregado para dar origem à trilha ou quando está mais próximo do ninho do que o incentivo original; 2) Numa trilha de provisionamento, as formigas têm um registro mnêmico, ainda que apenas aproximado, da locação e natureza de um item alimentar repetidamente visitado; e 3) Numa trilha de provisionamento já visitada, as formigas rumam, desde o começo e de qualquer das extremidades da trilha em que estejam, em direção à extremidade oposta, tomada como um

objetivo. Em outras palavras, quando indo de seu ninho para o incentivo ou vice-versa, o seu comportamento consiste em dirigirem-se para um alvo demandado antes que uma apresentação de respostas automáticas eliciadas pelos estímulos do caminho.

13 Modificações de comportamento ocasionadas pela alteração de um ambiente de comportamento anterior, mas sem introdução de elementos estranhos a ele

Um ponto tido em comum pelas observações expostas até aqui, feitas com o objetivo de pesquisar as causas das modificações de comportamento apresentadas pelas formigas diante de uma súbita alteração praticada em sua situação de comportamento, é que envolviam, todas, a introdução repentina de algum elemento estranho à situação. Sendo assim, uma indagação que surgia era saber como seria o comportamento das formigas se fosse alterado apenas algum elemento da situação, sem introduzir nesta, porém, nenhum elemento estimulante que ela ainda não contivesse. Um acaso fez-me, um dia, numa de minhas muitas andanças atrás de formigas por terrenos baldios, deparar com uma situação como a mencionada acima, que foi objeto da observação relatada a seguir.[25]

- *Observação 30 – Modificações no comportamento de escavação do ninho inicial de uma rainha de* Camponotus sp. *consequentes à alteração repentina no padrão de estimulações por luz e sombra projetadas por um arbusto sobre a rainha e sobre o solo*

Certa feita, num terreno baldio, deparei com uma rainha de *Camponotus* – provavelmente, *Camponotus melanoticus* – no seu trabalho inicial de fundação de uma nova colônia. Como é usual para as rainhas fundadoras da maioria das espécies, ela devia ter acabado de pousar no solo após seu voo nupcial.

A fêmea fértil já havia destacado suas asas e encontrava-se em uma atividade frenética de escavar, no solo, com patas e mandíbulas, a câmara na qual se recluiria e colocaria seus ovos para dar origem à primeira geração de operárias da futura colônia. Como no caso de outras rainhas fundadoras (cf., por exemplo, Cunha, 1988), o local da perfuração não

[25] Observação que não parece ter sido registrada em meus protocolos de observação, mas que permaneceu viva em minha memória e era frequente objeto de consideração.

devia ter sido determinado a esmo, mas após sobrevoo e inspeção visual de alguns terrenos, descida ao solo e tateamento do chão com as antenas, até achar o sítio apropriado. Isto significaria: até encontrá-lo conforme com especificações de umidade, consistência, etc., estipuladas em um mecanismo de ação pré-programado.

O local escolhido para a fundação do ninho inicial estava entre alguns arbustos cujos galhos e folhas ensolarados, agitados por um vento irregular, projetavam sobre o solo, alternadamente, manchas de sombra e de claridade numa duração e sucessão aparentemente imprevisíveis. Tendo encontrado a rainha já em sua faina escavadora, depois de havê-la observado em seu trabalho por alguns instantes, resolvi, de pé, erguer a palma de uma mão e interpô-la entre o sol vespertino e a formiga, lançando sobre esta e o solo em volta uma sombra estacionária. Imediatamente, a rainha se imobilizou, e assim permaneceu por certo tempo – coisa de 1 a 2 min. Finalmente, e já depois de, cansado, haver eu recolhido a mão estendida, a formiga voltou novamente à sua empreitada.

Tratava-se – dirão, e certamente com razão – de uma ação automática baseada num mecanismo de resposta pré-programado. Com uma tal reação, a rainha, cuja coloração assemelhava-se à do solo, conseguiria, provavelmente, como muitas outras rainhas fundadoras de sua e de outras espécies, passar inadvertida a predadores com acurada percepção de vibrações e movimento, como aves, lagartos, tamanduás, tatus, aranhas e outras formigas. Admito-o, sem contudo deixar de admirar-me ante o feito. O que me impressionava mais eram as capacidades e realizações que a ação revelava. Com efeito, ela mostrava, primeiro, que a formiga, enquanto escavava, não deixava de estar atenta a certos acontecimentos em seu ambiente e que, mesmo, os registrava, talvez formando deles uma espécie de representação ou modelo; segundo, que parecia usar esse registro-modelo como uma espécie de sonda ou gabarito, ao que penso e colocarei doravante aqui como hipótese, para aferir o estado de concordância do ambiente atual com o registrado a fim de utilizar o resultado, no caso de uma discrepância significativa, para acionar um estado de alerta para com os acontecimentos nos arredores e consequente ação emergencial para com eles. Esta última afirmação é feita com base no fato de que era claro que a súbita alteração de um estado de regularidade do ambiente interrompia o trabalho de escavação e fazia a formiga imobilizar-se, o que, certamente, a tornava menos perceptível para os predadores.

Uma diferença desta observação com as observações relatadas anteriormente é que dizia respeito ao comportamento de uma fêmea fértil de *Camponotus* e não de operárias de *P. fulva*. Não creio, porém, que ela deixasse de ser instrutiva com respeito ao problema investigado. Com efeito, observei paralisações temporárias semelhantes à relatada em fêmeas férteis de outras espécies de formigas (por exemplo, em *Camponotus rufipes* Fabricius, 1775, *Camponotus fuchsae*, *Solenopsis saevissima* Fr. Smith, 1855, *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr, *Atta sexdens rubropilosa* Forel 1908, etc.), e também em operárias dessas espécies, geralmente em consequência de algum abalo transmitido ao substrato, no caso de operárias em trabalho de escavação, ou também com variação súbita da iluminação do ambiente, no caso de fêmeas férteis. Em alguns casos observei que, após a interrupção do trabalho de escavação provocado por uma súbita variação na iluminação do ambiente ou por uma vibração diferente no terreno, a formiga, quer se tratasse de uma rainha fundadora ou de uma operária, podia, em vez de imobilizar-se imediatamente, se um tanto afastada do canal em escavação (por exemplo, se estava indo depositar um torrão da terra retirada na escavação a certa distância do ponto de perfuração), precipitar-se primeiro para o canal e nele atirar-se antes de imobilizar-se completamente.

Uma consideração importante a ser feita nesta conexão é que, ao baixarem ao solo e iniciarem o processo de fundação do ninho inicial, as fêmeas férteis parecem ser indiferentes às variações normais de luz e sombra e de vento à sua volta. Somente depois de uma exposição de certa duração às condições de estimulação dos arredores é que uma variação nessas condições, ainda que pequena, leva essas formigas a interromper sua atividade e assumir uma imobilização protetiva. Essa mesma indiferença a muitas condições de estimulação variáveis em seus arredores parece a regra no caso de operárias de *P. fulva* que, alertadas na entrada ou no interior do ninho por alguma companheira que acabou de localizar uma fonte alimentar no exterior, lançam-se a esta, procurando rastrear as pegadas da descobridora. Já depois de estabelecida uma trilha para o incentivo, porém, as operárias parecem tornar-se sensíveis a mudanças que venham a ocorrer em seu ambiente e tendentes, diante delas, a hesitar em sua marcha ou mesmo a interromper sua atividade, regressando ao ninho.

14 Modificações de comportamento com alterações da situação que atingem o próprio corpo das formigas

As observações relatadas até aqui diziam respeito geralmente às modificações de comportamento apresentadas pelas formigas diante de alterações efetuadas em algum ponto de seu caminho, no ninho ou no alimento que elas estivessem coletando, ou, ainda, no ambiente ao redor. As observações relatadas a seguir foram selecionadas para indicar o efeito que produziriam alterações em que as próprias formigas fossem diretamente atingidas de alguma maneira.

- *Observação 31 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha provocadas por um impacto mecânico transmitido a um alimento por elas utilizado*

Esta observação teve por objetivo verificar o efeito que teria, sobre as formigas *(P. fulva)* em uma trilha, um impacto transmitido diretamente a um pires contendo um chamariz alimentar que estava sendo utilizado pelos insetos. Foi observada uma trilha de cerca de 1 m de extensão formada no piso de uma garagem. A trilha era bastante populosa e conectava um ninho situado em uma fresta na parede da garagem até um pires de porcelana contendo pedaços de mamão maduro. Metade da trilha – a mais próxima do ninho – achava-se num trecho ensolarado do piso e a outra metade num trecho ensombrado dele onde, inclusive, passava sob uma cesta de natal antiga feita de vime. Perto do pires, a trilha apresentava-se mais como uma coluna do que como uma linha. A Figura 42 ilustra a disposição da trilha e dos seus arredores. A trilha já existia desde a noite anterior e teve seu chamariz alimentar renovado de manhã. A quantidade de formigas e sua velocidade eram maiores do que as usualmente encontradas, não obstante o grande calor (cerca de 30°C) que reinava nessa hora (cerca de 14h) – geralmente um fator dissuasivo de trilhas – provavelmente devido a uma grande privação de líquidos e de alimento experimentada por essa colônia.

A observação teve duas fases, ambas com 20 períodos unitários de 1 minuto cada, marcados por um cronômetro: uma, de controle, ou sem nenhuma alteração praticada no ambiente, e outra, experimental, na qual foi imprimido ao pires que continha o chamariz alimentar um impacto mecânico que o fez vibrar repetidamente por algum tempo. Para essa alteração, uma borda do pires foi levantada a 4 cm de altura e em seguida solta

para que a parte levantada do pires caísse sobre o piso com um impacto vibratório.

Os resultados desta observação, qualitativamente, podem ser assim descritos. Com o impacto e vibrações transmitidas ao pires de porcelana as formigas saíram por uma área do piso em forma de cunha, como o mostra a Figura 43 para sob a caixa de vime e, de lá, pela trilha única em direção ao ninho, mas desbordando-a visivelmente. Nas palavras mesmas em que relatei o observado, saíram "*muito rápidas, mas ordenadas; foi-me impossível contá-las, tantas saíram, todas ao mesmo tempo ou quase, numa corrente móvel de partículas: um belíssimo espetáculo que não deixaria a menor dúvida de que se tratava de uma evasão em massa, pela rapidez e pela concomitância dos movimentos individuais, se tomados em comparação com o que se via na fase de controle. E, claramente, era um processo dirigido e, não, cego, muito embora as formigas não seguissem estritamente – nem caberiam – na faixa de percurso anteriormente usada. Claramente, ao desbordarem a faixa, e prosseguirem na direção correta, em desabalada, revelavam a posse da direção a seguir até o ninho*".

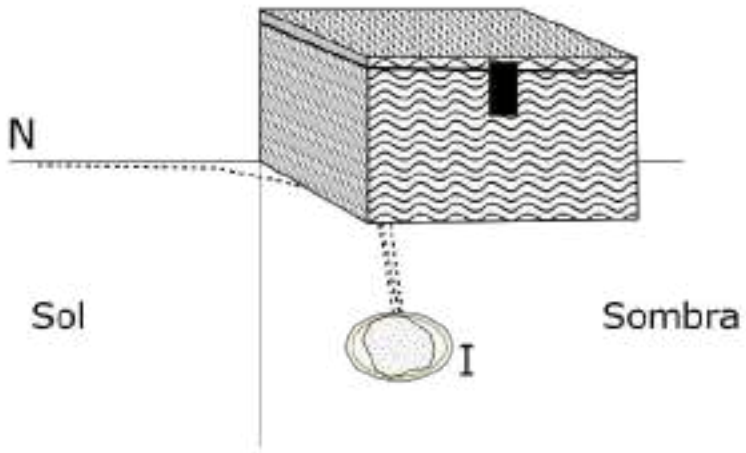


Figura 42: Representação aproximada de uma trilha formada no piso de uma garagem.

Legenda:
N: ninho.
I: incentivo (Pedaços de mamão maduro no interior de um pires de louça).
Linha interrompida: trilha.

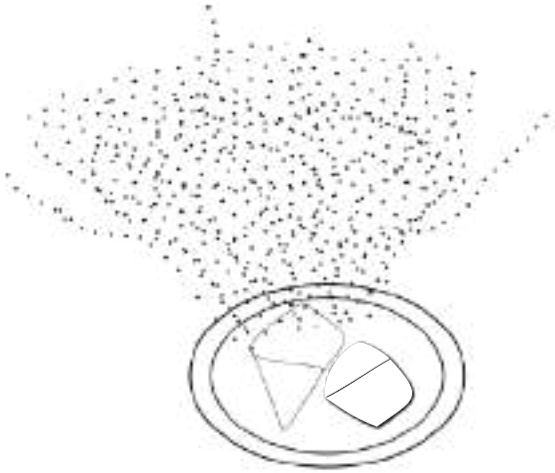


Figura 43: Ilustração das trajetórias (linhas interrompidas) seguidas pelas formigas que se alimentavam de pedaços de mamão maduro no interior de um pires de louça imediatamente após a transmissão de um impacto mecânico ao pires

Depois do primeiro 0,5 min do impacto, e passada a chusma de retornantes ao ninho, procedi à contagem, por períodos unitários de 1 min cada, durante 20 min, das formigas retornantes ao ninho que passavam por um determinado ponto pré-escolhido. Embora eu não medisse sua velocidade, pareceu-me que elas estavam muito mais rápidas do que na fase de controle, mas que apenas uma ou outra dentre elas exibia alguma ondulação na marcha. A média de formigas em trânsito de volta para o ninho revelou-se igual a 24,3 p/ min, com desvio-padrão igual a 0,1432, contra a média de 21,85 e desvio-padrão igual a 0,2048 na fase de controle. A diferença no número médio de formigas entre as duas fases, embora de apenas 2,45 formigas por período unitário, produziu um t, de Student, igual a 42,73, o que mostra que o impacto no pires contendo o incentivo alimentar ocasionou um aumento estatisticamente significativo[26] do refluxo de formigas para o ninho na fase experimental.

Logo após o impacto, porém, já era manifesto que a trilha continuava viva, renovada pela chegada de novas formigas que procediam do ninho para o incentivo alimentar, embora os cálculos referidos acima indi-

[26] Além do nível de confiança de 0,001.

cassem não ter a trilha de chegantes à isca recuperado completamente seu volume inicial. Este fato sugeriu-me que, posto que bastante alteradas em seu comportamento, as formigas retornantes devido ao impacto não chegaram, provavelmente, a alterar a disposição das companheiras que por elas passaram quanto a visitar ou não o chamariz. É possível que a redução do afluxo de formigas à isca nos minutos consequentes ao impacto se devesse, assim, principalmente, à desistência das formigas diretamente atingidas pelo impacto quanto a voltar ao chamariz posteriormente.

Parece claro, desta forma, que um impacto forte produzido em um chamariz alimentar induziu as formigas que dele se alimentavam a retornar, em fuga célere, ao ninho, mas, estranhamente, não foi demonstrado que o encontro repentino da chusma de retornantes induzisse outras formigas que se dirigiam ao incentivo provenientes do ninho a também fazê-lo.

- *Observação 32 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *em uma trilha que, estando a ingerir alimentos, eram afetadas pelo hálito, respiração ou até anelos do observador a uma pequena distância*

Esta observação foi relativa a uma trilha que, percorrendo uma parede de azulejos a partir de uma fenda existente nesta, passava sobre uma pia de mármore e desta pelo armário da pia abaixo até uma ninfa de barata morta sobre o piso de uma cozinha. Era uma trilha populosa, com centenas de formigas que, havendo já retirado a cabeça da barata, extraíam do orifício aberto no corpo desta uma massa mole e porosa, graças ao que ficavam, gradualmente, com o gastro inflado onde passavam a ser visíveis vários anéis amarelados. O que me importa relatar nesta oportunidade são vários fatos que revelam uma excepcional plasticidade das operárias nessa espécie de formigas quando comerciam com algum alimento muito apreciado.

De fato, utilizando uma lanterna e um conta-fios, ou lente de relojoeiro, de dez aumentos, cheguei, como escrevi então, "a quase tocar a barata, examinando como as formigas procediam sobre ela ou nela. No começo, provoquei uma debandada, mas novas vieram, e eu podia respirar sobre elas, sem praticamente afetá-las, ou espantá-las". "Finalmente, há este fato espantoso: quando fumei, e respirei sobre a barata, esta ficou por alguns segundos deserta, quase. Mas, depois, fiquei respirando sobre ela, e o fluxo de vindas das formigas não se interrompeu, nem o ingerir da barata". "Depois, lancei água com açúcar refinado num dos sulcos que existiam

ao longo da borda da pia e, armado com conta-fios, passei a examinar as formigas em várias posições quando ingeriam a solução açucarada. Ora, para ver formigas com lupa (conta-fios) de curta distância focal, sob lanterna, eu tinha que encostar quase o rosto na pia; de fato, pus o nariz sobre a pia, e respirava livremente; a partir de 0,5 cm dele havia formigas ingerindo açúcar com água, indiferentes o tempo todo, a chegarem, a irem, e creio que só não entravam em meu nariz nem o escalavam porque não continha açúcar. Apenas um arrastar copo sobre a pia, bater com o conta-fios ou soprar mais forte as fazia correr em roda, mas logo voltavam à ingestão. Pois bem: abri a boca e soltei um bafo leve (expirei) sobre elas. Elas correram em roda e logo voltaram a sugar, ali mesmo. Eram umas duzentas. Apoiei meu queixo na pia e fiz o seguinte: de boca aberta, tomava ar, e expirava pela boca, e fui, gradualmente, aumentando a intensidade da expiração diretamente sobre elas, até o ponto em que eu estava arquejando com grande intensidade, como um paciente em coma, ou mais intensamente ainda. Nada! Era como se tudo estivesse normal. Mesmo na trilha, meu respirar e expirar pela boca praticamente não as afetava em sua marcha. Somente uma mudança muito abrupta, nada gradual, nos sopros, levando-os a uma intensidade repentinamente elevada, as fazia correr um pouco e, em seguida, reagrupar-se para ingerir a solução açucarada".

Esses fatos contrastam grandemente com os obtidos diante do alento ou de sopros do observador praticados numa trilha em pontos afastados do ninho e de um alimento, os quais, geralmente, tinham efeito desorganizador da trilha bem maior que o obtido no caso da presente observação. Dir-se-ia que, nesta, a presença do alimento atuava contrabalançando ou reduzindo os efeitos dissuasores ou perturbadores das alterações praticadas no ambiente. Ou, talvez melhor, o efeito desorganizador de uma alteração experimental dir-se-ia maior numa fase em que o comportamento se encaminha para um objetivo do que quando este já foi localizado.

O sopro ou o respirar sobre as formigas, ou suspender tais estimulações, causava, conforme se viu, modificações de comportamento nas formigas de uma trilha. Esse fato levava a indagar o que ocasionaria no comportamento das formigas alguma alteração mais duradoura do que essas, por exemplo, dotá-las de alguma marca feita com tinta. A Observação 33, relatada a seguir, oferece subsídios para uma resposta a essa indagação.

- *Observação 33 – Efeitos da pintura com tinta de alguma parte do corpo de formigas* (P. fulva) *em duas condições diferentes: a) antes, e b) depois de formada uma trilha a conectar um ninho a um chamariz alimentar*

Certa ocasião, no jardim de uma casa onde eu residia, coloquei, sobre uma torneira situada numa parede a uma altura de 60 cm de um piso cimentado, duas mechas emboladas de algodão hidrófilo embebidas em uma solução de água e açúcar para servirem como chamariz para as formigas. Depois de certo tempo, após levar para o chamariz, individualmente, algumas formigas que perambulavam pelo piso cimentado, uma trilha, posto que ainda um tanto irregular, acabou se formando para o incentivo sobre a torneira. As formigas que iam ter a ele provinham de dois locais diferentes, provavelmente, dois ninhos temporários da mesma colônia. Um desses ninhos, situado à minha direita, tinha por entrada uma loca na parede junto à aresta por essa parede formada com o piso cimentado; o outro ninho, situado à minha esquerda, estava numa trinca no piso interno de um armário que abrigava o registro da água, e não era visível de fora.

A grande maioria das formigas subia à parede quase sob a torneira, mas, dos dois lados, uma ou outra ocasionalmente ensaiava, bem antes de chegar sob a torneira, ir mais diretamente ao incentivo, conquanto hesitantemente. Também entre as que voltavam do chamariz para o solo havia algumas que ensaiavam voltar mais diretamente aos seus destinos do que seguindo o caminho coletivo. Notei que esses ensaios aparentes de atalhar o caminho eram mais frequentes para o lado do ninho que estava à minha direita, e que a trilha formada estava mais puxada para esse lado: provavelmente, suponho, por ser esse ninho o mais antigo e o mais populoso dos dois. A Figura 44 ilustra a situação constituída.

Num dado momento, para os fins de um experimento que eu planejava executar em seguida e que acabei não realizando, procurei marcar com tinta branca para calçados, depositada na extremidade de uma pequena palhinha de arroz, todas as formigas que subiam ou desciam pela trilha, na porção intermediária da trilha. No ato da pintura, as formigas buscavam escapar à palhinha móvel assim que davam por sua aproximação: corriam, oscilavam em sua marcha. Também, ao toparem uma mancha de tinta caída da palhinha sobre a parede, corriam, oscilantes, não raro invertendo a direção de sua marcha, numa reação que parecia de escape ou fuga à tinta. Algumas das que desciam, ao serem pintadas, pareciam desorientar-se e passavam a subir, e algumas das que subiam passavam a

descer. Seria isso mera desorientação ou seria, antes, um retorno? Às vezes minha impressão era de que as formigas, principalmente entre as que desciam, meramente perdiam a direção.

Esse comportamento das formigas contrastava bastante com o notado em duas formigas que eu, no começo da observação – aliás como também o fazia em várias ocasiões anteriores, para tentar iniciar uma trilha – marcara, com a mesma tinta e do mesmo modo, assim que conseguira transportá-las para algum atrativo. Essas formigas, ao serem marcadas, não haviam fugido e não haviam mostrado tanta perturbação quanto as marcadas sobre a trilha na presente observação. Certamente elas estavam sendo confrontadas com uma situação a que não haviam ainda sido expostas, ao serem apanhadas e postas sobre uma mecha com água e açúcar, e a pintura era apenas parte de uma situação nova. Além disso, havendo, em consequência do transporte, encontrado o atrativo, pareciam passar a concentrar neste último sua atenção, certamente porque já estavam no exterior do ninho num estado motivacional que Cornetz (1914) chamava de "estado de busca de provisões".

Mas uma diferença mais interessante ainda a mencionar no comportamento das formigas que eu pintava sobre o chamariz para indicar sua condição de descobridoras do incentivo e as formigas da presente observação, pintadas sobre a trilha, precisa ser mencionada. Ao passo que aquelas, depois de ingerirem a solução açucarada, iam ao ninho e voltavam seguidamente, conforme já foi indicado mais acima, as segundas, ao contrário, não voltavam mais, depois de regressarem ao ninho.

Os acontecimentos mencionados devem ser vistos em conjunto com um outro fato descoberto em minhas observações anteriores: o de que as formigas às vezes sobem a um pedaço de papel colocado na região do ambiente (por exemplo, no solo) onde foi depositado um chamariz, mas não o fazem quando encontram de repente o mesmo pedaço de papel recobrindo um trecho intermediário de uma trilha já formada. Dir-se-ia que, estando em busca de alimento e sentindo o cheiro de algum nas proximidades, parecem concentrar sua atenção nele e ficar temporariamente um tanto distraídas ou mesmo indiferentes a alguma mudança de estimulação oferecida pelo meio que não constituísse indicação da presença de alimento próximo.

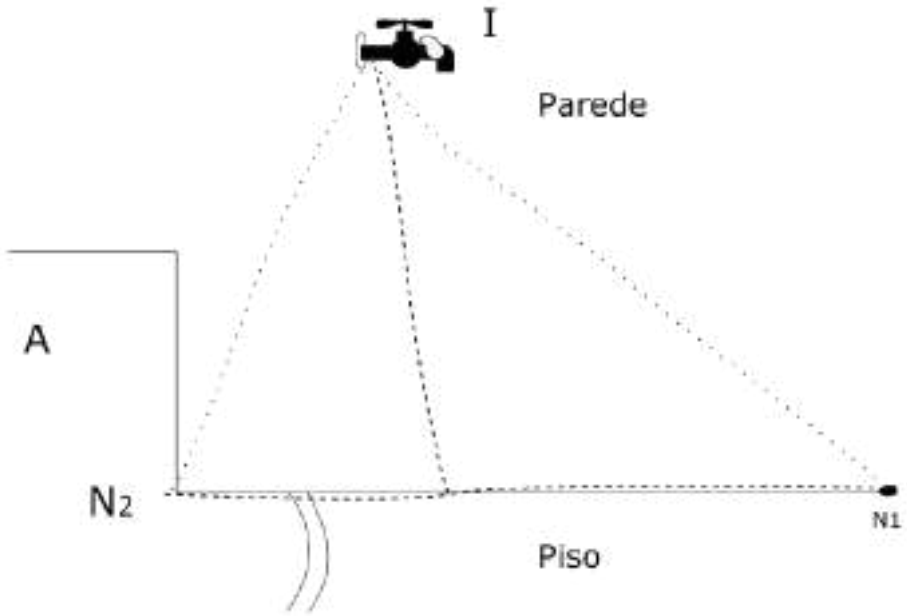


Figura 44: Situação encontrada na Observação 34.
Legenda:
N_1 e N_2: entradas de dois ninhos temporários de uma mesma colônia de *P. fulva.*
I: incentivo (mechas de algodão com água e açúcar).
Linhas interrompidas: trilhas.
Linhas pontilhadas: formigas esparsas em tentativas de atalho.
A: armário com o registro e o relógio de água.

Até pelo menos 15 min após a pintura o número de formigas na trilha reduziu-se bastante. Como eu sabia que a tinta, ao secar sobre o tegumento das formigas, permanecia nele longamente, parecia razoável concluir que apenas formigas não atingidas pela pintura remanesciam na trilha, ainda que algumas dentre as não pintadas pudessem ter desistido de sair do ninho depois do encontro com companheiras pintadas. Como um fato, porém, 30 min após a operação de pintura, observei que, posto que, havia tempos, a trilha viesse avolumando-se novamente, nenhuma das formigas dotadas de marcas de tinta havia retornado. Não se viam nem mesmo as duas formigas que, dentre as inicialmente marcadas, durante algum tempo tinham ido e voltado várias vezes: talvez por que já se houvessem, na ocasião, fatigado ou mudado de atividade?

Intrigado com as diferenças de comportamento mencionadas acima, decidi, então, pintar as fulvas sobre o chamariz. Em meu pensamento, duas coisas podiam acontecer. Primeiro, as formigas pintadas não desertariam a trilha, mas continuariam a ir e vir entre o atrativo e o ninho. Isso indicaria que as formigas, na região do chamariz, estariam com sua atenção absorvida nele a ponto de não notar o que se passasse nos arredores ou não se incomodar tanto com o que lhes acontecesse de inabitual. Ou, diversamente, as formigas não voltariam, depois de seu regresso ao ninho já pintadas em alguma parte do corpo, e nesse caso seria porque já teriam sido impressas nelas, por assim dizer, as características habituais do meio nas suas incursões anteriores, características essas que não incluíam a experiência de sofrer pintura no tegumento. De alguma forma, uma variação nas condições já registradas do meio constituiria, ao que parece, como notado no caso da rainha fundadora relatado mais acima, um elemento impeditivo do prosseguimento do comportamento anterior.

Procedi, então, à marcação, por meio da palhinha com tinta branca para calçados, de algumas formigas que estavam sobre o chamariz. Uma ou outra retornou ao ninho imediatamente, sem muita agitação; a maioria, porém, locomoveu-se para trás das mechas de algodão embebidas com a solução açucarada que constituíam o chamariz, na região onde essas mechas se encostavam, deixando lacunas, no muro, e lá ficaram. Com o tempo, eu só podia achar novas formigas para marcar entre as chegadas de novo, mas mesmo estas ficavam mais ariscas, talvez porque houvesse um pouco de tinta, que antes não existia, em alguns pontos da face exposta das mechas de algodão. As novas a chegar tendiam muito mais a expor-se sobre o chamariz, certamente por não terem sido tocadas diretamente ainda.

Continuei, por uns 5 min, pintando ocasionalmente as que se expunham na face visível do chamariz: cerca de vinte, ao todo, e não vi nenhuma delas, depois do seu regresso ao ninho, voltar à fonte de provisões. Procurei pintar apenas a parte dorsal do tórax ou do abdome, porque notei que as pintadas na cabeça perturbavam-se muito mais (ficavam mais embaraçadas e mais tempo ocupadas em limpar com suas patas frontais as antenas e a cabeça). Num período de 12 min após a pintura ter sido encerrada, nenhuma formiga pintada voltou ao chamariz. Nenhuma formiga pintada era visível nem mesmo longe do incentivo, sobre o cimentado, a não ser entre as que retornavam ao ninho. Algumas vezes, as fulvas no chamariz apareciam na face exposta deste, mas isto era mais raro do que era no princípio da marcação. Dezesseis minutos após o início da pintura

das formigas sobre o atrativo procedi a uma inspeção minuciosa da trilha: nada de reaparecerem as formigas marcadas, nem as que o haviam sido 45 min antes, no meio da trilha.

Voltei a examinar a trilha passados 40 min desde que eu cessara a pintura das formigas sobre o chamariz. Vi, então, uma formiga pintada descendo a parede, rumo ao ninho. Seria esta alguma das marcadas iniciais, ou seria alguma das marcadas nas duas fases finais da observação, ou, mesmo, alguma das pintadas no chamariz e que permanecera oculta atrás dele todo esse tempo?

A menos que alguma outra explicação pudesse ser encontrada e demonstrada para o não retorno ao meio externo das formigas pintadas nesta última observação, julguei que os resultados nela obtidos davam apoio a uma de minhas suposições expostas mais acima: a de que o não abandono do ambiente exterior ao ninho por parte das formigas que foram pintadas sobre um chamariz no começo das observações dever-se-ia ao fato de, então, não terem tido elas ainda tempo de serem marcadas pelas condições prevalecentes da estimulação no meio exterior e por estarem, além disso, grandemente motivadas para um comércio com um incentivo alimentar. Já posteriormente, a pintura das formigas tornaria a situação numa dada instância de comportamento diferente das instâncias anteriormente experimentadas, e essa discrepância, de alguma forma, é que parecia levar as formigas a apresentar um estado de alerta e a recolherem-se ao ninho e descontinuar seu comportamento de provisionamento. A causa mais geral das modificações de comportamento que vínhamos estudando seria, assim, alguma alteração do ambiente imediato dos insetos que o tornasse discrepante do ambiente anteriormente existente que já os houvesse marcado, ou que houvesse sido por eles registrado de alguma maneira e que de alguma forma estivesse implicado no comportamento então sendo executado.

15 Considerações finais e conclusões a respeito da investigação relatada neste capítulo

Neste capítulo se viu como o fenômeno das modificações de comportamento das formigas podia ser acarretado por uma grande variedade de alterações experimentais, entendidas como modificações do ambiente imediato dos insetos. Uma questão que surgia diante dessa variedade era saber se as alterações tinham algum fator ou grupo de fatores comum

que pudesse ser considerado como a causa do fenômeno. Viu-se, no decorrer da apresentação, como a análise dos dados permitia rejeitar como inadequadas algumas hipóteses acerca do que constituiria o referido fator ou grupo de fatores. Particularmente, este não parecia ser constituído por alterações do meio representadas por estímulos automaticamente acionadores de programas de ação embutidos no genoma da espécie considerada no curso de sua evolução. Especificamente no caso das modificações de comportamento particularmente dramáticas apresentadas pelas formigas *P. fulva* de uma trilha diante de uma ou mais companheira esmagada, viu-se, contrariamente ao afirmado ainda hoje por praticamente a totalidade dos pesquisadores biologicamente orientados, como tal fator não era constituído por substâncias específicas intrinsecamente "modificadoras" a causarem reações pré-programadas automáticas, os chamados "feromônios de alarme". Também não parecia constituído pela mera interferência no rastro olfativo subjacente a uma trilha ou pela supressão de uma sua parte, já que as modificações de comportamento podiam ocorrer diante de alterações que, como um foco de luz ou de sombra projetado sobre o solo, não implicavam numa adulteração material desse rastro. No final, essa busca de um fator de estimulação comum às várias alterações efetivas em provocar o fenômeno configurou-se mesmo uma tarefa impossível, já que as modificações de comportamento em causa podiam surgir até com a cessação ou supressão de um dado estímulo, conforme encontrado, por exemplo, por Turner, no século passado, ao suprimir o odor de xilol de um trecho do solo por onde as formigas se deslocavam; ou, conforme se viu também na observação relativa à interrupção de estimulação com a respiração ou o sopro do observador dirigidos a formigas que acabavam de encontrar um incentivo alimentar dileto; ou ainda, como se verá nas observações relatadas no próximo capítulo. As modificações de comportamento representavam um desarranjo do comportamento até então sendo executado e não raro pareciam indicar, para a alteração, um caráter geral de obstáculo perturbador, de algo de que escapar ou que evitar, ou, pelo menos, de algo intrigante a examinar com certa cautela e a alguma distância, antes do prosseguimento ou do abortamento da atividade que vinha sendo realizada.

Dir-se-ia, dado este último caráter mencionado, que as diversas alterações experimentais utilizadas, sendo, como eram, qualitativamente diversas, apenas poderiam acarretar modificações de comportamento qualitativamente similares por atuarem sobre um dado fator central comum trazido pelo animal individual para a situação. Esse fator, obviamente, não

deveria estar implicado naquelas ocasiões em que, estando presentes alterações do ambiente, deixavam, no entanto, de se verificar modificações de comportamento. Que fator central seria este?

No decorrer da investigação verificou-se que uma alteração do ambiente imediato geralmente não bastava, por si só, para provocar as modificações de comportamento em causa, já que, por vezes, as formigas, desde que se expondo pela primeira vez a uma dada situação, deixavam de exibir essas modificações diante de alterações certamente profundas praticadas em seu ambiente de comportamento. Tal fora o caso, por exemplo, com a marcação das formigas com tinta branca para calçados depois que, vistas excursionando pelo terreno em atitude que Cornetz (1914) considerava indicativa de um "estado de busca de provisões", eram içadas a um papel e transportadas pelo investigador para um chamariz alimentar. A marcação mencionada era feita com o auxílio de uma palhinha com tinta assim que as formigas davam mostras de aceitar o alimento e antes de formada qualquer trilha. A ausência de modificações de comportamento era o caso, também, com as rainhas fundadoras quando, descidas ao solo depois do voo nupcial, punham-se a cavar a câmara inicial em um ambiente de estímulos grandemente variável, como os proporcionados por ventos, ruídos, agitação de folhagens, manchas móveis de sol e sombra, etc.; era também o caso com operárias de *P. fulva* quando, confrontadas, na entrada ou no interior do ninho, com a chegada de alguma companheira que acabara de localizar uma fonte alimentar no exterior, partiam do ninho, rastreando as pegadas da descobridora ou simplesmente deslocando-se com agitação de antenas até dar com essa fonte, indiferentes às variações de estimulação (como a presença de pedregulhos, tocos, tufos de ervas, ventos, manchas de sol ou sombra, etc.) encontradas no percurso, ou meramente fazendo face a elas com breve atividade exploratória aparente ("farejamentos"). Ou, ainda, era também o caso com as formigas que Cornetz (1914) denominava "pioneiras": as que percorriam um terreno independentemente, sem seguir algum rastro olfativo. Conforme o leitor deve lembrar-se, esse autor mencionava que tais formigas podiam deparar com um trecho de solo varrido à sua frente, ou mesmo raspado em sua camada inicial, sem apresentar uma desorganização do comportamento como a exibida por formigas que, percorrendo uma trilha, de repente deparavam com uma alteração similar do ambiente. O leitor deve também lembrar-se de que, em minhas próprias observações feitas a respeito de formigas encontradas a percorrer independentemente um dado trecho de terreno, a apresentação de um dedo

à frente da formiga, por exemplo, geralmente a levava a uma breve pausa seguida de "farejamentos" (uma agitação de antenas que parecia ter função investigativa), ou até a um contato das antenas com o dedo, mas não provocava uma interrupção definitiva ou desorganização do comportamento que vinha sendo executado. Já uma exceção importante a essa regra de ausência de modificações de comportamento dramáticas na primeira exposição de formigas a um ambiente particular parecia ser a constituída pela confrontação das formigas mencionadas com o mesmo dedo logo depois de ter ele sido utilizado para esmagar alguma companheira. Conforme se viu, tal alteração provocava, geralmente, modificações severas no comportamento das formigas estimuladas, embora na ocasião estivessem, ao que tudo indicava, percorrendo esse terreno pela primeira vez e não habitualmente. Contudo, essa exceção era apenas aparente, pois, evidentemente, as companheiras normais, com seu aspecto, odor, movimentos e atitudes usuais, certamente constituiriam, entre todos os objetos experimentados pelas formigas de uma colônia em seu passado individual, os mais encontradiços. Esse fato até poderia ser, segundo creio, a razão mesma por que o corpo adulterado de uma companheira, ou algum odor ou conjunto de odores característicos dele, ainda que misturado a outros talvez ainda não experimentados anteriormente, constituísse, quando inopinadamente encontrado pelas companheiras vivas, uma causa particularmente dramática de modificações de comportamento.

Que condição comum era apresentada em todas as situações em que a ocorrência de uma alteração do meio verificava-se acompanhada do fenômeno estudado, mas não se verificava nos casos em que uma alteração estava presente, mas o fenômeno citado não? Pelos dados obtidos, a condição em questão parece clara: uma exposição anterior habitual ou prolongada das formigas a elementos de um ambiente que seria posteriormente alterado. *A causa imediata das modificações de comportamento consideradas neste trabalho pode, desta forma, ser assim enunciada: era uma discrepância surgida entre o ambiente de comportamento que as formigas vinham encontrando de modo habitual, prolongado ou repetido, anteriormente, e o ambiente que, repentinamente, passavam, num dado momento, a encontrar*.

Apontar essa causa imediata, porém, não constitui uma explicação suficiente de por que um comportamento usual ou já estabelecido tornava-se de repente desorganizado ou modificado diante da alteração de aspectos do ambiente de comportamento até então existente. É necessário descobrir as razões por que essa causa teria esse efeito, e isso constituirá

parte do objeto do próximo capítulo deste escrito, em que se procurará desenvolver uma interpretação geral tanto dos fatores ou processos envolvidos na execução dos comportamentos habituais normais das formigas quanto nos implicados no fenômeno das modificações de comportamento provocadas por uma alteração repentina de aspectos do meio em que esse comportamento até então se processava.

16 Considerações acerca dos fatores provavelmente introduzidos numa situação de comportamento das formigas por uma sua exposição prévia repetida ou prolongada a um dado ambiente

Que fatores tornariam as formigas que se submetessem à exposição mencionada no parágrafo anterior diferentes das que não o fizessem em suas possibilidades ou suas disposições para agir? Com base nos dados apresentados até o momento, julgo poder formular, a respeito, algumas hipóteses que me parecem apoiadas pelos dados desta pesquisa, hipóteses essas que apresento abaixo.

Uma diferença importante seria referente, suponho, aos elementos mesmos que comporiam a situação de comportamento das formigas em ambos os casos. Essa situação provavelmente conteria, para as primeiras formigas mencionadas, mas não para as últimas, não apenas os elementos estimulantes do ambiente imediato, como, também, outros elementos da situação que, embora ainda não apresentados sensorialmente, as primeiras formigas haviam experimentado como acompanhando regularmente esses primeiros elementos. A exposição prévia, especialmente quando repetida, a uma dada situação, em uma nova oportunidade, seria importante por possibilitar à formiga, ao que penso, além de comportar-se para com os estímulos recebidos na esfera sensorial, comportar-se também para com os aspectos do ambiente postos como presentes por ação da memória. Para facilitar a compreensão desse ponto, permitir-me-ei afirmar que esse acontecimento seria semelhante ao que se passa com o ser humano quando, por exemplo, ao dirigir-se para uma pia para apanhar um copo e uma garrafa, já se encontra preparado por sua memória para encontrar neles certa frialdade ao tato e certos pesos diferentes ainda antes de tocá-los.

A memorização mencionada foi verificada, por exemplo, conforme já foi mencionado, na Observação 20, relativa ao esmagamento de formigas em um dos ramos de uma trilha duplamente bifurcada. Ela permitiu

às formigas vivas, conforme já foi indicado, ganhar certa independência com respeito ao domínio da eliciação e uma amplitude maior do ambiente para o seu campo de ação. Mais especificamente, a mnemonização de aspectos do ambiente possibilitaria às formigas, ao que suponho, passar a utilizar os estímulos sensorialmente recebidos do ambiente não mais, ou não apenas, como eliciadores imediatos de respostas, mas também como índices da presença de outros aspectos do meio invariavelmente acompanhantes desses estímulos no passado; e possibilitaria a esses estímulos, no caso de as formigas estarem apropriadamente motivadas para alcançar um objetivo para cujo alcance esses aspectos acompanhantes constituíssem meios adequados, atuarem como liberadores de um comportar-se de forma antecipada para com eles, aspectos. Dessa forma, seria possível, também, que a parte mais importante do efeito de qualquer intervenção experimental em provocar modificações de comportamento proviesse, geralmente, não tanto dos estímulos novos trazidos por ela, mas do desvirtuamento que ela causaria da situação mnêmica preexistente; e isto, tanto mais evidentemente quanto mais habitual ou rotineira já se houvesse tornado essa situação precedentemente e, é claro, quanto mais aspectos registrados dela estivessem influindo, e quanto mais importância tivessem, no comportamento em execução. Tal desvirtuamento parece haver-se tornado também, no curso da evolução, uma condição que provoca nos insetos, dependendo de suas condições situacionais e de experiência prévia, atitudes que vão desde a de investigação à de escape e busca de proteção e abrigo, ou, mesmo, ataque aos elementos alteradores da situação habitual, atitudes essas, certamente, de valor adaptativo.

É possível até que experiências bastante anteriores e não apenas recentes fossem registradas e pudessem ser mnemicamente trazidas a uma situação para compor, com os efeitos dos estímulos do meio atuantes sobre um organismo, um ambiente de comportamento que já não seria estritamente físico, mas psicológico, já que mnêmico e perceptual. Um tal ambiente é o que encontramos, nós, seres humanos, em nossas vivências – um mundo não reduzido estritamente ao aqui e agora dos acontecimentos na física, mas que apresenta um passado, um presente e até um futuro na forma de um passado reintegrado tomado como algo a suceder o momento que está sendo efetivamente vivenciado. Que as formigas parecem comportar-se em um ambiente psicológico antes que num ambiente estritamente físico sugere-o, por exemplo, além de dados como os obtidos na Observação 20, o fato de ser praticamente impossível molestá-las quando

encontradas afastando-se de seu formigueiro independentemente, isto é, aparentemente sem seguirem nenhuma trilha, sem levá-las imediatamente a regressar a esse formigueiro muito diretamente. Neste caso, parece claro que seu comportamento não constitui apenas respostas a estímulos sensorialmente atuantes no momento, mas também um lançar-se rumo ao seu ninho com base em uma representação espacial do seu ambiente, um mapa cognitivo – um conceito formulado originalmente por E. C. Tolman (1948) com base em estudos do comportamento de orientação do rato branco em labirintos.

Partindo das hipóteses acima mencionadas, procurarei, no próximo capítulo, desvelar que fatores uma exposição prévia das formigas a um dado ambiente, sobretudo quando repetida ou prolongada, atuariam na determinação do comportamento usualmente observado desses insetos, e, bem assim, formular uma explicação geral do fenômeno das modificações de comportamento que surgem diante de uma alteração repentina ocorrida nesse ambiente. Tal alteração, a meu ver, é o fator que provoca um embaraço ou mesmo desarranjo no papel representado por uma memória adquirida previamente pelas formigas na execução de um intercâmbio habitual com o seu ambiente, além de provocar modificações desse comportamento também, secundariamente, por suas características intrínsecas e situacionais. A memória individual e sua atuação nos processos de um organismo, a meu ver, é a criação evolucionária que possibilitou a certos organismos apresentarem outros comportamentos que não apenas reflexos e padrões fixos de ação e constitui a única razão para que se possa falar, nesses organismos, de uma *Psicologia*: um conjunto de fenômenos historicamente determinados e que, por o serem, são distintos em diferentes organismos e por essa razão os tornam, além de históricos, também "historiais", no sentido dado ao termo por Heiddegger (1967): de fazer que o organismo individual também seja instituidor e definidor de suas próprias situações, na medida em que as propriedades destas dependem da história de cada organismo particular (Cf., a propósito, Cunha, 1985 e 1986). Quanto aos demais capítulos, destinar-se-ão a expor outras descobertas desta investigação que me parecem prover uma fundamentação adicional à interpretação desenvolvida no capítulo seguinte tanto do comportamento normal como de suas modificações diante de alterações repentinas surgidas no ambiente usual das formigas.

17 Algumas palavras no sentido de esclarecer mais precisamente o sentido de "emoção" e "emocional"

Devo mencionar que essa tarefa não foi cumprida até hoje nem pelos filósofos, nem pelos psicólogos e outros cientistas, nem mesmo por literatos excepcionalmente dotados como Marcel Proust. O termo tem sido definido de diferentes maneiras pelos psicólogos ao longo do tempo e, frequentemente, até de maneira contraditória. Mostrou-o o colega Arno Engelmann, infelizmente já falecido, em seu livro "Os Estados Subjetivos: Uma Tentativa de Classificação de Seus Relatos Verbais" (Editora Ática, São Paulo, 1978) num levantamento do significado do termo "emoção" e termos afins desde os primeiros filósofos e os psicólogos que haviam tratado do assunto até o tempo da escrita de seu livro. Reagindo (Página 57 e seguintes) a uma definição de "emoção" apresentada por J. R. Reid levando em conta o uso comum do termo, Engelmann escreveu, com evidente ironia, que esse autor fora demasiadamente modesto e que "uma melhor caracterização de 'emoções e/ou..." parodiando algo a definição de "motivation" por Littman em 1958, seria a seguinte: "Trata-se de fenômenos de consciência e/ou fenômenos fisiológicos internos, neurais e/ou viscerais e/ou construtos teóricos e/ou meros títulos para capítulos; que se apresentam sob forma de entidades discretas independentes e/ou como pontos num contínuo; que se evidenciam por serem invulgarmente intensos e/ou pouco intensos e de intensidade média; que se caracterizam por acompanharem impulsos em geral desimpedidos e/ou acompanharem a interrupção de impulsos e/ou acompanharem conflitos entre impulsos; que envolvem percepção da situação externa e/ou percepção de ocorrências internas ao organismo e/ou percepção de ocorrências externas ou internas ao organismo e/ou percepção de ocorrências externas e internas, simultaneamente ou em sequência, e que são basicamente mecanismos que atuam no sentido de adaptar o organismo ao meio e/ou ocorrências desprovidas totalmente de função adaptativa e/ou fenômenos que, conforme as circunstâncias, são adaptativos ou não adaptativos".

Engelmann comenta que tal definição, "ainda que promova, quem sabe, um armistício entre defensores de diferentes posições, não tem nenhuma utilidade para uma adequada conceituação teórica dos fenômenos em questão" e que Max Meyer, já em 1933, profetizara que em 1950 o termo "emoção" já teria desaparecido da Psicologia. No entanto, pode-se dizer, acompanhando Engelmann, que, não obstante essa profecia, o conceito está ainda mais vivo do que nunca. Mas esse autor sugere que, se a definição do termo "emoção" é ainda insatisfatória, pode-se ao menos formar uma ideia relativamente clara do que os psicólogos observam em suas investigações quando mencionam que tratam de "emoção", e classi-

fica os fenômenos por eles observados em suas pesquisas em três classes, a saber: 1) movimentos, posturas e modificações do organismo diretamente observáveis; 2) movimentos e modificações do organismo observáveis apenas por intermédio de instrumentos, e 3) produtos de movimentos do organismo diretamente observáveis. Pois exatamente neste ponto preciso dizer que, praticamente desde o começo de minha pesquisa em 1960 sobre o comportamento das formigas, eu utilizei e ainda hoje continuo utilizando, a denominação "modificações de comportamento relativamente a um comportamento anterior tomado como referência", ou, simplesmente "modificações de comportamento", para designar os comportamentos perturbados tomados como evidência de emoções.

Que tal tentar agora uma alternativa mais expediente para definir "emoção"? Para isso, posso procurar essa definição em dicionários. Procuro primeiro a definição de "emotion" no dicionário Webster da língua inglesa. Nele leio que o termo veio provavelmente de "emovere", que, em latim conota, segundo o dicionário, mudança, modificação. Depois procuro no "Novo Dicionário Aurélio Buarque de Holanda Ferreira" da língua portuguesa e encontro para "emoção" a seguinte definição: "Reação intensa e breve do organismo a um lance inesperado a qual se acompanha de um estado afetivo de conotação penosa ou agradável". Ora, essa definição, na sua primeira parte, parece ser claramente assimilável à expressão "modificação de comportamento", utilizada em minha investigação, e, na sua segunda parte, à sua natureza emocional. O título que abre o meu livro, "A Emoção no compenetrado Cortejo", foi formulado, conscientemente, com essas conotações referidas. Quanto ao termo "emoção" minha definição é clara: refere-se às modificações de comportamento dos organismos que, estando ajustados a uma situação de comportamento habitual ou familiar, apresentam, diante de uma experiência relativa a uma alteração repentina e inesperada dessa situação que lhe impede subitamente de continuar a desenvolver uma ação propositada que ele vinha desenvolvendo, enquanto um novo ajustamento à situação, que incorpore nela a alteração mencionada, não for realizada. Trata-se de um conflito de experiências a embaraçar o uso de uma memória da situação habitual na realização de uma ação psicologicamente mediada habitual.[27]

[27] Em minha interpretação do fenômeno apresentada em minha tese de doutorado (Cf, Cunha, 1980), o ajustamento a uma situação, conforme se pode dizer utilizando o sistema psicológico de E. Chace Tolman (1932 e 1958), abrangia uma expectativa de comportamento que a alteração repentina da situação romperia, até que novo ajustamento fosse realizado. Um problema com essa interpretação que me levou a substituí-la era que a expectativa por vezes aumenta e por vezes diminui, como a da ocorrência de um gol numa partida de futebol, variação essa que é preciso explicar, mas que não nos leva a poder afirmar que o que produz um comportamento é efetivamente uma expectativa, embora esta talvez esteja presente nas ações humanas. A expectativa seria uma preparação para certos acontecimentos e sua ruptura se daria quando os acontecimentos reais se verificassem outros, diferentes.

Capítulo III

O Comportamento Usual de Formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr em uma Trilha e o Fenômeno das Modificações por Ele Apresentadas Diante de uma Alteração do Ambiente de Comportamento Até Então Existente: Tentativa de Desenvolvimento de uma Interpretação Geral

1 Objetivos deste capítulo

Pode-se afirmar, com base na investigação exposta no capítulo precedente, que as modificações de comportamento apresentadas por formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr, *1862* e relatadas neste trabalho não constituem um fenômeno de comportamento autônomo, independente, que sói ser apresentado por algum inseto individual de modo espontâneo, ou, ao invés, como reação direta a estímulos específicos. Sendo assim, é manifesto que uma explicação cabal dessas modificações de comportamento envolve, preliminarmente, uma identificação da natureza dos comportamentos usualmente apresentados pelas formigas dessa espécie nos ambientes em que são encontrados; em seguida, deve-se investigar e tentar descobrir que fatores estão envolvidos na execução de tais comportamentos e como esses fatores são afetados por uma alteração repentinamente ocorrida no ambiente de comportamento dos insetos, dando lugar às modificações de comportamento em causa. O presente capítulo tem por fim expor os passos que foram percorridos neste trabalho ao tentar realizar as tarefas acima mencionadas.

2 Uma caracterização dos comportamentos mais frequentemente observados nesta investigação: o comportamento em uma trilha de provisionamento como uma atividade instintiva com duas fases apetitivas psicologicamente mediadas e duas atividades consumatórias coordenadas

O comportamento mais frequentemente observado neste trabalho era o apresentado pelas operárias de uma colônia em uma trilha de provisionamento. Isto ocorreu tanto por ser esse comportamento o mais encontradiço nos ambientes que as formigas frequentavam como pela facilidade de estabelecê-lo mediante o emprego de algum alimento utilizado como chamariz.

Numa trilha de provisionamento já estabilizada de formigas *P. fulva* são encontradas duas séries de atos distintos: uma, de comportamentos que se podem dizer de encaminhamento para um dado objeto ou situação – uma fonte de alimentos, ou, no regresso desta, o interior do ninho, e outra, de ações pelas quais os insetos, atingido esse objeto ou situação, põem término às ações precedentes. Estas últimas são as ações de ingestão de alimento, no caso das formigas procedentes do ninho, e as de regurgitação do alimento ingerido para companheiras, no caso das formigas procedentes do alimento. A regurgitação é geralmente realizada no interior do ninho, mas, excepcionalmente, pode ocorrer também durante o caminhar de retorno desde o alimento, especialmente no estágio inicial, de formação da trilha.

Essas duas séries de ações, de *encaminhamento* e de *atingimento ou consumatório do encaminhamento* para cada trajeto correspondem inteiramente às que Wallace Craig (1918) identificou como as fases distintas, mas interligadas, que comporiam toda atividade instintiva, fases essas que Craig denominou, respectivamente, *comportamento apetitivo* (ou o seu contrário, *comportamento aversivo*) e *ação consumatória*. Essa proposição, segundo Hinde (1959), teria constituído o primeiro passo de um investigador a transpor-se do estágio descritivo para o teórico em Etologia. Admitida essa correspondência, pode-se afirmar que o comportamento das formigas em uma trilha de provisionamento já estabilizada é uma *atividade instintiva*, segundo a conceituação moderna dada à expressão pela Etologia Comparativa (Cf., a propósito, Klopfer e Hailman, 1950; Tinbergen, 1951; Thorpe, 1956; Schiller,1957; Fabricius, 1961; Hess, 1962; Eibl-Eibesfedt, 1970; Hinde,1970; Lorenz, 1981). Essa conceituação diz respeito a desenvolvimentos históricos relativamente recentes na ciência do

comportamento animal que forçaram os pesquisadores a readmitir a legitimidade dos estudos naturalísticos sobre o instinto, estudos esses que haviam sido abandonados como não científicos por cerca de duas décadas no século XX e substituídos por estudos inspirados numa concepção – que veio a ser demonstrada errônea posteriormente – do instinto como constituindo uma sequência de reflexos encadeados (Cf., a respeito, Miller, 1962; Cunha, 1965 e 1983).

Wallace Craig, segundo Lorenz (1981, p. 22), definiu um apetite como um estado de alerta constante enquanto uma situação específica de estímulo, chamada por ele de "estímulo apetecido", não é alcançada. A aversão foi por ele definida como um estado de inquietação que continua enquanto um dado estímulo específico, denominado estímulo de desconforto, está presente. Quando a ação desse estímulo de desconforto sobre os órgãos sensoriais do animal cessa, o estado de agitação cessa também, sendo substituído por um estado de descanso relativo. Segundo Lorenz (1981, p. 400), o comportamento aversivo, de acordo com essa definição, também pode ser considerado um comportamento apetitivo que busca uma situação livre de um estímulo inquietador.

O comportamento apetitivo, na opinião de Tinbergen (1951), é geralmente um tipo de movimento que se costuma chamar de movimento ao acaso, comportamento exploratório, comportamento de busca e coisas desse tipo, e caracteriza-se (1) por sua variabilidade e plasticidade e (2) por ter propósito, uma expressão que Tinbergen parece empregar no sentido de "ter uma função ou resultado definido", que é o de propiciar uma nova fase do comportamento apetitivo ou uma fase final, consumatória da atividade instintiva como um todo. O comportamento apetitivo poderia, segundo Tinbergen, ser uma taxia simples, como o ato de uma rã que, ao enxergar uma mosca, orienta-se para ela imediatamente e às vezes repetidamente até tê-la situada à sua frente e em seu plano médio; ou poderia ser uma atividade bastante complexa e prolongada, como, por exemplo, o comportamento migratório de muitas espécies de aves e de outros animais. Já a ação consumatória seria formada de movimentos estereotipados na espécie animal que poriam fim à fase variável da atividade instintiva ("consumá-la-ia", na expressão de Wallace Craig). Um exemplo de tais movimentos seria o ato de ingerir água por sorvedura, exclusivo dos pombos entre as aves, ato esse que o zoólogo americano Charles Otis Whitman pioneiramente reconheceu como sendo tão característico e definidor do que se entende taxonomicamente por uma espécie, gênero, família, ordem, etc. como o são os

caracteres morfológicos utilizados na taxonomia evolucionária. Whitman escreveu, em 1898, a sentença que alguns consideram o início inspirador da Etologia em sua forma atual: "Instintos e órgãos devem ser estudados do ponto de vista comum da descendência filética". Essa utilidade dos atos estereotipados do final de uma ação instintiva para a determinação taxonômica foi posteriormente também descoberta independentemente por Oskar Heinroth, ao realizar estudos do comportamento de gansos e patos. Lorenz, que participou desses estudos sob a orientação de Heinroth, percebeu que os movimentos estereotipados de valor definitório para a taxonomia, identificados por Whitman e por Heinroth, eram os mesmos padrões estereotipados do comportamento consumatório de Wallace Craig; ele os denominou "movimentos endógenos", ou, também, "movimentos instintivos". Posteriormente, esses padrões passaram a ser denominados "padrões fixos de ação", "padrões fixos", ou, simplesmente, "ação fixa".

Uma parte importante do sistema teórico de Lorenz consistiu na demonstração 1) da geração e acumulação endógenas da motivação para a execução dos padrões de ação fixa – algo que os diferenciaria claramente da atividade reflexa; e 2) do bloqueamento interno desses padrões. Com base em observações, Lorenz mostrou que a ocorrência de um padrão fixo de ação era relacionado com duas condições: o tempo transcorrido desde a última ocorrência do padrão e o aparecimento de estímulos específicos determinados. Na verdade, era possível compensar a adequação dos estímulos privando o animal da oportunidade de apresentar seus movimentos instintivos. Quanto maior fosse essa privação, maior seria a probabilidade de que o animal apresentasse os movimentos em questão diante de meros pedaços, ou de modelos grosseiros, do objeto ou situação eficazes para liberá-los. Na ausência prolongada da estimulação apropriada, o padrão poderia mesmo em alguns casos ocorrer "no vácuo", isto é, na ausência do estímulo desencadeador externo relevante. Um exemplo clássico dessa ocorrência seriam os movimentos de construir um ninho realizados por um pássaro tecelão mantido em cativeiro com boas condições nutricionais e na estação reprodutiva apropriada, mas na ausência de palha. Esses movimentos seriam em tudo fotograficamente iguais aos executados pela mesma ave no meio natural ao construir com material adequado o seu ninho. De outro lado, uma motivação fraca para a atividade poderia ser compensada aumentando-se a adequação dos estímulos desencadeadores externos. Por exemplo, verificou-se que um peixe espinhoso "esgana-gatas" (*sticleback*) atacaria com tanto maior probabilidade e tão mais vigorosamente uma

imitação, mesmo grosseira, de um rival, feita com massa plástica, quanto mais próxima ela fosse colocada do território do peixe. E verificou-se, também, que essa probabilidade e vigor eram aumentados se a um sinal típico de um rival, como uma coloração avermelhada na parte ventral, fosse acrescentado outro sinal, também típico de rivais: a posição vertical e com a cabeça para baixo. Já um companheiro de espécie real, imobilizado como o modelo, mas sem esses sinais, não provocava reações (Tinbergen, 1951).

Da consideração de fatos como os relatados acima Lorenz concluiu que uma tendência para a ação instintiva, em condições de privação de estimulação, era gerada e acumulada continuamente no sistema nervoso do animal até que um estímulo preciso, atuando sobre o mecanismo de represamento, desencadeasse a ação que a dissiparia. E concluiu também que essa energia não era gasta se apenas os componentes táxicos da ação fossem apresentados. Tal energia foi por ele denominada *energia de ação específica*. Pode-se, mesmo, usar preparações fisiológicas para demonstrar essas suposições. Assim, por exemplo, Lorenz (1955), referindo-se a certas observações neurofisiológicas de Sherrington – que teria sido o primeiro a descobrir, no domínio neurofisiológico, a geração endógena de movimentos – relata alguns fenômenos intrigantes apresentados por cavalos-marinhos decapitados e mantidos vivos em solução fisiológica. Os cavalos-marinhos íntegros normalmente nadam graças a movimentos ondulatórios de uma nadadeira longitudinal dorsalmente situada ao longo de uma fenda ou ranhura. Uma ondulação completa dessa nadadeira consiste no seu expandir-se a uma altura máxima desde o interior dessa fenda e, em seguida, numa retração até o fundo dessa fenda novamente. Uma preparação constituída de um cavalo-marinho decapitado, porém, apresenta essa nadadeira fixamente protraída em uma posição intermediária, isto é, não em sua altura máxima, mas, por assim dizer, a meio mastro. Pode-se, segundo Lorenz – que utilizou nisso a interpretação desenvolvida para esses fenômenos por Eric von Holst – prover o substituto de um cérebro à preparação apertando o pescoço do animal entre o polegar e o indicador de uma das mãos logo abaixo da região onde a cabeça foi seccionada. O resultado será uma retração completa da nadadeira. Se a pressão dos dedos for mantida por algum tempo e em seguida relaxada, a nadadeira ondulará por algumas vezes, até fixar-se novamente na posição de meio mastro. Apertando-se o pescoço do animal decapitado longamente, e, depois, relaxando-se a pressão, consegue-se até uma sequência dilatada de oscilações repetidas da nadadeira. Segundo Lorenz, esses fatos contêm o essencial da

teoria etológica acerca do controle dos padrões fixos de ação por centros nervosos situados acima dos centros responsáveis pelas contrações musculares que produzem organizadamente esses padrões: os centros mais altos – geralmente, o cérebro ou o gânglio cefálico – têm por função manter sob inibição contínua os centros inferiores responsáveis pelo movimento até que uma estimulação específica, pré-fixada pela organização nervosa, ocorra e elimine essa inibição.

Essa concepção da ação nervosa, de Lorenz inverteria a noção tradicional que se tem sobre o controle neural: os animais, nós inclusive, não seríamos continuamente dependentes de uma estimulação para agir, mas, como cavalos fogosos seguros pelas rédeas, apenas esperaríamos uma deixa externa para entrar em ação. Não seríamos, a rigor, responsáveis pela execução de uma ação, e, sim apenas por mantê-la ativamente sob inibição. O mecanismo suposto de bloqueamento da ação motora foi denominado, por Tinbergen, M*ecanismo Liberador Inato* ("*Innate Releasing Mechanism*"), ou, abreviadamente, IRM em inglês e MDI em português. Ele teria sido concebido conjuntamente por Lorenz e Tinbergen, tendo cabido a este último, porém, a elaboração e refinamento experimental do conceito e a exploração de suas características fisiológicas bem como de suas limitações funcionais (cf. Lorenz, 1985, p. 24 e p. 212). Na expressão de Lorenz (cf. 1955; 1981, p. 212), tal mecanismo se comporia de um lado perceptual (um filtro de estímulos) e um lado motor (uma ação de desencadeamento que, geralmente, é um comando da passagem de um comportamento para outro dentro de uma sequência de comportamentos: por exemplo, como se vê quando, estando em condição reprodutiva, o peixe esgana-gatas, ao encontrar águas rasas, cessa sua migração e passa a ajuntar lodo para fazer um ninho; ao ver um rival perto do ninho, ataca-o, e ao deparar com a aproximação de uma fêmea receptiva, denotada por um aspecto bojudo do ventre tornado mais visível ainda pela posição inclinada com a cabeça para cima que ela toma, põe-se a cortejá-la, e assim por diante). Por essa composição, segundo Lorenz – aproveitando nisso, aparentemente, uma analogia feita a propósito da ação instintiva pelo ornitólogo americano F. Herrick mais de meio século antes – o MDI se assemelharia, em sua ação, a uma fechadura. O lado perceptual seria como a abertura para a chave: ela seria ajustada a determinados estímulos apenas, denominados *estímulos chave* ou *estímulos sinais*, como os referidos para o caso do esgana-gatas acima. Uma particularidade desses estímulos é que costumariam ocorrer, no ambiente natural, apenas nas circunstâncias ou nos momentos biologicamente

apropriados de um ciclo vital. O lado motor seria similar, em sua ação, à da lingueta: na presença do estímulo sinal adequado essa ação liberaria a trava ou bloqueamento, e a atividade seria então desencadeada. Algumas espécies animais nasceriam, no que diz respeito a certos de seus padrões de comportamento, com um MDI extremamente rígido, que só responderia a certos estímulos altamente improváveis fora da situação natural relevante. Já outras espécies nasceriam com um mecanismo cujo lado perceptivo seria relativamente vago ou indefinido até que a experiência o moldasse ou completasse. Seria o que ocorre, por exemplo, no processo de estampagem ("imprinting") da resposta de acompanhamento que os gansinhos recém-nascidos de certas espécies dão a objetos de seu ambiente. Lorenz mostrou que os gansinhos, mal saem dos ovos, tendem a acompanhar imediatamente o primeiro objeto móvel que enxergam em movimento, desde que seja de tamanho intermediário entre o de uma caixa de fósforos e o de uma canoa. Normalmente, esse objeto é constituído, para os filhotes, pela mãe, mas, no caso de nascerem estes em incubadoras, pode ser o próprio Lorenz a andar de gatas e a vocalizar como um ganso, ou, mesmo, simplesmente a locomover-se. Segundo Lorenz (1937), o objeto a que o gansinho apresentasse, num período de umas poucas horas após o nascimento, chamado de "período crítico para o imprinting", o ato de acompanhamento, seria o objeto ao qual exibirá suas respostas filiais e, posteriormente, determinará a classe de objetos a que, em idade reprodutiva, exibirá comportamento sexual. Segundo Lorenz, com o tempo nenhum outro objeto determinará a resposta de seguimento. Desta forma, tudo se passa como se a evolução tivesse dotado a espécie de um MDI amoldável, como que de cera mole, que, a princípio, aceitasse uma variedade de desencadeadores, mas que, gradualmente, se endurecesse, amoldando-se a uma classe de liberadores ou a um só liberador já experimentado.

Retomo, após essas notas relativas ao advento da Etologia Comparativa, a caracterização do comportamento das formigas *P. fulva* de uma trilha de provisionamento. Conforme mencionado, a fase apetitiva dessa atividade encerra-se numa das direções da trilha, com a ingestão de um alimento, e, na outra direção, ordinariamente, com a regurgitação do alimento ingerido ou uma sua parte para companheiras no interior do ninho, as quais, por sua vez, transferem-no, provavelmente em sua maior parte, para as larvas e para as formas sexuadas, caso estejam presentes no ninho. Das duas fases que se podem considerar consumatórias numa trilha de provisionamento, a primeira, de ingestão de alimento, parece-me

subordinada à última, a de regurgitação para companheiras, a qual seria, assim, a principal. Mostra-o o fato de que a trilha geralmente tem longa duração – por vezes, horas a fio, como já mencionado – e parece ser obra de visitas individuais repetidas a uma fonte alimentar, pois não se afigura crível que, com essa duração, a trilha pudesse perdurar tanto tempo se cada operária ingerisse o alimento no fim da trilha uma única vez. Como um fato, em umas poucas ocasiões em que marquei com tinta algumas formigas no momento em que escalavam pela primeira vez um chamariz alimentar, elas voltaram a ele desde o ninho pelo menos 5 a 6 vezes em seguida antes de deixarem de ser vistas; mais tarde, meia hora ou mais depois, por vezes uma ou outra dessas formigas marcadas era vista na trilha novamente. Ao parecer, a visita a um chamariz alimentar por parte das formigas de uma trilha de provisionamento cessa apenas quando elas deixam de encontrar receptoras para o alimento transportado em seu papo ou "estômago social". Nesse caso, o alimento que permanece nesse papo e no pequeno estômago individual da operária afigura-se suficiente para atender às necessidades nutricionais individuais por um tempo considerável. Já o fator que determinaria visitas repetidas das formigas de uma trilha ao alimento me parece mais difícil de precisar. Seria ele representado pela oportunidade de efetuar novas regurgitações por serem estas em si mesmas gratificantes ou por ser uma atitude de solicitação de regurgitação por parte de companheiras um estímulo sinal poderoso? Ou seria ele representado pela condição de desnutrida da formiga, ou, talvez melhor, de esvaziamento do papo das formigas individuais, como revelado pela aparência de magreza e coloração escura que elas apresentam quando, na trilha, rumam para o alimento, condição essa provocada por desnutrição ou pela doação de regurgitados ao final de cada viagem de volta ao ninho? Foi verificado experimentalmente que a condição "estômago vazio" é que provocava, no caso do rato, a busca de alimento (cf. Tinbergen, 1971, p. 91). Que essa condição pode efetivamente determinar um comportamento apetitivo de busca de alimento por parte das formigas é sugerido pelo fato de que, em ocasiões em que não são vistas trilhas de provisionamento por períodos prolongados, é comum encontrar-se alguma operária de aparência magra e de cor escura a afastar-se do ninho em uma progressão geralmente retilínea, interrompida, a espaços, por excursões erráticas laterais. Tal operária quase que certamente interromperá sua marcha para ingerir alimento, caso venha a deparar-se com algum em seu caminho. Era a operárias que exibiam tal comportamento que Cornetz (1914), creio que acertadamente, se

referia como estando num "estado de busca de provisões". Seja como for, o encaminhar-se repetidamente desde o ninho até a fonte alimentar e desta novamente ao ninho não me parece decorrer de algo como uma geração e acumulação endógenas de motivações específicas para essas ações nas formigas individuais. Se essa geração e acumulação existem aqui, elas dizem respeito à colônia como um todo, e sua existência, certamente, constituiria um bom argumento para aqueles cientistas que defendem o uso do conceito de superorganismo (cf. Allee et al., 1949, secção 24 *et passim*) aplicado a uma sociedade de insetos.

Antes de passar a outro tópico, creio apropriado dizer que a consideração da atividade de regurgitação como uma ação consumatória dominante sobre a de ingestão de alimentos, numa trilha normal de provisionamento, parece harmonizar-se com os dados que se conhecem a respeito do desenvolvimento filogenético das formigas. Esses insetos, junto com as abelhas, vespas e térmitas, estão entre os poucos animais que apresentam entre suas espécies as condições necessárias para que se possam classificar, biologicamente, como eussociais: a existência, dentro de uma mesma colônia, de mais de uma geração vivendo conjuntamente e a de uma ou mais castas cujos integrantes se ocupam dos cuidados com os imaturos e das demais tarefas necessárias à manutenção da morada coletiva, sem, contudo, participarem, eles próprios, da procriação. Para essa ocupação, no caso das formigas, foi de suma importância que suas operárias desenvolvessem, ao longo da evolução, além do pequeno estômago individual que possuem, também um estômago social, ou papo, de muito maior tamanho, que pudesse servir de cesta de comida para toda a colônia, e que adquirissem, para distribuir essa comida, órgãos especializados como, por exemplo, a válvula proventricular, que atua como uma bomba na sucção de alimento já digerido do estômago individual para o papo, alimento esse que será fornecido por trofalaxia às larvas. Não se deve esquecer que, como o mostrou Morley (1954), o desenvolvimento do mecanismo da regurgitação esteve no centro mesmo das várias transformações morfológicas e de hábitos sofridos pelas formigas em sua evolução, como a aquisição do papo, a de um tegumento mais elástico e flexível para permitir grande dilatação do gastro durante a ingestão de alimentos, a perda do hábito, apresentado pelas rainhas fundadoras nas espécies primitivas, de sair do ninho para a caça de presas, a mudança do tipo de alimento do sólido para o líquido, etc. No dizer de Morley (Opus cit.), "o papo é o órgão fundamental da vida social das formigas, e o ato de regurgitação, a essência de sua vida – o *crux domi-*

nium de sua existência". Segundo Lorenz, uma característica do instinto é que ele pode ser enganado. A doação de alimento pelo ato de regurgitação, claramente, o pode, pois, como é sabido (cf., por exemplo, Wheeler, 1910; Forel, 1921-1923; Dumpert, 1978; Hölldobler e Wilson, 1990), dentre as diversas espécies de animais chamados mirmecófilos, que se hospedam nos ninhos de formigas, e que incluem escaravelhos estafilinídeos, aracnídeos, colêmbolas, tisanuras, baratas, neurópteros, larvas de borboletas e moscas, há várias que "descobriram" como obter regurgitados de suas hospedeiras utilizando gestos e posturas de solicitação similares às que as formigas empregam entre si.

Volto-me, agora, para uma consideração das fases apetitivas do comportamento das formigas numa trilha de provisionamento. Ao tratar do comportamento instintivo, segundo Tinbergen (1951, p. 119), no caso mais complexo, "o comportamento consumatório é uma cadeia de reações, cada uma das quais pode ser uma combinação de uma taxia e um padrão fixo. Mas o comportamento apetitivo", diferentemente, "é uma autêntica atividade com propósito, que oferece todos os problemas de plasticidade, adaptabilidade e integração complexa que afligem o cientista que estuda o comportamento em seu conjunto". E, mais adiante, "O comportamento apetitivo é um conglomerado de muitos elementos de ordens muito diversas, de reflexos, de reações condicionadas, de comportamento com 'discernimento', e assim sucessivamente. Em consequência, é um verdadeiro desafio para a ciência positiva, e nossa distinção de comportamento apetitivo e ato consumatório não é senão o primeiro passo da análise".

A expressão "comportamento com discernimento", por certo, não se aplica a uma sequência de atividades apetitivas em que cada ação individual leva aleatoriamente a um resultado ou situação que propicia a ocasião para o início da seguinte – por exemplo, uma sequência de ações como as do peixe esgana-gatas macho quando, entrado na estação reprodutiva, migra para águas rasas e, lá chegado, procura por lodo e musgo no fundo do leito e, em seguida, ajunta esse material e com ele constrói um ninho na forma de anel em pé, em cujas proximidades passa a permanecer, ameaçando e atacando rivais que dele se aproximem, etc. (Cf. Tinbergen, 1951). Ela se aplicaria, certamente, àquelas atividades em que um animal se dirigisse, numa dada ocasião, desde o princípio para um objeto ou situação suscetíveis de reconhecimento com base em uma memória deixada por acontecimentos passados. Tal natureza, ao que me parece, foi a revelada pelas observações do tópico precedente para os comportamentos de

encaminhar-se para a fonte alimentar e o de voltar ao ninho apresentados pelas formigas em uma trilha de provisionamento já estabilizada. Tais comportamentos poderiam ser ditos, com base nessas e em várias observações relatadas precedentemente neste trabalho, e de acordo com os critérios desenvolvidos por Edward Chace Tolman (1932, 1958), "propositados e cognitivamente determinados". Por essa razão, eles teriam motivado, provavelmente, a perplexidade, indicada acima, de Tinbergen e outros etólogos, talvez por considerarem que a atividade instintiva era expressão de uma programação inata e não terem, ainda, como o teria mais tarde Lorenz (1965), claramente em mente que essa programação poderia envolver, em certos casos, também um mecanismo evolucionariamente desenvolvido para o aproveitamento adaptativo da experiência passada individual. Ou, em meus termos, tal perplexidade possivelmente decorreria de não terem muitos etólogos até então, se não ainda hoje, a clara compreensão de que os processos psicológicos surgiram no curso da evolução como um recurso adaptativo adicional ao reflexo, ao padrão fixo e ao comportamento apetitivo cego ou aleatório em certas espécies animais, a serviço da concretização de suas demandas, inatas ou adquiridas.

O fato de um comportamento variar diante de alterações ocorridas no ambiente e persistir até que um determinado resultado fosse obtido constituiria, de acordo com proposição original de Edward Chace Tolman (1925) – nisto secundado por diversos pesquisadores depois dele – uma definição objetiva do caráter propositado desse comportamento.[28] Mais especificamente, de acordo com Tolman (1932, 1958), tal caráter poderia ser demonstrado experimentalmente mostrando-se que um dado objeto ou condição do ambiente constitui, para esse comportamento, um alvo ou objeto-objetivo, isto é, mostrando-se que: a) esse comportamento persiste e varia até que o objeto ou condição em causa sejam atingidos pelo animal; b) a supressão do objeto ou condição leva à cessação desse comportamento; a reposição do objeto, ao restabelecimento desse comportamento; e c) variações na posição ou em atributos do objeto ou condição se acompanham de variações correlatas no comportamento. Todas essas condições expressariam, segundo Tolman, a característica essencial do ato propositado: sua *docilidade*, isto é, o fato de ser modificável com base na experiência passada individual e persistir até que o objetivo seja alcançado. No entanto, essa característica, na realidade, não é própria de toda ação propositada, mas

[28] Tolman admitiu, na obra citada, haver sido influenciado, nessa proposição, por dois artigos de Perry publicados em 1918 e pelo livro *Outline of Behavior* de William McDougall publicado em 1923.

apenas da *ação propositada psicologicamente mediada*. Com efeito, a fase apetitiva em muitas ações instintivas é uma perambulação ou migração aleatória determinada automaticamente por fatores hormonais e sazonais como a luminosidade e a temperatura do ambiente, ações essas que são suspensas quando é encontrada uma condição que desencadeia uma nova fase da atividade apetitiva (por exemplo, água rasa, no caso do peixe esgana-gatas em estágio reprodutivo – cf. Tinbergen, 1951) ou que desencadeia a fase consumatória da atividade instintiva (por exemplo, uma fêmea no cio, no caso dos felinos selvagens – cf. Thorpe, 1952).

A demonstração do caráter propositado e psicologicamente determinado do comportamento de formigas *P. fulva* numa trilha de provisionamento me parece tão implícita nos resultados de observações já relatadas nesta investigação que se me afigura um tanto ocioso voltar a ela em pormenor. Basta, nesta conexão, apontar sucintamente como eles geralmente se conformavam aos requisitos da proposição tolmaniana mencionados acima. Assim, o fato, frequentemente encontrado nesta investigação, de as formigas estabelecerem um desvio em sua rota já tornada habitual ao se depararem, numa dada instância de comportamento, com alguma alteração em seu caminho, e o fato de prosseguirem com o provisionamento do ninho na nova situação, satisfazem, obviamente, a condição (a) da proposição tolmaniana, revelando a condição de objeto-objetivo tanto da fonte alimentar quanto do ninho ou, talvez melhor, do ato de regurgitar o alimento para as companheiras da colônia. Um ponto novo nessa ocorrência com respeito aos dados apresentados por Tolman é o representado pela existência de dois alvos nesse comportamento, um para cada direção de deslocamento das formigas na trilha. O maior entusiasmo das operárias no comportamento de provisionamento após o umedecimento de uma isca já ressecada bem como a extinção desse comportamento após a troca de uma isca habitual por outra de diferente natureza, mostrados nas observações nº 26 e nº 29, relatadas mais acima, configuram o atendimento do requisito (c) da proposição de Tolman. Como outra evidência de conformidade do comportamento das formigas numa trilha de provisionamento com o requisito em questão posso mencionar ainda que, em duas outras ocasiões, observei que uma alteração no conteúdo ou natureza de um incentivo alimentar levava tanto as formigas que sobre ele se encontravam como as que a ele chegavam posteriormente a abandonar a trilha, ocasionando a sua extinção. Em uma dessas ocasiões a alteração consistiu em espremer sobre uma mecha de algodão com solução açucarada um pouco de sumo

de casca de laranja. Na outra, observei que as operárias de *P. fulva*, que aceitavam bem, como alimento, pedaços de cana recém-descascados, passavam a rejeitá-los assim que colocados sobre um pequeno bloco de madeira (uma peça de jogo de dominó) untado com querosene. Tanto o sumo de laranja como o querosene pareciam ter retirado o caráter de alimento que os chamarizes até então apresentavam para as formigas. Quanto ao requisito (b) da proposição tolmaniana, devo mencionar que, frequentemente, para encompridar ou encurtar uma trilha de provisionamento já estabelecida num dado trecho do terreno, bastava mover o chamariz alimentar um pouco para além ou para aquém de sua posição prévia. Apenas o atendimento da primeira das condições do requisito (b) – a cessação do comportamento de provisionamento com a supressão do chamariz utilizado para estabelecer a trilha – não foi ainda mencionado nos relatos desta investigação, e não o foi por não ter sido ainda necessário fazê-lo. Apenas devo acrescentar como um acontecimento não contemplado expressamente pela condição (c) enunciada por Tolman que a extinção da trilha não era sempre imediata, após a remoção de uma isca, pois algumas formigas, ou muitas, até, continuavam, por algum tempo, a vir até o local onde o alimento habitualmente era encontrado, passando, por vezes, a perambular um pouco pelo terreno em torno antes de recolherem-se "definitivamente" ao ninho ou mudarem de atividade. Essa persistência das formigas atestava, evidentemente, um efeito nelas deixado por sua experiência passada individual. Minha impressão é que a continuação dessas visitas frustradas perdurava tanto mais quanto maior era o contingente de formigas que o incentivo anteriormente mobilizava, o que julguei poder ser devido não só ao grau de atratividade exercido pelo alimento como também ao grau de privação alimentar da colônia.

De natureza propositada e psicologicamente mediada, além do comportamento numa trilha de provisionamento, parecem-me ser também muitos outros comportamentos das formigas. Entre estes citarei os seguintes: a busca de localização de uma fonte de provisões no exterior do formigueiro por parte de formigas logo após a chegada, a este, de alguma companheira portando um alimento apreciado; a procura de um local adequado para a instalação de um novo ninho, consequente a uma inundação ou destruição parcial do formigueiro; o deslocamento frequente da ninhada, realizado por operárias no interior do formigueiro, para locais com temperatura e umidade ao parecer momentaneamente mais favoráveis à proteção ou ao desenvolvimento dos imaturos; o recolhimento destes para

locais protegidos em caso de dano ou ameaça à integridade do formigueiro; a remoção dos cadáveres e dos refugos da colônia para o meio externo; a recondução ao ninho de operárias achadas desorientadas no exterior do formigueiro; etc.

3 Considerações acerca dos fatores provavelmente introduzidos numa situação de comportamento das formigas por uma exposição repetida ou prolongada dos insetos a um dado ambiente

Conforme mencionado no final do capítulo anterior, a causa imediata das modificações de comportamento exibidas pelas formigas *(P. fulva)* era constituída por alguma alteração que fosse repentinamente efetuada num dado ambiente de comportamento, mas apenas quando as formigas já se houvessem exposto a esse ambiente de modo repetido ou habitual. Que fatores distinguiriam a situação de comportamento no caso das formigas que já houvessem sido expostas a um dado ambiente de comportamento das que não o houvessem sido? Com base nos dados apresentados até o momento, julgo poder formular, a respeito, algumas considerações e hipóteses que apresento abaixo, as quais me orientarão na busca de uma resposta a essa questão.

Uma diferença importante seria referente, suponho, aos elementos mesmos que comporiam a *situação de comportamento*[29] das formigas em ambos os casos. Essa situação provavelmente conteria, para as primeiras formigas mencionadas, não apenas os elementos estimulantes do ambiente imediato, como também aspectos ou elementos da situação de comportamento precedente trazidos pelos animais individuais na forma de evocações ou postulações com base em registros mnêmicos. A exposição prévia a uma dada situação, especialmente se repetida, poderia ser importante por possibilitar à formiga, ao que penso, em uma nova oportunidade, comportar-se para com aspectos do ambiente ainda não apresentados estimulativamente, mas tidos como presentes por ação da memória. Isto, evidentemente, graças a haver sido a formiga dotada, no curso da evolu-

[29] Utilizo a expressão "ambiente de comportamento" para expressar os aspectos do ambiente que fornecem estímulos reais ou potenciais para um animal que se encontre nesse ambiente. Trata-se, pois, de um conceito factual. Já a expressão "situação de comportamento" é utilizada por mim para designar o conjunto de fatores como a recepção sensorial e a percepção, as evocações, postulações, tendências, motivações, estados, vieses, etc., que provavelmente determinam o comportamento do animal num dado ambiente de comportamento. Trata-se de um conceito teórico. A situação mencionada pode ser dita "psicológica" se uma memória estabelecida por uma ou mais exposições do animal a um dado ambiente de comportamento estiver nela implicada e tiver parte na determinação do comportamento.

ção, de capacidades ou disposições que lhe permitissem essa utilização. Efetivamente, o leitor lembrará que, em algumas observações já relatadas – por exemplo, na Observação 20, apresentada no capítulo anterior, observação essa em que foram esmagadas formigas sobre um dos dois ramos de uma trilha duplamente bifurcada – indicou-se como o comportamento das formigas não podia ser compreendido sem uma referência a elementos e aspectos do meio que só podiam afetá-las como trazidos para a situação por uma memória do encontrado em instâncias anteriores, e não diretamente pela recepção sensorial dos estímulos presentes. Essa memória parece haver permitido às formigas, conforme já foi indicado, ganhar certa independência com respeito ao domínio da eliciação e uma amplitude maior que a do ambiente representado por estimulação efetivamente atuante num momento dado para o seu campo de ação. Mais especificamente, ao que me permitem supor as observações que realizei, o registro mnêmico de suas experiências ao expor-se e ao agir para com um dado ambiente de comportamento possibilitaria à formiga e certamente a muitos outros animais evolucionariamente dotados de mecanismos adequados passar a utilizar os estímulos sensorialmente recebidos do ambiente *não mais*, ou *não apenas*, como eliciadores imediatos de respostas, mas também para evocar e dar por presentes aspectos do meio invariavelmente acompanhantes desses estímulos no passado e – desde que o animal se encontrasse apropriadamente motivado para alcançar um objetivo para cuja obtenção esses aspectos acompanhantes constituíssem meios adequados – fazer que se lançasse antecipativamente a eles. Dessa forma, seria possível, também, que a parte mais importante do efeito de qualquer alteração do ambiente de comportamento habitual em provocar modificações de comportamento proviesse, geralmente, não tanto dos estímulos novos trazidos por ela, mas do desvirtuamento da situação de comportamento preexistente, e isto tanto mais evidentemente quanto mais habitual ou rotineiro já se houvesse tornado essa situação precedentemente e, é claro, quanto mais aspectos dela estivessem influindo, e quanto mais importância tivessem no comportamento em execução. Tal desvirtuamento parece haver-se tornado também, no curso da evolução, uma condição que provocaria nos insetos, dependendo de suas condições situacionais e de experiência prévia, atitudes que iriam desde a de investigação à de escape e busca de proteção e abrigo ou, mesmo, ataque, para com os elementos alteradores da situação habitual, atitudes essas provavelmente de grande valor adaptativo.

É possível até que experiências bastante anteriores e não apenas recentes fossem registradas e pudessem ser mnemicamente trazidas a uma situação para compor, num dado momento, com os efeitos dos estímulos do meio efetivamente atuantes no momento considerado, sobre um organismo dotado de mecanismos apropriados para a utilização adaptativa de sua experiência individual, um ambiente de comportamento que já não seria, estritamente, físico, mas psicológico, já que mnêmico e perceptual. Um tal ambiente é o que encontramos, nós, seres humanos, em nossa fenomenologia – um mundo não reduzido estritamente ao aqui e agora dos acontecimentos na Física, mas que apresenta um passado, um presente e, até, um futuro na forma de um passado reintegrado ou projetado como algo a suceder o momento que está sendo efetivamente vivenciado. Que as formigas parecem comportar-se em um ambiente psicológico mais que num ambiente estritamente físico sugere-o, por exemplo, o fato de ser praticamente impossível molestá-las quando encontradas a afastar-se de seu formigueiro independentemente, isto é, aparentemente não seguindo alguma trilha, sem levá-las imediatamente a regressar a esse formigueiro muito diretamente. Neste caso, parece claro, conforme já foi mencionado, que o comportamento da formiga não constitui apenas uma resposta aos estímulos sensorialmente atuantes no momento, mas também um lançar-se rumo ao ninho com base em uma representação espacial do seu ambiente, algo como um *mapa cognitivo* desse ambiente, conforme conceituado por E. C. Tolman (1948).

Partindo das hipóteses acima mencionadas, procurarei, no próximo tópico, desvelar que fatores seriam criados por uma exposição prévia das formigas a um dado ambiente, sobretudo quando repetida ou prolongada, e de que maneira atuariam na determinação do comportamento usualmente observado desses insetos. E, bem assim, procurarei formular uma explicação geral do fenômeno das modificações de comportamento que surgem diante de uma alteração repentinamente ocorrida nesse ambiente. Tal alteração, a meu ver, é um fator que provoca um embaraço ou desarranjo na utilização que o animal vinha fazendo de um registro mnêmico da situação costumeiramente encontrada na execução de um intercâmbio habitual com o seu ambiente. A memória individual e sua atuação nos processos de um organismo, a meu ver, é a criação evolucionária que possibilitou a certos organismos animais apresentarem uma *psicologia,* ou seja, um conjunto de fenômenos influídos por uma memória propriamente individual como um último – no sentido de mais recente – recurso

adaptativo ao ambiente. Entre esses fenômenos estaria a possibilidade que muitos animais têm de apresentar, além de reflexos e padrões fixos de ação possibilitados por mecanismos mais antigos inscritos no genoma de suas espécies, também comportamentos propositados psicologicamente determinados, isto é, dirigidos a alvos ou resultados antecipados com base na experiência passada individual.

Não só para a formiga: até para o ser humano, um estar mnemicamente marcado pelo ambiente, um abranger em seu horizonte de ação mais que meramente os elementos e aspectos da situação próxima, mas também os que habitualmente os acompanham, parece necessário para que um comportamento dirigido a um resultado antecipado com base na experiência seja realizado. É o que sugere a paralisação de nossa ação quando, por exemplo, acordamos, de noite, no escuro em um quarto de hotel no qual pernoitamos pela primeira vez e, experimentando necessidade de ir à portaria ou ao banheiro, precisamos, preliminarmente a qualquer ação, lembrar onde estamos e onde está a peça desejada, ou o interruptor de luz do aposento cujo acionamento ajudaria a nos situarmos, antes de nos aventurarmos a colocar-nos em pé e caminhar. Previamente a isso parece que só podemos agir por ensaio e erro, como fazemos depois que, ao procurar descer da cama do hotel para o chão, sem lembrar que estamos em um lugar estranho, encontramos o chão muito distanciado, ou depois que, ao andar no escuro do quarto, tropeçamos numa banqueta de cuja presença não lembrávamos. Mas mesmo aí, sem um registro prévio das consequências habituais de pisar um chão, tatear uma parede, acionar um interruptor, utilizar um banheiro, etc., até uma atitude de ensaio e erro em nosso quarto não familiar de hotel parece impraticável.

Por serem os comportamentos aqui considerados em grande parte fruto da exposição do organismo a coisas e acontecimentos passados, temos que admitir que são *historicamente determinados, e, como tais, não explicáveis estritamente em termos dos estímulos presentes em sua ação sobre os mecanismos de resposta e os estados fisiológicos do indivíduo considerado no momento em que esses comportamentos ocorrem*. Por essa razão, esses frequentemente apresentam um caráter aparente de gratuidade *e arbitrariedade.* Não há, objetivamente, por exemplo, em um telefone, um grampeador ou uma bola, ou nas impressões sensoriais que esses objetos nos provocam, algo que nos obrigue a lidar com eles da forma como o fazemos. Para entender esse "lidar", é indispensável considerar como cada um desses objetos se inseriu e se insere na vida concreta de cada indivíduo. A atitude apresentada por diferentes

indivíduos humanos ante, por exemplo, uma simples mecha de cabelos, é claramente determinada não apenas pelos estímulos que derivam desse objeto como também da eventualidade de serem esses indivíduos cabeleireiros, fabricantes de peruca ou pessoas que guardam a mecha como uma relíquia ou recordação de um ente amado. Por outro lado, como a história de cada organismo psicológico é diferente, temos que reconhecer que ele é, também, *"historial"*, no sentido dado ao termo por Heiddegger (1967), de ser, em grande medida, por sua história específica, instituidor e definidor de suas próprias situações (Cf., a propósito, Cunha, 1985, 1986 e 1989). Uma conferência apresentada por um botânico na presença de várias amostras de plantas nativas, por exemplo, é, psicologicamente, uma coisa completamente diferente para seus *colegas* de profissão, para leigos em geral, para índios ou sertanejos que vivem cercados de flora de que as amostras empregadas na conferência foram retiradas, ou para um bebê que alguma mãe presente no auditório porventura carregue em seu colo.

Na sequência do aqui já escrito apresentarei novas observações cujos resultados parecem-me poder servir para revelar e até mesmo esclarecer, além de outros fatores, o papel desempenhado pela memória individual das formigas em diversos aspectos de suas atividades habituais.

4 Um parêntese: considerações acerca da tendência do movimento objetivista no estudo do comportamento animal, movimento esse representado pela aliança dos neobehaviorismos de estímulo e resposta com o antipsicologismo da etologia clássica, a desconsiderar a existência de uma memória individual e de processos psicológicos nas formigas e em outros invertebrados e de reduzir os fenômenos de comportamento desses animais a ações automáticas, inscritas no genoma de cada espécie

Se William Morton Wheeler vivesse ainda hoje provavelmente teria que estender a muitos investigadores recentes e até atuais do comportamento de formigas a crítica que, em seu livro "The Ants" (1910, cap. 30, p.533), fazia a Bethe. Segundo essa crítica, decorreria de um conhecimento superficial dos costumes desses insetos e da literatura pertinente então disponível a opinião desse autor segundo a qual a formiga segue trilhas de um modo reflexo e, "portanto, não exibe sequer um rudimento de memória". Opiniões como a de Bethe, provavelmente influenciadas pela lei da parci-

mônia apregoada por C. Lloyd Morgan[30] já em 1894, dir-se-iam derivar de uma atitude objetivista extremada, de que Bethe parece ter sido um precursor, atitude essa abraçada fortemente pelos pesquisadores do comportamento em sua grande maioria desde, aproximadamente, 1910. Tal atitude consistia e ainda consiste em interpretar o comportamento o mais possível sem referência a fatores internos do tipo mental, considerando o comportamento, se inato, como formado de reflexos e – posteriormente, na década de 1930, com a criação da Etologia Comparativa – também de padrões fixos de ação, e, se adquirido, como formado automaticamente segundo as leis do condicionamento, como formuladas primeiramente por Bechterev e Pavlov e posteriormente por Konorski, Skinner e outros autores. No que diz respeito à formiga, esse objetivismo, modernamente, vai ao ponto de afirmar, conforme já foi mencionado no Capítulo I, que todos os fenômenos complexos da vida e da organização social desse inseto provavelmente poderiam ser explicados inteiramente em termos da operação de uns poucos feromônios.

Oponho-me a esse objetivismo, que se tornou uma atmosfera dominante no estudo do comportamento animal devido a uma estreita aliança interpretativa entre o behaviorismo S-R e os movimentos neobehavioristas anticognitivistas que os sucederam com a Etologia dos primeiros etólogos e vários de seus sucessores em seu pronunciado antipsicologismo, certamente por não perceberem que a Psicologia é também parte da Etologia, e das mais importantes, como espero poder demonstrar. Defenderei que a ciência não precisa, em suas interpretações, de nenhuma economia de conceitos de tipo mental – por mental entendendo, como entendo, mnêmico ou devido, em última análise, à memória – mas precisa, sim, de conceitos, qualquer que seja a origem que tenham na experiência humana, os quais, além de explicar os fatos, promovam descobertas. Explicar os fatos não é,

[30] A referida lei dizia respeito à aplicação de um famoso cânon preconizado por E. C. Lloyd Morgan em sua obra "Introduction to Comparative Psychology", de 1894, como uma forma de afastar da investigação do comportamento animal uma tendência comum dos pesquisadores de seu tempo, sobretudo quando utilizando o chamado "método anedótico", que consistia em aceitar como evidências científicas narrativas populares ou literárias sobre "nossos irmãos de criação", narrativas essas tendentes a enaltecer e embelezar as capacidades mentais dos animais. Segundo esse cânon, não deveria um investigador jamais interpretar uma atividade de um animal em termos de uma capacidade psíquica elevada se a pudesse interpretar em termos de uma menos elevada na escala da evolução e desenvolvimento (Cf. a propósito desse cânon, Cunha, 1964). Uma consequência dessa aplicação foi surgir na ciência do comportamento animal uma tendência a considerar como mais científicas, mesmo na ausência de evidência suficiente, interpretações baseadas em processos que tivessem um cunho mecanomórfico, a ponto de chegar, aí por volta de 1940, segundo a expressão do psicólogo comparativo R. H. Waters (1939 e 1960), a esta situação paradoxal em que os processos humanos não podiam ser utilizados para explicar o comportamento e – acrescento – experiência a humanos.

para o avanço cultural da humanidade, a coisa mais importante: o senso comum, os mitos e a religião já o faziam antes da ciência. Importante mesmo, para essa promoção, é desenvolver explicações que, além de dar conta dos fatos, tenham implicações que possam ser verificadas

Acredito que os estudiosos que pensam ser o comportamento usual das formigas, ao seguirem uma trilha, um ato puramente reflexo e desprovido de memória provavelmente consideram apenas os casos em que a trilha mais comumente encontrada no meio natural – a de provisionamento da colônia – geralmente começa quando uma operária encontra uma fonte alimentar no exterior do ninho, baixa a ponta de seu abdome até o substrato e caminha para o ninho depositando no percurso um rastro com feromônio de alertamento e, no interior do ninho, regurgita parte do alimento ingerido para outras formigas; e que estas, em seguida, deslocam-se pelo interior do ninho e, depois, no ambiente externo acompanhando o rastro deixado pela descobridora até sua origem na fonte alimentar encontrada. Em minhas observações, no entanto, frequentemente cansado de esperar que alguma formiga descobrisse espontaneamente um chamariz alimentar que eu houvesse colocado no meio exterior para obter que uma trilha se formasse, eu frequentemente recorria ao expediente de transportar para esse chamariz uma ou mais operárias que estivessem no exterior do formigueiro e que eu conseguisse fazer que subissem a uma folha de papel. Nesse caso, as descobridoras forçadas não depositavam intencionalmente um rastro de alertamento, certamente, por não terem feito elas próprias o caminho da ida e não possuírem a direção da volta ao ninho, que era geralmente errática e penosa. Tendo pintado a descobridora assim que ela aceitava a isca – quando, geralmente, ela podia até ser deslocada com uma palhinha sem interromper a ingestão do alimento, tão concentrada costumava estar no ato – era fácil identificá-la quando, cerca de quarenta a cinquenta segundos depois de conseguir chegar à entrada do ninho e penetrar nele, voltava ao exterior, já, porém, novamente magra por haver regurgitado o alimento para outras formigas. Vinha, geralmente, acompanhada de algumas companheiras, que seguiam o seu rastro, o qual, mesmo não sendo marcado da forma referida acima, tudo indica que ela deixava de alguma forma, ainda que leve, por onde houvesse regressado. Por vezes, mesmo quando a descobridora não saía imediatamente do ninho após haver entrado, algumas formigas logo apareciam na saída do formigueiro com muita agitação das antenas, parecendo excitadas, e punham-se a seguir o percurso feito pela descobridora. Já não seria isso indicação de

que essas operárias discriminavam um rastro em meio a outros e que, ao fazê-lo, o faziam graças à memória do antes experimentado? Ao saírem do ninho, por exemplo, por um orifício diminuto em um piso cimentado, é manifesto que o rastro da descobridora provavelmente se misturava com o de muitas outras formigas que lá já haviam entrado anteriormente ou que de lá haviam partido em muitas direções divergentes, no caso, evidentemente, de esses rastros perdurarem por algum tempo. Nesse caso, poderia o rastreamento correto dispensar uma memória do rastro a ser seguido? Admitamos, ainda, para fins de argumentação, que pudesse. No entanto, a observação do que sucede quando uma formiga acompanha o rastro deixado por outra revela que, frequentemente, esse rastro é perdido ou simplesmente abandonado de momento a momento para a execução de volteios laterais aparentemente exploratórios. Quando um grupinho de formigas acompanha de perto a descobridora, como é comum se ver, acontece, também, de a formiga logo atrás da pioneira ultrapassá-la e voltear um pouco, especialmente quando a descobridora se desloca lentamente, como se indecisa sobre que rumo tomar. Tais comportamentos dão a clara impressão de serem uma busca de uma fonte alimentar tomada como existente nalgum ponto do ambiente exterior. Não é de todo improvável que esses padrões de comportamento possam ser inatos em *P. fulva*, conquanto no geral só as operárias mais velhas e portanto mais experientes tendam a sair do ninho em busca de provisões. No entanto, a retomada das pegadas da descobridora, em seguida à apresentação de um desses padrões, onde pegadas de outras formigas frequentemente estão presentes, não me parece inteiramente plausível sem a intervenção de uma memória.

Nas observações realizadas nesta investigação, o encontro de um alimento no ambiente por parte de formigas até então em estado de privação alimentar geralmente era seguido pelo estabelecimento de uma trilha num dado trecho do terreno, trilha essa que as formigas individuais seguiam, por vezes horas a fio, desde alguma abertura do ninho para o ambiente externo até o alimento, e vice-versa. Em cada percurso de ida e volta as formigas procediam à ingestão do alimento e ao seu transporte na forma líquida ou viscosa em seu estômago social ou papo até o interior do ninho. Utilizando aparelhos construídos para acomodar temporariamente a colônia e permitir a observação no interior do ninho, podia-se, com sorte, nas raras ocasiões em que algum de tais aparelhos era por algum tempo aceito como ninho pelas formigas e estas visitavam algum alimento colocado no exterior, ver o que sucedia. Operárias no interior do ninho recebiam o alimento trazido e

regurgitado pelas coletoras externas e se encarregavam, por sua vez, de percorrer diversas partes do ninho e de regurgitar o alimento para outras companheiras, para as larvas ou para a rainha fértil, ou também para formas aladas recém-eclodidas, quando presentes na colônia. No geral, o encontro de uma fonte alimentar no exterior de um ninho no meio natural só não induz as formigas a estabelecerem uma trilha de provisionamento se as operárias da colônia estiverem ocupadas com a revoada de suas formas sexuadas, ou se o ninho estiver sitiado por formigas inimigas, danificado, em processo de reconstrução ou mudança ou, ainda, sobejamente provisionado.

No próximo tópico darei prosseguimento à tarefa de identificar os fatores trazidos para a determinação do comportamento propositado psicologicamente mediado das formigas pela exposição destas, sobretudo quando repetida ou habitual, a um dado ambiente de comportamento. Tais fatores, conforme espero mostrar, são os trazidos por um mecanismo adquirido no curso da evolução, em adição aos mecanismos mais antigos do reflexo e do padrão fixo de ação, para permitir aos indivíduos de certas espécies a utilização, ao lidar com seus ambientes usuais, de uma memória propriamente individual para fins de adaptação. A evolução natural descobriu, por assim dizer, que não há melhor maneira de prever os acontecimentos futuros do que levar em conta como foram os acontecimentos passados, e assegurar que estes fossem utilizados quando a situação de comportamento fosse repetida. Mas, evidentemente, se a situação habitual sofresse, numa nova instância, uma pequena alteração que fosse, tal expediente resultaria falho e teria que ser corrigido para recuperar sua eficácia, no que o emprego da memória individual não só seria útil, mas realmente indispensável.

5 Observações em que uma ou mais alterações praticadas num dado ambiente de comportamento das formigas são removidas depois de permanecerem nesse ambiente por algum tempo

No presente tópico serão relatadas duas novas observações que, conquanto resultantes de um procedimento adotado inicialmente de modo inteiramente aleatório, parecem-me prover, talvez mais claramente que as observações apresentadas nos subtópicos precedentes, uma demonstração de que as formigas efetuam, em suas atividades habituais, um registro mnêmico contínuo de seu ambiente de comportamento. Além disso, essas observações parecem-me servir também para mostrar como o registro em questão é a origem, em última análise, dos dois outros fenômenos adi-

cionais responsáveis pela existência de um comportamento propositado psicologicamente mediado – o da tomada como presentes, por parte desses insetos, em cada ponto de seu ambiente de comportamento habitual, de aspectos do meio ainda antes que estimulativamente representados, e o de encaminharem-se a esses aspectos lembrados para a obtenção de um resultado demandado.

- *Observação 34 – Observação do comportamento de formigas* (P. fulva) *de uma trilha em 4 fases distintas, a saber: I) Durante 1h30, diante de 4 feijões colocados sobre a trilha espaçados 10 cm entre si ; II) no mesmo local, após a remoção desses feijões; III) Durante cerca de 50 min adicionais, diante dos mesmos feijões, espaçados como na fase I, mas colocados em outro trecho da trilha; e, finalmente, IV) no mesmo local da fase anterior, após nova remoção dos feijões*

Para esta observação foi utilizada uma trilha de cerca de 2 m 80 cm de extensão a conectar a entrada de um ninho com um chamariz alimentar. A trilha dispunha-se sobre um piso cimentado rústico acompanhando as arestas que esse piso formava com um degrau baixo de uma escada cimentada e com uma parede de alvenaria. A entrada do ninho era constituída por uma fenda existente na aresta formada pelo piso com o degrau. Como chamariz foi empregada uma mecha de algodão pouco hidrófilo embebida em uma solução de água com açúcar, colocada num ponto do piso junto à parede mencionada.

A observação abrangeu dois experimentos gêmeos, aqui denominados *experimento 1* e *experimento 2,* cada um dos quais composto de duas fases: uma fase, A, em que foi observado o comportamento das formigas para cada um de quatro grãos *in natura* de feijão roxinho, colocados, a espaços, sobre a trilha, em uma sua região, e outra fase, B, em que foi observado o comportamento das formigas nessa mesma região após a remoção de todos os feijões.

A Figura 45 ilustra a situação encontrada na fase A para cada experimento, (1) e (2).

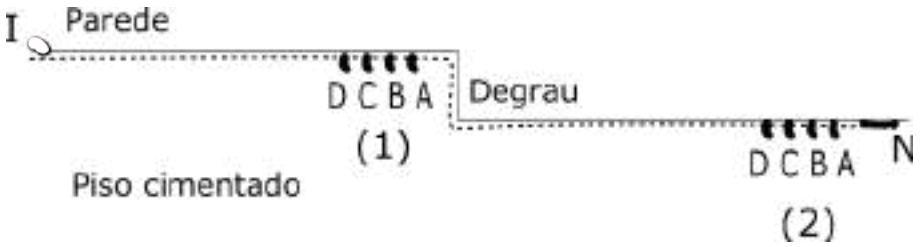


Figura 45: Representação aproximada da situação existente na Observação 35.

Legenda:
I: isca ou chamariz.
N: ninho.
Linha interrompida: trilha.
(1) e (2): Disposição dos grãos de feijão na fase A de cada um dos experimentos, 1 e 2.
A, B, C, D: feijões roxinhos em estado natural, depositados sobre a trilha em dois momentos diferentes.

A trilha foi encontrada já estabelecida sobre o piso cimentado cerca de meia hora depois da colocação do chamariz alimentar e guardava uma distância entre meio a um centímetro da aresta que o piso formava com a parede. Não era volumosa, mas um tanto rarefeita. Sentei-me sobre o piso, para a observação, a 0,5 m de distância da trilha e a cerca de 90 cm de distância da isca. O dia era frio, ventoso, com muita umidade. Chovera a noite toda e não havia sol à vista. Predominava, então, uma garoa, e o vento soprava geralmente na direção da isca para o ninho.

- *Experimento 1:*

Para a observação, coloquei 4 feijões roxinhos *in natura* sobre a trilha, atravessados nela, espaçados 10 cm um do outro, e começando a 160 cm do ninho em direção à isca. Eles foram denominados, de minha direita para a esquerda, A, B, C e D. Minha intenção era estudar o efeito, sobre o comportamento das formigas que caminhavam em qualquer dos dois sentidos da trilha, do encontro de cada um dos quatro feijões, bem como a possível influência de cada encontro sobre o encontro sucessivo ou encontros sucessivos – um estudo dos fenômenos ditos de sensibilização e habituação do comportamento mencionados pelas teorias psicológicas então correntes. Conforme se verá, porém, um procedimento não planejado no primeiro experimento ensejou alguns resultados inesperados, os quais, por sua vez, me levaram, em

seguida, a replicar o experimento em busca de uma confirmação. Conforme espero mostrar na discussão apresentada mais abaixo, os resultados obtidos me parecem possibilitar uma importante descoberta.

- *Resultados desta observação:*

FASE A

A primeira *fi* (formiga que caminhava em direção à isca) retornou diante do primeiro feijão, A. Outras *fi.s* vieram, exibiram "farejamentos" (agitação, no sentido dorsoventral da formiga e vice-versa, de antenas esticadas) para com A, e passaram de lado, entre a parede e o grão, ou o galgaram e caminharam por sobre ele, após uma pausa, seguindo adiante. Pausavam diante do segundo feijão, B, "farejando-o", em seguida fazendo o mesmo, mas mais brevemente, ante o terceiro, C. Daí em diante prosseguiam, sem parecer dar pela presença do último feijão, D, ao passar entre ele e a parede.

Observei em seguida as *fn.s* (as formigas que caminhavam em direção ao ninho). Uma primeira passou de lado junto a D, sem parar; diante de C e de D, "farejou" e desviou-se um tanto acelerada na marcha, e, diante de A, desviou-se sem quase nenhuma aceleração. Observei outras: o primeiro feijão que encontravam, D, estava, claramente, fora da trilha, e as formigas passavam entre ele e a parede normalmente. Diante dos demais feijões, desviavam-se, depois de uma pausa. Num ou noutro caso tendia a haver ligeira ondulação na marcha para com os três últimos feijões encontrados. Podiam tocar, no seu andar, com as antenas, o feijão, mas sempre se desviavam dele, nunca os escalavam.

Observando novamente as *fi.s*, vi que subiam, no geral, no primeiro feijão, após pausa ante ele e toque com as antenas; andavam por ele, antes de seguirem; no segundo, essa ação era repetida, mas por um menor número de formigas; no terceiro feijão, apenas uma ou outra formiga pausava diante do objeto, agitava-lhe as antenas e o escalava; na quarta, muito raramente alguma formiga fazia essa ação, em vez de, simplesmente, prosseguir em sua marcha.

Passei, depois, a anotar o comportamento individual das *fi.s* e das *fn.s* alternadamente:

Fi: pausou ante o primeiro grão encontrado e desviou-se dele; pausou um pouco mais tempo diante do segundo, tocou-o com as antenas e prosseguiu; escalou o terceiro feijão e passeou sobre ele; subiu ao quarto grão e demorou-se mais

nele; depois, saiu dele meio lateralmente, por uns 3 cm, em exploração dos arredores, e voltou para a trilha;

Fn: desviou-se do primeiro grão pelo vão existente entre ele e a parede e pelo espaço aberto do piso no segundo e terceiro e novamente pelo vão no último;

Fi: pausou e escalou um tanto longamente (por cerca de vinte segundos) o primeiro grão, desviou-se do segundo e do terceiro, tocou o quarto e, recuando ligeiramente, desviou-se dele;

Fn: desviou-se do primeiro, indo por fora, tocou o segundo, hesitou e foi por fora, hesitou mais diante do terceiro e tocou-o, passando por fora dele, depois hesitou mais adiante do quarto, fez menção de retornar e passou por dentro do vão entre o grão e a parede;

Fi: tocou no primeiro e desviou-se, no segundo hesitou e foi por fora, no terceiro hesitou novamente e foi por fora, num desvio maior, e no quarto desviou-se por dentro;

Fn: desviou-se de todos sem pausa ou hesitação;

Fi: subiu ao primeiro longamente, desceu e o rodeou, escalou-o novamente, desceu e andou 2 a 3 cm pelo piso ao lado, prosseguiu, chegou ao segundo, escalou-o e passeou por ele, desceu e rodeou-o; em seguida, prosseguiu seu caminho, desviando-se do terceiro e do quarto sem sequer uma leve pausa.

Num dado momento começou a chover fino. Depois de 10 min, o piso ficou molhado na junção com a parede. Não obstante isso, a trilha prosseguiu, o que parecia indicar que essa interferência no rastro olfativo presumivelmente subjacente à trilha já não afetava as formigas, provavelmente porque já haviam andado junto à parede seguidamente e esta já lhes bastava para sua orientação.

Empurrei o feijão D mais para junto da aresta formada pelo piso com a parede porque o grão havia ficado nitidamente mais exteriormente à trilha do que quando de sua colocação. As formigas haviam deslocado a trajetória da trilha mais para perto dessa aresta nesse ponto. Notei que somente as *fi.s* escalavam os feijões, e geralmente só o faziam com respeito ao primeiro e segundo que encontravam, e tendiam a hesitar e pausar ante o terceiro e, um pouco mais brevemente, ante o quarto feijão que encontravam, agora posto diretamente sobre a trilha, e dele se desviavam. Elas pareciam também fazer desvios mais longos do que as *fn.s,* às vezes com um pequeno trajeto, ao que parecia, exploratório, para fora da trilha,

sobretudo na altura dos dois primeiros feijões encontrados. Já *fn*, ao contrário, pausava menos, fazia desvios mais curtos, por dentro – isto é, entre o grão e a aresta – ou por fora, pelo piso cimentado. Parecia-me claro que *fi* era, por assim dizer, mais disposta a investigar o que encontrava no caminho, ao passo que *fn,* ao contrário, parecia nitidamente mais empenhada em chegar logo a seu destino.

Uma hora e vinte minutos mais tarde, anotei nos protocolos relativos a esta observação que era manifesto que, com o tempo, os feijões praticamente já não ocasionavam modificações no comportamento das formigas da trilha. Entre as *fi.s*, por exemplo, nenhuma escalava, já, os grãos. Se ainda havia hesitação e alguma exploração em torno de algum grão, era para *fi*, e nos dois primeiros feijões.

FASE B

Esta fase foi iniciada com a retirada dos quatro feijões da fase anterior, 01h30 depois de sua colocação. Essa intervenção não fora planejada como um procedimento experimental, mas como uma providência julgada adequada para permitir à trilha retomar a aparência que tinha no começo da observação para, então, utilizá-la novamente no mesmo tipo de observação com outros objetos. Não pude, no entanto, deixar de observar por algum tempo o comportamento apresentado pelas formigas da trilha no trecho do terreno de onde os feijões acabavam de ser removidos, pois anotei, com evidente contradição, o seguinte: "Exceto por uma ou outra *fn* que parecia dar uma "explorada" 1 a 2 cm mais para fora da trilha, e uma que parou para limpar as antenas, e outras poucas que pareciam pausar levemente com maior agitação de antenas; e exceto por uma ou outra [dentre as][31] fi.s que giraram ou voltearam na altura do primeiro feijão[32], foi como se não notassem a retirada dos feijões".

A contradição existente neste comentário estava, claramente, na incompatibilidade dos relatos iniciais com a afirmação que encerrava o enunciado. Era manifesto que muitas formigas apresentavam agora, novamente, modificações em seu comportamento – não as mesmas modificações de quando houve a colocação dos feijões, mas modificações que sugeriam que agiam como se os buscassem ou ressentissem sua falta. Se nem

[31] [ ]: acréscimo meu.

[32] Melhor teria sido dizer: "na altura em que tinha estado o primeiro feijão".

todas o faziam talvez fosse porque várias não teriam estado mais de uma vez na trilha anteriormente, o que eu teria podido saber se as houvesse dotado de marcas individuais. Que eu próprio tivesse notado a contradição, embora sem voltar ao trecho já escrito para alterá-lo, parece revelado pela próxima anotação que fiz. Ela dizia: "Pena que não posso ver se o fluxo, a velocidade, etc., ficaram afetados". O fato de eu repetir o experimento em outro trecho da mesma trilha parece apoiar esta mesma opinião.

- *Experimento 2:*

FASE A

Logo após o lançamento das notas referidas acima, coloquei novamente os quatro feijões sobre a trilha, atravessados nela e com um espaçamento de 10 cm entre cada um e o próximo, mas desta vez noutra parte da trilha, começando a 10 cm da fenda existente na aresta formada pelo piso com a parede do degrau, fenda essa que constituía a entrada do ninho. A inscrição "(2)", na Figura 45 ilustra a nova disposição dos feijões. Outra vez notei que as *fi.s* eram as únicas formigas que, no começo, passeavam sobre os dois primeiros feijões que encontravam, ou em torno deles, mas em uma proporção menor do que a observada no primeiro experimento: talvez – anotei – porque já houvessem sido expostas a eles nesse primeiro experimento. A pausa de *fi* e volteadura em torno do grão tendia a decrescer gradativamente do primeiro feijão ao quarto e último feijão encontrado. Já *fn* hesitava gradativamente mais, fazendo um desvio aparentemente exploratório de 1 a 2 cm para o lado aberto do piso, a cada novo grão que encontrava.

Num dado momento, empurrei os feijões D e C para mais próximo da aresta do piso com o degrau, mas deixando ainda um espaço entre eles e a aresta. Notei, então, que *fn* tendia a pausar um pouco mais que antes diante de D, o primeiro grão que encontrava, e um pouco mais ainda diante de C e B, aos quais ultrapassava com um desvio de cerca de um centímetro pelo piso depois de haver guinado brevemente de um lado e outro; já diante do quarto grão que encontrava, A, tendia a pausar muito pouco. *Fi*, excepcionalmente, retornava desde o primeiro feijão.

Um pouco mais tarde (não indiquei quanto tempo depois), escrevi que *fn* apresentava um aparente embaraço maior diante do segundo feijão que encontrava do que diante do primeiro: guinava para a esquerda e para a direita, hesitava, tocava o feijão e passava a um dos seus dois lados.

Já *fi*, diante do primeiro feijão que encontrava, parecia mais hesitante: explorava ("farejava"), afastava-se um pouco antes de chegar a ele novamente e tornar a "farejá-lo", e escalava mais esse primeiro feijão e o segundo, andando sobre eles, do que fazia com os dois outros. Daí a pouco observei que essa escalação diminuía e escrevi que, com o tempo, iria, certamente, desaparecer. Resolvi deixar por um período mais longo a observação dessa trilha para observar outras no mesmo quintal; antes porém, observei que um breve fasto, como um começo de repelão, que dava uma impressão de um pequeno susto, era mais comum diante do primeiro feijão encontrado para *fi* do que para *fn*.

Ao regressar, depois de decorridos 48 min desde o início deste segundo experimento, notei que a trilha estava bem mais rala. Continuava a haver mais hesitação por parte de *fi* do que de *fn*, e mais, em geral, ante os dois primeiros feijões. *Fn* desviava-se dos vários feijões, como o fazia *fi,* mas, definidamente, com uma maior tendência a um breve virar-se para um dos lados, como para retornar, ou uma pausa com ligeira virada para um lado e o outro, diante do primeiro feijão, D, do que diante dos demais.

FASE B

Cinquenta e seis minutos depois do início da Fase A deste segundo experimento, removi os quatro feijões, afastando-os da trilha, mas preservando suas posições relativas para melhor saber onde antes estavam.

Passou a haver, nos dois pontos extremos do trecho antes ocupado pelos quatro feijões, logo na altura ocupada pelo primeiro feijão da trilha, tanto para *fi.s* quanto para *fn.s*, algo como um volteio ou entrada de um cm pelo piso. Uma virada para fora da trilha, com ligeiro adentramento do cimentado, era comumente observada nas formigas. Dar uma paradinha e "farejar" o ar também ocorria. Escrevi nos protocolos que parecia claro que as formigas pareciam "estranhar" o trecho em questão. Infelizmente, não persisti na observação, passando logo a duas outras observações dedicadas também a estudar o comportamento das formigas em alterações experimentais sucessivas em uma trilha, mas sem uma fase de observação constituída pela retirada das alterações.

Discussão dos resultados desta observação

Os resultados desta observação podem ser assim resumidos: primeiro, o aparecimento de modificações no comportamento das formigas de uma trilha diante de certas alterações do seu ambiente imediato, constituídas pela colocação, junto à trilha, espaçadamente, de quatro grãos *in natura* de feijões; segundo, o esmaecimento gradual e praticamente a cessação ou tendência à cessação dessas modificações de comportamento, com o tempo, na passagem das formigas junto a esses feijões; terceiro, o aparecimento de novas modificações no comportamento das formigas em sua passagem pelos locais da trilha de onde foram suprimidos, a partir de um certo momento, os quatro feijões mencionados.

Os resultados realmente novos encontrados nesta observação foram os surgidos no terceiro dos momentos mencionados acima e provavelmente só o são porque os experimentos descritos na literatura especializada sobre o efeito, no comportamento, de variáveis independentes – normalmente, a efetuação de alguma mudança no ambiente – geralmente não vão além do segundo momento citado.

Na prática científica existente, acontecimentos como o primeiro resultado, o aparecimento de modificações de comportamento diante dos quatro feijões colocados espaçadamente sobre a trilha, costumam ser interpretados como devidos à *reatividade* do organismo à estimulação. Mudanças no ambiente, desde que envolvendo alterações nas condições energéticas prevalecentes nos receptores sensoriais de um organismo, seriam as causas – ditas *estímulos* – das respostas desse organismo. Um exame da natureza dos estímulos, dos mecanismos de recepção sensorial, de transmissão nervosa e de atuação efetora dos organismos é a decorrência lógica dessa interpretação, conhecida na literatura científica como a *interpretação S-R do comportamento* (Cf. Scott, 1972, p. 4-14).

Uma questão embaraçosa para essa interpretação, e que me levou a rejeitá-la, já foi tratada no capítulo anterior: era a de que não explicava como alterações muito diversas no ambiente, como a constituída pela colocação de objetos ou efetuação de sopros e projeção de focos de luz e sombra sobre a trilha, o esfregamento do substrato com o dedo ou com pedras de mentol ou cânfora de modo secante à trilha, etc., *provocavam, no comportamento das formigas, modificações com um aspecto geral similar*. A explicação que ali foi apresentada, e que me parece a correta, era que os estímulos em questão não determinavam as modificações de comportamento

diretamente, mas através de uma intervenção que efetuavam num fator ou grupo de fatores central, trazido pelas formigas para a situação por força de sua exposição prévia a um dado ambiente de comportamento. Esse fator central, segundo penso, seria uma memória que as formigas formariam, em seus termos, isto é, em termos dos efeitos nelas próprias causados por essa exposição prévia a um ambiente de comportamento, memória essa que lhes permitiria lançarem-se a aspectos do ambiente tidos como presentes ainda antes que apresentados estimulativamente, possibilitando-lhes assim deixar de ter seu comportamento exclusivamente eliciado pelos estímulos recebidos para passar a tê-lo também encaminhado ou conduzido para resultados ou objetivos demandados.

O segundo resultado citado – o esmaecimento gradual e, por fim, desaparecimento, ou, pelo menos, tendência ao desaparecimento, com a passagem do tempo, das modificações de comportamento diante dos feijões postos sobre a trilha, certamente levaria muitos estudiosos a falar em "extinção" ou, então, em "habituação" das "reações". A extinção tem sido interpretada, desde Clark L. Hull (1943), como devida a uma inibição reativa criada pelo próprio ato de responder repetitivo quando este não se segue de alguma recompensa. Quanto à habituação, foi definida por Thorpe (1963, p. 54) como o desvanecimento (provavelmente devido a um mecanismo inato) relativamente permanente de uma resposta a um estímulo que se repete quando a resposta não é seguida de nenhum tipo de reforço. Outros cientistas, porém, contestaram a necessidade da repetição, da duração mencionada ou da referência à teoria do reforço (cf. Sato, 1995, para uma discussão sobre a habituação e os problemas encontrados em sua caracterização). Humphrey (citado em Sato, 1995) supôs que a função biológica da habituação seria a de conservar um padrão de comportamento preexistente ao distúrbio através da eliminação de movimentos inúteis. E Thorpe (1963) afirmou que a habituação constitui uma aprendizagem de não responder a estímulos que não revelam significação para a vida do animal. No entanto, parece-me arriscado afirmar que as modificações de comportamento acima são inúteis ou que as alterações do ambiente julgadas "estímulos", no caso, não têm relevância biológica.

Contudo, o ponto que me parece mais importante de estabelecer aqui é que, contrariamente ao que os pesquisadores geralmente têm julgado acontecer, o esmaecimento e, por fim, desaparecimento das modificações de comportamento das formigas não significa que elas teriam deixado de responder à alteração efetuada em sua trilha ou em seus arredores. De

fato, se o tivessem, essa alteração poderia, então, ser suprimida, e isso não faria diferença para o comportamento que se verificasse. No entanto, foi o contrário que se observou: depois do esmaecimento das modificações encontradas, não se podia mais suprimir a alteração do ambiente sem que novas modificações de comportamento voltassem a ser registradas. Logo, a presença da alteração passara a ser indispensável, daí por diante, para a normalidade do comportamento. O encontro repetido de alterações no ambiente não levou as formigas, portanto, a deixarem de comportar-se para com essas alterações, mas a passarem, gradualmente, a comportar-se de uma outra maneira para com elas. Ele levou as formigas a incorporá-las progressivamente em seu registro mnêmico relativo ao ambiente de comportamento, fazendo-as passar, de elementos alteradores que eram desse ambiente, a partes integrantes dele e que não poderiam mais ser suprimidas sem tornar o novo registro mnêmico dos efeitos obtidos desse ambiente inapropriado para guiar com êxito seu lançar-se a aspectos ainda não apresentados, mas esperados, desse ambiente. Essa incorporação, portanto, era algo indispensável para que as formigas se ajustassem à situação objetiva alterada. O fenômeno das modificações de comportamento surgidas diante da supressão dos grãos de feijão que haviam sido colocados espaçados sobre a trilha por um tempo prolongado não se deveria, assim, à mera ação eliciada pela alteração das condições energéticas sobre os receptores sensoriais das formigas; ele se deveria, na verdade, como no caso das modificações de comportamento provocadas por uma alteração repentina de um ambiente de comportamento já tornado habitual, ao fato de que, uma vez incorporada à situação de comportamento das formigas, a presença da alteração não poderia mais ser omitida sem causar novas modificações no comportamento então sendo executado. Que as modificações verificadas fossem diversas no caso da supressão mencionada do que fora no caso da introdução de uma alteração é inteiramente explicável pelo fato de que o fator ou conjunto de fatores central trazido para a situação de comportamento presente e afetado pela alteração em causa agora já não era o mesmo. Num caso, essa situação não incluía a alteração no ambiente de comportamento, no outro, sim.

Tal fenômeno é uma evidência de determinação do comportamento pela memória de acontecimentos passados e, logo, segundo entendo, de processos psicológicos na formiga – por mais inaudito que isso possa soar a muitos pesquisadores contemporâneos do comportamento de insetos.

Não obstante o mencionado acima, a ausência de um esmaecimento gradual e, por fim, desaparecimento das modificações de comportamento diante de alterações experimentais que as formigas encontram repetidamente em seu ambiente de comportamento não é um indicador necessário e onipresente de um processo de incorporação gradual dessas alterações à situação psicológica de comportamento. É o que revela a observação a ser relatada a seguir, que mostra, em adição, como não apenas de procedimentos bem concebidos e concretizados, mas também de acasos e de procedimentos falhos se pode aprender algo.

- *Observação 35– Modificações de comportamento consequentes, primeiro, à colocação, em momentos sucessivos, de 3 mechas de algodão embebidas em querosene junto a uma trilha e, posteriormente, à supressão de duas dessas mechas*

Para uso na observação, dividi uma mecha de algodão hidrófilo embebida em removedor – um produto feito à base de querosene e utilizado para limpeza doméstica – em 3 pedaços o mais possível iguais, fazendo com eles mechas de formato arredondado de cerca de 1,5 cm de diâmetro cada.

Esta observação foi relativa a uma trilha de 2,20 m de extensão estabelecida sobre um piso que era, parte, cimentado, e parte, de cacos de cerâmica. A trilha bordejava uma parede de alvenaria e conectava as entradas de um ninho (dois orifícios separados na parte cimentada do piso) com um chamariz alimentar (uma mecha de algodão hidrófilo embebida em solução de água e açúcar). A observação foi realizada à noite sob luz de uma lâmpada elétrica situada a cerca de 2 m de altura na parede, acima dos ninhos.

Vinte e sete minutos depois de iniciada a trilha, coloquei sobre o piso, a 60 cm para a esquerda de N_1, uma mecha, A, de algodão com removedor, tomada entre as três mechas adrede preparadas, distanciada 1,5 cm da aresta e aproximadamente 1,3 cm da trilha. A seguir, respectivamente 28 e 63 min mais tarde, coloquei as duas outras mechas pré-formadas, idênticas (de cerca de 1,5 cm de diâmetro), B e C, a iguais distâncias da aresta, de tal forma situadas que havia, entre cada mecha e a seguinte, uma separação de 32 cm. Passados 10 min desde a última alteração efetuada (a colocação de C), retirei, então, as mechas B e C, deixando no terreno, portanto, somente a primeira mecha colocada, A. A Figura 46 representa a disposição da trilha e dos demais aspectos relevantes da situação.

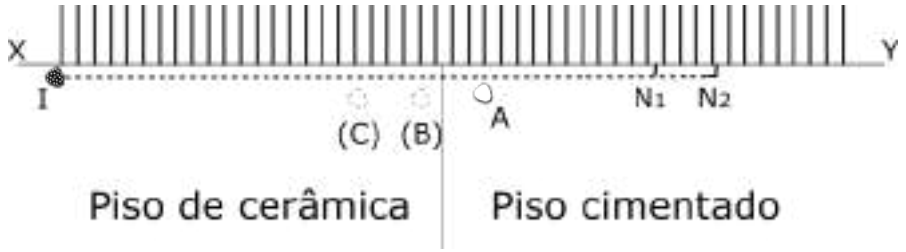


Figura 46: Representação aproximada da trilha e outros aspectos da Observação 36 na sua Parte 2.

Legenda:
I: incentivo.
N_1 e N_2: orifícios de entrada do ninho.
Linha interrompida: trilha.
XY: aresta formada pelo piso (parte cimentado e parte cerâmico com a parede.
(C) e (B): círculos pontilhados: mechas suprimidas.
A: mecha conservada junto à trilha.

Preciso dizer que, antes da remoção das duas mechas mencionadas, continuaram, apesar do tempo já transcorrido, a ocorrer algumas modificações de comportamento por parte das formigas em sua passagem pelas 3 mechas: basicamente hesitações (leve parada com uma breve virada à esquerda e à direita, e alguma ondulação na passagem de algumas formigas por uma ou mais das mechas).

Os resultados dessa remoção foram surpreendentes. Algumas formigas, ao passarem pelas manchinhas de umidade deixadas pela remoção das mechas, hesitavam, exibiam mais ondulação na marcha do que antes e, às vezes, paravam e voltavam um pouco para realizar um "farejamento", como se – escrevi em meus registros – "notando a falta das mechas". Mesmo depois de desaparecidas as manchas, 5 min mais tarde, algumas formigas saíam um pouco para fora da trilha, temporariamente. Algumas pausavam. Vi uma sair da trilha uns 5 cm pelo piso, isto a uns 10 cm antes do local onde antes estava a mecha C; outras, em intervalos irregulares, saíam da trilha cerca de 1 cm, paravam, viravam-se: isto tanto entre as *fn.s* como entre as *fi.s*; em locais diversos ao longo da trilha havia, por parte de umas poucas formigas, ondulações inexplicadas na marcha, pausas e investigação para o alto ("farejamentos") com a formiga empinada à frente, apoiada somente nas patas médias e traseiras; havia também saídas para o cimentado ou para a parede com 2 a 5 cm de excursão – isto a 10, 15, 30

cm do chamariz e dos locais anteriormente ocupados pelas mechas. Já entre A, a única mecha remanescente, e os orifícios de entrada do ninho, ao contrário, exceto por algumas modificações de comportamento perto dessa mecha, tudo era regularidade: não havia pausas, viradas, saídas, etc. Notei que, agora, várias formigas chegavam hesitantes ao chamariz, subiam à parede, andavam para além dele até 10 cm ou mais, ou andavam um pouco em sua volta antes de escalá-lo. Nessa parte da trilha entre a mecha A e o chamariz, a apresentação de marcha por escalões (um andar constituído de pequenos avanços e pausas intercaladas) bem como de algum repelão era bem mais comum por parte de alguma formiga em vários pontos da trilha do que no trecho entre a mecha A e o ninho.

Interrompi a observação desta parte do experimento depois de 20 min para a realização de outra observação que não vem ao caso considerar aqui, não sem antes ver que uma *fn*, depois de percorrer cerca de 25 cm desde a isca, apresentou dois repelões enérgicos que a atiraram, literalmente, para trás e para o alto. Escrevi, então, em meus registros, que a presença da mecha A parecia, de modo geral, "tranquilizar" as formigas, pois, de fato, para a sua direita (para mim), não se notavam modificações no comportamento dos insetos.

Discussão dos resultados desta observação

Essa observação mostra que as formigas, com o tempo, passavam a incluir em sua situação de comportamento a alteração do meio representada pela presença de mechas com querosene sucessivas junto à trilha, embora sem deixarem de se perturbar ante elas: isso porque, com o tempo, as mechas já não podiam ser removidas sem provocar novas modificações de comportamento, e modificações diversas das que a colocação e posterior presença delas provocara. Sendo assim, uma conclusão que me parece dever ser apontada para esta discussão é clara: é que o apresentarem as formigas um arrefecimento gradual das modificações de comportamento em seus encontros sucessivos com certas alterações do meio habitual, visto na observação precedente, não é uma contrapartida simultânea essencial e necessária para que a formiga a acabe registrando mnemicamente em seus termos – isto é, por seus efeitos em si própria – e para que passe a utilizar esse registro de alguma forma nos intercâmbios que com esse ambiente realiza.

A constatação acima me faz levantar duas questões diferentes. A primeira é a seguinte: por que num caso – o do experimento com os grãos *in natura* de feijões – a incorporação da presença e características desses grãos no registro mnêmico do ambiente de comportamento das formigas resultou em um ajustamento à presença delas, no sentido de levar as formigas a deixarem de apresentar, com o tempo, modificações de comportamento diante delas, ao passo que, no caso do experimento com as mechas de algodão com querosene, isso não ocorreu? A segunda é: que papel passam a ter esses novos elementos incorporados ao ambiente psicológico das formigas em seu comportamento?

Considerarei inicialmente a primeira das questões levantadas acima. A comparação dos dois experimentos mostra que eles diferiram sobretudo em dois aspectos: na forma como os objetos empregados para alterar o ambiente de comportamento das formigas foram temporalmente introduzidos nesse ambiente e na natureza intrínseca dos objetos que foram empregados.

Tomarei, primeiramente, para consideração, o primeiro aspecto mencionado: a forma como foram temporalmente introduzidos nesses experimentos os objetos utilizados para alterar o ambiente de comportamento prévio das formigas. Acredito ser possível que a efetuação de novas alterações experimentais a cada lapso de tempo, no experimento com as mechas de algodão com querosene, ao contrário do que ocorria no experimento com os feijões in natura, não deixava vagar suficiente para aparecer o fenômeno do esmaecimento gradual das modificações de comportamento para com uma alteração já apresentada.

Tomo, a seguir, o segundo aspecto em que as condições da presente observação diferiram da observação que a precedeu: a diferente natureza dos objetos introduzidos. É verdade que, em ambos os experimentos, a introdução repentina de objetos antes inexistentes no ambiente de comportamento das formigas atuou provocando imediatas modificações no comportamento que esses insetos vinham apresentando. Isso, em parte, era assim porque, como já argumentado, independentemente da natureza desses objetos, sua presença não estava incluída na memória que os insetos traziam para o ambiente de comportamento e os impedia de darem com o aspecto ou elemento do ambiente a que, empregando sua memória do encontrado habitualmente, lançavam-se, em seu comportamento habitual na trilha, no ponto imediatamente precedente ao qual os objetos

foram repentinamente introduzidos. No entanto, em adição a isso, parece também verdade que esses objetos igualmente contribuíam para alterar o ambiente de comportamento por suas propriedades estimuladoras intrínsecas. No que diz respeito a estas, diferentemente das mechas de algodão com querosene, os grãos de feijão *in natura* utilizados no primeiro dos dois experimentos mencionados não me pareciam constituir, em si mesmos, objetos aversivos para as formigas, no sentido de que, se encontrados por alguma formiga que estivesse excursionando fora de seu ninho em atitude aparente de busca de provisão ou simplesmente em viagem exploratória, provavelmente não provocariam, como o faziam as mechas embebidas em querosene, um afastamento e evitação de contato. Não me parece improvável que os feijões pudessem ter, mesmo, especialmente para as formigas que se dirigiam à isca, e que, por essa razão, deviam ter uma motivação ingestiva, alguma qualidade potencial de alimento, além da de um elemento perturbador do comportamento prévio por não estarem incluídos no registro mnêmico que presidia, na ocasião, as reintegrações e lançamentos efetuados pelos insetos. Com efeito, conforme se viu na Observação 35, algumas dessas formigas efetivamente galgavam algum dos feijões que encontravam em seu caminho, aparentemente numa atitude investigativa. Acredito que, se isso não acontecia no caso das formigas que se moviam na direção contrária, era provavelmente porque, além de os feijões perturbarem, ao lidar com a situação, a utilização de uma memória que traziam para ela, os insetos em questão, já se havendo alimentado, já não tinham motivação ingestiva: diferentemente das *fi.s*, mostravam pressa para transferir o alimento já coletado às companheiras no interior do ninho e por essa razão tratavam os feijões repentinamente encontrados no caminho como obstáculos a serem evitados. Já no experimento em que foram utilizadas mechas de algodão com querosene para alterar a situação habitual, as formigas visivelmente se esquivavam das mechas com querosene mais nitidamente do que o faziam as formigas no caso do encontro inopinado com os grãos de feijão, desviando-se, ao passar por elas, para mais junto à parede. Esses fatos sugerem que os grãos de feijão *in natura*, posto que perturbadores da utilização de uma memória da situação anterior na orientação das formigas, eram provavelmente afetivamente neutros ou até atraentes para ao menos parte dessas formigas, e que as mechas com querosene, ao contrário, eram, para os insetos, definidamente aversivas. Essas conclusões parecem reforçadas por observações precedentes: a primeira delas, pela em que se viu que o querosene levava as formigas a abandonar um alimento

apreciado quando a ele aproximado; a última, por observações como as relatadas no tópico anterior, em que as formigas de uma trilha acabavam por deixar de apresentar, com o tempo e ao longo de encontros repetidos, perturbações de seu comportamento ante um chamariz alimentar situado em outro ponto da trilha e com maior concentração de açúcar: por esse motivo, com maior valor de incentivo que o chamariz que até então visitavam, mais distanciado do ninho.

Em resumo, eu diria o seguinte: parece que o fato de um determinado objeto repentinamente introduzido num ambiente de comportamento já tornado habitual para as formigas ter, intrinsecamente, propriedades que o tornam afetivamente neutro, aversivo ou atraente para elas não impede, com o tempo e exposições repetidas, que venha a ser incorporado à situação de comportamento desses insetos e passe a ajudar a defini-la. Contudo, aparentemente, afetará a forma como estes últimos comportar-se-ão em relação a ele, a saber, com relativa indiferença, como repelente ou como atraente.

Considerarei agora a outra questão levantada acima diante da constatação, verificada nessas duas últimas observações relatadas: a de que, ao exporem-se repetidamente a alterações feitas em seu ambiente de comportamento, as formigas acabavam por incorporá-las gradualmente na memória que para esse ambiente haviam formado. Essa questão era: que papel passavam a ter esses novos elementos incorporados ao ambiente psicológico das formigas em seu comportamento?

A resposta a essa questão parece-me indicada pelo que acontecia com o comportamento das formigas quando da supressão dessas alterações, ou seja, de duas das três mechas de algodão com querosene que haviam sido colocadas separadamente e em momentos diferentes junto à trilha, no caso da última observação apresentada neste subtópico e no dos grãos de feijão in natura no caso da primeira observação. Em ambos os casos, o resultado dessa remoção foi, de um lado, levar as formigas a uma aparente procura dos objetos suprimidos e, de outro, criar como que um embaraço das formigas em lidar com a nova situação surgida, como se ela se houvesse tornado diversa da que até então existia. Dir-se-ia, por esse seu comportamento, que os objetos em questão já haviam, no momento de sua supressão, deixado de ser elementos alteradores da situação de comportamento das formigas e já a integravam.

6 O fenômeno da incorporação, por parte das formigas, em seu registro mnêmico de um dado ambiente de comportamento, de uma ou mais alterações neste ocorridas com a passagem do tempo e a repetida exposição das formigas a essas alterações. O organismo psicológico e o ambiente de comportamento como um sistema de transformações solidárias

Os vários fatos citados nas discussões dos resultados das duas últimas observações apresentadas acima – aparecimento de modificações no comportamento das formigas diante de alterações repentinamente efetuadas em sua trilha ou em seus arredores imediatos, seguido ou não de seu esmaecimento gradativo e tendência à cessação, com a passagem do tempo e com a repetida exposição das formigas a essas alterações, e surgimento de novas modificações com a supressão das alterações – em seu conjunto e nessa exata ordem, revelam e demonstram o fenômeno que denominei, em trabalhos anteriores (Cunha, 1985, 1986, 1989 e 1995), "ajustamento funcional, regulativo ou psicológico dos insetos a seu ambiente imediato", e que agora penso que talvez conviesse antes denominar "atualização", por parte deles, de seu registro mnêmico de um dado ambiente de comportamento.

De fato, de que outra maneira poderia um organismo que apresentasse modificações em seu comportamento diante de uma alteração repentinamente ocorrida em seu ambiente de comportamento passar a apresentar modificações de comportamento diversas das anteriormente mencionadas para com a súbita supressão dessa alteração, daí por diante, a não ser que tivesse sido modificado gradualmente pela exposição a essa alteração, modificação essa que terminasse por incluir a alteração em seu ambiente mnêmico de comportamento? Conforme já se explicou anteriormente, um comportamento propositado das formigas como o observado numa trilha de provisionamento só é possível graças a um registro mnêmico de um dado ambiente de comportamento que permite às formigas lançarem-se, em cada ponto da trilha em que se encontram, ao próximo ponto apontado por esse registro e assim sucessivamente até o alvo final demandado – o chamariz alimentar ou o ninho. A introdução repentina de uma alteração no ambiente de comportamento habitual das formigas faz com que o ponto esperado de seu lançamento não seja verificado, de modo que o comportamento habitual da formiga seja interrompido e apresente-se desorganizado até que um novo registro mnêmico da situação de comportamento seja formado e possibilite a reintegração correta do que será encontrado na região modificada.

Por qual processo o organismo atualiza seu registro mnêmico de um dado ambiente de comportamento, ou seja, incorpora uma alteração surgida repentinamente nesse ambiente em sua situação de comportamento?

Conforme apontado no tópico precedente, uma repentina alteração praticada no ambiente de comportamento habitual das formigas provoca nelas modificações do comportamento cujo destino, com a passagem do tempo e a repetição do encontro dessa alteração, varia conforme a natureza afetiva desta. Assim, no caso em que a alteração parece afetivamente aversiva, como a representada por uma mecha de algodão embebida em querosene, as modificações de comportamento com caráter de esquiva permanecem mesmo depois da incorporação da alteração no novo registro mnêmico do ambiente de comportamento das formigas. Já no caso em que a alteração parece afetivamente atraente, como no caso de introdução, na trilha, de um novo chamariz alimentar de igual natureza que o anterior, mais próximo do ninho que este e especialmente, quando tem maior valor nutritivo, as formigas passam a preferir o chamariz introduzido ao original. Finalmente, quando a alteração parece afetivamente neutra, como no caso em que era constituída por grãos de feijão colocados esparsamente sobre a trilha, as modificações de comportamento por eles provocadas amainam gradualmente com a passagem do tempo e, por fim, desaparecem. Desses três casos, ao que parece, o último parece permitir deduzir melhor o que acontece no processo de atualização mnêmica do ambiente de comportamento verificada em consequência de uma súbita alteração ocorrida na trilha ou em suas imediações, e por isso o tomo para consideração no desenvolvimento da argumentação apresentada a seguir.

Se as modificações de comportamento causadas por uma alteração súbita introduzida no ambiente de comportamento das formigas se abrandam com a exposição repetida dessa alteração deve ser porque cada exposição modifica o organismo e a próxima já incide sobre o traço da anterior ou das anteriores de modo cumulativo. Cada nova exposição teria efeito modificador menor, até um ponto em que, na série ou num tempo dado de exposições, a alteração deixaria de alcançar um valor liminar crítico para acarretar modificação. Nesse momento se poderia dizer que o organismo teria convertido uma alteração do ambiente em uma não alteração de sua situação, ou que incorporou essa alteração em sua situação, ou, ainda, que se ajustou, calibrou ou regulou para ela. Uma prova de que isso de fato ocorreu é que já não se poderia, então, suprimir a mencionada alteração sem que novas modificações de comportamento ocorressem.

O mecanismo do ajustamento em questão – que eu digo "psicológico" porque obtido mediante a exposição do animal individual à situação alterada e mediante a modificação do animal por esta – converteria, assim, para esse animal, a própria mudança que se repete num dado ambiente em não mudança, e a não mudança, numa série de mudanças, em mudança.

Mas, para que cada nova exposição tenha um efeito menor, parece-me necessário que o organismo reaja, não diretamente à energia estimulante da alteração em si mesma, e sim à relação de diferença ou semelhança que a nova situação, alterada, guarda com a situação prevalecente até então. Ou melhor, como a situação anterior estritamente já não existe num dado momento, é preciso que o organismo reaja à diferença que a nova situação, alterada, guarda com a situação de comportamento correspondente à situação antes de alterada e trazida com o animal para o presente pelas marcas deixadas por sua exposição e seus ajustamentos anteriores. O organismo e seu ambiente de comportamento, para os aspectos do meio abrangidos por esse mecanismo de ajustamento, deixam, assim, ao contrário do que supõem as psicologias S-R, de ser entidades independentes atuantes desde fora uma sobre a outra para passarem a constituir um sistema de transformações solidárias. Dado esse sistema, o organismo ingressa na História, não apenas a título de entidade histórica (isto é, entidade determinada por condições antecedentes), mas, também, na expressão de Heidegger (1967), a título de entidade "historial", isto é, de uma entidade que, por sua história, contribui para fazer as suas condições. De fato, cada exposição do organismo a um dado ambiente, ao mudar o organismo, faz com que a próxima exposição, ainda que fisicamente a mesma, já não seja estritamente igual, em seus efeitos sobre o organismo, à primeira exposição. Sendo assim, como, a rigor, cada organismo modificado por sua experiência prévia – logo, psicológico – tem uma história de estimulação diversa, pode-se dizer que faz, de uma mesma situação, conquanto uma situação que possa ter vários pontos em comum com a de outros indivíduos de sua espécie, uma situação que, por certos aspectos, é estritamente individual e única.

Devo mencionar que a reatividade do organismo capaz de ajustamento funcional, regulativo ou psicológico a uma dada alteração do ambiente (ou, o que dá na mesma, a eficácia modificadora de uma dada alteração do ambiente) não poderá ser conhecida independentemente do ambiente de ajustamento para o organismo em questão. Como o organismo psicológico e seu ambiente de comportamento constituem um sistema de transformações solidárias, é necessário dizer que, para esse sistema, o

ambiente, em termos físicos, a que tal organismo é exposto, gera uma situação de comportamento que não poderá ser definida sem a participação do organismo, que, por sua vez, não poderá ser conhecido, quanto às suas possibilidades de comportamento, sem uma consideração do que foram para ele, previamente, seus ambientes. A situação de comportamento é dinâmica, isto é, muda com o tempo, uma vez que refletirá sempre os ajustamentos e as novas exposições que, no intervalo, o organismo – uma entidade histórica e historial, conforme já se indicou – venha a experimentar. Refletirá também, suponho, as tendências, os estados e as operações regulativas do organismo em cada momento.

7 Outra função biológica do mecanismo de ajustamento psicológico ou atualização mnêmica diante de alterações ocorridas no ambiente de comportamento das formigas: a de livrar de interferências externas um dado intercâmbio útil da colônia com o seu ambiente

Retomando os dois últimos experimentos relatados mais acima, pode-se dizer que as formigas já apresentavam um relacionamento relativamente estabilizado com o seu ambiente de comportamento e seus vários elementos, a saber, o ninho, o piso, a parede, o caminho coletivo, as companheiras, o alimento, a condição luminosa, os ventos, etc., antes de serem afetadas por alguma mudança repentina nesse ambiente. Através de um desses relacionamentos elas realizavam, por exemplo, tanto o provisionamento da colônia como o provisionamento próprio. A introdução de uma ou mais alterações em seu ambiente de comportamento provocava nas formigas comportamentos discrepantes dos até então estabelecidos para com esse ambiente. Com o tempo, porém, por um processo de reajustamento gradual, um novo relacionamento das formigas com o seu ambiente de comportamento era efetuado através do qual o provisionamento da colônia voltava a ser realizado. A novidade desse novo relacionamento parecia residir no fato de que, com o tempo, os insetos passavam a incluir em sua memória que aspectos do novo caminho em que se encontravam se seguiam de quais outros aspectos. Isso lhes permitia retomar um comportamento de encaminhamento para um alvo final demandado através de um lançarem-se desde cada ponto do trajeto em que se encontravam para o próximo ponto que lhe seguia, de um conjunto de pontos constitutivos de uma rota lembrada para o alvo em questão. O processo de ajustamento aqui considerado tem por função, portanto, livrar de interferências externas um dado relacionamento do organismo com seu ambiente de comportamento. E

o faz transformando essas interferências, de elementos perturbadores desse relacionamento que eram, a princípio, em elementos essenciais, assumidos como presentes ainda antes de serem encontrados, para a ocorrência inalterada, posteriormente, desse mesmo relacionamento.

Pelas características que acabo de apontar, julgo que o fenômeno do ajustamento psicológico acima indicado pode e deve ser considerado um caso particular de ajustamento biológico: a capacidade que o organismo tem de modificar-se adaptativamente diante de variações ocorridas em seu ambiente, modificação essa em consequência da qual esse organismo pode subsistir como um determinado sistema de normas, tendências e mecanismos de respostas. Essa capacidade neutraliza variações do ambiente que, de outra forma, poderiam levar o organismo ao risco de dissolução, e ao fazê-lo, torna essas variações essenciais à sobrevivência desse organismo. Com efeito, conforme eu já disse em outro trabalho (Cunha, 1985), tome-se, por exemplo, um caso bem conhecido de adaptação a mudanças no ambiente externo: a aquisição anual, antes de cada inverno, de uma pelagem com maior poder de isolamento térmico que permite a muitos mamíferos das regiões temperadas sobreviverem a um frio rigoroso. No entanto, essa mesma pelagem tornará o animal inadaptado ao meio e ameaçado em sua sobrevivência no caso de um inverno anômalo: a aquisição dessa pelagem, na ausência do frio, constituirá uma ameaça de sufocamento a menos que outros mecanismos adaptativos, como a capacidade de suar, de procurar locais refrigerados, etc., sejam acionados. No caso do ajustamento psicológico, que permite às formigas livrar de interferências externas um relacionamento adaptativo com um dado ambiente de comportamento, também parece evidente a existência de mecanismos destinados a interromper a exposição dos insetos às alterações do meio que lhes são potencialmente perigosas, como um aquecimento excessivo do substrato, a emergência de formigas inimigas nos arredores, etc.

8 Uma ilustração da complexidade dos estudos do comportamento psicologicamente determinado nas formigas: a existência de efeitos insuspeitados de um registro mnêmico sobre as modificações de comportamento apresentadas diante de algumas estimulações recebidas

Julgo importante relatar, neste ponto da investigação, duas outras observações que me parecem demonstrar talvez melhor que as já apresentadas como as formigas – pelo menos as das espécies aqui consideradas – efetuam um registro de suas experiências individuais que passa a afetar de modo

importante e até imprevisto seu comportamento posterior quando de volta à mesma situação. Os fenômenos que essas observações revelam afiguram-se suficientemente surpreendentes e importantes para me fazerem escolher seu relato para terminar o tratamento que venho apresentando: os fatores apontados como subjacentes aos comportamentos exibidos pelas formigas em suas trilhas usuais, cuja alteração dá lugar ao fenômeno das modificações de comportamento. Trata-se de duas observações realizadas num mesmo dia, a primeira com formigas *Solenopsis saevissima* Fremont-Smith, 1851, e a outra, inspirada por fatos observados nessa primeira observação, com formigas *Paratrechina fulva* Mayr, 1862. Essas observações são relatadas a seguir.

- *Observação 36 – Modificações de comportamento de operárias de Solenopsis saevissima Fremont-Smith, 1855 em uma trilha habitual, em duas fases distintas: A) após a formiga ter parte de seu corpo pintado com tinta e B) após um sopro dirigido à formiga de cima para baixo*

Esta observação foi relativa a uma trilha que conectava a entrada de um ninho – uma fenda na aresta de um piso cimentado com a parede de uma edícula – a um orifício distante cerca de 3m, situado nessa mesma aresta junto a um muro onde terminava a edícula, daí acompanhando esse muro subterraneamente por cerca de 50 cm e emergindo novamente à superfície do piso. Desse ponto a trilha se dirigia a um recipiente com lixo doméstico (refugos de cozinha) que era colocado diariamente sobre uma plataforma cimentada quadrangular. A Figura 47 ilustra a situação obtida nesta observação.

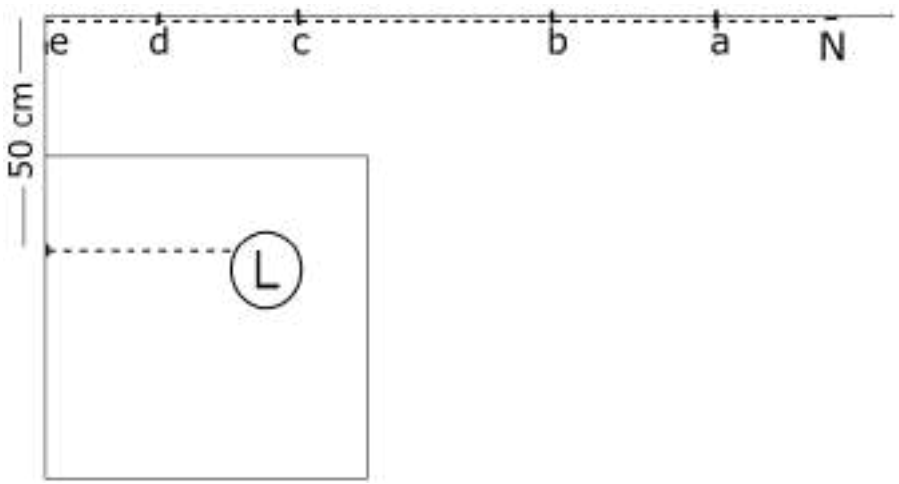


Figura 47: Representação aproximada da trilha e demais aspectos da situação encontrada na Observação 37

Legenda:
N: entrada do ninho.
Linha interrompida: trilha.
Quadrilátero: plataforma cimentada.
L: lata de lixo com resíduos da cozinha.
a, b, c, d, e: pontos na trilha referidos no texto.

Suponho que a escolha dos caminhos a percorrer foi determinada por motivos de segurança contra extravios e contra perigos de uma viagem a descoberto. De fato, a preferência das formigas, tanto por estabelecer suas trilhas ao longo de heterogeneidades de estimulação fornecidas pelo encontro de duas superfícies ou por fendas ou rachas no solo, como, também, por um caminho encoberto, é relativamente comum, talvez porque, no primeiro caso, guardam-se mais facilmente de perder seu alvo, e, no segundo, porque encontram um ambiente mais preservado de alterações externas. Quanto ao último caso, a observação mostra que as desistências de percorrer a trilha são muito mais comuns imediatamente após a formiga sair do ninho, quando a transição de um ambiente relativamente constante para um outro variável é acentuada, do que depois de haver percorrido a trilha por um bom espaço. Que os dois trechos visíveis da trilha pertenciam a uma mesma trilha era mostrado pelo fato de que apenas formigas que saíam do orifício junto ao muro em direção ao ninho portavam fragmentos de alimento. A observação foi realizada das 15 às 16:30 sob iluminação natural.

Na primeira fase, (A) da observação, com o intuito de aumentar minha confiança de que os dois trechos visíveis e separados da trilha eram percorridos pelas mesmas formigas, resolvi pintar, com uma palhinha embebida em uma tinta branca para calçados, alguma parte da região dorsal das operárias que caminhavam junto à parede da edícula, perto do ninho, rumo ao chamariz alimentar constituído por restos de alimentos na lata de lixo. Aconteceu que, com raríssimas exceções, as formigas, assim que pintadas, inverteram o sentido de sua marcha, voltando em direção ao ninho e lá reentrando. Como essa suspensão e inversão da caminhada pareceu-me indicar uma motivação de segurança, resolvi pintar também as formigas próximas ao muro que caminhavam na direção do ninho pela aresta do piso com a edícula. Essas formigas também invertiam o sentido da marcha, voltando para o trecho subterrâneo da trilha, mas havia mais exceções que no caso anterior. Julguei que isso talvez indicasse ainda uma motivação para segurança. De fato, quando saíam do orifício na quina do muro com a edícula, muitas formigas já regressavam espontaneamente, ou hesitavam em prosseguir, o que sugeria que o ir para a luz do dia ou para o exterior, em qualquer caso, era um tanto embaraçoso para elas.

Resolvi, então, marcar formigas diretamente sobre a lata de refugos e fragmentos de lixo e também no trecho da trilha entre sua saída no muro e a lata de lixo. Muitas ficavam ali, perambulando, como que perturbadas ou incomodadas com a tinta, mas muitas regressavam ao furo junto ao muro ou, quando sobre o recipiente de lixo, prosseguiam para dentro dele. Aconteceu, porém, que não vi nenhuma formiga pintada nesse trecho aparecer no orifício na quina do muro com a edícula (o ponto "e", na Figura 50), rumo ao ninho distante. Essas formigas pintadas aí tendiam, portanto, a não mais sair da porção encoberta da trilha.

Notei que as formigas pintadas sobre a cabeça eram as mais perturbadas: revertiam sempre o sentido de sua marcha ou mesmo se desorientavam. As pintadas sobre o abdome, especialmente as que caminhavam do muro para o ninho na aresta do piso com a edícula, não revertiam o sentido de sua marcha. Notei também que as formigas que eram pintadas na região do chamariz alimentar eram as que menos exibiam interrupção de sua atividade prévia, embora geralmente levantassem, como as demais, o gastro, e parecessem tendentes a morder a palhinha da pintura.

De um modo geral, como as formigas pintadas fora da região do chamariz alimentar em nenhum caso permaneceram no exterior, e as na região

desse chamariz também não reapareciam na trilha junto à edícula, concluí que, havendo sofrido uma interferência inesperada quando sobre a trilha, tendiam a abandonar esta pelo abrigo, não mais saindo por um bom tempo ao exterior, revelando por aí, certamente, uma motivação para segurança.

Quarenta minutos depois dessas anotações tornei a observar a trilha; não havia formigas pintadas no trecho da trilha junto à edícula, mas havia duas vagando na região entre o lixo e o muro.

Na segunda fase, (B), da observação, passei a um experimento de resultados assaz interessantes. Pus-me a soprar não muito forte sobre várias formigas na trilha que acompanhava a edícula. Notei que, em toda parte dela, exceto 25 cm para menos de distância do orifício na quina do muro com a edícula onde começava a parte subterrânea da trilha, as formigas que caminhavam do ninho para o muro, ao receberem o sopro, voltavam mais, e mais definitivamente também; as que iam em direção ao ninho só regressavam mais, sob essa alteração, para o orifício em questão, desde 25cm para menos de distância. Fora daí, só regressavam um pouco para logo voltar, ou prosseguiam, após uma ligeira parada ou aceleração, em direção ao ninho junto à aresta do piso com a edícula. Em qualquer outro ponto situado a mais de 25cm do orifício na quina do muro as formigas que caminhavam desde o ninho para esse orifício regressavam mais, e isto tanto mais quanto menos se haviam afastado do ninho. Desde cerca de 50 cm deste último havia uma ocorrência interessante: todas as operárias saídas desse ninho retornavam com o sopro, e de um modo "definitivo" (isto é, com reentrada no ninho sem nova saída que fosse notada por mais de meia hora depois). De outro lado, nenhuma das que procediam do orifício na quina do muro em direção ao ninho regressava sob um sopro, ou, se uma ou outra o fizesse, requeria sopros mais fortes para fazê-lo e retornava apenas por um pequeno trecho.

Em síntese, e considerando a Figura 47 posso descrever o efeito de um sopro sobre as formigas *Solenopsis saevissima* assim:

- no trecho da trilha entre "e" e "d", de cerca de 25 cm, o retorno das formigas fn (as que caminhavam na direção do ninho) era mais frequente que os das fi (formigas que caminhavam em direção à isca), que era quase inexistente ou pouco duradouro;
- no trecho da trilha entre "d" e "c", as diferenças entre as fn.s e as fi.s eram pouco notadas;

- no trecho entre "c" e "b", de cerca de 1m de extensão, predominavam os retornos das fi.s;
- no trecho entre "b" e "a", o retorno das fn.s era raro ou temporário; e, finalmente, no tr*echo entre "a" e N não havia retorno de nenhuma fn, ao passo que todas as fi.s retornavam.*

Pelos resultados obtidos nas duas fases desta observação julguei poder concluir que as operárias que estavam na trilha observada tinham uma cognição tanto da direção em que caminhavam como da distância em que estavam dos polos terminais da trilha (ou seja, do ninho e do chamariz alimentar), e que o ninho servia para elas como abrigo ou local de segurança. E mais: que as porções subterrâneas da trilha eram também buscadas como refúgio pelas formigas quando atingidas por alterações imprevistas ocorridas no ambiente externo. Podia-se ver no meio da trilha que as formigas às vezes reagiam a um sopro penetrando celeremente numa pequena cavidade ou fenda existente no substrato, as quais, não sendo isoladas completamente do ambiente aéreo externo, não as retinham por mais de alguns segundos. Notei que os dois orifícios junto ao muro que davam acesso à porção subterrânea da trilha pareciam atuar com esta função aparente de refúgio ou segurança. Esta observação me deu a ideia de realizar a observação seguinte, que passo a relatar.

- *Observação 37 – Observação das modificações de comportamento apresentadas por formigas* Paratrechina fulva *Mayr, 1862, em uma trilha quando submetidas a um sopro suave e o mais possível uniforme, aplicado a elas um tanto dorsal e frontalmente, desde uma distância mantida constante de, aproximadamente, uns 35 cm.*

Esta observação foi realizada na noite do mesmo dia da observação anterior, utilizando uma trilha de *Paratrechina fulva* de cerca de 3m 20cm de comprimento estabelecida no interior de uma cozinha. A trilha conectava uma mecha de algodão hidrófilo com açúcar a dois ninhos da mesma colônia – a saber, um ninho principal, com uma abertura numa fresta de um batente de porta, e um ninho secundário, com abertura num orifício situado a cerca de 15 cm do piso na aresta formada por duas paredes azulejadas. A isca estava depositada no chão do aposento junto à aresta formada pelo piso com uma parede. Essa trilha foi demarcada ao longo de seu comprimento em sete pontos diferentes escolhidos como os locais

onde as formigas receberiam o sopro. A Figura 48 ilustra a situação obtida nessa observação.

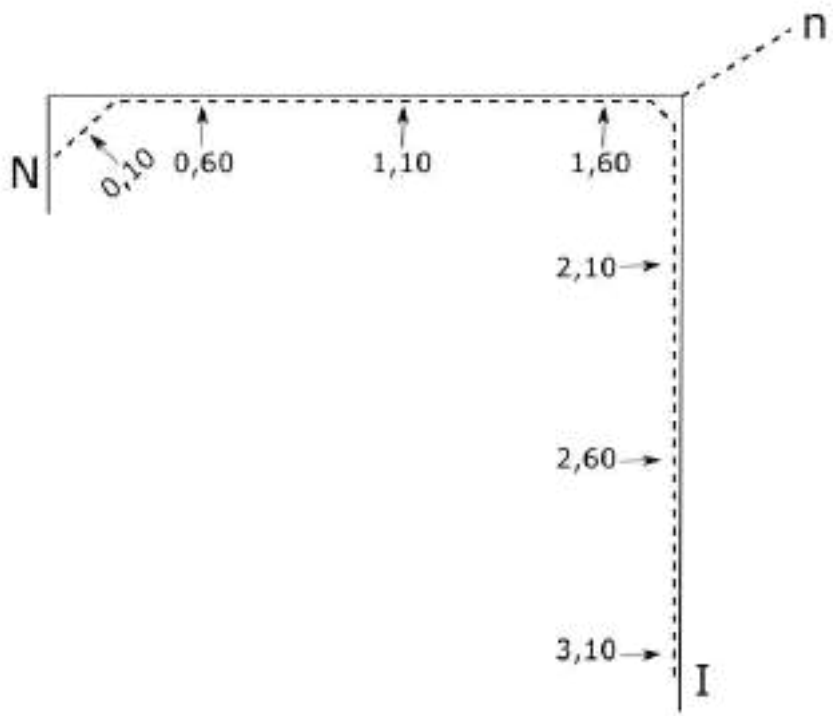


Figura 48: Situação estabelecida na Observação 38.

Legenda:
N: ninho principal.
n: ninho secundário.
I: isca (mecha de algodão com uma solução de água com açúcar).
Setas: pontos de assopramento e respectivas distâncias ao ninho principal.

Para o experimento, a ordem de assopramento de cada ponto demarcado foi estabelecida aleatoriamente nas seguintes distâncias, medidas sobre a trilha desde o ninho principal: 1) 1,10 m; 2) 2,60 m; 3) 10 cm; 4) 3,10 m; 5) 60 cm; 6) 2,60 m; 7) 2,10 m. Para o registro dos dados foi escolhido anotar apenas se, após soprada – ocasião em que toda formiga efetuava uma breve parada – a formiga, quer a em marcha para o chamariz alimentar, quer a para o ninho, retornava parcialmente, retornava totalmente ou prosseguia na mesma direção na qual se vinha deslocando.

Era considerado parcial um retorno de até 15 cm seguido da retomada da direção inicial. Os resultados desta observação estão reunidos na Tabela 13. Devo apontar que o número de formigas assopradas foi maior para as formigas que caminhavam rumo ao alimento do que para as que se dirigiam ao ninho em virtude de minha curiosidade ser maior no que dizia respeito ao comportamento das primeiras.

Categorias de dados	**Ponto a 10 cm Nfi= 88 Nfn= 68**	**Ponto a 60 cm Nfi= 74 Nfn= 43**	**Ponto a 110 cm Nfi= 90 Nfn= 76**	**Ponto a 160 cm Nfi= 74 Nfn= 46**	**Ponto a 210 cm Nfi=117 Nfn= 80**	**Ponto a 260 cm fi= 72 fn= 46**
	fi fn	*fi fn*	*Fi fn*	*fi fn*	*fi fn*	*fi fn*
Retorno	75 0	59, 5 0	62,2 5,3	24,3 0	53 25	32,6 2,1
Ret. parcial	9,1 2,9	9,5 2,3	14,4 1,3	10,8 4,3	3,4 1,25	10,5 0
Prosseguim.	15,9 97	31 97,7	23,3 93,4	64,9 95,7	43,6 97,5	56,7 97,7

Tabela 13: Porcentagens de formigas de cada direção da marcha a exibirem retornos, retornos temporários ou prosseguimento em sua caminhada após sofrerem um sopro leve efetuado pelo experimentador em cada um de sete pontos demarcados sobre a trilha.

Fi= formigas caminhando na direção do incentivo.
Fn= formigas caminhando na direção do(s) ninho(s).
Nfi= n° de fi.s assopradas no ponto indicado.
Nfn= n° de fn.s assopradas no ponto indicado.

O exame dessa Tabela mostra que a maior parte das formigas numa distância de até 110 cm do ninho principal que caminhavam na direção do chamariz alimentar invertiam o sentido de sua marcha após receberem um sopro, ao passo que as formigas que já caminhavam rumo ao ninho prosseguiam quase em sua totalidade sua marcha nessa direção. Já a 160 cm do ninho, onde o ponto da assopradura estava exatamente na metade do percurso em qualquer das duas direções de deslocamento, a tendência era para a maioria das formigas manterem a direção em que se deslocavam. Já nos dois pontos de assopradura mais afastados do ninho principal a tendência das *fi.s* a retornarem sob o sopro tornava a aumentar com respeito ao que acontecia no ponto mediano da trilha. Esse resultado, sem dúvida, era devido ao fato de que os três pontos de aplicação de um sopro mais distantes do ninho principal eram justamente os únicos que recebiam, além de formigas vindas deste último, formigas procedentes do ninho secundário que, ao serem sopradas, tendiam a retornar a este. Aliás,

mesmo algumas das formigas que procediam do ninho principal, mais distante, foram vistas retornando para o ninho secundário, sinal de que tinham, provavelmente, uma memória da localização desse segundo ninho. Interpreto esses resultados como indicando que as formigas dessa trilha tinham registros de suas experiências prévias na trilha que lhes permitiam: 1) estimar a distância na qual, em cada ponto de assopradura, estavam de cada polo terminal da trilha, e 2) uma memória da natureza específica do polo demandado – se ninho ou alimento – e tendendo a prosseguir em sua marcha para este último geralmente apenas quando estavam mais próximas dele do que do ninho, que, aparentemente, operava como se tivesse uma propriedade de refúgio, abrigo ou segurança bem maior que aquele que também tinha o chamariz.

Um ponto muito importante a destacar nesta observação é que um sopro, embora mantido fisicamente igual em todos os pontos em que efetuado, não era, por seus efeitos sobre o comportamento das formigas, um estímulo igual para todas, mas bastante diverso conforme a direção de deslocamento das formigas e sua distância com respeito aos ninhos e a isca utilizada. Desse ponto de vista pode-se dizer que os comportamentos das formigas, ao receberem um sopro, tinham, apesar da distribuição e características iguais dos estímulos atuantes sobre os mecanismos de resposta envolvidos, a aparência de serem gratuitos e arbitrários, à semelhança do que ocorre com os comportamentos psicologicamente mediados do ser humano, onde a resposta despertada pelos estímulos – por exemplo, como já foi dito, de uma bola ou um telefone – não é direta e imediata, mas, geralmente, dependente de um conjunto particular de motivações e experiências que podem e até costumam variar de um indivíduo para outro.

O fato de os sopros constituírem uma alteração repentina do ambiente habitual de comportamento das formigas certamente tinha relação, conforme já argumentado anteriormente, com as modificações de comportamento por elas apresentadas. Por isso, ao tratar os resultados, procurei saber se, com a passagem do tempo, os retornos induzidos pelos sopros se reduziam. Para isso, comparei o número de retornos e de prosseguimentos ocorridos entre as formigas que caminhavam na direção do chamariz nas duas primeiras posições sopradas com os ocorridos nas duas últimas posições dentre as sete utilizadas. Supus que a redução nos retornos e aumento dos prosseguimentos provavelmente ocorreria porque o odor do sopro poderia tornar-se progressivamente mais presente no piso com a passagem do tempo, de modo que eventuais sopros sofridos por formigas que houves-

sem passado por algum ou alguns outros pontos de sopragem não seriam tão alteradores de seu ambiente de comportamento prévio como o seriam para as que não o tivessem feito. Poder-se-ia pensar também que algumas ou até muitas formigas, após terem regressado ao ninho principal depois de haverem sido atingidas por um sopro, regressassem posteriormente à trilha e tornassem a ser sopradas. No entanto, este evento não parece ter ocorrido, porque, durante a observação, ficou cada vez mais evidente que, com o retorno ao ninho de várias formigas, a trilha foi ficando cada vez menos frequentada. Os dados obtidos na comparação dos dois primeiros grupos com os dois últimos da série, em cada um dos quais a distância média percorrida foi de 1 m 85 cm, são apresentados na Tabela 14.

	Nas duas 1as. posições	Nas duas últimas posições	Totais
Nº de retornos	84	38	122
Nº de prosseguimentos	70	95	165
Ambos	154	133	287

Tabela 14: Número de formigas que efetuaram retorno ou, ao invés, prosseguimento de sua marcha em direção ao chamariz, após receberem um sopro nas duas posições iniciais e nas duas finais de sopragem, na Observação 38.

O qui-quadrado calculado para essa distribuição de resultados revelou-se igual a 19,70 – indicando uma redução da incidência de retornos e um aumento no número de prosseguimentos, com a passagem do tempo, estatisticamente significativa além do nível de 0,01.

Em suma, penso que os resultados deste experimento permitem várias e importantes conclusões. Assim, eles mostram que um sopro, fisicamente considerado, não era um estímulo único para as várias formigas do experimento; mostram, ainda, que ele nem mesmo era um estímulo único para uma mesma formiga ao longo da trilha, e mais, que não era efetivamente um estímulo no sentido adotado pelas variedades de behaviorismos existentes, de correlato – de qualquer espécie considerada: eliciador, reforçador, discriminativo ou reforçador condicionado – de resposta, porque não era bem a ele que as formigas respondiam com tantas respostas diferentes; e, finalmente, que cada formiga, ela própria, não era um sistema de resposta estável ao longo do experimento. Efetivamente, a formiga se mostrava ser, no que dizia respeito às suas tendências de resposta, uma coisa quando em marcha para o ninho, e outra, muito diferente, quando

em marcha para o alimento, e variava não só em função das distâncias desses elementos terminais do trajeto como em função do tempo transcorrido desde o início dos sopros. Falar mesmo da formiga, como um sistema de respostas, como se ela fosse uma entidade existente separadamente dos efeitos de seu relacionamento com o ambiente preexistente parece-me, desta forma, inteiramente inapropriado.

O efeito das alterações praticadas no ambiente de comportamento das formigas e tornadas o mais possível objetivamente iguais parecia depender, dessa forma, da posição que a formiga guardava com todo um conjunto de elementos do meio que – surpreendentemente – já nem mesmo pareciam estar estimulativamente presentes no momento em que as alterações se verificavam. Essas manipulações do experimento, representadas pelos sopros, serviam antes à função de sondas que o experimentador utilizava para avaliar o estado e as propriedades do relacionamento do animal com um ambiente presente regulado por seu relacionamento com ambientes passados do que como excitantes ou eliciadores de respostas. No entanto, o caráter aparentemente simples da mudança de comportamento verificada – parar brevemente, agitar as antenas e seguir ou, ao invés, retornar – poderia induzir qualquer observador menos avisado a encarar o comportamento que acabara de ver como uma reação direta ao estímulo ("variável independente") empregado. Com pesar devo dizer que, em sua maioria, os estudiosos experimentais do comportamento – etólogos e psicólogos – muito frequentemente têm agido como esse observador desavisado acima referido. Isso, por adotarem um sistema de interpretação do comportamento que toma ambiente e organismo como entidades separadas e independentes, atuando desde fora um sobre o outro, e não, como constituindo um sistema de transformações solidárias.

9 Sobre como explicar o efeito particularmente dramático que tem o esmagamento de uma ou mais formigas, sobretudo quando efetuado sobre uma trilha, em provocar modificações de comportamento em suas companheiras

Uma questão que parece conveniente considerar antes de encerrar este capítulo é a razão pela qual, entre todas as intervenções praticadas ao longo desta investigação em algum ambiente habitual de comportamento das formigas, a representada por uma ou mais companheiras esmagadas sobre a trilha, ou os seus vestígios, ocasionavam as mais dramáticas modificações no comportamento das formigas remanescentes. Devo ad-

mitir que se trata de uma questão bastante difícil de responder e acerca da qual apenas posso expender algumas considerações a título de hipóteses.

Em tópicos precedentes deste capítulo teci argumentos para demonstrar que o comportamento apresentado por formigas *Paratrechina fulva* em uma trilha de provisionamento era o resultado de um mecanismo subjacente composto de três fenômenos apresentados pelas formigas em sua exposição repetida a uma sua situação de comportamento: um registro mnêmico de suas experiências prévias com essa situação, uma preparação, possibilitada por esse registro, para, a cada aspecto ou elemento que reencontrassem desta, terem por iminente e indefectível a presença ou comparecimento a seguir do aspecto ou elemento que, no passado, acompanhava regularmente o elemento ou aspecto reencontrado e, finalmente, no caso de as formigas estarem apropriadamente motivadas, um lançarem-se a esse aspecto ou elemento antecipado ainda antes que ele estivesse estimulativamente presente. Esses três fenômenos constituiriam os passos essenciais de um comportamento propositado psicologicamente mediado – um comportamento dirigido para um alvo aparentemente futuro, mas, na verdade, reintegrado do passado. A criação desse mecanismo de ação revelaria, a meu ver, a maneira como o processo evolutivo teria conseguido, com base no registro da experiência do animal com um dado ambiente com que ele entrasse em contato repetidamente, passar a ter, para o seu campo de ação, num novo contato com o mesmo ambiente, mais que os aspectos ou elementos desse ambiente constituídos pelos estímulos efetivamente recebidos no momento e preparar-se para os que aprendeu ou se acostumou a perceber que acompanhavam regularmente os estímulos atuantes no momento e ir ter a eles ainda antes que apresentados, e desses aos próximos, e assim sucessivamente até a obtenção de um resultado desejado e esperado. O mecanismo de ação em questão representaria, a meu ver, o resultado da seleção natural num provavelmente longo processo evolucionário que acabou por complementar o repertório de ações de muitos animais, até então integrado pelos mecanismos do reflexo e do padrão fixo de ação, com o mecanismo da ação propositada psicologicamente mediada.

Dando por certo o acima mencionado, devo apontar que, como o ambiente natural não permanece sempre estável, poderá acontecer que em alguma ocasião um ambiente de comportamento mudado seja semelhante o suficiente ao ambiente em que se estabeleceu o mecanismo supracitado para colocá-lo em operação novamente, caso em que, em algum momento, ocorrerá uma reintegração errônea. As observações apresentadas no presen-

te trabalho sobre o comportamento das formigas revelam várias alternativas que o curso da ação poderia tomar nesse momento. A trajetória de uma caminhada poderia, em alguns casos, ser mudada (por exemplo, no caso de uma trilha em que a alteração fosse constituída pela queda de um pequeno objeto que a bloqueasse, pela execução de um desvio por um outro ponto do ambiente); ou os insetos poderiam ter sua caminhada interrompida e levada a uma perda de orientação ou a um retorno; ou eles poderiam, ainda – por exemplo, como se verificou no caso do encontro repentino de uma mancha de luz ou sombra sobre a trilha – ser levados a alguma hesitação ao entrar na região alterada em umas poucas viagens seguidas até que um novo registro do ambiente alterado fosse estabelecido e permitisse que uma caminhada sem hesitação pudesse ser retomada.

Pois bem, minha hipótese preferida para explicar a maior dramaticidade da formiga esmagada ou seus vestígios sobre outras alterações de um ambiente de comportamento em ocasionar comportamentos perturbados é que, sendo a formiga uma criatura profundamente social, é provável que uma companheira de ninho seja, para ela, o objeto mais familiar em seus ambientes de comportamento. As formigas, em seus ninhos, frequentemente se encontram e se tocam com as antenas, por vezes se lambem reciprocamente e frequentemente se transferem alimentos por meio de regurgitação. Não me parece improvável que uma memória derivada dessas interações, mesmo que distantes, integre suas experiências quando percorrem uma trilha, assim como que a integre, provavelmente, uma memória dos encontros repetidos que, na trilha, mantêm com suas companheiras. Sendo assim, parece-me que esmagar uma companheira na trilha é, para uma formiga que a encontre, uma forma particularmente eficaz de alterar seu ambiente de comportamento, já que o esmagamento porá um obstáculo ou intrusão num caminho antes desimpedido, colocará um objeto imóvel onde antes havia movimento, e instalará um odor ou conjunto de odores alterado e não familiar– ao parecer, repulsivo – onde antes havia um odor ou conjunto de odores familiar. A rigor, não sei se as formigas perceberiam o corpo esmagado, ou seus vestígios, como sendo de uma companheira, mas, se o fizessem, isso, pelo conjunto de alterações que representaria, certamente ajudaria a explicar porque tal alteração seria mais embaraçadora do emprego de uma memória adquirida da situação de comportamento preexistente do que as outras alterações que foram empregadas nesta investigação. Certamente, a seleção natural pode ter-se encarregado de dotar as formigas de uma atitude de evitação de contato e de escape

para essa alteração que, certamente, denunciaria uma provável ameaça à sua existência.

Neste ponto poderia ser aventada uma segunda hipótese, certamente. A grande maioria dos mirmecólogos atuais provavelmente diria que o que causaria a reação das formigas vivas ao corpo esmagado de uma companheira ou aos vestígios por ela deixados no substrato seriam os feromônios de alarme liberados pelo esmagamento. Realmente, acredito que pudessem ser, mas nesse caso seria preciso admitir, ao contrário do que é propalado por esses pesquisadores, que o comportamento que essas substâncias provocariam não seria necessariamente constituído de reações dramáticas de alarme eliciadas de modo automático e sem a modulação de nenhum outro fator ou condição. Isso porque, conforme já foi demonstrado neste trabalho, o esmagamento efetuado a 0,5 cm apenas de distância de uma trilha provoca, nas formigas dessa trilha, modificações de comportamento consideravelmente menos dramáticas do que o esmagamento efetuado diretamente sobre a trilha, o que é incompatível com a propriedade assinalada por esses pesquisadores para os feromônios de alarme, que é a de rapidamente se difundirem de forma ampla no espaço aéreo do ambiente em que liberados. Desse modo, as emanações dos feromônios atingiriam plenamente as formigas da trilha, ainda mais que, como verificado, muitas dentre elas se orientavam e até se aproximavam dos corpos esmagados ou seus vestígios assim que revelavam havê-los percebido. Devo mencionar, além disso, que, aos resultados obtidos em várias observações iniciais desta pesquisa, os quais demonstravam não serem os feromônios de alarme necessários para provocar reações de alarme em *Paratrechina fulva*, os resultados da Observação 20, na qual se esmagaram formigas em um dos ramos apenas de uma trilha duplamente bifurcada, acrescentavam também outra conclusão muito importante: a de não serem também essas substâncias – no caso de estarem efetivamente presentes – suficientes para fazê-lo, pelo menos na ausência de outras condições. De outro lado, a verificação de que a existência de uma alternativa de ação, constituída pela presença de uma outra trilha, inalterada, no ambiente de comportamento, nessa observação referida, ou a existência de uma trilha única, mas não impedida ou bloqueada pelas formigas esmagadas a alguma distância dela, certamente favorecia mais a primeira hipótese apresentada do que a da ação automática dos feromônios de alarme.

Finalmente, uma terceira e última tentativa de explicação que me pareceu poder apresentar para a questão de que trata o presente tópico é

uma hipótese que pode ser sugerida pelos achados obtidos e as considerações teóricas a respeito expendidas pelo psicólogo canadense Donald O. Hebb em uma sua investigação sobre as reações de medo em chimpanzés (Cf. Hebb, 1946, e 1949, especialmente capítulos VII e X).

Em sua investigação, publicada em 1946, Hebb relatou que toda uma variedade de objetos não experimentada anteriormente em sua forma específica, como, por exemplo, representações de animais, desde répteis até o homem, e variando em grau de completude e verossimilhança, ocasionavam "reações de medo" em chimpanzés, caracterizadas por fuga relativamente ao objeto e outros indicadores de excitação não usual, tais como ereção de pelos, guinchos, defecação, etc. Relatou ainda que, de todos os objetos empregados, os que representavam primatas com uma deformação ou anormalidade frisante (por exemplo, um crânio de chimpanzé destacado do corpo e com mandíbulas móveis, uma máscara facial de gesso de um ser humano ou um chimpanzé adulto anestesiado, etc.), provocavam as reações mais dramáticas. Tais resultados poderiam, segundo esse autor, ser incluídos na categoria de "medo do estranho", com outros fenômenos descritos previamente por vários cientistas, de temor e agressão de antropoides diante de um seu tratador costumeiro mas com trajes inabituais, pessoas e objetos estranhos, o que, por vezes e em determinadas circunstâncias, era também conhecido no caso de seres humanos imaturos.

Os fatos novos da pesquisa eram os relativos ao temor manifestado por chimpanzés a adulterações dos corpos humanos e dos de seus companheiros de espécie. Por observações adicionais Hebb pôde verificar que esse temor não resultava de algum pormenor do procedimento ou dos objetos empregados, mas parecia decorrente da falta de movimento ou da falta de corpo nesses objetos e parecia realmente relacionado com a evitação humana de cadáveres e corpos mutilados de seus semelhantes.

O referido temor, segundo Hebb, era "espontâneo": não era aprendido, no sentido de construído por associação com uma causa mais remota de temor, pois ocorria logo na primeira vez que o organismo era confrontado com tais objetos; no entanto, tal temor também não era inato, pois não ocorria nesse primeiro confronto a não ser que o animal já tivesse experiência com objetos "normais" não adulterados, pertencentes a essa classe; nesse sentido, entretanto, ele era parcialmente dependente de aprendizagem (melhor seria dizer: de efeito de experiência prévia). Esse temor, além disso, não resultava de uma propriedade da excitação senso-

rial, pois, obviamente, uma "falta física" não emitia estímulos. Além disso, como já se indicou, as reações emocionais não surgiam sem que antes houvesse ocorrido uma exposição do animal à mesma classe de objetos, mas normais, ou seja, sem que antes certas percepções ou ideias centrais se houvessem estabelecido com grande especificidade. No dizer de Hebb (1946, p. 274), "estes e vários outros temores não são, evidentemente, determinados por um evento sensorial apenas, e o comportamento não é inteligível a não ser com a suposição de que seu controle é o produto conjunto de processos sensoriais e 'autônomos' centrais. Consequentemente, não se poderia esperar uma elucidação da natureza do medo, ou a obtenção de qualquer generalização acerca de suas causas, com base numa análise das condições estimulantes exclusivamente". Dessas considerações Hebb concluía que o medo de corpos mutilados, como o de objetos estranhos em geral, ocorre quando um objeto, sendo semelhante por muitos aspectos, e, por outros, dessemelhante de objetos familiares, determina processos incompatíveis ou conflitivos de percepção. A dramaticidade especial das reações de chimpanzés (ou seres humanos) diante de cadáveres ou corpos desfigurados de membros de sua espécie dever-se-ia, assim, segundo Hebb, à excepcional familiaridade com os corpos normais da espécie.

Com esta generalização, parece-me, não se pode concordar inteiramente. A contemplação de utensílios domésticos deformados de alguma maneira – por exemplo, pratos e panelas com formatos bastante alterados numa exposição de artigos artesanais, bibelôs constituídos de miniaturas de pessoas, de animais ou de objetos comuns com as proporções normais bastante alteradas – certamente não é suscetível de causar temor, mas reações estéticas. A visão do corpo acidentado de um vizinho que se vê frequentemente, mas com o qual não se trocam mais do que cumprimentos de cortesia, será, certamente, chocante, mas poderá não o ser mais do que o encontro, nas mesmas circunstâncias, de um irmão que vivia distante e que se viu somente umas poucas vezes em toda a vida. Dessa forma, parece-me que o interesse pelo objeto ou sua significação para o julgador estarão sempre implicados de algum modo na reação.

Voltando a Hebb, por encontrar que, além do conflito perceptual, outros fatores – de déficit sensorial (como o medo do escuro verificado em crianças com pouca exposição a ambientes nessa condição) e, sobretudo, fatores constitucionais e maturacionais – também podem ocasionar temor e raiva, esse autor (cf. 1946, especialmente p. 268 e seguintes; 1949, p. 147 e seguintes e capítulo X) considerava que uma explicação adequada

desses comportamentos não poderia ser formulada apenas em termos psicológicos, mas deveria "utilizar conceitos fisiológicos de ação cerebral". Por essa razão, Hebb encarregou-se, em seguida, de enunciar sua própria teoria desenvolvida para a questão, formulada em termos de supostos traços ou processos reverberatórios a envolver vários circuitos no sistema nervoso central. Penso, porém, que se pode concordar com Thorpe (1963, p.173) quando afirmou que é muito duvidoso que possam existir no sistema nervoso dos insetos os múltiplos circuitos postulados por Hebb para o caso do sistema nervoso muito mais complexo dos chimpanzés.

A aplicação aqui feita da hipótese de Hebb ao problema tratado neste tópico, deixando-se de lado a questão de seus aspectos neurológicos, é clara: a maior dramaticidade das modificações de comportamento apresentadas pelas formigas ante os corpos esmagados de companheiras do que ante qualquer outra alteração do meio praticada em um seu ambiente familiar dever-se-ia a um conflito perceptual maior no caso das companheiras esmagadas do que noutros casos, dada a excepcional familiaridade que as formigas, criaturas eminentemente sociais, teriam com o corpo normal das companheiras vivas. Ora, dir-se-ia que a primeira hipótese exposta no presente tópico coincide com a derivada da hipótese de Hebb ao basear-se, também, na suposição de um conflito perceptual familiar-infamiliar. No entanto, não se deve esquecer que, no caso da primeira hipótese enunciada, o conflito em questão não causava diretamente as perturbações no comportamento das formigas, mas indiretamente, ao inviabilizar o emprego de um registro mnêmico que as formigas vivas vinham até então fazendo ao comportar-se num dado ambiente de comportamento na forma como habitualmente o encontravam anteriormente à alteração. Assim, por exemplo, as modificações de comportamento das formigas nas Observações do tópico nº 5, no qual companheiras eram esmagadas a apenas 0,5 cm ao lado de uma trilha, eram consideravelmente menos dramáticas do que quando esmagadas diretamente sobre a trilha, não obstante o fato de, no primeiro caso, muitas formigas deterem sua marcha, orientarem-se na direção da alteração e agitarem as antenas estendidas para ela, em vez de afastarem-se rapidamente dela, como no caso de o esmagamento ser feito diretamente sobre a trilha. Isto era assim, aparentemente, porque a dependência das formigas para fins de orientação e atingimento de um objetivo se havia estabelecido, provavelmente, muito mais para o rastro olfativo do que para o que estava fora dele. Semelhantemente, conforme se viu na Observação 20, o esmagamento de companheiras em apenas um dos

ramos de uma trilha duplamente bifurcada provocava nas formigas vivas modificações de comportamento muito menos dramáticas não só do que o fazia no ramo não alterado como também nos casos em que era empregada uma trilha única. E isso era assim porque, conforme já se mostrou, muitas das formigas desse ramo adulterado de uma trilha duplamente bifurcada não estavam tão dependentes, para a sua orientação e para a concretização de suas demandas, do rastro olfativo da trilha que seguiam, quanto as formigas de uma trilha única. Isso porque tinham um registro mnêmico de um outro ramo de trilha próximo, tanto que se transpunham corretamente pelo espaço vazio de rastros do ponto da parede onde estavam até esse outro ramo. Já para a hipótese calcada sobre as afirmações de Hebb, que não postula um uso, por parte das formigas, de uma memória adquirida dos fatores que elas se acostumaram a encontrar nessa trilha, os fatos obtidos nessas observações constituiriam, certamente, algo difícil de explicar. Os achados acima são uma razão pela qual a primeira hipótese enunciada no começo deste tópico, dentre as três que foram ali expostas, me parece a provavelmente mais bem estabelecida, embora certamente ainda não de todo desnecessitada de mais desenvolvimento e melhor demonstração.

Capítulo IV

Sobre a Formação e Evolução Temporal das Trilhas de Provisionamento em *Paratrechina fulva* e as Prováveis Funções das Trilhas em Geral na Vida das Formigas

1 Objetivos gerais deste capítulo

No presente capítulo exponho algumas observações que me permitiram conhecer acontecimentos e também tendências e capacidades pelas quais as formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr (1862) e algumas outras espécies, a) formam trilhas de provisionamento para suas colônias e b) dotam-nas, e aos comportamentos que nelas se verificam, com a passagem do tempo, de algumas transformações que resultam, geralmente, num intercâmbio mais eficiente com o seu ambiente. Por último, pretendo ainda, com base nessas observações e em outras já relatadas, enunciar algumas hipóteses acerca das funções que uma trilha, e não só a de provisionamento, provavelmente têm na vida desses insetos e que seriam a razão pelo qual teriam surgido no curso da evolução.

2 Observações acerca da formação de uma trilha de provisionamento em *Paratrechina fulva* e algumas outras espécies.

Observei, frequentemente, como bastava colocar um alimento apreciado pelas formigas nos arredores de um seu ninho ou em local por elas costumeiramente palmilhado para que uma trilha logo se estabelecesse. Geralmente, uma ou mais formigas, após o encontro e a ingestão do

alimento, retornavam ao ninho e de alguma forma induziam companheiras a dirigirem-se, sós ou acompanhando as descobridoras, até o local do achado. Como, no entanto, a presença frequente de várias formigas nesses locais dificultava ver bem o que se passava no estabelecimento da trilha, decidi observar este em algum local onde, reconhecidamente, as formigas de um dado ninho não costumassem caminhar.

Para obter a formação de uma trilha nessas condições era preciso conseguir que alguma formiga pudesse partir diretamente de um alimento usado como isca depois de haver dele ingerido e ir ter em seguida ao seu ninho. Para conseguir esse fim, utilizei um dos dois expedientes seguintes: colocar um alimento apreciado pelas formigas à frente de alguma operária que estivesse fora do ninho, esperar que o galgasse e levá-la com ele para o local desejado; ou, diferentemente, capturar uma ou mais formigas que encontrasse perambulando pelo terreno e levá-las à isca já previamente alocada. Este último expediente foi o mais frequentemente escolhido por não deixar no local da captura vestígios do alimento que pudessem competir ou interferir com o estabelecimento de uma trilha a partir do ponto escolhido.

Para capturar uma operária que caminhasse nos arredores de um ninho, eu geralmente colocava no substrato, conforme já foi anteriormente mencionado, dois pedaços de papel – posteriormente trocados por dois retângulos de cartolina do tamanho de um cartão de visitas, mais apropriados para a função – um à frente e outro atrás da formiga. O que geralmente acontecia em seguida era que esta, ao tentar evitar o papel ou o cartão à sua frente, penetrava no outro, colocado atrás dela, quando então eu o elevava e deslocava até a isca.

Nem sempre a formiga assim apanhada permanecia no papel ou no cartão. Algumas formigas, mal entradas neles, saíam numa correria e despencavam ao chão. Nesses casos, descobri que geralmente era inútil tentar recapturá-las, pois, assim que o fazia, corriam até a borda do suporte e de lá, imediatamente, não caíam, mas saltavam, de um modo evidentemente intencional, quantas vezes fossem recolhidas. A maioria, porém, ou não corria ou moderava sua corrida inicial, passando a caminhar aparentemente à procura de seu piso anterior, quando então eu manobrava o papel ou cartão, inclinando-o quando a formiga chegava junto a alguma de suas bordas, aproximando-o à isca ou mesmo tocando-a com ele, para que a formiga a percebesse e nela adentrasse. Uma ou outra formiga, nesse último caso, pas-

sava correndo sobre o chamariz sem dar por sua natureza. A maioria, porém, se aproximava da isca, pausava e passava, ainda de fora dela, a ingerir de sua solução. por meio de protrações e retrações alternadas da glossa. Nessas ocasiões, as formigas pareciam de repente entrar numa espécie de transe, tão absortas ou concentradas pareciam ficar na ação, a ponto de parecerem não perceber os pequenos deslocamentos involuntários que eu não conseguia evitar de transmitir ao papel ou cartão sobre que pisavam. Ou, ainda, a ponto de não se importarem com o toque de uma palhinha embebida em tinta branca para calçados com que, por vezes, eu tentava marcá-las, exceto quando atingidas nas antenas ou na região cefálica.

Um problema com ambos os expedientes mais acima referidos era que raramente uma formiga assim feita descobridora do chamariz alimentar conseguia voltar ao ninho sem muitos acidentes em seu percurso, ou conseguia, após haver chegado ao ninho, ir ter de volta ao chamariz. Essas dificuldades eram naturais, já que ela não havia chegado por sua própria conta ao alimento nem tinha familiaridade com o local onde ele fora achado. Outro problema era a dificuldade demonstrada pelas formigas alertadas pelas descobridoras de seguirem o caminho até o chamariz desde o ninho ou o ponto do terreno onde alertadas, dificuldade essa devida, principalmente, às deficiências dos rastros deixados pela descobridora e, também, à pouca ou nenhuma experiência que elas possuíam com o local onde o alimento fora colocado. É o que procurarei mostrar tanto pelo relato de umas poucas observações completas como também, para maior brevidade, do de trechos de outras observações que descortinam dificuldades mais pontuais, observações essas realizadas, todas, em um mesmo cenário: um trecho de um pequeno jardim de uma casa alugada em que morei e onde me dediquei sobretudo ao estudo da formação de uma trilha.

Esse cenário tinha como peça capital uma torneira num muro sobre a qual seria depositado, por vezes, algum chamariz alimentar. Ela situava-se a uma distância vertical de 60 cm da aresta formada pelo muro com um piso cimentado, aresta essa frequentemente percorrida por formigas *P. fulva* de dois ninhos associados: N1, o ninho principal, com abertura numa loca com 15 cm de comprimento no muro, a qual se iniciava num ponto onde o piso cimentado terminava e começava um dos dois canteiros de terra do jardim, o mais próximo da casa; e outro ninho, N2, secundário, localizado sob o abrigo do registro da água, no outro canteiro. Os dois canteiros, parcialmente gramados, eram separados do piso cimentado por

um filete abaulado de concreto de 5,5 cm de largura por 1 cm de altura. A Figura 49 ilustra aproximadamente o cenário em questão.

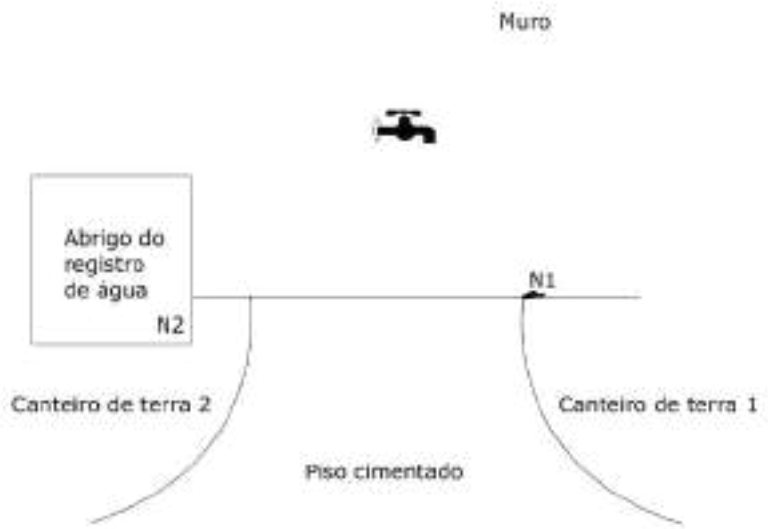


Figura 49: Representação aproximada de um trecho de jardim onde seriam realizadas algumas observações acerca dos acontecimentos envolvidos na formação de uma trilha.

Legenda:
N1: Ninho principal.
N2: Ninho secundário.

A observação relatada abaixo é apresentada para dar uma ideia das dificuldades acima mencionadas.

- *Observação 38 – Acerca de uma tentativa de induzir a formação de uma trilha de formigas Paratrechina fulva desde um alimento colocado sobre uma torneira num muro de jardim até um ninho cuja abertura para o exterior situava-se na mesma parede rente ao chão sobre um canteiro de terra*

A primeira observação proveitosa acerca de como as formigas *Paratrechina fulva* estabeleciam uma trilha, realizada no cenário acima referido, foi efetuada num dia de chuvisco fino descontínuo após três dias seguidos de chuvas. As formigas haviam desaparecido por uns dias, sendo

o seu ninho ocupado por uma colônia de *Solenopsis saevissima* Fremont Smith, 1885, que, por sua vez, vi mudando-se para fora do jardim uns três dias antes. As fulvas, se fossem as mesmas de antes, pareciam reocupar seu antigo ninho. Por causa dos dias chuvosos precedentes, julguei que deviam estar altamente motivadas para alimentos e, consequentemente, em situação ideal para se estudar como formariam uma trilha de provisionamento. Às 19h30, coloquei um pedaço de maria-mole fresco encimado por um pedaço de suspiro, ambos molhados, sobre a torneira do jardim mencionada acima. Às 19h43, quando o chuvisco deu uma trégua, apanhei próximo ao ninho uma fulva em um pedaço de jornal e a aproximei do chamariz. A formiga hesitou na beirada do papel, depois apoiou as patas dianteiras sobre o suspiro e ficou absorta a alimentar-se dele, a ponto de não interromper sua refeição quando eu tentava remover o papel e ela era ligeiramente arrastada; finalmente, desceu toda para a isca. Em pouco tempo seu gastro, tornando-se gradualmente bastante gordo e transparente, foi apresentando uns aneizinhos alternadamente amarelos e marrons. Em seguida, andou de cá para lá sobre a isca, "farejando-a" e à torneira, saiu sobre a rosca desta, voltou à isca, voltou à torneira, desceu à boca desta, ficando lá um bom tempo; saiu, tornou a voltar, saiu novamente, subiu à rosca da torneira e a contornou em várias direções; saiu à parede, fazendo mais de uma volta em torno da isca, voltando em seguida a ela e à torneira; subiu à haste desta, contornando-a algumas vezes e saiu pela parede; ali, sofrendo investida de um mosquito[33], correu em direção oposta à do ninho por uns poucos centímetros, antes de passar a descer pela parede. Nesta, topou uma companheira e ficaram a entretocar-se com as antenas e juntar as mandíbulas, num ato de regurgitação de alimento. Imaginei que a receptora do regurgitado pudesse ser uma das operárias que talvez tivessem estado numa primeira trilha que se formara, 77 dias antes, para um pedaço de maria-mole já ressecado deixado intocado certa noite sobre a torneira 9 dias antes, depois de molhado por uma grande chuva, trilha essa cuja formação eu não havia conseguido ver. Fosse como fosse, durante todo esse tempo eu jamais havia visto qualquer formiga a andar pelo muro sob a torneira em questão.

Após ficar 4 min em regurgitação para a companheira, a descobridora do alimento começou a descer a parede, mas retornando por uns

[33] Provavelmente um phorideo. Nesse tempo eu ainda não conhecia a espécie – um mosquito que, geralmente em bandos, persegue formigas em voo rasante e deposita, em um pique repentino, seus ovos sobre o dorso delas, cujos corpos serão utilizados como alimento para as futuras larvas.

centímetros para tocar a companheira; esta, diferenciada da primeira pela ausência de anéis no gastro, foi pela parede acima na região percorrida pela companheira, mas não seguindo exatamente sua trajetória, que eu marcara a lápis: a coisa de 5 cm dela, às vezes cruzando-a para um lado e outro, fazendo voltas, às vezes até uma distância lateral de uns 20 cm do rastro pioneiro, indo cerca de 20 cm acima do nível da torneira e 30 cm de distância dela, depois voltando quase ao nível do chão para tornar a subir mais próxima às marcas a lápis do rastro da descobridora, mas independentemente dele, até cerca de 5 cm acima do chamariz, achar a massa de suspiro encostada à parede e depois subir à maria-mole. Esses fatos fizeram-me pensar que a descobridora do chamariz, não conhecendo o lugar onde estava, provavelmente não marcava seu caminho de volta com um rastro intencional, mas com um rastro que sempre deixa ao caminhar.

A "descobridora" levou 16 min para regressar efetivamente ao ninho. Às 20h10min, 2 formigas deixaram o ninho e foram andando dentro de uma faixa que continha o rastro provavelmente não intencional da descobridora, num comportamento em tudo idêntico ao da seguidora referida mais atrás, às vezes descendo, às vezes subindo, mas sempre perto do rastro pioneiro. Uma delas desistiu, aparentemente, e a outra foi ter à isca, chegando, como a seguidora anterior, primeiro à massinha de suspiro aderida à parede. Às 20h15min, ao mesmo tempo que a que chegava à isca, 2 outras formigas subiram à parede dentro da faixa de mais ou menos 18 a 20 cm que continha o rastro da descobridora, cruzando-o à direita e à esquerda, com numerosas voltas e retornos, chegando a apartarem-se 20 cm uma da outra e depois aproximando-se novamente e passando a ir, ora uma, ora outra, à frente; uma chegou à massinha e a outra à maria-mole, levando ao todo 3 min na viagem. Às 20h21min, 2 das formigas no chamariz desceram pela faixa que continha o rastro original, mas sem se guiarem por ele, ao passo que a terceira que estava no chamariz saiu subindo a parede primeiramente. Às 20h 23 min, aparentemente após a chegada ao ninho das que voltavam (não assisti a essa volta), veio um magote de 6 formigas por um caminho por onde descera uma das retornantes, caminho esse que eu tinha também demarcado, e foram ter à isca. Mais 3 vieram, juntas, mais abaixo, das quais uma voltou. Aí começou um chuvisco acentuado que me impediu de tomar notas no local. Às 20h30min havia já uma trilha praticamente formada de formigas na parede.

Em suma, essa observação revelou que havia uma dependência geral relativamente ao rastro das formigas anteriores, mas não uma depen-

dência estrita, tanto para subir como para descer. Havia, por assim dizer, um deslocamento numa faixa de terreno que continha o rastro de uma companheira como algo dominante, mas esse rastro não era seguido em pormenor e servilmente, isso tanto para subir como para descer. As várias formigas não seguiam absolutamente um mesmo caminho, mas cada uma ia "por conta própria", com giros e deslocamentos diferentes.

Muito interessante é que as formigas que vinham do ninho (o de n° 1, na Figura 49) pelo piso cimentado acompanhando a aresta por esse piso formada com o muro, perdiam, em sua maioria, o ponto de subida ao muro e iam até o filete de concreto limitante do segundo canteiro do jardim, seguindo esse filete por uma distância que variava entre 5 a 35 cm. Depois retornavam e escalavam o muro num mesmo ponto. Algumas, porém, não o faziam, mas retornavam ao ninho. Se seguiam um rastro específico, de uma das retornantes da isca, por que faziam esse extravio, e por distâncias desiguais de indivíduo para indivíduo, em vez de escalarem logo o muro na primeira passagem pelo ponto de subida? Seria por causa de um fator de organização perceptual, como o denominado originalmente por Max Wertheimer "lei da boa continuação" (Cf. Köhler, 1929; Koffka, 1935, p153 e passim)? Esse fator, natural à constituição do ser humano, levaria este, por exemplo, ao visualizar duas linhas que se cruzam num dado ponto, a perceber a que primeiro viesse a acompanhar com o olhar – geralmente a mais longa – como sendo una e tendo, onde cruzada por outra linha, a mesma direção geral que vinha tendo antes do ponto de intersecção com essa outra, em vez de percebê-la como uma linha que, fletindo nesse ponto, continuasse como sendo essa outra. Acredito que a perda do ponto de inflexão do rastro desde o chão até o muro pudesse dever-se também ao hábito que as formigas provavelmente tinham de percorrer frequentemente o caminho junto à aresta do piso com a parede desde o ninho principal até o ninho secundário, no abrigo da água, sendo o ponto em questão encontrado na volta por virem as formigas já, depois do erro cometido, com sua atenção provavelmente voltada o tempo todo para encontrá-lo.

Os caminhos seguidos pelas formigas logo após descobrirem a localização da isca e antes de tomarem aspecto linear é representado, aproximadamente, na Figura 50.

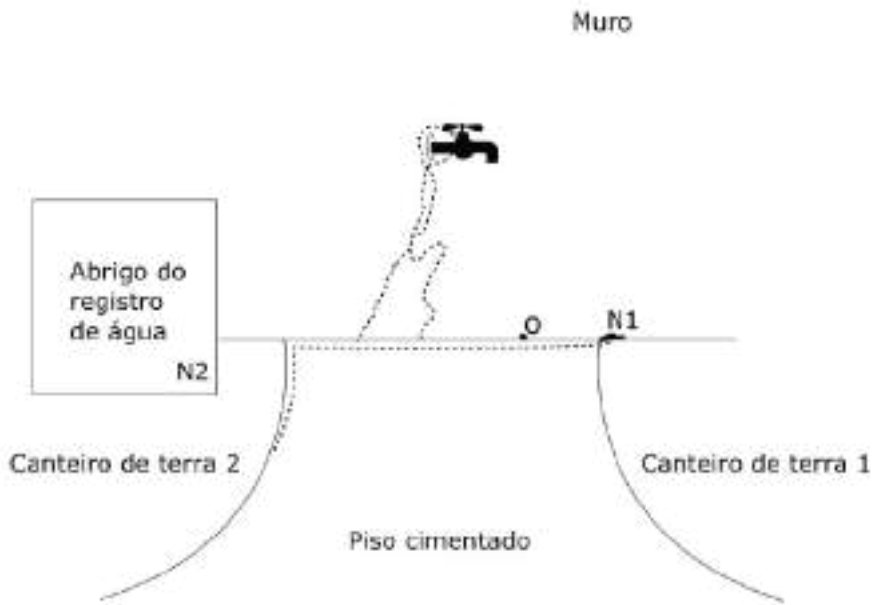


Figura 50: Aspecto do caminho seguido para encontro do chamariz alimentar e antes de assumir aspecto linear.

Legenda:
Linha interrompida: trilha.
N_1: Ninho principal, único ativo na ocasião.
N_2: Ninho secundário.
O: Orifício utilizado para entrada e saída do ninho no final da observação.

Eles respeitavam mais a trajetória de regresso da segunda formiga a voltar da isca para o ninho do que o trajeto feito por outras.

Às 21h15min, a grande maioria das formigas que se dirigiam à isca subia diretamente à parede, e apenas umas poucas iam além um pedaço e depois voltavam para o ponto da escalada. Interessante era que agora muitas formigas entravam e saíam por um orifício (representado por "O", na Figura 50) no muro junto ao piso situado a cerca de 40 cm da loca antes usada, fazendo uma parte de sua viagem por um caminho encoberto não visível.

Volto-me, a seguir, para um relato de outras dificuldades mais pontuais surgidas nas tentativas de estabelecer uma trilha em locais não percorridos habitualmente pelas formigas. A mais comum dessas dificuldades era uma queda desde o muro até o chão sofrida pela formiga feita

descobridora do chamariz sobre a torneira. A queda provocava a interrupção do rastro da descobridora desde um ponto no muro até outro ponto no piso cimentado. O encontro deste último ponto levava as rastreadoras provenientes do ninho ou seus arredores a procurarem a continuação do rastro no piso e até, mais raramente, na porção do muro junto à aresta por ele formada com o piso, o que não bastava para encontrar o restante do rastro da descobridora. A procura pelo chamariz prosseguia por parte de umas poucas formigas individuais por vários minutos e, às vezes, talvez em ocasiões de grande privação alimentar, até por cerca de 2h, quando abrangiam o piso cimentado próximo ao muro, depois os filetes de concreto divisores dos canteiros e, por último, a terra e o trecho gramado dos canteiros, muito embora estivessem muito distantes do rastro da descobridora. Quanto às descobridoras vítimas de uma queda, após terem entrado no ninho e regressado para as proximidades do muro, não atinavam com escalá-lo e também acabavam desistindo de sua busca. Muito interessante é que elas voltavam do ninho seguindo por uma faixa de terreno que continha o próprio rastro, mas sem segui-lo, dando a impressão de não serem capazes de percebê-lo.

Uma dificuldade comum para o estabelecimento de uma trilha era o fato de algumas formigas, mesmo quando em busca da continuação de um rastro interrompido por uma queda da descobridora, não serem capazes de achar o chamariz alimentar ainda quando eu as colhia com um papel e as depositava diretamente sobre a trajetória da descobridora, marcada com lápis na parede. Embora começassem seguindo essa trajetória, talvez por causa de um rastro deixado pela descobridora, logo a cruzavam à direita ou à esquerda, afastando-se dela a ponto de a perder, às vezes voltando ao piso e deixando o muro definitivamente. Uma das que assim coloquei seguiu com menos erro a trajetória da descobridora até chegar a 4cm do chamariz e tornar a descer o muro sem ter dado por ele. Já outra, também assim colocada, após descer em parte pela parede, retomou a trajetória da descobridora, pondo-se a segui-la mais fielmente, caminhando lentamente, embora indo por vezes 3 a 4 cm de distância dela e retornando em seguida; encontrou a isca, um pedaço de suspiro molhado, mas não pôde galgá-lo porque ele estava desencostado da parede. Errou por ali, afastando-se um pouco do achado, fez um círculo completo até retomar a trajetória da descobridora e tornar a descer por ela, o que não me pareceu nada inteligente, mas parece ter tido sentido para ela. Após, a uns 40 cm da isca, andando em roda aparentemente em busca da isca, ela acabou indo ao

chão, onde a confundi com outras. Pus outra formiga sobre a trajetória da descobridora, 10 cm abaixo do chamariz. Depois de caminhar um trecho para baixo, essa formiga começou, como a anterior, a retornar em direção à isca, seguindo bastante fielmente a trajetória da descobridora, mas com pausas e breves excursões laterais, como que testando pela presença do objetivo. Passou atrás dele, a 1,5 cm de distância, aparentemente sem notá-lo, e prosseguiu seguindo, mais ou menos, a parte da trajetória marcada que fazia uma volta na parede acima da torneira, conforme é ilustrado na Figura 51 e finalmente, foi ter ao pedaço de suspiro, que eu já então havia desencostado da parede.

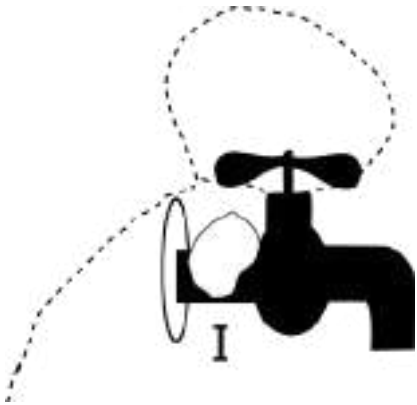


Figura 51: Ilustração de parte da trajetória deixada numa parede por uma formiga descobridora de um chamariz colocado sobre uma torneira de jardim.

Legenda:
I: pedaço de suspiro molhado usado como isca.
Linha interrompida: trajetória deixada por uma primeira formiga, marcada com traços de lápis.

Uma outra falha no retorno da formiga feita descobridora a seu ninho foi constituída por um episódio de predação. Uma formiga que eu pusera sobre uma isca localizada em cima da torneira de jardim já referida, depois de ingerir dessa isca, saiu pela parede, onde me pareceu tentar enfiar-se num orifício existente nesta. Logo me dei conta de meu engano, pois, na verdade, a formiga havia pisado em algum fio de uma pequena teia lançada desde a beira desse orifício e era puxada até o seu interior por uma pequena aranha, provavelmente do gênero Agelena. Trata-se de uma aranha que costuma forrar o chão à frente e no interior de uma cavidade, onde se posiciona, com uma fina manta construída com fios colantes ex-

traídos de suas fiandeiras. Quando tentei puxar a formiga de volta para o exterior, ela já estava morta.

Esse episódio pode parecer raro, mas não é. Num outro dia, noutro orifício dentre os vários existentes nessa mesma parede, vi quando uma aranhinha da mesma espécie aprontava-se para lançar-se sobre uma formiga que eu havia colocado sobre o chamariz em cima da torneira e que já regressava ao ninho na parede, e mal tive tempo de emparedar a aranha no orifício com um pedaço de suspiro molhado. Noutra ocasião, noutro local, vi uma aranha-saltadora negra acercar-se de uma trilha e em seguida fugir. Depois, vi outra, também saltadora, pequena, amarela com listras pretas e palpos brancos, sobre um condutor de água de chuva, aparentemente a vigiar atentamente o desfile de formigas *P. fulva* de uma trilha na parede junto a esse condutor. A Figura 52 ilustra a situação encontrada.

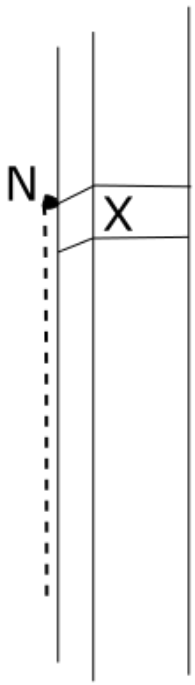


Figura 52: Representação de uma trilha de *Paratrechina fulva (*situada numa parede acompanhando um condutor pluvial) sendo espreitada por uma aranha-saltadora.

Legenda:
N: ninho de formigas na parede.
X: aranha-saltadora.
Linha interrompida: trilha das formigas.

A aranha parecia vigiar atentamente o cortejo das formigas sobre o condutor, executando movimentos rápidos pelos quais se voltava na direção de uma ou outra das numerosas formigas em marcha, especialmente as com o gastro mais volumoso, parecendo na iminência de saltar sobre elas. Durante alguns minutos ficou assim sobre a calha, orientada na direção da abertura do ninho dessas formigas numa parte da parede adjacente ao condutor, depois se deslocou para a face deste perpendicular à parede e retomou seu rito de espreita. Por duas vezes ensaiou uma corrida sobre uma formiga um pouco mais volumosa do que a média, mas recuou, abruptamente, como num aparente sobressalto, com a aproximação rápida de outras formigas na trilha. Desceu pelo condutor pluvial e pôs-se num outro ponto já distante da trilha acima mencionada, meio oculta, aparentemente a "espreitar", junto ao ângulo formado por duas faces do condutor – a face superior e paralela à parede, onde a aranha se posicionara, e a face perpendicular à parede – a aproximação de uma formiga do gênero *Camponotus*, bem maior que as fulvas, aproximação que a fez recuar, ocultando-se por completo. Quando outra *Camponotus* tomou a direção da aranha, aparentemente por acaso, esta recuou, como que "assustada", cruzou a trilha e ficou do outro lado a espreitar as formigas. Fui então chamado para o interior da casa, interrompendo a observação. Acredito que, se essa aranha se confrontasse com uma fulva isolada feita descobridora de uma isca, na hora em que deixasse esta, provavelmente teria consumado a predação.

Para encerrar este tópico volto a relatar, a seguir, uma outra observação em pormenor, na qual pude verificar, surpreso, uma outra razão além das acima indicadas pela qual as formigas *Paratrechina fulva*, conquanto evidentemente bastante motivadas para realizar o provisionamento de sua colônia, podem deixar de estabelecer uma trilha para um alimento que, em várias outras ocasiões, revelara-se perfeitamente apreciado.

- *Observação 39 – Tentativa de levar as formigas* (P. fulva) *de um ninho a estabelecerem uma trilha para açúcar refinado posto em alguns pontos em torno do ninho, tentativa essa falha aparentemente por haverem elas descoberto previamente um alimento mais apreciado*

Uma curiosidade que eu tinha a respeito de como se formava uma trilha de formigas *P. fulva* era se ela se dava sempre, conforme eu já havia notado, por acompanhamento, por parte de algumas operárias, de uma companheira que, tendo descoberto uma fonte alimentar, regressava

a essa fonte após ter entrado no ninho, ou, diferentemente, se envolveria alguma vez uma forma de comunicação mais complexa e elaborada. Eu tinha em mente, para esta última oportunidade, a espantosa comunicação, descoberta por Karl Von Frisch (1950), que as abelhas europeias faziam a seus pares da localização de uma fonte de provisões que haviam descoberto. Essa comunicação envolvia uma dança ritualizada no interior da colmeia, dança essa cujos elementos simbólicos, geneticamente fixados, que representavam a direção a tomar e a distância a perfazer até a fonte, suas companheiras, atentas à dança, decodificavam e utilizavam ao sair do ninho. Acredito que as pressões seletivas exercidas sobre as abelhas criaram um sistema de comunicação muito mais elaborado do que no caso das formigas por ser o acompanhamento de uma descobridora de uma fonte de provisões em seu caso – envolvendo o espaço aéreo e por vezes distâncias de até alguns quilômetros – sem dúvida muito menos suscetível de ter êxito do que no caso das formigas, para as quais as fontes em questão sempre podem ser encontradas por uma caminhada até locais não muito distantes do ninho. Por que, no entanto, eu pensei que esta observação poderia revelar uma forma de comunicação mais complexa por parte das formigas já não sei dizer. Não obstante, relato esta observação pelo fato de que, como já verificado em outras ocasiões, uma observação como esta, mesmo que mal planejada, ensinou-me algumas coisas.

Numa noite relativamente fria (com temperatura de cerca de 15ºC), coloquei, no cenário representado na Figura 53, como iscas para atrair as formigas, 4 montinhos de açúcar refinado assim distribuídos:

1. Sobre o filete de concreto que limita o primeiro canteiro do jardim do piso cimentado, numa linha imaginária que, partindo do centro da abertura do ninho para o exterior subtendia um ângulo de 90º com a superfície do muro: meia colher das de café de açúcar refinado;
2. sobre o piso cimentado entre os 2 canteiros, a 60 cm do centro da abertura do ninho principal para o exterior, sobre uma linha imaginária que, passando por esse centro, subentendia um ângulo de 110º, aproximadamente, com a superfície do muro: 0,5 colher de café de açúcar refinado;
3. Sobre o mesmo piso cimentado, a 80 cm do centro de abertura do ninho principal para o exterior, sobre uma linha imaginária que, passando pelo centro referido, subtendia com a superfície do muro um

ângulo aproximado de 140º: 0,5 colher de café de açúcar refinado; e, finalmente,

4. sobre um pedaço de ripa de madeira com os cantos vedados com algodão a encimar a torneira do jardim: 1 colher de café de açúcar refinado.

A Figura 53 ilustra a situação obtida.

As formigas do ninho principal estavam ativas, percorrendo o piso junto à aresta por ele formada com um muro até o filete de concreto que delimitava o segundo canteiro do jardim, e daí, agora já acompanhadas por formigas do ninho secundário, até um pedaço de maria-mole que, provavelmente, havia sido jogado desde a rua nesse segundo canteiro. Agachei-me sobre o cimentado em frente à torneira, suficientemente afastado dos chamarizes para não interferir na atividade de formigas que eventualmente chegassem até eles.

Às 20h40min, uma fulva chegou até o chamariz de número 2, galgou-o, desceu em seguida e andou em roda, chegou até um de meus sapatos, voltou ao montinho de açúcar e foi, visivelmente veloz, em comparação com as formigas da trilha junto ao muro, para o ninho principal. Às 20h50min, como nenhuma outra formiga viesse até os montinhos de açúcar, aparentemente porque estavam se consagrando à maria-mole no chão do segundo canteiro, recolhi esse pedaço de doce numa tentativa de fazê-las desistir dessa rota e "se interessarem" pelas outras iscas quando descobertas. Esgaravatei também a terra que estava sob o doce para ocultar seus vestígios das formigas que lá chegavam. Não havia, nesse momento, nenhuma fulva nos arredores das quatro iscas que eu havia colocado.

Às 20h53min, 2 fulvas passaram entre as iscas 2 e 3 sem topar com elas, fazendo círculos. Uma voltou ao ninho em 3 min e outra em 4 min. Às 20h56min, uma fulva passou, em zigue-zague, a 1 cm da isca n° 2. Dois minutos depois, outra fulva passou também a 1 cm dessa isca, chegou até junto de um dos meus pés, voltou em direção à isca quase roçando nela e foi ao ninho n° 1.

Às 21h uma fulva subiu à isca número 1, sobre o filete de concreto do primeiro canteiro, e ali se deteve, aparentemente comendo. Três minutos depois, outra fulva foi até o montinho de açúcar n° 2, rodeou-o e ficou sobre ele. Às 21h04, uma formiga passou sobre a isca n° 1, indo um pouco além dela, como que explorando, com agitação das antenas, e

retornou à isca sobre que passara, ao mesmo tempo que a formiga que aí já estava retornava ao ninho nº 1. Um minuto depois, a formiga que estava no segundo montinho saiu em direção ao ninho, mas, no meio do caminho, voltou, andou sobre o montinho onde havia estado e à sua volta por uns 10 cm, voltou a ele, andou na direção do ninho, voltou em direção à isca, foi até um de meus pés, retornou ao segundo montinho após tocar-se com outra formiga, que passou além da isca e foi embora. Já a formiga sobre a primeira isca deixou-a e tomou direção oposta à do ninho. A Figura 53 representa a situação criada por essas quatro iscas.

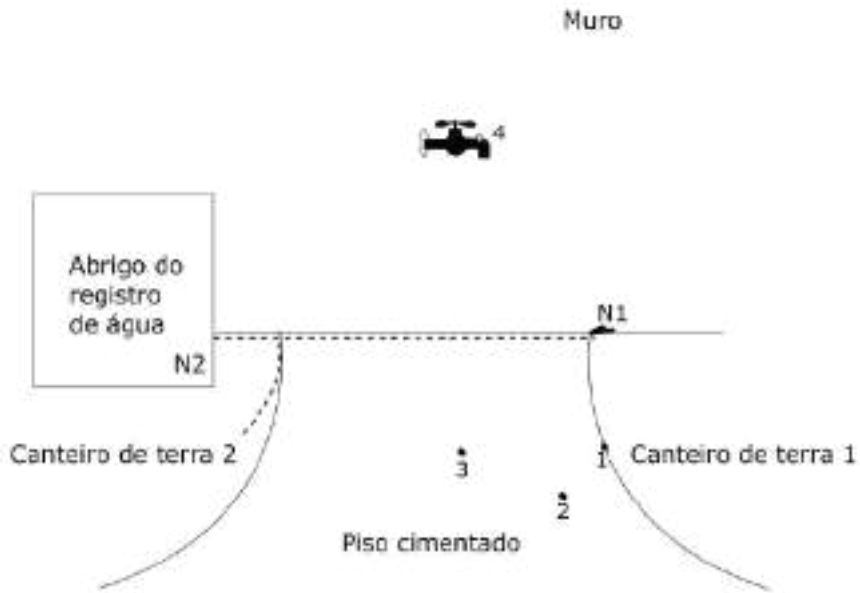


Figura 53: Situação aproximada constituída para a realização da Observação 39 num trecho de jardim.

Legenda:
Linha interrompida: trilha já existente no começo da observação.
1,2,3 e 4: montinhos de açúcar refinado usados como iscas para atrair as formigas e originar o estabelecimento de trilhas de provisionamento para a colônia.

Às 21h10min, a formiga que estava sobre a segunda isca andou em roda dela, caminhou uns 20 cm na direção do ninho onde a confundi com outras formigas. Aparentemente não voltou ao ninho. Uma outra fulva passou a 3 cm da primeira isca sem parar.

Às 21h15min havia uma fulva em cada uma das iscas de n° 1 e 2. A da isca n° 1 retornou ao ninho; a da isca n° 2 veio até perto de meus pés, sem parar, retornou à isca, contornou-a, subiu a ela, deu uma volta de uns 10cm em torno dela, veio novamente junto aos meus pés, afastando-se do ninho e a perdi. Enquanto isso, a trilha entre os 2 ninhos, junto ao muro, continuava.

Às 21h18min, uma fulva chegou a 3 cm da primeira isca, ficou parada fora dela uns 2 min, moveu-se lentamente depois, tornando a ficar praticamente imóvel por outros 2 min fora do açúcar aí situado. Às 21h22min, uma fulva escalou o terceiro montinho de açúcar, depois veio quase aos meus pés e foi até o terceiro montinho. Quanto à fulva parada referida acima continuava no mesmo local, ainda parada. As do primeiro e segundo montinhos retornaram ao ninho principal. Às 21h25min, a formiga parada perto da primeira isca retornou ao ninho sem tocá-la. Nesse momento havia várias fulvas andando entre o ninho principal e a segunda e terceira iscas, mas logo se afastaram.

Essas cenas se repetiram até as 21h36min. Fazendo já 56 min que os montinhos de açúcar haviam sido colocados ao redor do ninho principal, tempo mais que suficiente para que algum dentre eles originasse uma trilha de provisionamento, julguei que isso talvez não ocorresse por estarem as formigas empenhadas no encontro da maria-mole, pela qual provavelmente mostravam maior interesse. Como um meio de verificar se isso era verdadeiro, coloquei, às 21h 37min, um círculo de papelão com um pedaço de maria-mole sobre o filete de concreto junto ao primeiro canteiro do jardim, 20 cm mais distante do ninho principal que o primeiro montinho de açúcar refinado.

Um minuto depois uma fulva passou pela primeira isca, indo 5 cm adiante dela, depois regressou um pouco, entrou pela terra do canteiro e, acompanhando o filete de concreto, foi ter à maria-mole, galgando-a. Uma outra, vinda sobre o filete de uma direção oposta à do ninho, também foi ter à maria-mole, parou e escalou-a. Não havia praticamente formigas entre os 3 montinhos de açúcar no cimentado e os ninhos. Às 21h40min, uma terceira fulva escalou a maria-mole ao mesmo tempo que uma das 2 fulvas que já estavam nela regressou ao ninho 1, passando, lenta, sobre o açúcar da primeira isca sem se deter. Às 20h43min, 4 formigas saíram do ninho mais ou menos em fila e, acompanhando a borda interna do filete de concreto junto à terra do primeiro canteiro, foram ter à maria-mole.

Às 21h45min, veio outra fulva pelo mesmo caminho que as precedentes e parou na maria-mole. Às 21h46min, uma formiga retornou da maria-mole ao ninho enquanto outra vinha, hesitante. Cenas como essa prosseguiram até as 21h53 min. Indico a seguir, minuto por minuto, quantas formigas vinham do ninho para a maria-mole e quantas a ele voltavam desde esta, todas pelo lado do filete junto ao canteiro de terra, usando o símbolo > para as que vinham e < para as que voltavam:

- 21h55: >> << (1 parou sobre o açúcar)
- 21h56: >>>> <
- 21h57: >>>>>>>>>>>> < (todas as que vinham o faziam em um único bloco)
- 21h58: >> <
- 21h59: >>>>>> << (As formigas vinham em grupos de 2 ou 3) (Algumas andavam em roda; uma chegou de uma direção oposta à do ninho)
- 22h00: >> <<
- 22h01: >>>> < (Abandonei a observação das outras iscas)
- 22h02: >>>> <<<
- 22h03: >>> <<<< (A última retornante, após um espaço, tornou a ir para a maria-mole)

Nos 12 min seguintes, vieram ter à maria-mole 59 formigas e regressaram ao ninho 41, das quais 6 tornaram a regressar à isca depois de percorrida uma parte do caminho para o ninho. Dentre as que chegavam à maria-mole, algumas rodeavam a isca e outras corriam de cá para lá, parecendo muito excitadas. Enquanto isso, só 2 formigas ficaram no primeiro montinho de açúcar. A trilha passava a 1 cm do montinho de açúcar e nenhuma formiga se detinha nele. Espalhei o açúcar sobre o filete de concreto para que tocasse a trilha e também sobre a terra para que as formigas que iam ter à maria-mole não deixassem de topá-lo. Em consequência, algumas formigas que iam para o ninho ou dele vinham passaram a deter-se no açúcar derramado até por uns 2 min. Embora se estabelecesse um ajuntamento de formigas aí, a trilha restabeleceu-se para a maria-mole, que continuou nitidamente preferida. Deve-se notar que essa primeira isca, de açúcar derramado, estava em situação privilegiada no que dizia respeito à distância do ninho e à demarcação do caminho.

Julgo que a preferência pela maria-mole sobre o açúcar refinado se devesse, em grande parte, ao fato de ser aquela úmida e este seco, já que a ingestão de alimentos por parte de *P. fulva* é geralmente restringida a

substâncias líquidas ou viscosas mesmo quando usam corpos de artrópodes mortos como alimento. Às 22h35min não havia nenhuma formiga nos montinhos de açúcar de números 2 a 4 e a maria-mole era cerca de cinco vezes mais frequentada que o açúcar refinado sobre o filete do primeiro canteiro e a terra deste. Pareceu-me que, por tornar-se progressivamente mais ressecada, a maria-mole ia gradualmente perdendo seu maior valor de incentivo para o açúcar à medida que a umidade da terra do canteiro ia ajudando esta substância a dissolver-se. Quanto à trilha entre os 2 ninhos do jardim, prosseguia, mas não tão intensa quanto as formadas para a maria-mole e o açúcar refinado do primeiro montinho.

Penso que o que houve de mais curioso nesta observação foi o fato de uma memória praticamente coletiva da existência de um alimento mais dileto a preceder outro menos apreciado, posto que muito mais próximo e perfeitamente aceitável como provisão quando empregado isoladamente, desestimular, e por bastante tempo, a formação de trilhas de provisionamento para esse outro. *Paratrechina fulva* é, sem dúvida, como todas as demais formigas, como os mirmecólogos não se cansam de apontar, uma criatura de instintos, mas é também, inegavelmente, uma criatura muito influída por sua experiência passada individual.

Para encerrar o presente tópico relato, a seguir, uma observação realizada em local aparentemente não frequentado pelas formigas e adverso à preservação dos rastros por elas deixados em seu caminhar normal.

- *Observação 40 – Acerca do comportamento de formigas* P. fulva *de um ninho recém-instalado na formação de uma trilha a partir de um rastro lançado no substrato deliberada e intencionalmente*

O cenário onde essa observação teve lugar foi o mesmo da Figura 41, na qual eu afixara com tiras de esparadrapo numa parede revestida de azulejos duas iscas diferentes: primeiro, uma mecha de algodão hidrófilo com solução de água e açúcar, e depois, contígua a ela, uma barata que estava sendo predada por algumas formigas num piso, nas proximidades de um ninho de *P. fulva* instalado sob uma fresta num batente de porta. Devo dizer que, por vários meses anteriormente à observação mencionada acima, jamais eu havia visto alguma formiga andando nos arredores desse batente ou no interior do banheiro onde a observação foi realizada, razão pela qual acredito que o ninho em questão era de instalação recente nesse local.

A observação começou às 13h10, cerca de uma 01h20 depois que eu tentara obter, por cerca de 02h40, sem êxito, uma trilha na parede azulejada desse banheiro. A tentativa se fizera através da colocação, sempre somente sobre a barata, uma a uma, de 8 formigas apanhadas no piso próximas ao ninho, num ponto onde havia ainda um muco deixado pela barata e que continuava a ser visitado por essas formigas. Dessas 8, 7 despencaram do papel que as transportava ou então já da parede, depois de terem passado, geralmente correndo, pela barata.

Marquei com tinta látex branca no tórax e abdome uma última formiga, a oitava, e, a custo, fiz que o caderno em que fora colocada tocasse a barata sobre a parede. Anteriormente eu já tinha marcado uma formiga quando saía da barata, ocasião em que caiu sobre o piso e não mais a acompanhei. Voltando à oitava formiga, vi que, após longamente limpar patas e antenas, andou, estacou junto à barata e transferiu-se para ela. Num dado momento, caiu. Apanhei-a novamente e a repus na barata; ela andou por esta, a espaços limpando as antenas, e quando deixou a isca marquei com cruzes cada ponto de sua trajetória em que mudava sua direção. Foi pela minha direita até o batente, numa trajetória muito irregular, e pelo batente abaixo foi ter ao ninho. Dezessete minutos depois da sua entrada no ninho, saiu uma formiga muito marcada que eu julguei que fosse, não a última, que viera pelo batente até o ninho, mas a anterior, que havia caído da barata. Três outras formigas saíram do ninho e foram ao muco no antigo lugar onde a barata fora encontrada. Procurando novamente a formiga marcada, vi-a perto do ninho, onde uma operária a prendeu com as mandíbulas e a puxou, sem suspender, para o interior do ninho. Quando já nenhuma formiga aparecia por algum tempo nos arredores do ninho deixei a cena para ir almoçar, voltando a ela 01h20 depois. Durante o tempo em que observei as formigas verifiquei que nenhuma fora ter à mecha de algodão com solução de água e açúcar.

Quando voltei, às 13h10, transportei outra fulva para a barata. A formiga andou por esta, mordiscando-a, e quando saiu, foi para a minha esquerda, pela parede de azulejo, parecendo desorientada, perdida. Deixei-a para acompanhar uma operária gorda com anéis escuros e amarelos alternados no gastro, a qual só então percebi perto das iscas e que devia ter ingerido de alguma delas – provavelmente da mecha com solução açucarada, já que nenhuma formiga que havia mordiscado a barata no piso ou na parede ficara, como esta, com o gastro volumoso e transparente. Essa formiga voltava em direção ao batente e pus-me a marcar com traços mal visíveis de lápis os trechos que ela percorria com a ponta do gastro tocando a cada pequeno trecho percorrido a parede e a coluna de azulejos. A

formiga chegou ao batente da porta, baixou o gastro, pressionando com a ponta dele mais fortemente um ponto nesse batente, imediatamente antes de descer em direção ao ninho por uma linha ou sulco estreito que havia nesse batente. Chegou ao rodapé e ficou repetidamente tentando penetrar numa fenda minúscula distante 10 cm da abertura verdadeira do ninho. Persistiu longamente nessa tentativa, andando para cá e para lá e voltando a ela; por fim desceu e penetrou na entrada verdadeira às 13h30. A Figura 54 representa o caminho tomado por essa formiga desde a isca até o ninho.

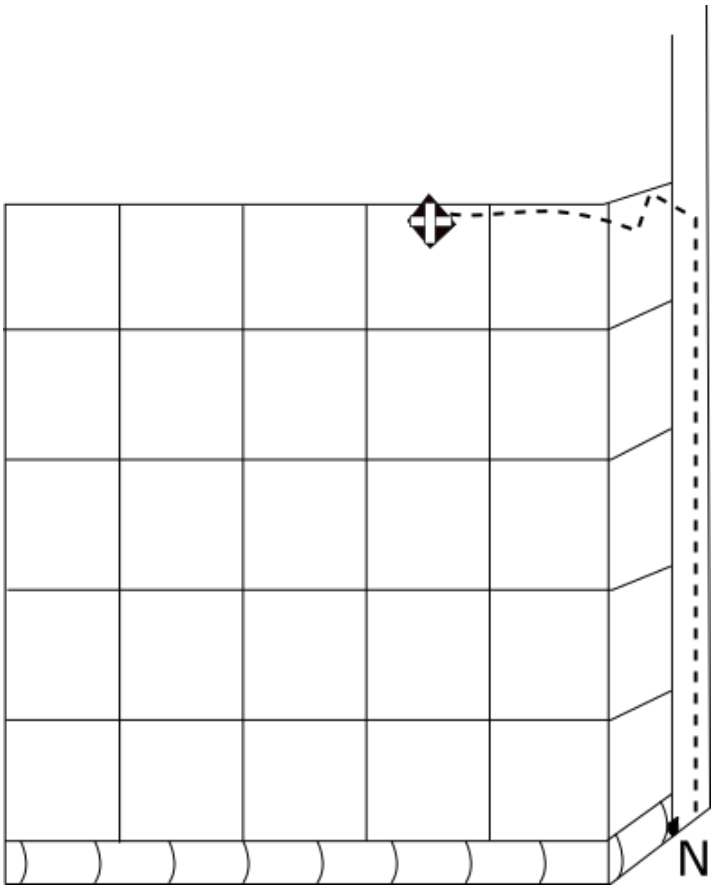


Figura 54: Representação aproximada da trajetória que uma formiga percorreu, com deposição deliberada de rastro numa parede e numa coluna, ambas azulejadas, e num batente de porta, até o seu ninho, no pé do batente.

Legenda:
N: entrada do ninho.
Figura losangular: barata morta e mecha de algodão com solução açucarada, sob tiras de esparadrapo.
Linha pontilhada: caminho percorrido pela formiga depois de ingerir solução açucarada.

Quarenta segundos depois que a retornante entrou no ninho saiu deste uma fulva na direção do rastro e em pouco tempo foi ter à mecha de algodão com solução de água com açúcar. Quatro fulvas saíram do ninho, indo 3 delas na cola da outra, ficando as 4 alinhadas; 2 dentre elas perderam-se batente acima, sem ter virado à esquerda para acompanhar o rastro. As outras 2 foram à esquerda, não exatamente sobre o rastro da pioneira, e foram à isca açucarada. Mais 2 formigas saíram do ninho e foram até parte do batente acima e em seguida voltaram.

Vejo, então, as 2 primeiras retornantes da isca para o ninho: elas tendiam a ceder à gravidade e não seguiram exatamente o rastro da descobridora, e foram, com um caminhar levemente sinuoso, cada qual em sua própria rota, ao batente, onde pegaram o rastro da pioneira e foram para o ninho.

Às 14h05 já várias formigas haviam chegado ao chamariz açucarado. Outras subiam, lentas, exibindo pequenas sinuosidades irregulares em sua marcha, em que a antena do lado para que as formigas pendiam ia esticada; andar como que rebaixadas e como que derivando num como arrastarem-se para um lado e outro era mais evidente nos trechos lisos e não marcados nos azulejos. Nesse andar as antenas iam esticadas para a frente e rentes ao chão, rasas, muito vibráteis, com a formiga em lances de deslocamento progressivo de não mais que uns 5 mm. O abdome da formiga ia um pouco empinado, de modo que o abaixamento era da parte torácica para a frente. Uma formiga caiu da parede durante a oscilação na marcha. O ponto de errada era na altura em que o rastro no batente virava para a coluna de azulejos, apesar de ter recebido uma marca mais forte. Algumas formigas continuavam, nesse ponto, a subir pelo batente alguns centímetros, depois passavam a voltear até retomarem o rastro; seguiam com guinadas e arrastos, como que patinando à esquerda e direita, exatamente onde eu havia posto marcas de espaço a espaço sobre a trajetória percorrida pela formiga descobridora da isca. Vinham para a isca em bandinhos de 3 ou 4, às vezes até de 5 ou 6, com as de trás a chocarem-se, às vezes, com as da frente, e a errarem e redirigirem-se com elas; uma vez que começavam a caminhar mais depressa, o que parecia função de marcas e rastro bons e ocorria especialmente nos sulcos entre azulejos, as de trás podiam passar as da frente se elas parassem por um instante. Às 14h13 contei 17 operárias sobre a isca, várias delas já com anéis amarelos e marrons no abdome, a ponta deste tornando-se mais pontuda. Mais uns 10 min e já não vinham em bando, mas cada qual por sua conta. O caminho para a isca era seguido

um tanto fielmente. Já o da volta seguia a linha da vinda, o que era mais raro, ou descia por vários pontos até um sulco entre 2 azulejos e daí até o batente onde pegavam o rastro da pioneira e seguiam até o ninho. A Figura 55 ilustra os caminhos seguidos nesse momento.

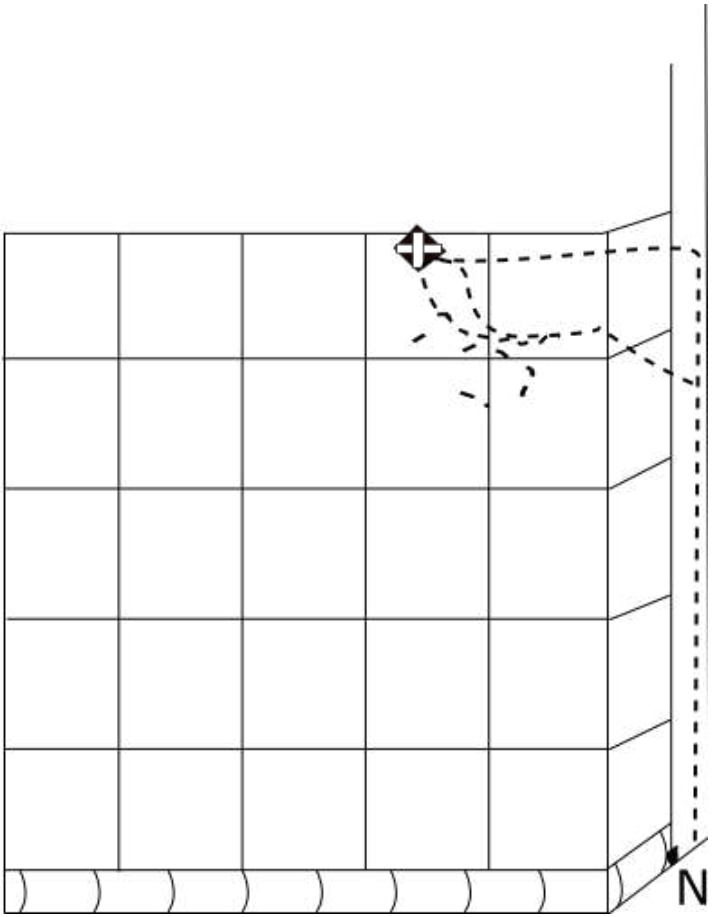


Figura 55: Ilustra os caminhos mais nitidamente percorridos pelas formigas retornantes da isca ao ninho e algumas formigas errantes abaixo deles às 14h 23.

Às 14h25 vi 2 ocorrências de regurgitação na trilha, uma das quais envolvia 3 formigas, ao invés de 2, como é usual: 2 *fn*.s como doadoras em linha e 1 *fi* como receptora, entre elas. *(cf.* ilustração na Figura 56).



Figura 56: 1º desenho: posição mais comum na regurgitação de uma formiga para outra.
2º desenho: Duas formigas provenientes do chamariz regurgitam para uma companheira proveniente do ninho.

Às 14h30 já parecia haver mais de uma centena de formigas no batente e na parede. Não havia uma trilha nítida, a não ser em parte para as *fi*.s. Contudo, havia uma tendência crescente para estas atalharem o caminho, na parede, caminhando por onde as *fn*.s regressavam, as quais, porém, tendiam a ceder à ação da gravidade, às vezes extraviando-se. As *fn*.s pareciam sempre prontas para regurgitar da solução ingerida para as *fi*.s, e a regurgitação era bastante comum, imobilizando aqui e ali duas formigas elevadas na metade dianteira de seus corpos a partir do pecíolo. Havia sempre 4 ou 5 regurgitações em cada momento em que se olhava, entre uma centena de formigas. Estimei entre 30 a 40 as operárias sobre a isca, mas não era possível vê-las todas, pois muitas enfiavam-se sob esta e sob o esparadrapo. As *fn*.s por vezes resvalavam ligeiramente na parede, aparentemente por causa do polido e da lisura dos azulejos. A oscilação na caminhada nunca cessou de todo, nem para elas nem para as *fi*.s, mas deixou de ser aquela modalidade de caminharem rebaixadas e como que derivando alternadamente para a esquerda e a direita. Mas essa marcha não cessava nunca de ser sinuosa.

Às 14h48 já praticamente não ocorriam regurgitações entre as formigas visíveis. Uma ou outra formiga dirigia-se à barata. As *fi*.s já não pareciam as mesmas formigas magras do princípio da observação, aparentando agora ter o dobro do tamanho inicial, o que sugeria que essa colônia estava com alto grau de privação alimentar. Minha filha passou a tocar violão num quarto pegado e notei que, a cada batida mais forte, as *fn*.s apresentavam uma oscilação do gastro no seu sentido ventro-dorsal a qual lembrava um pouco um estremecimento ou repelão.

Às 14h55, a distribuição das formigas na parede já mudara completamente. Havia um grande número delas até 1m 25 cm acima da isca, uma parte menor elevando-se à minha direita no rumo da aresta formada pela parede com a coluna e uma parte maior como a continuar uma trilha parede acima, à minha esquerda, para além da isca. A Figura 57 ilustra a situação obtida.

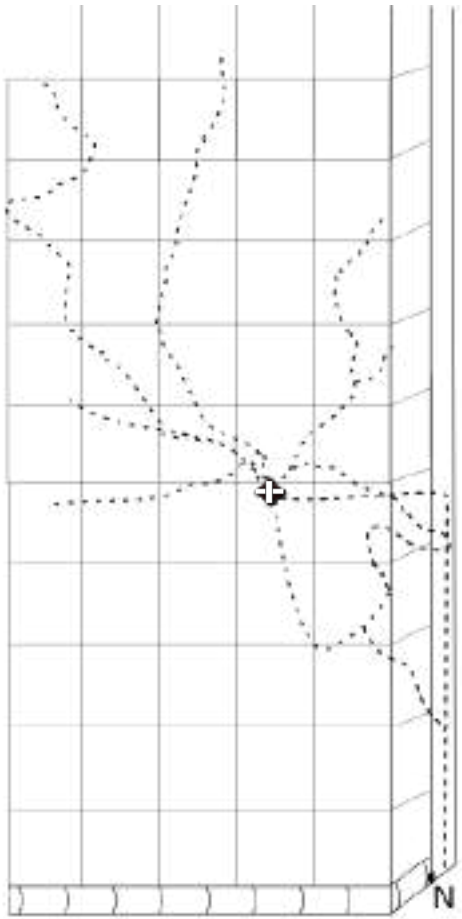


Figura 57: Distribuição das formigas no cenário da observação cerca de 55 min depois de formada a trilha.

Legenda:
Figura trapezoide: mecha de algodão embebida em solução açucarada e barata, ambas presas à parede com esparadrapos.
N: entrada do ninho no pé de um batente de porta.
Pontos e traços: formigas.

O caminhar dessas formigas afastadas à esquerda dos chamarizes era em marcha continuamente reorientada, com oscilações relativamente grandes, a espaços, não mais seguidas e miudinhas. Eram formigas que me pareciam haver perdido a trilha, desorientadas, numa condição que Cornetz (1914) chamava "de estado de busca de provisão", estimuladas que deviam ter sido a sair do ninho por um alertamento sobre o encontro de um alimento apreciado no exterior. A Figura 58 ilustra parte da trajetória de uma dessas formigas que acompanhei. Entre elas, se acontecia de toparem alguma *fn*, recebiam regurgitação de alimento, o que já não ocorria nas trilhas mais regulares entre o ninho e a isca. Para verificar se essas desorientadas nessa região da parede eram realmente *fi*.s pus, num estilete, uma nova mecha de algodão hidrófilo com a mesma solução açucarada da isca principal e a cheguei, parada, a uma distância de cerca de 2 mm da parede e de 0,5 cm à frente de uma dessas formigas. Ela se aproximou e eu toquei a parede com a isca, umedecendo-a, e a retirei. A formiga foi ingerir a umidade que ficou na parede. Pus a isca com o estilete a 0,5 cm de 2 outras; elas foram ter à mecha, passando a sugá-la, por vezes andando um pouco sobre ela, e em segundos já apresentavam anéis no gastro. Quando se encontravam com outras, orientavam-se para ter cabeça contra cabeça, elevavam esta e o tórax, golpeavam-se com as antenas e aproximavam as mandíbulas, como prontas para regurgitar. Toda vez que se encontravam era isto. Estavam sempre prontas a regurgitar. Ao voltarem a caminhar, batiam a espaços a ponta do abdome no substrato de maneira mais perceptível do que as *fi*.s, que, contudo, também o faziam. Para que essas formigas viessem à isca apresentada no estilete era preciso colocá-la bem perto à sua frente, ou quase tocá-las com ela: não bastava fazê-lo a 0,5 ou 1 cm ao seu lado.



Figura 58: Trajetória de uma formiga desorientada na figura anterior, acompanhada passo a passo.

A razão para essa falta de percepção para objetos que não estavam à frente das formigas desviadas em seu rumo pareceu-me ser o fato de concentrarem sua busca da isca e de rastros de companheiras no substrato à sua frente. Para me assegurar disto, pus a isca no estilete 3 cm à frente de uma outra formiga que estava a 1,5 m do chamariz na parede e descia, lenta, por esta. Ela andou um pouco para a sua direita, voltou para a esquerda ligeiramente mais rápida, chegou a 0,5 cm da mecha, oscilou para um lado e outro e foi ter a ela. Antes de andar mais depressa elevou meio corpo e "farejou" à sua frente (bateu as antenas esticadas e paralelas à sua frente repetidamente). Pus a isca 3 cm ao lado de outra formiga. Ela elevou

meio corpo, "farejou" (moveu as antenas esticadas de alto a baixo umas três vezes seguidas), andando oscilante, mas afastando-se do local. Eu podia colocar a isca a 1 cm ou até 0,5 cm acima da formiga: como suas antenas iam recurvas e voltadas para baixo, e não se elevavam um pouco que fosse, aparentavam não perceber o objeto nessa posição. Pus a isca a um centímetro de várias formigas, sobre elas. No geral, isso as fazia girar mais, sempre com as antenas baixadas e móveis, como em busca intensificada, e limpando às vezes as antenas (isto é, deslizando o vão entre o esporão e a tíbia das patas dianteiras no sentido distal de cada funículo antenal colateral a essas patas). Mas não passavam a elevar as antenas. O mesmo acontecia quando a isca era suspensa a apenas 0,5 cm sobre a formiga. Pareciam porcos, cegos ao que se passava a um palmo acima de suas ventas, anotei então. Para uma outra formiga, depois disso, coloquei a mecha 1 cm à sua frente. Ela foi, reorientando-se, diretamente à isca e imediatamente colocou as patas frontais sobre ela, momento exato em que a retirei. A formiga não se perturbou: juntou as pontas das antenas em direção à umidade que a isca deixara no local e começou a sugá-la ou lambê-la. Se, enquanto a lambia, eu tocava com a isca uma sua antena, a formiga elevava um pouco a antena e ia com as patas dianteiras elevadas agarrar a isca. Podia ir atraindo a formiga assim. Mas se elevasse a isca 0,5 cm, podia fazer que limpasse as antenas e acentuasse os toques com elas no chão, mas sem permanecer necessariamente na região e até afastando-se.

De modo geral e em conclusão, penso poder dizer que a grande mobilização das formigas dessa colônia foi devida, em grande parte, aparentemente, ao alto grau de privação alimentar da colônia e ao rastro deliberadamente forte colocado pela descobridora do alimento desde este até o ninho, rastro esse capaz de vencer por algum tempo a impropriedade de algumas das superfícies do local para a preservação dos rastros normais desses insetos. Essa forma de deposição de rastro só é empregada, ao que me parece, quando a operária que encontrou um alimento o fez por sua própria conta e domina com certa segurança o caminho de volta ao ninho. No entanto, nesse processo de provisionamento, não chegou a formar-se uma trilha nítida e eficiente, o que julguei ter sido função dos seguintes fatores: a) desconhecimento do terreno por parte dos insetos; b) caráter escorregadio dos azulejos, que, ao causar deslizamentos das retornantes ao ninho, as impedia de lançar o rastro relativamente unificado que ordinariamente serve para guiar as formigas vindas do ninho até o alimento; c) a relativa impermeabilidade desses mesmos azulejos, a qual desfavorecia

a preservação dos rastros deixados pelas formigas; e, finalmente, d) o alto grau aparente de privação alimentar da colônia que a fazia, por assim dizer, lançar açodadamente suas operárias no espaço em torno mesmo na ausência de indicadores de direção adequados.

Para encerrar o presente tópico mencionarei que não observei em formigas *Paratrechina fulva* outra forma de alertar e mobilizar companheiras para uma provisão encontrada que não fosse deixar um rastro e regurgitar o alimento para companheiras encontradas no caminho ou no interior dos ninhos. A literatura mirmecológica, porém, refere outras formas de recrutar as companheiras em outras espécies de formigas. De minha parte, observei uma forma de alertamento bastante diferente do de *P. fulva* em operárias de *Pheidole oxyops,* que são principalmente insetívoras. A Observação 41 relata o que observei em formigas de dois ninhos dessa espécie quando coloquei perto de um deles uma barata morta, e perto de outro, uma barata ferida.

- *Observação 41 – Acerca do comportamento apresentado por operárias de dois ninhos de Pheidole oxyops Forel (1908) após a colocação de uma barata para servir de presa nas imediações de cada um deles*

No interior de um cemitério encontrei dois ninhos de *Pheidole oxyops*, facilmente reconhecidos por sua aparência característica: uma fenda larga na terra com um orifício de entrada de cerca de 1 cm de diâmetro. No primeiro deles, na entrada do ninho, dezenas de operárias transportavam terra ou caminhavam. Coloquei no chão uma barata morta a uns 40 cm da entrada do ninho. A barata foi achada por uma operária que tentou puxá-la sem resultado e retornou ao ninho. Vi-a passar a 0,5 cm de distância de duas companheiras sem nada fazer de diferente. Mal entrou no ninho começou um reboliço: saiu para o exterior uma onda de umas duas dezenas de formigas em roda do ninho, mas logo espalhando-se e alongando-se na direção de onde viera a descobridora da barata. Daí a pouco já eram duas ou mais centenas de formigas em grande movimentação e a barata foi sendo puxada de fasto por elas. Duas operárias maiores, ou "soldados", com suas grandes cabeças ajudavam a movê-la.

Um pouco mais tarde encontrei outro ninho dessa formiga e pus uma barata ferida a uma distância de cerca de 50 cm dele. A operária que primeiro a encontrou, puxou-a, mordiscou-a, mas não vi que tivesse algo

nas mandíbulas quando retornou ao ninho. Ao passar de frente para duas companheiras, uma de cada vez, teve uma espécie de chilique: sacudiu a parte dianteira do corpo suspensa, isto é, a cabeça e as patas dianteiras, da esquerda para a direita e vice-versa repetidamente, diante do que essas duas passaram a correr numa trajetória ondulante. Mal chegando à beira do ninho, enquanto entrava, a operária descobridora pôs-se a fazer esses mesmos movimentos, repetindo-os, e a correr velozmente. O reboliço foi enorme. Outras formigas pareciam fazer os mesmos movimentos da descobridora. Logo vi uma operária sair do ninho com marcha sinuosa e um bando de umas dez outras mais atrás e dos lados, também com marcha com sinuosidades, mas menos intensos: foram praticamente no caminho da vinda da descobridora, como que seguindo um rastro, mas dentro de uma faixa.

Esse seguimento das formigas recrutadas para a provisão no caminho mesmo feito pela formiga pioneira se deveria, segundo um estudo realizado por H.G. Fowler 1967), ao fato de esta marcar seu rastro com um feromônio de trilha. Quanto à rapidez e o relativamente grande contingente com que esse seguimento se realiza, parece uma adaptação à pequena duração da atividade do feromônio liberado no ambiente – cerca de 5 min, segundo Fowler – e também à necessidade de várias formigas para que a presa seja transportada ao ninho.

Na primeira observação relatada acima não me foi possível saber se os movimentos aparentemente de comunicação feitos pela operária descobridora de uma fonte de provisões na segunda observação também ocorreram. Se sim, isto foi no interior do ninho. Uma terceira observação, na verdade realizada antes das precedentemente relatadas, me fez pensar, no caso de os referidos movimentos terem ocorrido nestas, que eles não serviriam apenas para atrair companheiras para a busca de provisão, mas para atraí-las ao exterior, ou, no caso de não terem ocorrido, de não serem tais movimentos a única forma de atraí-las para o exterior do ninho. Nessa terceira observação, deparei, num terreno vazio, com um ninho de *Pheidole oxyops* com apenas uma meia dúzia de formigas em suas imediações, e quando levantei uma pedra a 10 cm de distância do ninho, mais meia dúzia sob ela. Daí a pouco, porém, talvez por haverem algumas destas últimas entrado algo perturbadas no ninho, centenas de formigas afloraram à fenda do ninho no exterior e em roda dela, trançando em várias direções. Neste caso não bastaria a presença de um rastro deliberadamente demarcado para se afastarem por ele? Provavelmente movimentos como os vistos na segunda observação relatada ou outras manifestações de excita-

ção apresentadas por uma operária do ninho serviriam apenas para atrair as companheiras para o exterior, sendo a comunicação da descoberta de um alimento feita, na verdade, por um rastro bem demarcado que a esse alimento fosse ter.

3 As transformações por que passam as trilhas de provisionamento com a passagem do tempo e o que resulta delas

Estudando as trilhas de formigas, especialmente de *Paratrechina fulva*, pude verificar que as operárias dessa espécie têm capacidades que lhes permitem alterar, ao longo do tempo, alguns dos aspectos e comportamentos nela exibidos, aumentando, com isso, sua eficácia adaptativa. Essas alterações compreendem mudanças nas atitudes das formigas para com suas companheiras de trilha e uma melhor orientação espacial com a passagem do tempo.

3.1 Algumas mudanças nas atitudes recíprocas das formigas de uma trilha com a passagem do tempo

Já em uma das minhas primeiras observações, estando interessado em descobrir se as formigas *P. fulva* tinham algum gesto de comunicação, observei as formigas de uma trilha numa parede, bem de perto, com uma lente. Vi que as formigas que iam para um alimento empregado como isca e as que voltavam para o ninho, em seus encontros, ao se tocarem com as antenas, ou se desviavam uma da outra imediatamente e seguiam, ou paravam e se tocavam com golpes repetidos das antenas e, além disso, tocavam-se as cabeças e como que se mordiam. Só não percebi, nessa primeira observação, que a aproximação de mandíbulas era geralmente seguida de uma regurgitação de uma parte da solução açucarada ingerida pela formiga que procedia do alimento para a companheira. Mas notei que, na trilha já bem formada e volumosa, esse comportamento era raro: no geral, tocavam-se com as antenas e se desviavam. Ora, devo apontar que o alimento fornecido a um animal é considerado pelos partidários da chamada Análise Experimental do Comportamento reforçador do comportamento que ele segue, tornando-o progressivamente mais vigoroso e mais frequente. Como explicar, no entanto, que a solicitação de regurgitação por parte das formigas que se dirigiam à isca se reduzia com a passagem do tempo, bem como que as formigas passassem gradativamente a desviar-se cada vez

mais efetivamente das companheiras na direção contrária? É evidente que a explicação do que ocorre deve ser outra. Numa trilha formada 9 dias depois no mesmo batente de porta da observação precedente notei que, se uma *fi* topava uma *fn* bem de frente e pausava com antenas e peças bucais contra essas mesmas peças da companheira, esta parava e elevava a cabeça, pronta para regurgitar. No entanto, se a trilha já tivesse algum tempo, isso parecia na maior parte dos casos apenas um ato de orientação de *fi* no sentido de verificar a presença ou o tipo de alimento trazido por *fn,* e frequentemente não ocorria regurgitação. *Fi* então retomava sua marcha, num leve desvio para a esquerda ou a direita, mas já mais ligeira e sem oscilação, em direção ao chamariz. Por vezes parecia haver toque real de "boca" a "boca" e leve regurgitação, muito rápida, com *fi* logo seguindo adiante. Pareceu-me que era sempre *fi* que tomava a iniciativa ao orientar suas peças bucais para as de *fn*, embora esta sempre se mostrasse pronta para regurgitar, e o fazia se houvesse parada maior de *fi*. Alguns minutos mais tarde ainda ocorriam algumas regurgitações reais, mais demoradas, mas muito menos intensas do que na observação de 9 dias atrás, talvez por não estarem as formigas agora tão privadas de alimento como naquela ocasião. Essas formigas certamente se alimentavam da gordura que havia em sabão que encontravam no banheiro como também do que achavam na cozinha próxima.

Nesta última observação, esmagando uma formiga sobre a trilha observei que, nas duas direções, as formigas recuavam como que numa reação de evitação da região e escape: elas se tocavam com uma ou outra que vinha na direção oposta, e, em grande número, voltavam apressadas, quase com a mesma excitação nesses encontros que a de quando deram com a companheira vitimada. E toda essa parte da trilha, bastante volumosa, ia regressando ao ninho; algumas que subiam, ou no chão prontas para subir, tocavam-se com outras que voltavam, mas não regressavam a não ser mais além. Aparentemente a alteração na postura e nos movimentos das retornantes não era apreendida por todas as chegantes como indicando uma ameaça, e os toques eventualmente recebidos também não o faziam. Notei, conforme já mencionei no começo deste escrito, que algumas, tendo passado pela formiga morta, empinavam-se na direção de um pequeno ponto preto na parede, ou fugiam-lhe, ou passavam "cautelosamente" por ele, isto é, com hesitação só nesse local: uma clara indicação de algo como medo as dominava, mas essa condição não bastava a não ser nuns poucos casos para provocar o retorno das que subiam – quem sabe por causa da alta motivação de que estavam possuídas para coletar alimento.

Voltando à consideração do que acontecia nos encontros entre *fi*.s e *fn.s,* observei que, na fase inicial de estabelecimento de uma trilha, às vezes as primeiras, às vezes as últimas é que se desviavam; *fi* por vezes dava a impressão de procurar *fn*, mas, também, a de ser a que mais se desviava para um dos lados. Nas topadas de frente acontecia que se forçavam, e *fi* era sempre a que ia de fasto, embora opondo resistência: pela redução da velocidade de *fn* se percebia isso. Nesse caso, era sempre *fi* que, sendo mais ligeira na reorientação, tomava a iniciativa de se desviar da outra.

Com o passar do tempo as topadas de frente praticamente deixavam de ocorrer. Como normalmente as formigas então já se deslocavam com velocidade mais uniforme, mas com ligeira sinuosidade na marcha, normalmente as de uma orientação de movimento geralmente encontravam as da outra orientação algo lateralmente e cada qual seguia na direção do seu lado mais livre ou de menor resistência. Nas trilhas já estabilizadas não raro se via até mesmo o estabelecimento de uma direção única para cada grupo, as *fn*.s para a sua direita ou a sua esquerda, e as *fi*.s, correspondentemente, para essas mesmas direções, de modo que não se obstaculizavam nunca em seu deslocamento. Assim, por exemplo, numa trilha já estabilizada formada num piso de cacos de cerâmica acompanhando a aresta por ele formada com uma parede, contando para qual direção as formigas de cada direção se desviavam, encontrei que em 15 encontros as *fn*.s dirigiam-se para a sua direita, em direção à aresta, e as *fi*.s também para a sua direita, pelo piso em seu lado mais afastado da aresta, e nenhuma vez ambas para o mesmo lado do piso. Já sem fazer contagem observei, noutros momentos, que essa era a regra geral para o que se verificava na trilha também posteriormente.

3.2 Da tendência das formigas de uma trilha de provisionamento a utilizarem heterogeneidades do meio em sua orientação e a atalharem seu percurso

As formigas em geral, e não apenas *Paratrechina fulva*, mostram, ao estabelecer trilhas, uma inclinação para o aproveitamento de heterogeneidades de estimulação encontradas em seu ambiente – como, por exemplo, arestas formadas entre superfícies, ranhuras, fendas, gretas e sulcos em pisos – para orientar sua trajetória e para atalhar caminhos em direção aos seus alvos. O leitor poderá verificar isso no que diz respeito a *Paratrechina fulva* examinando figuras sobre trilhas já apresentadas neste escrito bem como em relatos a seguir.

- *Observação 42 – Acerca de trilha de formigas dorilíneas da espécie Labidus coecus (Latreille)*

Labidus coecus é uma espécie de formiga conhecida como "*de visita"* ou "*correição",* caracterizada por Wheeler (1910, p. 246) "como os hunos e tártaros do mundo dos insetos" por sua especialização em realizar ataques de surpresa ("*raids")* para a predação de pequenos animais, especialmente insetos e outros artrópodes. A T. C. Schneirla (1949, 1955,1956, 1957, 1958, etc.) devemos a maior parte dos conhecimentos obtidos sobre dorilíneos, especialmente os neárticos, como *Eciton hamatum* e *Eciton burchelli*, das florestas da Guatemala. Em levantamentos feitos por ele, esta última espécie chega a ter até um milhão e setecentas mil operárias polimórficas. Para suas incursões predatórias, *Eciton burchelli* utiliza enxames na forma de um leque o qual, no seu auge, constitui uma massa retangular com cerca de 15 m de largura por 1 ou 2 m de profundidade na vegetação, e realiza movimentos de flanqueamento em intervalos de 5 a 20 min. Já em outras espécies, como em *Eciton hamatus*, o ataque predatório é feito através de colunas ou cordões que se dividem em espaços na forma de galhos e ramos de árvores, com operárias médias e mínimas em correria e colidindo por vezes com as operárias maiores, mais lentas. Essas colisões têm um papel em criar ramificações na trilha.

No final de seus "raids", perto de escurecer, as colônias mencionadas e os dorilíneos em geral fazem um bivaque (tenda ou acampamento) – uma espécie de ninho para a passagem da noite. O bivaque é constituído pelas formigas com seus próprios corpos ao aglomerarem-se, agarradas umas às outras, formando uma penca dependurada num lugar protegido, como um buraco no solo ou uma loca num tronco de árvore. As incursões ocorrem em 2 fases distintas, denominadas por Schneirla *fase nômade* e *fase estatal.* A diferença entre essas fases é que na fase nômade a colônia estabelece cada dia seu bivaque numa região diferente, por cerca de 13 a 15 dias, ao passo que, na fase estatal, o mantém único e estacionário num mesmo local por cerca de 16 a 20 dias. Usando o bivaque como centro de suas incursões predatórias e orientando-as a cada dia numa direção nova as formigas nesta última fase exploram sistematicamente todo o terreno circunjacente. O que determina esta fase, segundo Schneirla, é o fato de a rainha encontrar-se, então, fisogástrica, portanto incapacitada de percorrer diariamente de uma a três centenas de metros, mas pronta para liberar milhares de ovos que requererão mais aplicação das operárias para serem incubados. Já a fase nômade é iniciada com a eclosão de inúmeras formigas

inexperientes cuja presença excitará as operárias mais velhas e as induzirá a incursões predatórias diárias mais vigorosas, ao final das quais o bivaque será estabelecido numa região nova do ambiente e a colônia terá migrado para um novo lugar.

Em *Labidus coecus*, a espécie aqui considerada, essas excursões geralmente se dão subterraneamente ou sob um leito de folhas decaídas, mas, em dias frescos e com céu encoberto, também na superfície do solo. A razão para isso, ou em consequência dessa escolha, mostram-se avessas a caminhar expostas ao sol e ao calor. Num dia em que uma coluna dessa espécie penetrou numa residência rural, desejando ver como formigas retiradas da corrente migratória agiriam, levei num jornal uma porção delas e as soltei sobre um solo batido de sol. Era de manhã e não tinha havido tempo de ficar o solo muito aquecido, tanto que saúvas e outras formigas caminhavam por ele com naturalidade. Assim que essas formigas foram lançadas nesse solo, entraram em convulsão e, em segundos, encolhendo-se, jazeram mortas.

No quintal de minha residência deparei, certo dia, às 06h da manhã, após uma noite chuvosa, em um piso cimentado com algumas trincas e perfurações, uma trilha de *L. coecus* que conectava um pedaço de sebo bovino que utilizavam como provisão a 2 orifícios existentes no piso junto a uma parede. A Figura 59 ilustra o aspecto da trilha encontrada. Os 2 orifícios estavam apinhados de formigas agarradas umas às outras e distavam entre si cerca de 1m 20cm. As extensões dos ramos à minha esquerda e à minha direita desde a isca até os orifícios correspondentes eram, aproximadamente, de cerca de 1m cada.

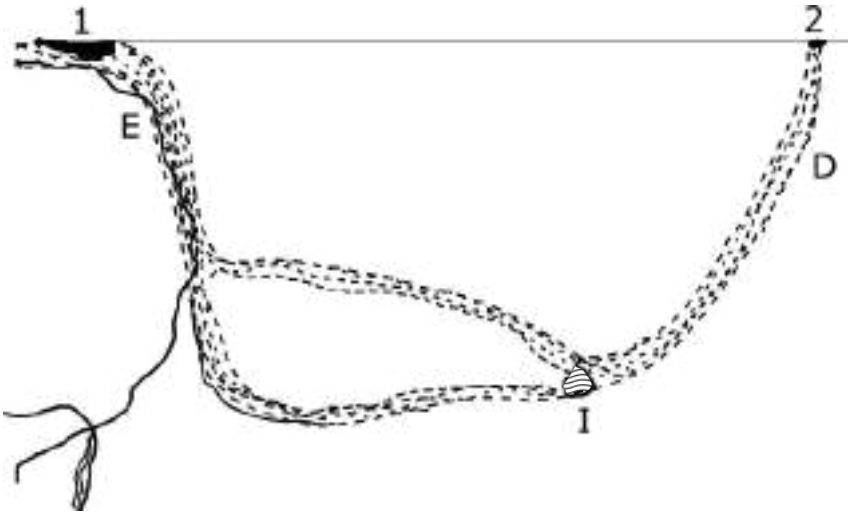


Figura 59: Representação aproximada de uma trilha de formigas Labidus coecus sobre um piso cimentado num quintal.

Legenda:
1 e 2: orifícios nos pisos, repletos de formigas (provavelmente bivaques?).
I: isca (pedaço de sebo bovino).
Linhas contínuas: trincas e sulco num piso cimentado.
Linhas interrompidas: trilhas ou colunas.
E e D: ramos esquerdos e direito das trilhas desde o ninho até a isca e vice-versa.

A trilha tinha, ao que me pareceu, milhares de operárias de cor marrom avermelhada, a maior parte pequenas, de tamanhos variados, desde mínimas de 2 mm até "soldados" de cerca de 1 cm de comprimento, de cabeça grande e cor preta. Vi algumas operárias recém-eclodidas, de cor alaranjada, nas trilhas. As operárias nessa espécie não tinham olhos ou, quando os tinham, eram diminutos e mal-formados. Apesar de numerosas, ocupavam pouco espaço, o que me sugeriu que, preferindo incursões subterrâneas, na maior parte não tinham emergido à superfície do solo. As formigas caminhavam rápidas, em marcha um tanto ondulante, o que causava a impressão de estarem muito excitadas. Todas tinham pernas compridas, um pecíolo fino como uma linha e mandíbulas pontiagudas na forma de foice que não serviam para cortar e sim para pinçar, furar e puxar. Notei que nem *Solenopsis saevissima* nem *Paratrechina fulva* tinham formado trilhas nesse dia, quando anteriormente as faziam diariamente.

Esmaguei algumas formigas num ponto do ramo esquerdo e do direito. Houve uma movimentação maior e mais ondulante em torno das

mortas, com grande agitação das antenas e do corpo, com empelotamento do tráfego, mas apenas excepcionalmente com inversão da marcha nas duas direções.

Às 11 h voltei ao local. A trilha já havia mudado um pouco de aspecto, conforme representa a Figura 60. Ela continuava a seguir trincas e um sulco no piso cimentado.

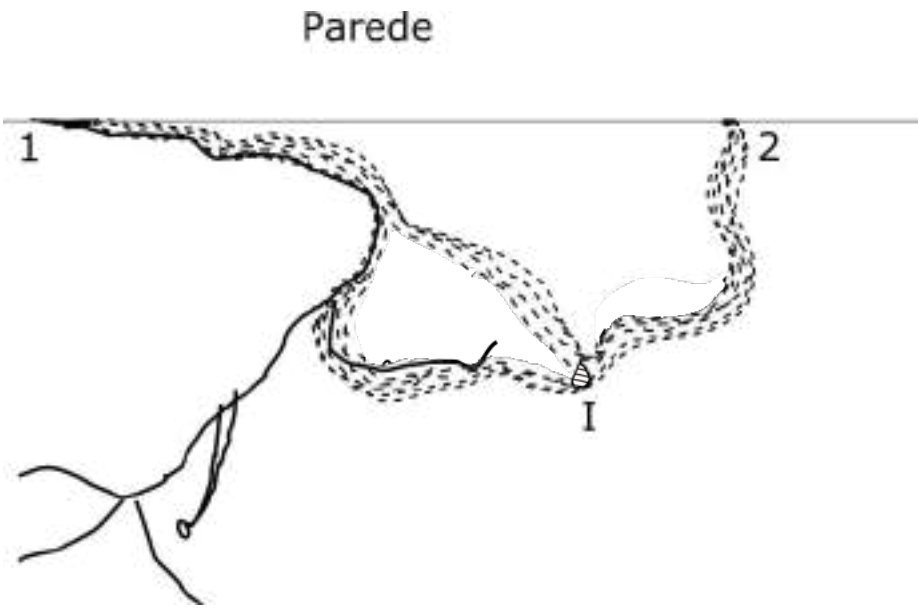


Figura 60: Representação de trilha de *Labidus coecus* 5 h após ter sido encontrada.
Legenda:
1 e 2: "Ponto inicial e ponto terminal das trilhas junto à parede – talvez locas – em um piso cimentado."
I: Isca (sebo bovino).
Linhas contínuas: sulco (trecho mais forte) e rachas no piso cimentado.
Linhas interrompidas: trilhas.

Às 11h30 voltei a olhar. O ramo esquerdo havia mudado um pouco, estendendo-se parcialmente para baixo do ponto anteriormente inferior da virada para a isca. É que algumas formigas, uma por vez, avançavam alguns milímetros, como que explorando, ao longo da racha mais comprida, deixando, aparentemente, um rastro prolongado por onde outras passavam a entrar, encompridando a trilha.

Uma hora mais tarde esse prolongamento do ramo esquerdo da trilha já havia desaparecido. Vi num ponto da trilha algumas formigas em

torno de uma operária pequena de outra espécie – provavelmente uma saevissima. Ficavam em pé sobre as patas traseiras e lançavam o abdome repetidamente na direção da vítima, atirando nela não sei se o ferrão, alguma secreção ou ambas as coisas, enquanto uma outra formiga segurava a forasteira com as mandíbulas. Enquanto "atiravam", as formigas tinham as mandíbulas abduzidas. Mais tarde vi que repetiam essa ação numa aglomeração bem visível com uma outra saevissima.

Pus uma operária *L. coecus* maior, cabeçuda, moribunda, sobre a trilha. Ela curvava ainda ventralmente abdome e cabeça, aproximando-os, e em seguida fazia pequenos movimentos do abdome. Ela foi imediatamente deslocada uns 3 mm para fora da trilha, porém recoloquei-a sobre esta. Foi novamente deslocada. Uma formiga de tamanho médio começou a puxá-la; outras hesitavam em prosseguir, algumas, raríssimas, voltavam; um bom número trepou-lhe pelo corpo, empinando o abdome sob as patas de trás, movendo-o em direção à formiga arrastada, especialmente para seu abdome e cabeça. Ela ficou menos móvel ainda.

Pus uma saevissima pressionada com um dedo e pouco móvel sobre a trilha, onde ela andou um pouco. Não houve grande interesse. Só uma ou outra operária pequena parou para explorá-la, agitando as antenas, ou ficando em pé e virando-lhe o abdome. Depois a saevissima ficou ali, a 3 mm da trilha, sem ser incomodada.

Pus sobre a trilha uma *Camponotus crassus* com o abdome rompido com forte odor de ácido. Houve definidamente maior interesse. Nenhuma operária maior ("soldado") parou, só pequenas. Algumas viraram-lhe o abdome, outras a puxaram com as mandíbulas.

Às 19h10 notei que havia um fiapo de vegetal verde sobre o ramo direito da trilha e que as formigas o mordiam e, às vezes, empinando-se, viravam-lhe o abdome, como se lidassem com algo intruso. O diabo era que sobre a isca também moviam o abdome, dando essa impressão.

É de notar-se que as trilhas foram tornando-se progressivamente maiores com o tempo. No dia seguinte houve outra eclosão, fabulosa, pelo número, dessas formigas sobre a plataforma quadrada do lixo, vindas da aresta do piso com a parede junto à cozinha e também do lado oposto, onde antes caminhavam as saevissimas. Havia uma inclinação dessas formigas de visita para penetrarem em orifícios e possivelmente alguns deles pertenciam a ninhos de outras formigas. Também vi correições junto

a um batente de porta na edícula com serragem de madeira recém-tirada. Nesse dia as formigas carregavam grãos de arroz cozido para um buraco que parecia ser um ninho provisório junto à plataforma do lixo. Penso que o faziam porque, antes de ser cozido, o arroz era fritado com gordura, que essas formigas apreciam – o que explicaria também a atração de muitas formigas por sabão desmanchado. Numa outra observação de *L. coecus*, vi que carregavam também fragmentos de verdura untados de azeite e pedaços de pão com manteiga e lambiam esta última numa lata encontrada num caixote com lixo.

Nesta observação o leitor deve ter notado a utilização, por estas formigas, em sua orientação, tanto de heterogeneidades de estimulação representadas por trincas no piso como uma tendência para atalhar seu caminho.

Passo agora a nova observação com outra espécie de formigas.

- *Observação 43 – Sobre uma trilha de Tapinoma melanocephalum (Fabricius, 1793) em paredes azulejadas*[34]

Tapinoma melanocephalum é uma pequenina formiga monomórfica pertencente à subfamília dos dolicoderíneos. Com um comprimento que varia entre menos de 1 e até de 0,5 mm a 2 mm, muito delgada, sem ferrão, com pecíolo de um só nó geralmente não visível quando observada dorsalmente, tem a cabeça e o tórax de cor castanho escuro e o abdome e as pernas de cor leitosa quase transparente, razão pela qual é popularmente conhecida como "formiga fantasma". Nos Estados Unidos é também dita "formiga andarilha", talvez porque, quando fora de uma trilha, tem movimentos rápidos e erráticos. Sua região de origem não é conhecida por ser introduzida em muitos países, tornando-se cosmopolita. É considerada uma praga doméstica e frequentemente o maior transmissor de micróbios nos hospitais. Quando esmagada tem odor de coco podre ou de cadáver. No interior de casas uma única colônia tem geralmente vários ninhos com múltiplas rainhas e operárias tolerantes entre si. São formigas que têm como fator essencial para se instalarem a presença de umidade no ambiente, daí serem muito comuns nas cozinhas, banheiros e áreas de serviço das residências. No interior das residências ocupam,

[34] Agradeço ao Dr. Carlos Roberto F. Brandão, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, pela determinação taxonômica desta formiga.

comumente, guarnições de portas, frestas em batentes, vãos em estantes, ocos sob azulejos, o interior de rádios e televisores, etc., formando várias sucursais, pois trocam de ninho com frequência; apreciam mel, doces, cadáveres de insetos e também ração animal. Os ninhos no ambiente externo geralmente são instalados em tufos de grama ou sob a casca de árvores e arbustos enquanto estiverem úmidos, e nesse ambiente, alimentam-se de cadáveres de artrópodes em geral e melada ("*honeydew*") produzida por insetos sugadores de plantas.

A trilha considerada a seguir foi estabelecida na área de serviço de meu apartamento, conectando resíduos de uma lata de lixo com dois ninhos em paredes azulejadas. Às centenas, utilizavam claramente, em sua orientação, heterogeneidades de estimulação ao longo de um piso de cerâmica: uma guarnição de um batente e paredes, exceto num pequeno trecho onde sua trajetória encurtava o caminho, e o rastro olfativo – talvez também, quem sabe, a visão das companheiras no cortejo – servia de apoio direcional no vazio. A trilha tinha uma extensão estimada de 5 m. A Figura 61 ilustra a situação obtida.

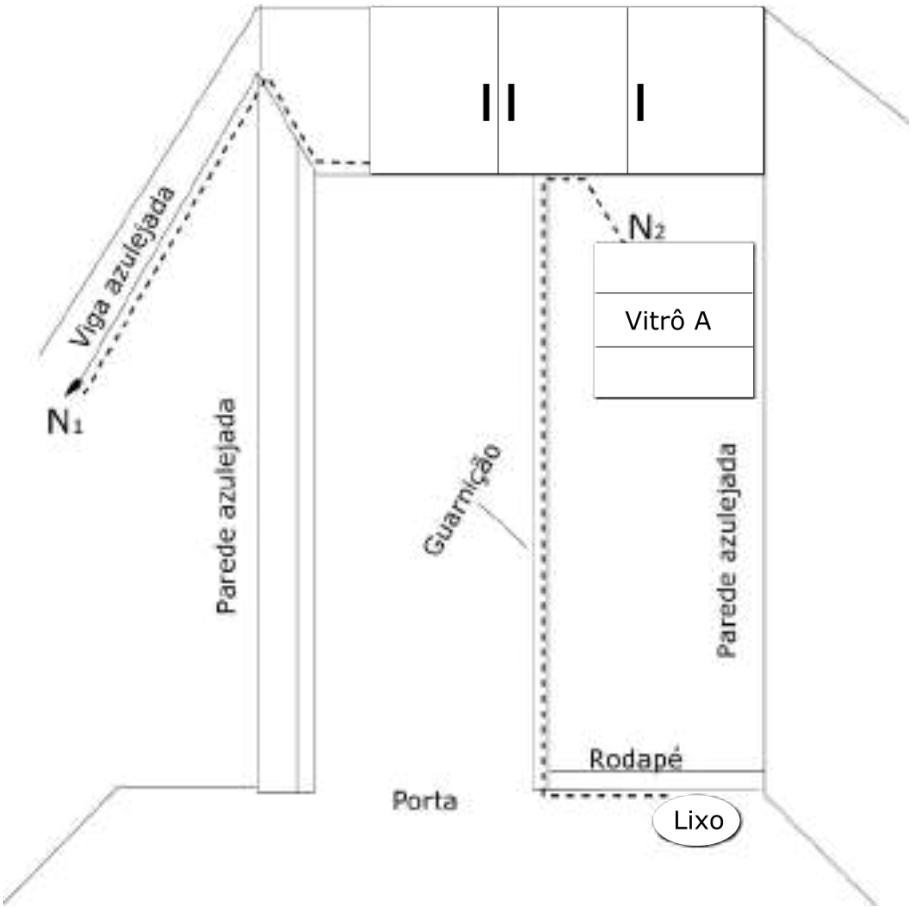


Figura 61: ilustração de uma trilha de *Tapinoma melanocephalum* formada em um piso cerâmico e duas paredes azulejadas.
Legenda:
N1 e N2: ninhos ou sucursais.
Linha interrompida: trilha.

Para descrever a trajetória desta trilha, partirei da fonte de provisões para os ninhos, mas é óbvio que havia formigas em ambas as direções. No chão, a trilha saía de um recipiente de lixo acompanhando por uns 60 cm a aresta formada pelo piso cerâmico com uma parede azulejada até a guarnição de um batente de porta. A trilha acompanhava a aresta formada pela guarnição com uma parede azulejada ora pelos azulejos, ora pela guarnição, numa trajetória retilínea ascendente por cerca de 2m10.

Ali ela se dividia em dois ramos: um que prosseguia ascendentemente e penetrava atrás de um armário de aço preso à parede; e outro que virava à direita, acompanhando parcialmente um sulco entre dois azulejos, e dali se reorientava abruptamente novamente à direita num ângulo de 45º (o mesmo que havia entre 2 vértices opostos de um azulejo quadrado como era este). Esse ramo dava num furo na parede em espelho onde se encaixava um "vitrô", furo esse que dava acesso a um ninho secundário. Se o fator demarcação da rota fosse o único a atuar na trajetória das formigas elas tenderiam a seguir o sulco entre 2 azulejos e descer por ele até o nível superior do "vitrô" e retroceder até N2. Retrocesso, porém, é algo que as formigas não costumam fazer natural e espontaneamente. Sua experiência anterior parece permitir-lhes lembrar-lhes a orientação espacial do ninho em questão com respeito ao restante da trilha, pois interrompem seu caminhar pelo sulco para alterar sua orientação. O ângulo tomado revela que elas se orientam num compromisso perfeito entre as duas tendências – a da boa demarcação e a menor distância – aproveitando ao máximo o apoio direcional externo e também economizando esforço. Vê-se assim que a formiga não anda num espaço puramente físico, mas num ambiente que é representacional, isto é, mnêmico, com projeção de eventos com base na experiência passada.

Noto que o rastro olfativo passa a servir de apoio direcional onde este não é encontrado no meio físico. Há mais: os fatos demonstram que as formigas preferem as demarcações ou heterogeneidades de estimulação mais pronunciadas sobre as menos pronunciadas, além de mais extensas – por exemplo, a aresta formada por 2 substratos planos ou a formada por uma guarnição de batente com uma parede antes que o sulco mais raso e menos pronunciado entre 2 azulejos.

O ramo da trilha que passava por trás do armário de aço preso à parede não se interrompia. Seguindo a guarnição do batente acima da porta, a trilha saía junto a outra parede azulejada disposta perpendicularmente à parede com o armário de aço. Lá tornava-se novamente ascendente num ângulo de 45º com o plano horizontal rumo à aresta formada por essa outra parede com uma viga também azulejada junto ao teto da área de serviço. Atingida essa aresta, a trilha a acompanhava por cerca de 1m52cm, usando a parte inferior da viga como um teto, até uma fenda larga na parede, destinada à passagem de fios de eletricidade. Essa fenda constituía a abertura para o exterior do ninho principal dessas formigas.

Uma coisa que me parece necessário observar é a seguinte. Nos trechos de uma trilha sem apoios direcionais além do rastro olfativo das formigas a marcha é diferente do que é nos demais trechos. Neles algumas formigas parecem um tanto hesitantes por sua marcha por escalões, isto é, pequenos avanços seguidos de breves pausas. Por vezes há até um volteio de algumas, como procurando o rastro olfativo, sobretudo quando minha respiração atinge o trecho percorrido. Já nas arestas e nos sulcos meu respirar é praticamente sem efeito. Também nos trechos não demarcados é comum uma formiga ultrapassar outra, o que é mais raro ao longo de arestas ou sulcos. Penso que é mais fácil interromper ou destruir uma trilha nos trechos em que ela não tem apoio orientacional externo, certamente porque aí a rota é menos nítida, o que fornece a razão da preferência mostrada pela formiga para caminhar por rotas demarcadas.

A observação acima foi realizada no período da manhã. Quando voltei a observá-la às 17h40, notei que na trilha no teto e na guarnição havia aglomerações de 4 a 8 formigas. Olhando-as com lupa percebi que eram todas semirrepletas, de abdome branco amarelado bem clarinho e transparente, e que lambiam ou voltavam-se para uma formiga bem maior, também semi-repleta, com vários anéis visíveis no gastro – ao contrário das formiguinhas, cujo gastro não mostrava anéis mas só aparência túrgida e transparente. Algumas formigas, geralmente 2 ou 3, lambiam visivelmente a formiga maior que tinha o dobro do tamanho das menores e parecia uma rainha. Tendo a crer, como já notei também com *Paratrechina fulva*, que quando o provisionamento é particularmente intenso as rainhas saem ao exterior, talvez excitadas pela agitação das operárias, o que acontece também quando as formigas mudam seu ninho. Essa saída impede que as rainhas fiquem para trás.

Uma heterogeneidade de estimulação no meio que seja saliente e diferenciada tende a ser preferida a outra que não o seja. Mas o que torna uma heterogeneidade um apoio orientacional é o fato de orientar-se para o ninho ou o alimento ou de servir para guiar as formigas a eles. Logo, é a necessidade de auxílio à orientação e a busca de objetivos que leva as formigas a utilizá-los, e tanto mais quanto mais apoio orientacional ofereçam.

Deve-se notar que o trecho do ambiente vazio de apoios direcionais externos é o em que mais se veem formigas transformando a trilha, de linear que era, em uma coluna ou faixa de percurso. Eu via formigas *Tapinoma melanocephalum* em meu apartamento havia tempos, certamen-

te mais de ano. Já a particular trilha aqui considerada poderia ter apenas poucas horas. É que tínhamos, minha família e eu, viajado por 5 semanas e voltado 8 dias atrás. Nossa empregada tinha estado 2 vezes em nosso apartamento, mas provavelmente não teria provido essa colônia com algum alimento. Talvez essas formigas tivessem levado alguns dias para reencontrar um lixo utilizável e isso explicasse a particular intensidade da trilha aqui tratada e a saída de rainhas ao longo dela, saída essa logo bloqueada pela atração que exerciam sobre as operárias.

É manifesto que muitas heterogeneidades no ambiente, como arestas formadas no encontro de uma parede com um piso, sulcos, fendas e rachas num substrato, poderiam atuar como apoios direcionais para as formigas por seus efeitos físicos e mecânicos e não somente sensoriais sobre as formigas. A observação relatada a seguir foi planejada para verificar que efeito teria na orientação desses insetos um objeto comprido que não exercesse nenhuma constrição física sobre eles, mas cujos estímulos eles recebessem sensorialmente.

- *Observação 44 – Verificação de se um objeto comprido colocado acima de uma superfície em que se movem as formigas poderia atuar como um apoio orientacional para elas.*

Esta observação teve lugar no mesmo jardim com torneira e dois canteiros já utilizado numa casa alugada. Para realizá-la, coloquei sobre o piso cimentado entre os dois canteiros de um jardim um papelão retangular áspero e grosso de 1m X 70 cm a aproximadamente 12 cm de um muro. O ninho destas formigas *(P. fulva)* que estava ativo nesse dia jazia sob um armário com o medidor de água, no segundo canteiro, situado à minha esquerda. Sobre esse papelão, foi posta como chamariz uma mecha de algodão hidrófilo com água e açúcar a 40 cm da beirada do papelão mais próxima ao muro mencionado, a 52 cm do muro e a 45 cm do filete cimentado mais próximo. Quase perpendicularmente ao muro foi posta uma ripa de pinho úmida e com alguma terra, de 46 cm de comprimento, 4 cm de largura e 1 cm de espessura, apoiada sobre duas pelotas de massa de modelar que elevavam a ripa a 1 cm do chão fora do papelão e a 0,5 cm deste próximo ao chamariz. Atravessando o papelão e passando pelo seu vértice próximo ao muro e mais próximo ao ninho e não levando ao chamariz foi posta uma vara cilíndrica (cabo de vassoura) de 1m40 de comprimento. A massa de modelar mais próxima da isca ficou entre 1 a 1,5 cm distante dela. A Figura 62 ilustra a situação obtida.

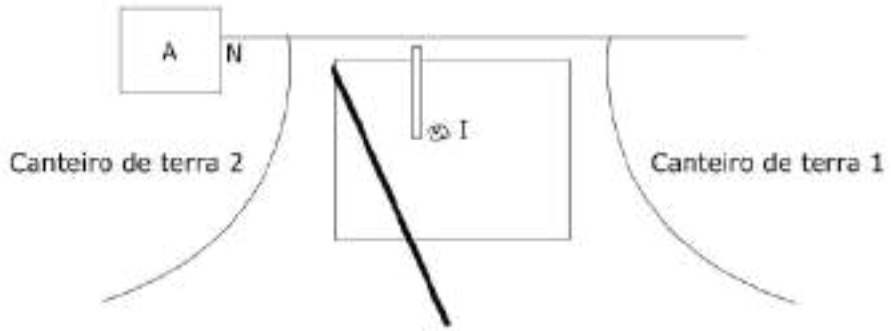


Figura 62: Representação da situação obtida na Observação 45.

Legenda:
Linha reta: muro.
Retângulo grande: papelão sobre um cimentado.
Retângulo mais curto: vara de pinho úmida e com terra.
Linha espessa: cabo de vassoura.
N: ninho.
A: armário com o medidor de água.
I: isca.

Esta observação foi realizada numa noite fria e ventosa com garoa intermitente. Coloquei sobre a isca, uma a uma, 6 formigas apanhadas com um pedaço de papel. Algumas não ficaram nela quando depositadas. Para regressar ao ninho, as fulvas tendiam a andar em círculos ou semicírculos em torno da isca. Saíram em várias direções, mas sobretudo do lado à minha esquerda, mais próximo do segundo canteiro. Andaram um pouco na direção deste e sobre a massa de modelar, sob a ripa e sobre a vara cilíndrica, indo e voltando em torno da isca sem se afastarem muito dela: 20 a 30 cm no máximo. Em cerca de 30 min notei um aumento do número de formigas sobre o filete de concreto à minha direita, onde anteriormente havia sido colocada uma isca igual à usada agora; elas pareciam em busca ativa.

Pus mais 2 fulvas sobre a isca. Como a borda do papelão próxima ao muro estava desencostada do piso prendi-a a este com vários pedacinhos de esparadrapo.

Duas horas e vinte minutos depois de haver montado a situação acima voltei ao local. As únicas formigas que entravam no cartão ou dele saíam caminhavam beirando a ripa ou sob ela. Não havia a menor dúvida: um bom número de fulvas abandonava a aresta do piso com a parede na

altura da ripa, passava junto à massa de modelar e em seguida por sobre um pedaço de esparadrapo, seguia ao lado da ripa 1 ou 2 cm e depois bem sob ela e saíam rumo à isca uns 2 cm antes dela. Faziam o mesmo para voltar, e isso apesar de um vento acentuado e frio. Ocasionalmente, uma ou outra andava entre a ripa e a vara, mas a proporção das que seguiam a ripa era muitíssimo maior. A trilha não era uma linha perfeita mas era claramente determinada pela ripa. Havia uma sombra desta que era adentrada ou deixada sem nenhuma hesitação. Notei, porém, que alguma hesitação ocorria entre as formigas que regressavam ao ninho. Algumas delas saíam de pontos variados sob a ripa perto da isca e caminhavam em uma marcha hesitante e lenta, indo e vindo à esquerda e à direita, mas progredindo até uns 20 cm numa direção apropriada para ir ter ao ninho e, em seguida, retornavam com volteios irregulares ao caminho sob a ripa. Procedendo a uma contagem, encontrei que essa tentativa de atalhar o caminho de volta ao ninho era mais frequente do que primeiro eu achava: cerca da metade das formigas ou quase isso. Rumo à isca, porém, não havia outra trilha que não a sob a ripa. Lembro-me que ao caminharem sob a ripa com as antenas esticadas para o alto as formigas lembraram-me uma fila de diminutos troleibus. Claramente o controle exercido pela ripa sobre a orientação das formigas era sensorial, não físico ou mecânico.

- *Observação 45 – Sobre o encontrado na situação da observação acima na manhã seguinte às alterações nela efetuadas à meia-noite do dia anterior*

Ao encerrar a observação acima, à meia-noite, removi o papelão e pus o chamariz sobre o cimentado. Mudei a posição da ripa de tal forma que, apoiada pelas extremidades sobre pelotas de massa de modelar, formava por seu comprimento um ângulo agudo com a parede, como mostra a Figura 63.

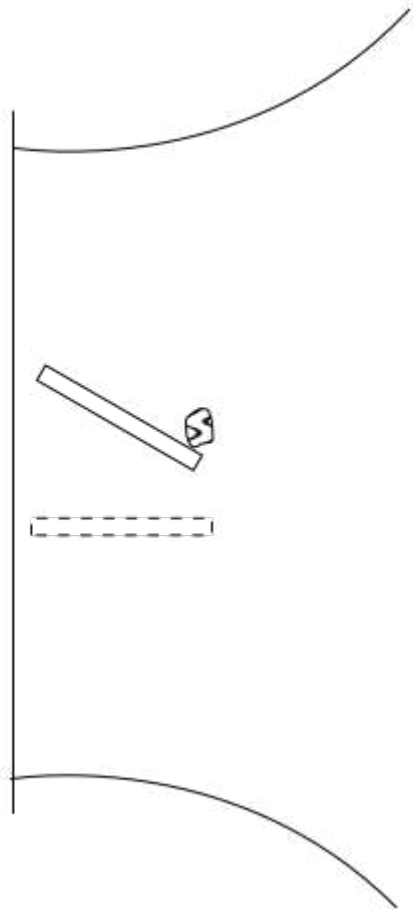


Figura 63: Ilustração de como ficou a situação encontrada na observação precedente após as alterações nela procedidas em seu encerramento.

Legenda:
Linha reta: muro sobre um piso cimentado num jardim
Linhas curvas: filetes de concreto abaulados de 5,5 cm de largura por 1 cm de altura a separarem dois canteiros do jardim.
Figura retangular em linhas contínuas: ripa apoiada em seus extremos sobre massa de modelar.
Figura retangular em linhas interrompidas: posição da ripa na observação precedente.
Pequeno círculo: chamariz alimentar.

Nessas condições, a ripa já não demarcava um caminho tão curto como antes para as fulvas do ninho no canteiro nº 2, caminho que passava a implicar, para ser seguido, uma rota algo regressiva com respeito ao ni-

nho. Esperava-se agora maior dificuldade por parte dessas formigas para a localização da isca já que o substrato representado pelo papelão havia sido retirado e a ripa estava numa nova posição. Portanto, a situação era nova.

Para minha surpresa, na manhã seguinte, não deparei mais com uma trilha de *Paratrechina fulva*, mas com uma trilha muito intensa, com cerca de 20 cm de extensão, de formigas *Solenopsis saevissima* que saíam de um orifício no cimentado a 1 cm da ripa e, em linha reta, caminhavam sob ela até 2 cm da isca, daí orientando-se para esta. A Figura 64 ilustra a situação obtida.

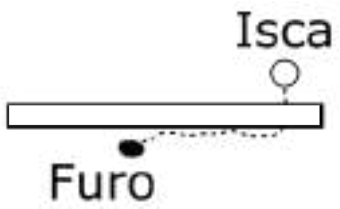


Figura 64: Ilustração da trilha de formigas *Solenopsis saevissima* encontrada sob a ripa na manhã seguinte às alterações efetuadas na situação.

Legenda:
Figura retangular: ripa suspensa pelos seus extremos.
Ponto negro: orifício num piso cimentado que dava acesso às formigas *S. Saevissima* de um ninho ao exterior.
Pequeno círculo: isca.
Linha pontilhada: trilha sob a ripa, a acompanhar um de seus bordos.

Sem dúvida, a localização da isca e da ripa eram agora privilegiadas para as formigas *S. Saevissima* e não mais para as fulvas. Vinte centímetros apenas de caminhada era pouca coisa a percorrer, ainda mais com tão valioso apoio encontrado no ambiente para a direção a seguir. Não posso dizer o que aconteceu com as fulvas: se já não localizaram a isca ou se foram repelidas pelas saevissimas.

3.3 Da aparente utilização, por parte das formigas, ao modificarem uma trilha de provisionamento, do registro de suas experiências anteriores com um dado ambiente de comportamento

O atalhamento e a tentativa de atalhamento em seu percurso, visto em algumas observações a respeito de trilhas estabelecidas por *Paratrechina fulva*, certamente é uma evidência da aquisição, por parte dessas formigas,

com base em sua experiência individual anterior, de uma cognição espacial que lhes permite antecipar, do ponto do ambiente em que se encontram, a direção onde estaria o seu ninho ou o chamariz que vinham anteriormente visitando. Nas duas observações que relatarei a seguir acredito verificar também o emprego de um registro prévio de suas experiências com um dado ambiente de comportamento para modificar adaptativamente uma trilha que, de repente, sofre alguma alteração incapacitadora ou prejudicial a sua eficiência.

- *Observação 46 – Modificações de comportamento de formigas* Paratrechina fulva *diante de 3 companheiras esmagadas sobre a trilha num dos ramos de tripé de ferro que constituía o único acesso a um ninho temporário e ao ambiente externo*

Esta observação foi relativa a uma trilha formada de uma cavidade na terra de um vaso cônico (provavelmente um ninho temporário, pois daí a alguns dias já não existia), sustentado por um tripé de ferro apoiado sobre um piso de pedras que dava para um canteiro de jardim. Todas as formigas, para atingir ou para deixar o vaso, passavam pelos mesmos pontos de um dos pezinhos do tripé com 50 cm de extensão e 1 cm de espessura. Esse era o único local onde havia uma trilha nítida pois, no vaso acima do tripé ou no piso, as trajetórias eram mais livres. A Figura 67 ilustra a situação obtida nesta observação.

Observei o carreiro por algum tempo, registrando os tempos no percurso vertical. A trilha era rala e as formigas caminhavam com grande variação de velocidade: gastavam no percurso de aproximadamente 1 m no vaso e pezinho de ferro 31s para subir e 33s para descer, com uma amplitude de 42s e com toques recíprocos de antenas da ordem de 60% dos cruzamentos. Após esse registro esmaguei 3 formigas sobre a trilha no ponto em que o pezinho utilizado tocava a borda do vaso, a aproximadamente 30 cm do solo. A Figura 65 ilustra a situação obtida.

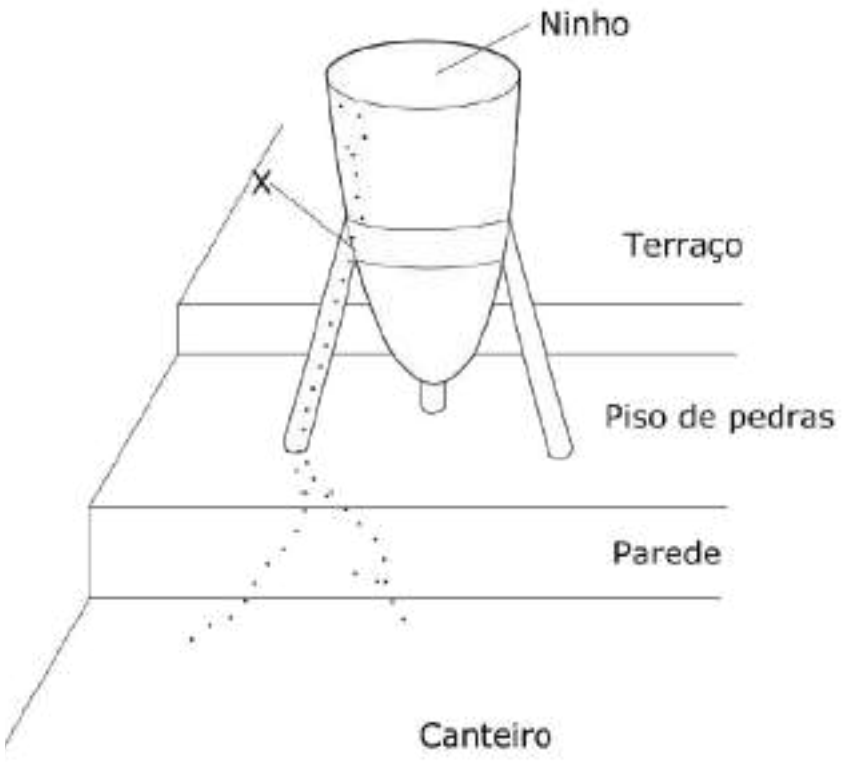


Figura 65: Representação da situação existente na Observação 47.

Legenda:
Linha pontilhada: trilha.
X: ponto de alteração.

Observei 22 formigas em seu comportamento nas proximidades do ponto de alteração: 9 em marcha descendente e 13 em marcha ascendente. Os registros foram verbais e abrangeram apenas as formas de deslocamento de cada formiga com respeito à alteração experimental. Dentre as 9 formigas descendentes, 7 retornaram logo ao chegar entre 1 a 10 cm do ponto de alteração. Esse retorno foi feito com marcha grandemente acelerada (num caso, infelizmente o único em que se efetuou a medida, uma formiga percorreu os 70 cm de retorno até o cimo do vaso em apenas 5s). As 2 outras tentaram contornar o ponto de alteração indo para a face oposta do pezinho, mas retornando em seguida. Várias formigas

retornavam ao ninho assim que alcançavam o beiral do vaso. Dentre as 13 formigas ascendentes observadas, 4 retornaram imediatamente ao chegar entre 2 a 5 cm do ponto de alteração; das 9 restantes, 2 passaram com um desvio pela face desobstruída do pezinho; 4 exibiram retornos parciais e novas tentativas de passagem antes de retornar toda a extensão do pezinho ou passar num desvio; 3 hesitaram perto do ponto de alteração, tentaram desvio acelerado e saíram, depois, algo a esmo, pelo menos inicialmente, pela parede do vaso, distantes da trilha. Importante nesta conexão foi que, depois do esmagamento, a trilha raleou e desapareceu, ao passo que um outro curso começou a surgir por um outro pezinho do vaso, o qual, logo mais, absorveu todo o fluxo existente. Infelizmente não posso dizer como esse novo curso foi iniciado. Parece-me claro, porém, que as formigas – não sei se as descendentes ou as ascendentes – podem, provavelmente, ter recorrido a um registro mnêmico da utilização, anteriormente, de outra via de acesso ao exterior e ao ninho além da que fora alterada.

- *Observação 47 – Modificações introduzidas em seu trajeto por formigas* Paratrechina fulva *em decorrência do encontro de duas companheiras esmagadas sobre uma trilha estabelecida em um piso em região próxima ao ninho e palmilhada diariamente*

Esta observação foi relativa a uma trilha de exatamente 1 m de extensão estabelecida sobre um piso de quintal revestido de cacos de cerâmica acompanhando a aresta por ele formada com um degrau cimentado de 5 cm de altura. Esse degrau dava para um outro piso, também de cacos de cerâmica, de uma área coberta que servia de entrada para um escritório e um pequeno banheiro. A trilha conectava a entrada de um ninho situada junto a uma parede numa extremidade da aresta mencionada a uma isca (algodão hidrófilo com água e açúcar já fermentado) na extremidade oposta dessa aresta, no outro extremo do degrau, marcado por outra parede. O objetivo inicial, posteriormente frustrado, como mais adiante se verá, era medir a velocidade das *fi*.s e *fn*.s em cada um de quatro quartos em que essa trilha fora dividida através de riscas de giz no piso do quintal. O registro seria feito em 2 condições diferentes: numa fase de controle, sem qualquer alteração na trilha, e numa fase experimental, após o esmagamento de algumas formigas no ponto médio de sua extensão. As formigas desse ninho palmilhavam frequentemente os arredores, quer percorrendo o quintal ou

visitando um recipiente de lixo sobre uma plataforma cimentada próxima, quer percorrendo a área referida.

A isca foi colocada às 13h13 e logo uma trilha se formou para ela. Uma chuva intermitente, porém, prejudicou-a e, às 14h20, fez com que desaparecesse. Às 19h, coloquei nova isca no mesmo local de antes e voltei a observar a trilha às 20h40, sentado numa cadeira sobre a área coberta. Como, porém, era difícil enxergar as formigas sobre o piso do quintal, decidi mudar a isca, já com algumas formigas sobre ela, para um local mais bem iluminado: para o piso da área junto à parede mais próxima ao ninho, a 1m de distância deste. Pus também outras formigas apanhadas na trilha sobre a isca no novo local para apressar a formação de novo caminho coletivo. Algumas dessas formigas voltavam ao ninho seguindo a aresta da parede com o piso da área enquanto outras subiam parcialmente à parede, hesitavam, voltavam. No entanto, as formigas que saíam do ninho continuavam indo para o antigo lugar da isca. Com o tempo as formigas tendiam a percorrer rotas diversas no chão e na parede, o que tirava qualquer sentido em medir-lhes a velocidade. Devolvi, então, a isca ao seu local primitivo.

Com a maior facilidade formou-se de novo a trilha, mas agora menos intensa. Às 21h40 recomecei a registrar as velocidades das formigas e depois efetuei o esmagamento de 2 formigas no momento em que passavam uma pela outra num ponto situado a exatamente 50 cm dos extremos da trilha. Houve retornos e desvios acelerados em todo o percurso entre as *fi*.s e no começo entre as *fn*.s, que, geralmente, após um retorno, voltavam a enfrentar a alteração para ir ao ninho. Repelões, seguidos ou não de retorno, eram comuns em ambas as direções da trilha. Esperei 12 min para recomeçar a registrar as velocidades onde era possível. Havia demora das formigas em saírem da isca e do ninho; algumas retornavam a este já ao saírem do ninho. O fluxo caiu visivelmente. Começava a haver percursos fora da trilha, na área e no piso do quintal, num desvio longo que só parecia possível porque as formigas dominavam a direção de seus alvos. Um fato notável foi que uma parte delas passou a caminhar o tempo todo numa linha no meio do degrau e outra parte a caminhar pelo piso da área, parecendo usar a aresta por ele formada com o degrau como apoio orientacional tanto para ir como para voltar. Desde 23h30 até 23h52 já não ocorriam retornos. À meia-noite dir-se-ia que a provável familiaridade das formigas com o local, combinado com o apoio orientacional proporcionado pelas arestas formadas pelo degrau com os pisos inferior e superior, facilitaram a realização de desvios e reduziram os retornos. Esses desvios

se estabilizaram com o decorrer do tempo como 4 outras rotas, usadas em ambos os sentidos, que substituíram inteiramente a rota original, (1), e que assim se apresentavam (Cf. a Figura 66): uma (trilha 2), a usar os 35 cm iniciais da primeira trilha, deixava-a obliquamente, após, pelo piso do quintal até um afastamento máximo de cerca de 15 cm, reaproximando-se dela em seguida, e indo terminar por um caminho independente na isca; outra, (3), disposta inicialmente por um grande trecho a meia altura da parede cimentada do degrau do patamar da área coberta, descia em seguida, num ponto distante cerca de 35 cm da isca, até a trilha original, por onde prosseguia; outra, ainda, (4), que bordejava primeiro o limite superior do pequeno degrau em toda a sua extensão e depois seguia a aresta por ele formada com a parede 2 até a isca; finalmente, outra, (5), que, afastando-se progressivamente da borda do piso da área coberta, adentrava-o até um afastamento máximo de 35 cm com relação às formigas esmagadas, quando começava, gradualmente, a aproximar-se de novo dessa borda até se unir com o trecho final da rota 4.

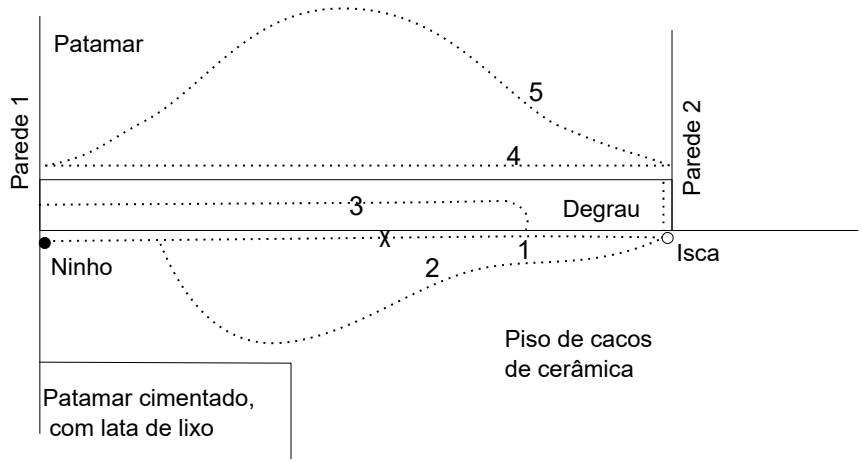


Figura 66: Representação das quatro trilhas (trilha 2 a 5) que substituíram a trilha inicial existente (trilha 1) algum tempo depois que foram esmagadas duas formigas na porção média dessa trilha (Confira o texto acima para uma explicação).

Aparentemente, um registro mnêmico de suas experiências anteriores com o ambiente foi o que possibilitou a essas formigas a formação de desvios diversos como meios para evitar o encontro das companheiras esmagadas.

4 Sobre a preferência de formigas *Paratrechina fulva* com respeito a iscas de natureza semelhante, mas de diferente valor alimentar e distância de seu ninho

Já se viu, nesta investigação, que uma trilha de formigas pode ficar mais volumosa e aparentemente mais empenhada na exploração de uma mecha de algodão hidrófilo com solução açucarada caso se aumente a concentração de açúcar dessa mecha e, também no caso de estar já seca ou quase, molhá-la com água, tornando-a, com isso, de ingestão mais fácil e mais rápida conquanto menos concentrada. A observação relatada a seguir foi realizada para verificar se as formigas de um ninho mostrariam, no caso de lhes ser facultado acesso a alguns chamarizes de mesma natureza, situados próximos uns dos outros mas com diferente valor calórico, uma preferência pelos de maior valor nutritivo.

- *Observação 48 – Sobre o comportamento das formigas de um ninho com respeito a um conjunto de chamarizes alimentares de semelhante natureza (mechas de algodão hidrófilo embebidas em água pura ou com diferentes saturações de açúcar) situados próximos uns aos outros*

Esta observação teve lugar no cenário já familiar constituído de 2 canteiros de um jardim separados por um piso cimentado (Cf. Figura 53) e teve por objeto o comportamento das formigas do ninho principal nele situado sob uma fenda de 15 cm de extensão em um muro no final de um piso cimentado e começo de um canteiro. Para realizá-la, coloquei sobre a terra desse canteiro, a partir de 35 cm de distância da abertura do ninho, uma tabuinha estreita com seis iscas em sucessão, cada uma a 5 cm de distância da anterior e com diferente concentração de açúcar em sua solução. A Figura 67 representa essas iscas por números de zero a cinco, em que 0 corresponde a zero concentração de açúcar em sua solução e daí por diante concentrações simples, dupla, tripla, quádrupla e quíntupla da concentração simples. Elas foram dispostas ao acaso de tal forma que a isca 2, que era a última na tabuinha, estava a 70 cm do ninho, a 5 a 65, a 1 a 60, a 3 a 55, a 4 a 50 e a O a 45.

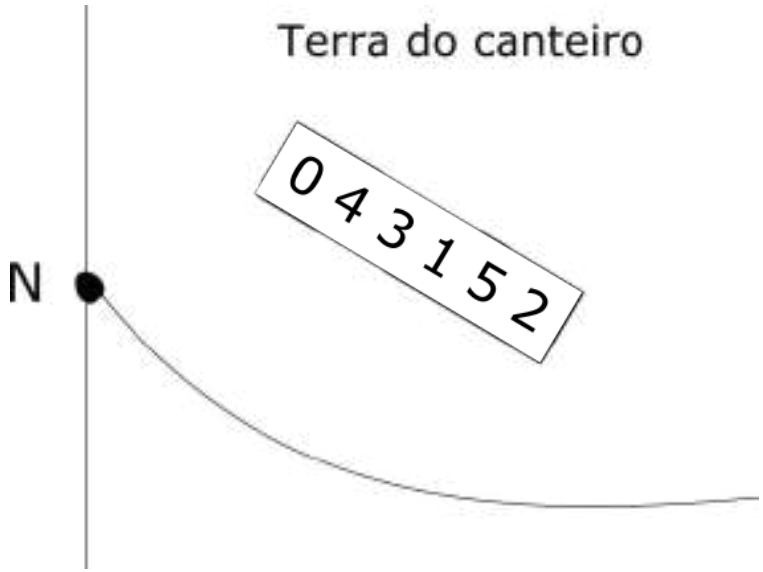


Figura 67: Representação aproximada da situação estabelecida na Observação 49.

Legenda:
Linha reta: muro
Linha curva: filete de concreto a separar um canteiro de jardim de um piso cimentado.
N: Ninho.
Retângulo com números inscritos: tabuinha com seis iscas (algodão com água e açúcar), cada número correspondendo à quantidade de concentração simples de açúcar possuída pelas iscas.

Às 17h40, ao que me lembro 20 min depois de haver estruturado a situação, contei para cada isca que estava sendo visitada no momento o número de formigas do ninho considerado que estavam sobre elas. Encontrei 1 formiga na isca n° 0, 25 na n° 4, 12 na n° 3, 1 na n° 1, 0 na n° 5 e 0 na n° 2.

Daí a 10 min repeti a contagem. Não havia nenhuma formiga na isca n° 0, havia 22 na isca n° 4, 12 na n° 3, nenhuma na n° 1, 3 na n° 5 e 2 na n° 2.

Às 18h não contei, mas notei que havia aumentado o número de formigas nas iscas n° 3 e n° 4.

Virei então a tábua horizontalmente em 180º, de modo que a ordem de proximidade das iscas ao ninho agora era exatamente a inversa da constante na primeira posição da tabuinha. A Figura 68 ilustra a situação obtida.

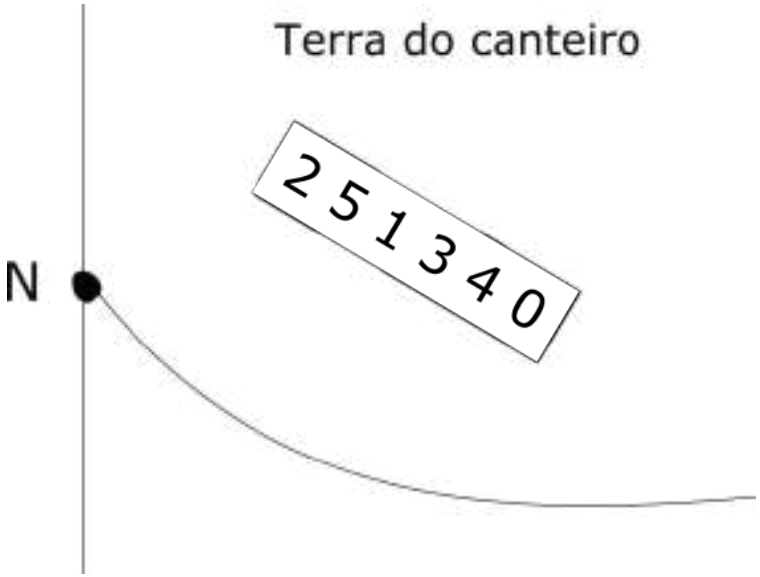


Figura 68: Nova situação estabelecida para a observação com a rotação, sobre a terra do canteiro, de 180 graus da tabuinha com as iscas.

Legenda: a mesma da situação anterior.

Às 18h18 voltei a proceder à contagem das formigas. Contei 8 formigas na isca n° 2; 27 na n° 5; 1 na n° 1; 1 na n° 3; 3 na n° 4 e 0 na n° 0. Depois, às 19h30, encerrando a observação, contei 15 formigas na isca n° 2, 27 na n° 5, 0 na n° 1, 3 na n° 3, 9 na n° 4 e 1 na n° 0.

Um exame desses dados mostra que a preferência das formigas revelou um compromisso entre a concentração de açúcar da isca e sua proximidade ao ninho. De fato, na primeira sequência de posições em que colocadas sobre a tabuinha, as duas iscas mais procuradas dentre as 4 mais próximas do ninho foram as duas com maior concentração de açúcar. A isca nº 5, com a maior concentração de açúcar entre todas, sendo a 5ª mais distante do ninho, mal chegou a ser visitada nas duas contagens realizadas. Na segunda sequência de posições das iscas sobre a tabuinha repetiu-se de certa forma esse resultado: as duas iscas mais visitadas foram as mais próximas do ninho e as com maior concentração de açúcar entre as quatro mais próximas da colônia.

5 Acerca do apego revelado por *Paratrechina fulva* ao rastro olfativo subjacente a uma trilha e do papel de formigas de cada direção na trilha a estabelecer esse rastro

Observações anteriores neste trabalho indicavam uma tendência das formigas *P. fulva*, quando em uma trilha, a procurarem manter-se em contato com o rastro olfativo que vinham seguindo quando ele era de repente recoberto por algum objeto, como uma cigarreira de couro ou uma caixa de papelão. A tendência em questão manifestava-se por uma tentativa, por parte das formigas, de penetrar sob esses objetos exatamente no ponto em que recobriam a trilha. Tais objetos pareciam operar na organização perceptual desses insetos mais como *fundos* do que como *figuras* perceptuais na organização perceptual humana segundo a clássica distinção estabelecida por Edgar Rubin (1917) e adotada por estudiosos clássicos da Psicologia da Gestalt como Kurt Koffka (1935) e Wolfgang Köhler (1947). O rastro olfativo, diversamente, atuaria para as formigas como uma verdadeira figura perceptual, e, como tal, como sendo a parte mais importante do campo perceptual. As observações relatadas a seguir destinam-se a demonstrar mais claramente esse apego das formigas ao rastro olfativo subjacente a uma trilha e mostrar algumas consequências que esse apego tem para o seu comportamento.

- *Observação 49 – Modificações de comportamento de formigas* Paratrechina fulva *diante de um tubo de vidro colocado junto à entrada de um ninho desses insetos*

Esta observação foi iniciada com a colocação de um tubo cilíndrico de vidro transparente de 20 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro ao longo da aresta formada pelo piso de um quintal com um pequeno degrau que dava para uma área coberta. O tubo foi posto com uma de suas extremidades defronte à abertura de um ninho situada na confluência do final de aresta de um piso com uma parede. Ele passou a dispor-se quase sobreposto a uma pequena parte de uma trilha dessas formigas que conectava o ninho em questão com uma fonte alimentar constituída provavelmente por melada excretada por afídios e coccídios que sugavam a seiva de plantas em alguns vasos. Estes estavam dispostos ao longo da parede de uma edícula que limitava a aresta mencionada no seu extremo mais distante do ninho. Os vasos em questão situavam-se a alguns metros de distância da abertura do ninho. A Figura 69 ilustra a situação obtida. O objetivo inicialmente planejado para a observação era verificar se aconteceria, como eu previa, na transição de ambientes

representada pela saída do tubo, uma tendência a retornar por parte das *fi*.s, como eu julgava que acontecia quando saíam do ninho.

Após colocar o tubo, vi que as formigas da trilha, tanto as que saíam do ninho como as que a ele se dirigiam, ao chegarem em frente à entrada do tubo, pausavam, viravam-se para um lado e outro e entravam entre a aresta do piso do quintal com o degrau da entrada da área coberta e a parede externa do tubo de vidro. Após alguns minutos, pus nas extremidades do tubo, a calçá-lo e a envolvê-lo lateral e superiormente, mechas de algodão calcadas firmemente, de modo a garantir, segundo eu pensava, que as formigas só pudessem entrar no ninho e dele sair por dentro do tubo. As *fn*.s, ao chegarem ao tubo, passaram geralmente a tender a retornar um pouco, tornar a vir, virar-se de um lado e outro, rebaixadas à frente, e enfiar-se parcialmente sob a mecha onde entrava, anteriormente, o rastro olfativo subjacente à trilha. Em seguida, retornavam de 6 a 8 cm, voltavam junto à mecha e passavam, num desvio pelo degrau, a andar entre o tubo e a aresta. Chegando à mecha no outro extremo, junto ao ninho, tentavam novamente meter-se entre ela e o tubo. Com o tempo, foi acentuando-se esse modo de prosseguimento até que, com escalada pelo degrau, iam ter à entrada mal bloqueada do ninho. Quanto às *fi*.s, retornavam o pequenino trecho entre a entrada do ninho e o tubo, tornavam a vir até este e passaram, com o tempo, a fazer uma rota pelo alto da mecha junto ao ninho pelo degrau. Uma única formiga penetrou no tubo, onde andou em arcos por um trecho e retornou.

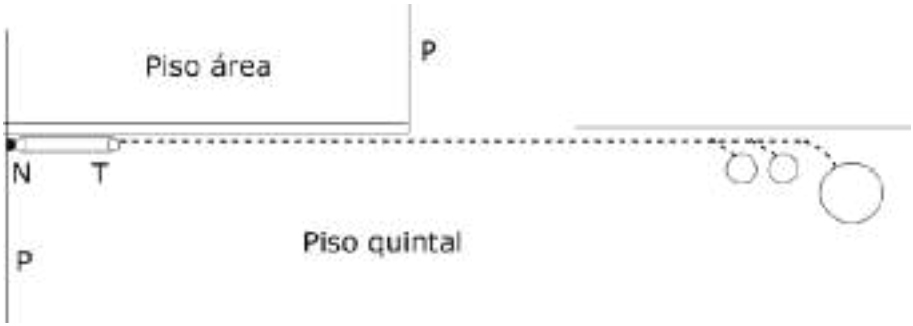


Figura 69: Representação da situação inicialmente existente na Observação 49.

Legenda:
N: ninho.
Linha pontilhada: trilha.
T: tubo de vidro.
P: parede.
Círculos: vasos com plantas visitadas pelas formigas.

Recobri melhor o extremo do tubo junto ao ninho com a mecha de algodão. Agora as formigas só poderiam efetivamente sair dele ou nele entrar por dentro do tubo. Eram 14h10. Observei as formigas por 20 min. Nesse tempo, foi-se formando um aglomerado de *fi*.s entre o ninho e a entrada do tubo, e de *fn*.s junto à entrada do tubo de seu lado e a aresta próxima; oscilavam, paradas, metiam-se em parte sob a mecha, trepavam nela com duas ou com quatro patas, isso depois que várias já tinham ido pela parede do degrau até o outro extremo recoberto do tubo. Com o tempo, retornavam dali a cada vez uma maior distância – 10, 20, 50, 60 cm – antes de tornar a vir, hesitar e voltear junto à entrada do tubo.

Do lado das *fi*.s, algumas passaram a entrar no tubo e percorrê-lo até faltarem apenas 5 cm de seu término, retornando em seguida. Apenas quando uma *fn* passou pelo tubo uma *fi* o fez também e saiu ao exterior no rumo da isca (as plantas nos vasos). Mas foi só, por vários minutos. Algumas *fn*.s chegavam à entrada do tubo carregando ovos e larvas. Teria isso relação com a interrupção da chegada das *fi.s* aos vasos de plantas? Dali voltavam, parcialmente primeiro, depois definitivamente, até o vaso de onde haviam procedido. Finalmente, uma ou outra *fn* passou a entrar – às vezes apenas para tornar a sair correndo e com volteamentos. Uma ou outra, porém, percorreu todo o comprimento do tubo por dentro. Então um trânsito de *fi*.s se instalou, com hesitação, em trechos dentro do tubo, principalmente perto de seu extremo aberto.

Com o tempo começou a dar-se o seguinte. Uma *fn* chegava e, se houvesse alguma *fi* saindo, virava-se para a esquerda e a direita, entrava no tubo e o percorria todo. Se não encontrasse uma *fi* a sair, podia retornar um trecho, ou entrar, correndo com volteamentos, tornar a sair ou, no caso de algumas, percorrer simplesmente todo o tubo. Notei que *fn*.s em grupos de 5 ou 6 estavam em volta do ninho sobre o piso da área coberta ou sobre o chão do quintal, volteando, como em procura do ninho.

O encontro do rastro olfativo parecia reassegurar as *fn*.s. Mas notei que algumas, já dentro do tubo, passavam a correr e voltear dentro dele. Vi algumas *fn*.s "farejando" e limpando antenas quando perto da entrada do tubo e *fi*.s fazendo o mesmo dentro deste. Nas primeiras travessias, notei que as *fn*.s iam como adernando, como meio derrapantes, com oscilação miudinha, dentro do tubo. Já as *fi*.s iam em meandros. Lá por volta das 16h interrompi a observação sem remover o tubo de vidro.

No dia seguinte, às 11h, sob temperatura de 18ºC e ligeira garoa, retomei a observação do comportamento das formigas ao entrarem e saírem do tubo e dentro dele. As *fn.s* chegavam ao tubo, vindas dos vasos de plantas ao longe, acompanhando a aresta do piso com o degrau do patamar da área coberta. Elas topavam primeiro com a mecha de algodão e, para chegar ao tubo, tinham que virar um pouco à sua esquerda porque ele estava um pouco desencostado da aresta. No geral, pausavam brevemente antes de entrar no tubo, o que era natural porque tinham aí um desnível de pisos, já que a parede do tubo representava um pequeno degrau. Dentro do tubo prosseguiam normalmente. Quanto às *fi*.s, uma parte saía do tubo normalmente, prosseguindo sua marcha pela trilha, mas algumas paravam na entrada do piso, viravam ligeiramente à esquerda ou direita, volteavam um pouco pelo piso e tornavam a voltar. Penso que isso também era normal, porquanto nem todas eram provedoras e focadas na trilha. Com efeito, uma *fi* saiu do ninho com uma carga (restos de um inseto) ao longo do tubo até o seu extremo, saiu pelo piso por uns 3 cm à sua direita e nele depositou sua carga. Era, portanto, uma lixeira e é interessante que seu comportamento indicava que o extremo do tubo passara agora a constituir a abertura do ninho para o exterior. Outra fulva deixou o tubo pela trilha carregando um afídio em direção aos vasos, mas não vi o que fez com ele. Vários autores dizem que muitas espécies de formigas tratam os afídios, pulgões e outros sugadores de seiva vegetal como seu gado, recolhendo-os por vezes ao ninho e distribuindo-os por certas plantas, onde os pastoreiam – atividade esta que presenciei frequentemente. Às 12h07 encerrei esta observação, removendo o tubo

Quatro dias mais tarde, pela manhã, voltei para junto da trilha, agora novamente situada ao longo da aresta formada pelo piso do quintal com o pequeno degrau do patamar da área coberta. Minha intenção era observar o que aconteceria quando, uma vez reestabelecida a trilha no interior do tubo, este fosse girado 180º, de modo que sua extremidade antes proximal passasse a distal e vice-versa. Reconectei o tubo de vidro na posição de dias anteriores, cercando-o, nos extremos, com mechas de algodão como fizera precedentemente, mas pondo agora o extremo mais distante do ninho apoiado numa pequena plaqueta fininha de madeira.

Observei, antes de operar a mudança de posição, que só na passagem pela plaqueta de madeira havia alguma reorientação e pausa das formigas. Dentro do tubo as *fn.*s caminhavam mais pela parte inferior do tubo ao longo de seu comprimento, às vezes com um arco maior ou menor, mas jamais passando à outra metade do tubo, isto é, jamais caminhando com o dorso voltado

para baixo. As *fi*.s eram mais variáveis, fazendo arcos mais frequentes e mais curtos, jamais ultrapassando a metade para cima. Uma coisa importante a notar foi que, em contraste com o acontecido em dias anteriores, a transposição da trilha para o interior do tubo foi muito mais pronta do que no primeiro dia em que foi utilizado o tubo. Nessa ocasião, as formigas mostraram um apego muito maior e muito mais persistente ao antigo percurso. Acredito que a maior prontidão para aceitar o interior do tubo agora se deveu à experiência anterior com ele, mesmo depois de transcorridos quatro dias.

Depois de girar o tubo na forma indicada acima e observar a trilha por vários minutos nada notei que pudesse ser considerado um efeito dessa alteração. Certamente o rastro olfativo subjacente à trilha não possui nenhum elemento capaz de informar às caminhantes se estavam indo para o ninho ou para o incentivo alimentar.

Verificado o não efeito de girar o tubo transversalmente sobre a trilha decidi verificar o efeito que teria girá-lo axialmente, de modo que desconectasse os pontos por onde a trilha entrava e saía do tubo com os que persistiam no piso junto às extremidades do tubo. Para isso, rodei o tubo por 180º de cima para baixo em minha direção sem tirar seu eixo longitudinal da posição em que estava. Com isto a trilha ficava, dentro do tubo, em nível diverso do anterior e em descontinuidade com o trecho da trilha no chão. Com esse giro o terreno de percurso anterior mais usual das formigas no interior do tubo foi parar no teto deste.

As mudanças verificadas no comportamento das formigas em consequência dessa alteração foram imediatas. As *fn*.s foram-se acumulando sobre a plaquetinha de madeira na entrada do tubo; paravam ali e reorientavam-se para a direita e a esquerda, "farejavam" (agitavam as antenas dispostas em V para cima e para baixo) com meneios enérgicos de cabeça, tentavam entrar entre a parede externa do tubo e o algodão e voltavam. Eventualmente, se entravam no tubo, era com pausas a interromper uma marcha acelerada, pausas essas seguidas de rápidos e enérgicos meneios de cabeça com "farejamentos", as patinhas frontais levantadas. Eram comuns as trajetórias transversais ao comprimento do tubo, em arcos ascendentes e descendentes seguidos. Uma ou outra entrava no tubo por uns 5 cm, voltava, subia ao teto e ia para o ninho em marcha oscilante. Já as *fi*.s passaram a vir com os arcos como feitos pelas fn.s, de baixo para cima, ora pela direita, ora pela esquerda, mas várias vieram o tempo todo pelo teto com o dorso voltado para baixo.

Em coisa de minutos, as oscilações foram dando lugar a trajetórias mais contínuas. Repus, com giro de 180º, o tubo na posição inicial. Cessavam claramente as aglomerações, reorientações e "farejamentos" na entrada do tubo e os balanços ou arcos nas trajetórias dentro do tubo. Rodei novamente o tubo, agora por 90º. Surgiram novamente perturbações como no girar inicial, seguidas de normalização progressiva do comportamento.

Em conclusão, uma desconexão entre duas porções de uma trilha leva a grandes modificações iniciais no comportamento das formigas, coisa que não acontece com a inversão na direção de um trecho da trilha. Devo apontar que as *fn*.s, mais demoradamente observadas do que as *fi*.s, pareciam guiar-se um pouco como por um reconhecimento do tubo de vidro ou de sua textura, ou coisa assim: ficavam hesitando na beira do tubo ou na plaqueta de madeira, mas, assim que entravam no tubo, tendiam a prosseguir, mesmo sem encontrar trilha aí, embora com as perturbações (pausas, reorientações, meneios de cabeça, etc.) já apontadas.

Relatarei a seguir apenas mais uma observação feita com o uso do tubo de vidro transparente, para encerrar estas observações. Na manhã seguinte à observação precedente notei que a mecha de algodão que protegia a extremidade do tubo próxima ao ninho estava um pouco deslocada e que a mecha de algodão na porção mais afastada do ninho já lá não estava. Provavelmente, desde a véspera, a trilha voltara a tomar sua orientação habitual anterior, ao longo da aresta do piso com o degrau da plataforma, e agora situava-se sob a parede externa do tubo de vidro. Recoloquei as duas mechas de forma que obrigassem as formigas novamente a utilizar o interior do tubo para entrar no ninho e dele sair para o exterior. O efeito foi uma grande aglomeração das *fn*.s a tentar enfiar-se sob a mecha mais distante do ninho, como que sentindo o rastro olfativo da trilha por sob ela, o que me parecia claramente o caso. As formigas então afastavam-se um pouco, em meandros, e voltavam a tentar enfiar-se sob a mecha. O processo de deslocamento da trilha para dentro do tubo foi agora bem mais longo – cerca de 0,5 h – do que na primeira vez em que colocado desta maneira, e apenas ocorreu de modo parcial e imperfeito. Acredito que isto aconteceu pelo fato de o exterior do tubo e sua parte externa junto ao solo haverem-se tornado apoios direcionais para as formigas. A impressão de estupidez das formigas – o não passarem a entrar, de forma exploratória, no tubo por longo tempo – contrasta com a maior facilidade com que isto ocorrera em outras recolocações do tubo. Mas trata-se, segundo penso, não

de estupidez, mas de algo esperado, compreensível: as formigas vinham com o tubo disposto lateral e superiormente a elas, e insistiam em manter essa orientação, ainda mais por perceberem o rastro olfativo da trilha sob a mecha. Notar que *fi* persistiu também longamente a buscar brechas no algodão que ficava entre a parede e o tubo junto ao ninho.

A conclusão a tirar dessas observações e experimentos é meridianamente clara; as formigas *Paratrechina fulva* têm um grande apego, quando numa trilha, a orientar-se acompanhando o rastro olfativo que a subjaz, apego esse mostrado pelo grande empenho que revelam em recuperar esse rastro quando ele é perdido por alguma razão.

5.1 O apego das formigas à trilha, uma questão da propriedade orientadora do rastro olfativo a ela subjacente, e não de função eliciadora automática da marcha por feromônios neles contido

Preciso deixar claro nesse ponto que o apego demonstrado pelas formigas a uma trilha não é, como se poderia pensar, consequência de terem elas seu caminhar eliciado automaticamente por feromônios componentes do rastro químico subjacente à trilha. A função desse rastro, ou de seus feromônios, é, a meu ver, orientadora, e não desencadeadora da marcha. Mostram-no vários fatos, alguns já tratados em parágrafos precedentes, e alguns ainda não referidos. Entre os últimos devo mencionar que o apego citado e também fidelidade mostrada ao rastro olfativo que subjaz a uma trilha não é mostrado pelas operárias que se dedicam a outras funções no interior do ninho, como o cuidado com a rainha e com as formas imaturas, a ampliação e a limpeza do ninho, casos em que a atividade se faz em parte também externamente ao formigueiro. Nesse caso – por exemplo, ao transportar uma forma imatura para um outro local, como um ninho temporário, estação ou sucursal de um ninho, ou ao carregar cadáveres ou refugos do formigueiro para lançá-los fora, a operária pode cruzar uma trilha de provisionamento em atividade com indiferença a sua operação, tanto para ir como para voltar. Como explicar, então, esse apego à trilha que se nota frequentemente no exterior do formigueiro? Penso que em decorrência da motivação dominante no momento nas operárias individuais. Parece que as formigas no exterior estão muito frequentemente empenhadas em encontrar comida para a colônia ou realizar o provisionamento desta. É sabido que as funções desempenhadas pelas operárias de um formigueiro, especialmente quando monomorfas, variam com sua idade, havendo sempre uma sucessão de atividades caracterísi-

cas a uma mesma operária conforme envelhece, cabendo o provisionamento às mais velhas que revelam uma motivação especial para realizar a coleta de alimentos e sua distribuição para as companheiras no interior do formigueiro. Essa motivação se revela na prontidão que essas operárias mostram, já na trilha, para regurgitar o alimento que trazem no papo às companheiras recém-entradas na trilha, e nas repetidas viagens que realizam para prover de alimento as operárias que o recebem no interior do ninho.

Outros fatos há que revelam que a função do rastro olfativo subjacente às trilhas é antes de orientação do que de desencadear e manter a marcha das formigas ao longo delas são os relativos à tendência que apresentam para estabelecer uma rota mais curta ou mais retilínea para o ninho ou para a fonte de provisões, tendência essa que as leva temporariamente a abandonar a trilha que vinham seguindo, conforme já foi apontado. Em alguns casos até o oposto pode ser observado – por exemplo, quando numa trilha que atravessa uma superfície polida como a de azulejos, pela tendência a substituir a rota estabelecida no interior das peças de azulejo por outra que acompanha arestas do azulejo com paredes mesmo quando essa rota é consideravelmente mais longa que a anterior, posto que mais eficiente para fins de orientação.

5.2 Uma tentativa de encontrar se, em sua marcha em direção ao ninho ou a um alimento, quando numa trilha, as formigas utilizam pistas que normalmente encontravam em seu caminhar pela trilha ou nos seus arredores

Conforme foi verificado na observação apresentada mais acima, girar o tubo de vidro 180º no plano em que estava, sem girá-lo axialmente, não afetou em nada perceptível o comportamento das formigas em uma trilha, qualquer que fosse a direção de sua marcha. Isso indicava, conforme já foi dito, que, certamente, o rastro olfativo subjacente à trilha não tem nenhum elemento capaz de informar às caminhantes se estavam indo para o ninho ou para o incentivo alimentar. Não teriam as formigas, no entanto, uma memória de para onde iam, baseadas em pistas como o local de sua proveniência – se o ninho ou o chamariz alimentar – e outras pistas encontradas no caminho, como a direção da luz ou dos ventos, o fato de terem a aresta do piso com o degrau, ou com a parede da edícula, à sua direita ou esquerda, ou, ainda, o fato de se defrontarem em seu trajeto apenas com companheiras infladas ou, ao contrário, magras? O experimento em que as formigas de

uma trilha recebiam um sopro, uma a uma, num ponto da trilha, geralmente variado, onde se encontravam no trajeto que faziam (cf. Observação 37), indicava, conforme se mostrou, que elas tinham uma cognição admirável da posição e da direção em que se encontravam com respeito tanto ao ninho quanto ao chamariz. Visando verificar ou, pelo menos, formar alguma ideia se as formigas utilizariam ou não outras pistas, como as atrás mencionadas, realizei um outro experimento, que será relatado a seguir.

- *Observação 50 – Comportamento de formigas* (Paratrechina fulva) *depois que, apanhadas com um cartão num dado ponto de uma trilha, eram soltas num diferente ponto dessa mesma trilha*

A trilha utilizada para esta observação foi a mesma da observação precedente, isto é, uma trilha que conectava um ninho (situado na confluência de uma parede com a aresta formada por um piso de cacos de cerâmica com um pequeno degrau e com outra parede de uma edícula) com alimentos representados por melada produzida por insetos sugadores de antúrios em vasos de cerâmica situados a uns vinte e poucos centímetros de distância da última aresta mencionada e a cerca de 3 m da entrada do ninho. A Figura 70, na Observação 50, oferece uma ilustração aproximada da situação encontrada.

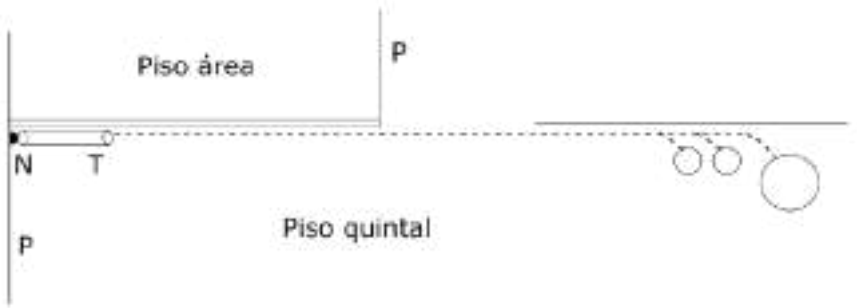


Figura 70: Representação da situação inicialmente existente na Observação 50.
Legenda:
N: ninho.
Linha pontilhada: trilha.
T: tubo de vidro.
P: parede.
Círculos: vasos com plantas visitadas pelas formigas.

Esta observação foi relativa a um experimento realizado com formigas de uma trilha apanhadas uma a uma com o auxílio de dois cartões como já relatado. Uma vez adentrada num dos cartões, este era movido com a formiga a encimá-lo para um diferente ponto da trilha ou sua proximidade imediata. O objetivo da observação era verificar quantas das formigas apanhadas como *fi*.s (formigas a caminharem na direção da isca) e quantas apanhadas como *fn*.s (formigas a caminharem na direção do ninho) por meio de um cartão mantinham, depois de deslocadas, sua direção até o polo a que se destinavam antes da alteração experimental e quantas passavam a ir ao polo oposto, em algumas condições variadas. Julguei que esses resultados poderiam indicar se as formigas em geral tinham uma cognição da direção em que marchavam antes de apanhadas, apesar de não poderem contar, quando sobre o cartão, com uma memória do espaço antes percorrido; e, na medida do possível, se utilizariam alguma pista que estivesse disponível no local em que repostas sobre a trilha depois que apanhadas num cartão – dado esse muito mais difícil de conseguir.

Um problema com os resultados a obter nesse experimento foi desde logo antecipado. Minha expectativa era que uma parte desses resultados seria enviesada, como no caso da observação do efeito de um sopro sobre uma formiga na trilha. Era que as *fi*.s tenderiam a mostrar uma tendência a regressar ao ninho, já que o ninho é geralmente buscado pelas formigas afetadas por uma alteração experimental sobre a trilha. Quanto às *fn*.s, o mesmo fator tenderia a reforçar sua orientação em direção ao ninho. Essas tendências pareceriam sugerir que o ninho constitui como que um polo de segurança mais buscado do que o seria o chamariz em caso de ocorrer alguma alteração repentina na trilha, que, no entanto, para as formigas que lhe estão próximas, também oferece um pouco dessa propriedade por apresentar reentrâncias que podem oferecer abrigo e proteção contra o exterior.

A seguir, apresento os resultados obtidos nesse experimento, condição por condição:

1) Formigas apanhadas num trecho entre 70 cm e mais ou menos 1m40 contados a partir do ninho e nesse mesmo trecho soltas:

Fi	**Fn**
Continuaram para a isca: 5 em 7: (71%)	Continuaram para o ninho: 9 em 9: (100%)
Voltaram para o ninho: 2 em 7: (29%)	Voltaram para a isca: 0 em 9: (0%)

2) Formigas apanhadas perto de um dos polos da trilha e posto perto do outro, aquele a que se dirigia quando apanhada:

Fi	**Fn**
Continuaram para a isca: 8 em 11: (73%)	Continuaram para o ninho: 9 em 11: (82%)
Voltaram para o ninho: 3 em 11: (27%)	Voltaram para a isca: 2 em 11: (18%)

3) *Fi.s* apanhadas perto do ninho e soltas aí mesmo; e *fn*.s apanhadas perto da isca e soltas aí mesmo:

FI	**Fn**
Continuaram para a isca: 2 em 5: (40%)	Continuaram para o ninho: 6 em 7: (86%)
Voltaram para o ninho: 3 em 5: (60%)	Voltaram para a isca: 1 em 7 (14%)

4) Apanhadas perto da isca e soltas na porção média da trilha:

Fi	**Fn**
Continuaram para a isca: 0 em 7: (0%)	Continuaram para o ninho: 2 em 2: (100%)
Voltaram para o ninho 7 em 7: (100%)	Voltaram para a isca: 0 em 2: (0%)

Os resultados obtidos revelam que a maioria das *fi*.s mostrou uma tendência para prosseguir sua marcha em direção à isca quando apanhadas na porção intermediária da trilha e aí também soltas, e, também, quando apanhadas perto do ninho e soltas perto da isca, que era para onde se dirigiam no princípio. Já em outras condições, a maioria delas mostrou tendência a voltar para o ninho, de que haviam saído em direção à isca, principalmente quando apanhadas perto desta e soltas aí mesmo, o que é surpreendente. Minha suposição é que isso acontecia por ser provavelmente tanto maior a perturbação das formigas pela intervenção sofrida quanto mais houvessem já se empenhado em atingir um dado objetivo.

A seguir, reunindo todos os resultados obtidos, sem considerar cada lugar onde as formigas foram apanhadas e onde foram soltas, obtive a situação abaixo apresentada:

Fi	Fn
Continuaram para a isca: 17 em 28: (60,7%)	Continuaram para o Ninho: 30 em 34 (88,2%)
Voltaram para o ninho: 11 em 28: 39,3%	Voltaram para a isca: 4 em 34: 11,8%

Os resultados em cada condição e no todo não deixam dúvidas sobre a tendência a continuarem na direção do ninho das *fn*.s e de mais da metade das *fi*.s a voltarem na direção do ninho, provavelmente, penso, porque este se associava com abrigo e segurança.

Devo informar que procurei sempre manejar o cartão onde a formiga foi apanhada de forma que ela saísse sempre que possível na direção contrária à em que vinha. No entanto, nem sempre o conseguia. Um caso notável foi o de duas *fn*.s que, enquanto eu girava o cartão mantido horizontalmente para poder soltá-las voltadas para a isca, compensavam, como uma agulha de bússola, ao mesmo tempo, os giros, mantendo-se sempre voltadas na direção do ninho.

Um objetivo desse experimento era verificar se, depois de retiradas e repostas no geral na direção contrária à de quando apanhadas, prosseguiam ou não na direção que originalmente haviam tomado; logo, se tinham ou não uma cognição de sua orientação com respeito aos polos da trilha. De modo geral, encontro que *fn* a tem e que *fi* parece tê-la também, especialmente no que diz respeito ao ninho, já que em geral preferem inverter sua marcha original e penetrar nele, ao que penso, como uma forma de livrar-se dos efeitos de uma alteração experimental perturbadora. Outro objetivo era obter uma informação sobre as pistas utilizadas pelas formigas da trilha na manutenção de sua orientação depois de perturbadas. Este último objetivo não foi alcançado a não ser, mais seguramente, no caso das 2 formigas citadas acima, cuja pista orientadora pareceu-me muito provavelmente ser constituída pela direção da luz ambiente, um fator que, muito provavelmente, era também o responsável pela realização apresentada pelas demais formigas observadas. Um fator de orientação que não descarto, mas que não foi testado, é o de terem as *fn*.s e as *fi.s, r*espectivamente, a aresta do piso com o degrau à sua direita ou à sua esquerda.

Dois outros fatos, não gerais porque perceptíveis apenas para umas poucas formigas, foram notados. O primeiro foi que algumas formigas, após a alteração experimental, passaram a caminhar um pouco rebaixadas à frente e com o gastro um tanto levantado, como se passando a dar uma atenção maior para o rastro olfativo subjacente à trilha. O outro foi uma tendência, por parte de algumas *fi.s situadas perto do ninho,* a regressarem a este ao toparem de frente alguma outra *fi* ou uma *fn* dirigindo-se ao ninho.

- *Observação 51 – Modificações de comportamento de formigas* (P. fulva) *diante do encontro repentino com um objeto cilíndrico comprido colocado sobre a trilha em diferentes orientações*

A queda de um ramo pouco espesso sobre uma trilha de *P. fulva* provoca inicialmente uma hesitação por parte da maioria das formigas e até um retorno parcial de uma ou outra dentre elas, mas, dentro de instantes, as formigas passam a escalá-lo na direção mesma em que estava a trilha e o comportamento nesta reassume seu aspecto normal. A queda de um ramo, limbo, flor ou uma parte qualquer de um vegetal sobre uma trilha provavelmente constitui uma alteração do ambiente de comportamento das formigas que ocorre com certa frequência em seu meio natural e é possível que isso tenha a ver com a relativa facilidade que elas demonstram em obviar essa alteração. Como seria, porém, seu comportamento diante de um objeto com certa semelhança em sua forma com um pequeno ramo, mas delas desconhecido, posto sobre a trilha? E qual seria o efeito de diferentes orientações desse objeto em relação à trilha sobre as modificações de comportamento verificadas? A observação relatada a seguir teve por objetivo responder essas questões.

Para realizar esta observação utilizei roletes de grafite, destes usados em lapiseiras, com dois comprimentos diferentes: 2 com 16 mm de extensão X 1,5 mm de espessura e 2 com 20 mm de extensão e 1,5 mm de espessura.

Inicialmente, rolei um grafite menor entre os dedos indicador e polegar de uma das mãos e o coloquei atravessado por seu comprimento sobre uma trilha estabelecida num piso junto a aresta que ele formava com uma parede. A colocação foi numa orientação tal que deixava mais espaço livre disponível para as formigas, tanto *fis quanto fn*.s, à sua esquerda do que à sua direita, ficando uma das extremidades do rolete distante cerca de 4 mm da aresta mencionada.

O que aconteceu evidenciava claramente a influência da aresta na orientação tomada pelas formigas, o que seria de esperar, dada a tendência das formigas a formarem trilhas acompanhando arestas como apoios direcionais. Tanto as *fi*.s quanto as *fn*.s, ao chegarem junto ao grafite, andavam meio de lado um pouco para a sua direita, voltavam a ficar de frente para o objeto, deslocavam-se, caminhando novamente um tanto lateralmente para a sua esquerda e passavam para o outro lado do obstáculo, no espaço vazio entre ele e a aresta. A Figura 71 ilustra a situação obtida.

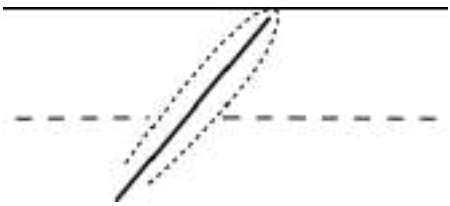


Figura 71: Orientações mostradas pelas formigas ao toparem um rolete de grafite de 16 mm de extensão por 1,5 mm de espessura colocado, sobre uma trilha, com uma de suas extremidades distando 4 mm de uma aresta ao longo da qual se dispunha a trilha.

Legenda:
Linha contínua maior: aresta formada por um piso com uma parede.
Linha contínua menor: rolete de grafite.
Linha interrompida maior: trilha.
Linhas interrompidas menores: trajetórias tomadas pelas *fi*.s (formigas provenientes do ninho, situado à esquerda da trilha) e pelas *fn*.s (formigas provenientes do chamariz alimentar, situado à direita da trilha).

Noutros momentos desta observação, tornei a notar a trajetória tomada pelas formigas diante de roletes menores ou maiores de grafite dispostos em orientações diversas sobre a mesma trilha nas proximidades da aresta mencionada. Como não é objetivo desta observação tratar do efeito de heterogeneidades de estimulação sobre a orientação das formigas, assunto esse que já foi tratado anteriormente no presente capítulo, não voltarei a tratar das observações onde se reflete um efeito da presença da aresta mencionada neste relato. Tratarei apenas daquelas observações em que nenhuma heterogeneidade de estimulação além das representadas pelo rolete de grafite e por uma trilha estão atuantes.

Numa primeira observação do novo gênero mencionado, coloquei em uma trilha estabelecida sobre um piso de cacos de cerâmica um dos roletes de grafite menores com seu eixo longitudinal obliquamente orientado com relação a ela, deixando mais espaço livre disponível à esquerda do que à direita das formigas, tanto para as *fi*.s quanto para as *fn*.s, conforme o mostra a Figura 72.

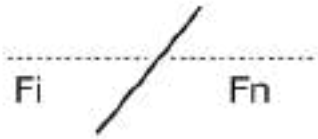


Figura 72: Disposição em que foi inicialmente colocado um pedaço de grafite sobre a trilha.

Legenda:
Linha cheia: rolete de grafite.
Linha interrompida: trilha sobre um piso.
Fi: formiga em marcha em direção ao alimento usado como isca.
Fn: Formiga em marcha em direção ao ninho.

No começo aconteceu que as formigas, tanto as *fi*.s quanto as *fn*.s, se dirigiram para o lado no qual tinham mais espaço à sua frente, isto é, para a sua esquerda, andando um pouco de lado, de modo que o rolete de grafite funcionou ao modo de um divisor de águas, lançando o fluxo de cada direção para lados opostos da trilha. A Figura 73, no desenho à esquerda, ilustra a situação encontrada.

Com o tempo, as *fi*.s começaram a oscilar à frente do rolete, caminhando meio lateralmente, primeiro para a sua esquerda, depois para a sua direita, depois tornando a ficar orientadas de frente para o objeto e, posteriormente, novamente à direita, aparentemente influídas pelo rastro das *fn*.s, que pareciam buscar. Dir-se-ia que, chegando à extremidade mais próxima do rolete, e não encontrando o rastro das *fn*.s, oscilavam para um lado e para o outro antes de prosseguir, podendo passar tanto à sua esquerda como à sua direita. Se passavam virando para a esquerda, onde não havia rastro das *fn*.s, apresentavam, frequentemente, uma marcha por escalões (marcha interrompida por breves pausas) por esse trecho até chegarem novamente à trilha. A figura 73, no desenho à direita, ilustra as tendências então mostradas pelas *fi*.s.



Figura 73: Tendências de comportamentos apresentados pelas formigas de ambas as direções (desenho à esquerda) e pelas *fi.s,* com a passagem do tempo, aparentemente influídas por uma busca do rastro das *fn*.s (desenho à direita).

Legenda:
Linha contínua: rolete de grafite de 16 mm de extensão por 1,5 mm de espessura.
Linha interrompida horizontal: trilha.
Linhas interrompidas transversais à trilha: orientações mostradas pelas formigas ante o rolete de grafite.
Fi e *fn*: respectivamente, formiga em marcha para a isca ou para o ninho.

Em seguida, passei a orientar o rolete de grafite na posição inversa, isto é, deixando mais espaço livre à direita e menos à esquerda. Agora também ocorreu uma divisão do fluxo, com as formigas de ambas as direções defletindo seu caminhar para a sua esquerda para encontrar a trilha novamente do lado oposto do rolete. Mas as *fn*.s podiam também, ao serem defletidas para a sua direita, ir até quase o extremo do rolete, caminhando algo lateralmente, e voltar todo comprimento até o extremo à sua esquerda e passar junto a ele. Parece que era importante para as duas alternativas quanto de cada lado a formiga tinha de grafite. É que, com a colocação imperfeita realizada, *fn* chegava mais à ponta do que ao meio do comprimento do rolete e tinha duas condições que influíam em sua escolha de modo antagônico: encontrava menos obstáculo à direita, contudo, mais comprimento a percorrer também nessa direção. Já *fi* encontrava as duas condições coincidentes: menos obstáculo e menor distância a percorrer à sua direita. Essa diferença de condições afigura-se explicar as diferentes orientações tomadas pelas *fn*.s e pelas *fi*.s diante do obstáculo encontrado. A Figura 74 ilustra, no desenho à esquerda, as orientações tomadas pelas *fi*.s, e no desenho à direita, pelas *fn*.s.



Figura 74: Orientações tomadas pelas *fi*.s (desenho à esquerda) e pelas *fn*.s (desenho à direita) quando o rolete de grafite foi sobreposto à trilha não em sua porção média mas um tanto desviado para um dos seus extremos.

Passei, em seguida, a utilizar o rolete de grafite de maior comprimento: 20 mm de extensão X 1,5 mm de diâmetro. Coloquei-o atravessado sobre a trilha na mesma orientação em que fora colocado o grafite menor na instância precedente. As *fn*.s, ao chegarem, viravam para a sua direita e iam, caminhando meio de lado, defletidas, por aí; ou, também, iam para a sua direita, andando meio de lado, quase a metade do que precisavam ir para chegar ao extremo do grafite e passar, voltavam de lado para sua esquerda de 1 cm a 1,5 cm, tornavam a voltar, sempre andando meio de lado, para a direita, e então passavam, defletidas. A Figura 75 ilustra as trajetórias percorridas por essas formigas.

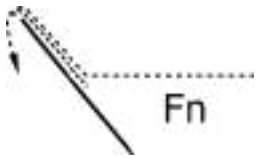


Figura 75: Ilustração das trajetórias tomadas pelas *fn*.s ante o rolete de grafite maior colocado sobre a trilha disposta entre a porção média e uma extremidade do rolete.

Legenda:
Linha contínua: grafite.
Linha interrompida: trilha antes de atingido o grafite e percursos realizados pelas formigas junto ao grafite.
Fn: formiga em marcha em direção ao ninho.

Já as *fi*.s, ao chegarem junto ao rolete de grafite, viravam para sua direita, mais livre, avançavam até o meio do comprimento dele ou pouco mais, voltavam andando, sempre lateralmente, para a esquerda e passa-

vam, defletidas. Eventualmente, as *fi*.s podiam ou dar a volta no grafite pela direita, ou passar por sobre ele após ficarem oscilando da direita para a esquerda ou vice-versa. A Figura 76 ilustra o primeiro comportamento no desenho à esquerda e, no desenho à direita, ilustra os segundos comportamentos, alternativos ao primeiro, adotados por outras *fi*.s. Quanto a chegarem as formigas a passar sobre o grafite, parece uma alternativa de ação que se deve, aparentemente, ao fato de, ficando elas um bom tempo voltadas de frente para o grafite, ajustarem-se pouco a pouco à sua presença, ajustamento esse pelo qual o grafite deixa gradualmente de ser alteração e passa a fazer parte da situação habitual de comportamento.



Figura 76: Ilustração das trajetórias alternativas que podiam ser tomadas pelas *fi*.s quando o rolete de grafite foi mudado de orientação sobre a trilha.

Legenda:
Linhas contínuas: rolete de grafite de 20 mm de extensão e 1,5 mm de espessura.
Linhas interrompidas: trilha antes de atingido o rolete e trajetórias das formigas (*fi*.s) junto deste.
Fi: formigas provenientes do ninho que se dirigiam ao chamariz.

Devo mencionar que não registrei os comportamentos individuais separadamente por causa da influência recíproca dos comportamentos e de sua evolução temporal: cada formiga parecia atuar também em função dos rastros desviantes que encontrava, deixados por outras formigas, de modo que não parecia importante apontar quantos indivíduos faziam isto ou aquilo, que era o resultado de uma acumulação de influências desiguais.

Concluo este experimento com uma forte convicção de que *fi* é mais tendente do que *fn* a seguir mais fielmente a trilha, ou é mais apegada ao rastro olfativo subjacente a esta. E concluo também que há, nas formigas de ambas as direções de marcha, duas tendências que, no caso presente, podem trabalhar em oposição ou em conjunção: uma, a de manter diante de um obstáculo a direção prévia do eixo corporal, pois andavam de lado, frequentemente, frente a ela; e outra, a de não se afastarem muito da rota que vinham fazendo. Em consequência, preferiam, frente a um obstáculo, o lado deste que exigia o menor afastamento da trilha e a menor mudança da direção prévia.

Pelo dito acima sobre as tendências na orientação das formigas, fica claro porque não se vê obviamento durável ou estável de obstáculos naturais pelo lado de um ramo que oferece menos espaço livre disponível, mas sim pelo outro lado, com maior disponibilidade de espaço livre, ou, mais comumente ainda, passando sobre o obstáculo e religando pelos rastros aí deixados os dois trechos da trilha separados pelo obstáculo.

6 Funções da trilha para a vida das formigas

Como um meio de deixar mais clara a primeira e principal função que uma trilha exerce na vida das formigas *Paratrechina fulva* e, certamente, de muitas outras espécies, relatarei aqui uma observação, das primeiras que fiz, que me ajudou a orientar-me nessa questão.

- *Observação 52 – Acerca de uma trilha estabelecida em parte de um piso em que o rastro das formigas não se depositava; e sobre o papel de acidentes do meio na orientação dessa trilha*

Esta observação teve lugar no jardim já referido em algumas observações anteriores, jardim este com um piso cimentado a separar 2 canteiros, cada um dos quais delimitado por um filete abaulado de concreto de 5,5 cm de largura e 1 cm de altura.

Sobre a torneira existente num muro nesse jardim e sobre um armário que abrigava o registro de água haviam sido colocadas, alguns dias antes, iscas representadas por pedaços de maria-mole. Essas iscas ficaram ressecadas nesses dias e já não eram visitadas pelas formigas quando, numa tarde, sobreveio, por meia hora, uma chuva fina que as molhou e amoleceu novamente. Quando, logo após a chuva, saí ao jardim, presenciei uma das maiores quantidades de fulvas vistas até então, excitadas, numa trilha que ia ter às duas iscas, trilha essa vinda da abertura do ninho já citado anteriormente e constituída por uma loca no muro em que ficava a torneira. Uma outra trilha, também intensa, proveniente de um segundo ninho situado na aresta do piso cimentado com um outro muro, frontal ao primeiro, vinha pelo piso e por um dos filetes juntar-se à primeira trilha mencionada. É esta trilha, proveniente desse segundo ninho, até então desconhecido, que mais importa nesta observação. A Figura 77 ilustra aproximadamente a situação encontrada.

Essa segunda trilha passava pela faixa do piso cimentado que conduzia à porta de entrada de nossa residência de então por uma extensão estimada entre 1 m a 1,20 m até a borda do filete de concreto de um dos canteiros e seguia por ele até juntar-se com a trilha de formigas que procediam do primeiro ninho citado. O caminho seguido por essa trilha era um caminho curto para as iscas, mas não o mais curto possível, que seria dado por uma linha reta a conectar o ninho com uma das iscas. Também não era ele caminho mais seguro contra desorientações, que seria dado pela aresta formada pelo chão com esse segundo muro, com a parede da casa e com o primeiro muro, mas era apoiado para realizar uma orientação sem extravio pelo filete de concreto de um dos canteiros que levava ao começo da trilha principal, a que se dirigia ao primeiro ninho. Um ponto importante a salientar nessa trilha é que, ao atravessar o cimentado no trecho de extensão estimada de 1 m a 1,20 m, trecho esse desprovido de elementos do meio que servissem de apoio à orientação, o movimento das formigas era mais segmentado, com arrancos e paradas súbitas, algo ziguezagueante, e a trilha nessa região tinha uma largura variável entre 2 a 3 cm, ao passo que junto ao bordo do filete de concreto era linear. A razão para isso era que, além da trilha nessa região não contar com um apoio orientacional provido por alguma heterogeneidade de estimulação, o piso estava molhado da chuva e o rastro olfativo lançado nele pelas formigas ao caminharem provavelmente não se depositava. Embora impossibilitadas de seguir um rastro olfativo no piso e guiar-se por acidentes do terreno até o filete, essas formigas revelavam, no entanto, um sentido aguçado de orientação, uma representação cognitiva admirável da região. Seja como for, porém, comparativamente ao que se passava neste trecho, a trilha existente no rebordo do filete de concreto de um dos canteiros era mais rápida, mais uniforme e, certamente, como um meio de proporcionar um comércio com algum aspecto valorizado do ambiente, muito mais eficaz. Pois essa é, penso poder afirmar, a primeira e mais importante função de uma trilha, ou melhor, do rastro olfativo sobre que ela se instala, e constitui a provável razão pela qual o processo evolucionário dotou a maioria, senão todas, as espécies de formigas de uma tendência e capacidade de utilizá-lo.

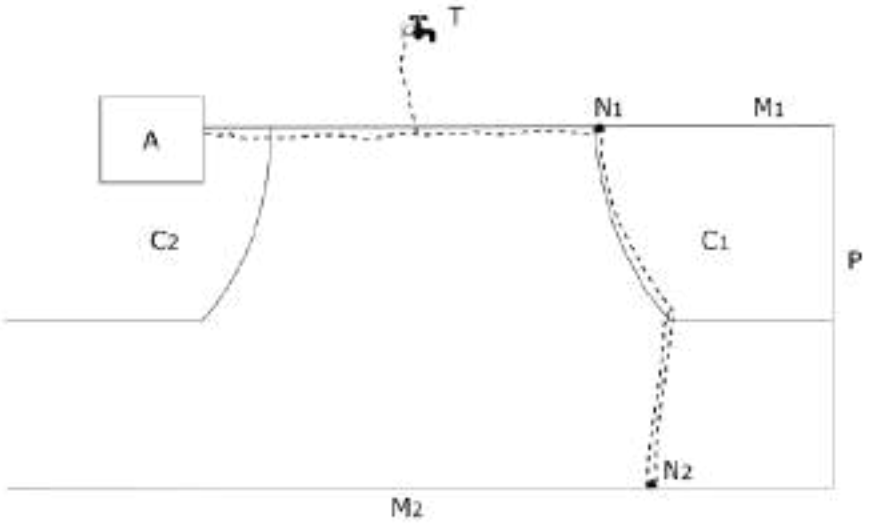


Figura 77: Ilustração aproximada da situação verificada na Observação 53.

Legenda:
Linhas interrompidas: trilhas provenientes de 2 ninhos comunitários.
M_1 e M_2: muros divisórios do jardim com as propriedades vizinhas.
N_1 e N_2: dois ninhos pertencentes à mesma colônia de *P. fulva.*
C_1 e C_2: canteiros, separados do piso cimentado por dois filetes concretados.
P: parede da casa.
T: torneira, encimada por um pedaço de maria-mole.
A: armário com o registro de água, também encimado por um pedaço de maria-mole.

Essa função de proporcionar orientação, rapidez e eficiência a um intercâmbio com o ambiente é a mesma que leva os seres humanos a fazer, com terraplanagem e asfalto, seus caminhos que conectam locais de certo interesse. Como a imitar os humanos, algumas espécies de formigas não só utilizam trilhas para as atividades de seu interesse, como as limpam de parte dos vegetais, de palha, de pequenos grumos de terra e diminutas pedrinhas, o que resulta em aumentar a eficiência do trânsito e do transporte que aí realizam. É o que se vê, por exemplo, entre as espécies de formigas que, como as saúvas e quenquéns, cultivam uma variedade de fungo de que se alimentam em canteiros preparados com fragmentos mascados de limbos vegetais. Ao vê-las carregando fragmentos vegetais, frequentemente

maiores e mais pesados do que elas próprias, entende-se porque precisam manter seus carreiros convenientemente limpos e desimpedidos.

Uma segunda e também muito importante função de uma trilha é constituir, para as formigas, uma espécie de sonda do estado de segurança e normalidade do ambiente para onde se locomovem. Com efeito, conforme já se viu pormenorizadamente nesta investigação, é praticamente impossível alterar o ambiente pelo qual se dispõe uma trilha já estabelecida a algum tempo sem provocar nas formigas que se defrontam com essa alteração uma atitude de alerta e exame, e, em seguida, uma prontidão para comerciar com ele positivamente ou negativamente, quando não uma atitude de evitação de contato e escape apressado. Nestes últimos casos, sobretudo, a trilha se interrompe e só volta a reestabelecer-se depois que, expondo-se à alteração prolongada ou repetidamente, incorporam-na a um seu registro mnêmico de seu ambiente de comportamento.

Uma possível terceira função que uma trilha parece ter é a de constituir uma espécie de continuação natural do ninho pela qual as formigas podem transferir-se em segurança de um ambiente relativamente constante e seguro para um ambiente relativamente inconstante e mutável, devido a brisas ou ventos, luz e sombras, objetos pouco familiares, etc. De fato, é o que sugere tanto a perda gradual de uma hesitação comum que se nota nas formigas a deixarem o ninho como a prontidão geralmente cada vez maior para ingressar na trilha. Mas talvez isso não seja senão uma consequência da primeira função, mencionada acima, da trilha: a de tornar-se ela própria um apoio orientacional, uma espécie de heterogeneidade do meio com essa função e que se revela ordinariamente constante e sem ameaças com o passar do tempo – que, como já se viu, dispõe as formigas a tornarem-se despreparadas para o caso de sobrevir alguma alteração repentina e não usual no caminho.

7 Alguns casos em que uma trilha contribui, excepcionalmente, para um comportamento inadaptativo

A trilha é geralmente, como se viu, um importante recurso adaptativo para as formigas. No entanto, há casos em que ela pode contribuir para um comportamento não adaptativo. Esse é, acredito, o que demonstram as duas observações que relato a seguir, em que as formigas parecem

cair numa armadilha criada pelos seus próprios instintos, conforme expresso por T. C. Schneirla em uma de suas publicações.

- *Observação 53 – Sobre trilhas ininterruptas e sem objetivo determinado de formigas* Solenopsis saevissima *Fremont-Smith, 1885, primeiro em um ninho artificial e mais tarde em um vaso de cerâmica*

Numa ocasião mantive, durante dias, em um ninho artificial constituído, basicamente, por uma tigela plástica, com terra em seu interior, uma colônia capturada de formigas *Solenopsis saevissima.* Essa tigela ficava parcialmente mergulhada em uma bacia com água como um recurso – que funcionou – para impedir que as formigas fugissem para o exterior. Notei, por vários dias, que muitas operárias desse ninho haviam estabelecido uma trilha praticamente infindável na borda ondulada circular dessa tigela, em ambas as direções, sem nenhum objetivo discernível a não ser caminhar. Nenhuma formiga foi vista andando pela superfície externa da tigela, mas de vez em quando uma ou outra formiga descia para a terra do lado interno da tigela. Uma formiga foi vista fazendo giros completos por dentro da tigela um pouco acima da superfície da terra interior.

Temendo a morte por exaustão dessas formigas, procurei interromper a trilha colocando um pedaço de sebo sobre a borda da tigela. Vi que, dos dois lados, muitas erguiam as antenas esticadas, por vezes também a cabeça, e até tocavam o sebo com as espátulas antenais, e voltavam. Muitas faziam um desvio que as levava a andar um pouco pelas paredes da tigela. Como o sebo as fez refluírem, dir-se-ia que não demandavam alimento, pois várias vezes vi as formigas dessa espécie sobre pedaços de sebo na lata de lixo posta no quintal. Mas era como se demandassem algo com a trilha, porque a reencetavam. Não é improvável supor que talvez fizessem isso por ser esse seguir um ato automático desde o princípio. No entanto, não creio, porque, como já foi dito, as formigas lixeiras ou que cuidam das formas imaturas não seguem uma trilha que acaso encontrem estabelecida desde o interior do ninho para o exterior. Mas poderia ser o caso de as formigas provedoras adentrarem uma trilha que encontrassem já formada por estarem acostumadas a encontrar que, em geral, qualquer trilha costuma ser um meio de encontrar um alvo demandado.

Depois de uns 10min, uma ou outra, em vez de voltar, passou a subir ao sebo. A servidão ao rastro olfativo da trilha aparentemente ces-

sava, enfim, em parte, pois uma ou outra também descia à terra interior por alguma parte da parede da tigela, ou intentava fazê-lo. De outra parte, nenhuma saiu à parede externa da tigela, o que parece denotar que uma experiência de fazê-lo não as conduz à terra no recipiente ou ao exterior. Quinze minutos mais tarde começou a formar-se uma trilha linear conectando o ninho na terra e o sebo, e vice-versa, bem sob o lugar onde estava o chamariz. Algumas das formigas da trilha na borda da tigela paravam diante da isca, subiam nela, ou, em vez disso, agitavam as antenas para ela, giravam, fazendo um desvio e retomando a trilha adiante.

Uma hora e quinze minutos depois da colocação do sebo a situação continuava a mesma: pausa das formigas da trilha inicial ante o chamariz, subida nele por parte de algumas e desvios e retomada da trilha adiante por parte de outras, para as quais a trilha parecia uma fixação. Mas havia agora um número bem menor de formigas em marcha por essa trilha.

Após 5h10 desde a colocação da isca, havia apenas 01 formiga a fazer o percurso na borda e também 01 só sobre o sebo, quando pela manhã havia um número estimado de 60 a 100 formigas na trilha circular. Portanto, haviam-se livrado da armadilha de uma trilha sem destino. Deviam ter voltado à terra da tigela, já que não havia nenhuma na parede externa desta.

Numa outra ocasião, vi uma trilha de formigas *Solenopsis saevissima* semelhante à acima considerada em um vaso cerâmico em que eu havia plantado alguns bulbos de uma planta ornamental. Parece que as formigas, que só vi na manhã seguinte, tinham vindo com a terra usada para encher o vaso, terra esta retirada de um canteiro onde eu havia enterrado lixo doméstico para adubar a terra. Já não lembro se iam todas em uma só direção ou em ambas, na borda superior do vaso.

Tentei interromper essa trilha e, em parte, consegui, após remover um pequeno trecho da terra que recobria toda a borda desse vaso. As formigas em parte persistiam, após hesitar ou pausar, mas uma parte delas entrou por furinhos na terra, certamente praticados pelas próprias formigas, junto aos bulbos semienterrados.

Mais tarde, tornei a ver trilha similar à da manhã acompanhando a borda superior do vaso. Vi 3 formigas mortas, aparentemente lançadas do vaso sobre o prato em que ele se apoiava. Talvez uma trilha desse tipo possa interromper-se espontaneamente depois de algum tempo, mas não

persisti na observação para sabê-lo. Ao invés, retirei as formigas dessa trilha uma a uma e soltei-as no canteiro de onde retirara a terra.

Como as 2 trilhas ininterruptas vistas nessa espécie de formigas se formaram nas bordas superiores e não nas paredes da tigela plástica e do vaso de cerâmica, presumo ser possível que o fizessem devido a condições especiais oferecidas por essas bordas: além de oferecerem uma trajetória ininterrupta, circular, elas eram a única parte disponível desses recipientes que permitia às formigas andarem em pé, e fazerem-no sobre uma superfície estreita que se assemelhava, em estreiteza, ao rastro linear que as formigas de uma trilha aparentemente depositam num piso continuamente enquanto se deslocam.

- *Observação 54 – Sobre uma trilha que formava uma circunferência nítida em* Labidus coecus *Latreille*

Numa dada manhã de outono, quando já me preparava para deixar um sítio com a família, o caseiro me chamou para ver "uma coisa interessante". Abriu a porta de um barracão de madeira com piso de terra batida onde vi, a 30 cm da porta, uma trilha que formava uma circunferência perfeita, inclusive quanto ao que respeitava à distância de seu ponto central, determinando um raio aproximado de 10 cm. A trilha era formada por uma quantidade de operárias que estimei em, pelo menos, uns 200 indivíduos de tamanhos variados, inclusive um grande "soldado" de cor negra duas vezes maior que as formigas de tamanho médio, "soldado" esse que o caseiro, em sua simplicidade, afirmou "comandar" o cortejo. As operárias executavam uma marcha acelerada perfeitamente sintonizada e uniforme, todas, sem exceção, em sentido anti-horário. A Figura 78 ilustra aproximadamente a aparência da trilha em questão.

Era uma trilha regular redundante e destituída de objetivo na qual as formigas me pareciam ter caído vítimas do próprio instinto ou, mais exatamente, de seu grande apego ao rastro olfativo que subjaz às trilhas. Penso que, como chovera abundantemente durante a noite, esse bando de formigas deveria ter-se perdido e isolado por causa da dissolução do rastro olfativo que lhes permitiria reabsorção na coluna estabelecida pelo grosso da colônia. Alguma operária mais à frente deve ter andado em roda, ao que suponho, deixando um rastro olfativo que teria sido seguido por outras e captado com o tempo o conjunto de formigas que estivesse

isolado das demais do bando. Mas eu não saberia explicar como o rastro do bando maior sumiu, pois a roda viva formou-se no chão do barracão onde não chovera. Contudo, não posso excluir a possibilidade da água da chuva ter atingido as proximidades da porta em algum momento e apenas umedecido a terra do piso onde estavam as formigas mais adiantadas, que ficaram isoladas.

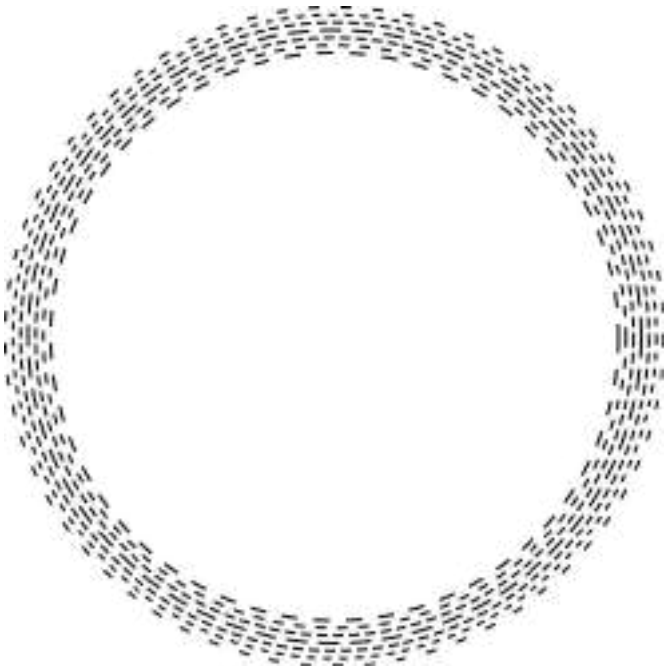


Figura 78: Representação aproximada de uma trilha de *Labidus coecus* em forma de um anel.

Legenda:
Pontos e traços: formigas em marcha.

A largura do anel formado pelas formigas nessa roda viva variava de momento a momento entre 1 a 1,5 cm, mas o centro dele não se deslocava: sinal de que o rastro delas provia a orientação da marcha, talvez não unicamente, mas combinado com alguma pressão proporcionada pela massa de formigas, daí a variação na largura da trilha. A velocidade na trilha era a mesma para todas as operárias, o que causava um efeito impressionante de estabilidade proporcionada por uma coisa móvel. O espessamento e adelgaçamento do anel se fazia pela deformação da borda externa,

antes que da interna, do anel. Como um meio pensado para tentar desfazer o círculo vicioso da trilha, eu pus um objeto secante sobre ela: um pedaço de sabugo de milho. Houve um refluxo, após um amontoamento de formigas que chegavam à região e, entre essas, a chegada do "soldado" reputado pelo caseiro como líder do "batalhão", "soldado" esse que, após virar de um lado e outro, voltou no sentido oposto sem que as formigas o seguissem. Na verdade, várias formigas, independentemente, passaram a caminhar no sentido oposto, mas só um terço do caminho, e logo voltavam a andar na direção das demais que topavam no caminho.

Pus o sabugo mais duas vezes secantemente a uma parte do anel, sempre provocando uma aglomeração, retorno parcial e novamente andar no sentido anti-horário do anel. Também coloquei uma pedrinha bem no centro do anel. Por 10 min que se seguiram, nenhum milímetro de desvio no movimento das formigas foi observado na trilha.

A circunferência formada pelas operárias era perfeita, pelo menos em sua parte interna. De vez em quando uma ou outra formiga saía 2 ou 3 cm para fora do anel, mas logo voltava a ele. Nos arredores, até 1m de distância, vi algumas operárias isoladas andando a esmo, provavelmente remanescentes da corrente migratória principal. Seu andar era bem mais lento que o verificado no anel. Apanhei duas dessas formigas isoladas e as pus entre 2 a 3 cm do anel. Primeiramente caminharam a esmo, mas logo integraram-se à coluna e ali, não mais eram distinguidas, por sua velocidade, das demais.

A velocidade apresentada pelas formigas da trilha era uniforme, em geral, como já dito, e acelerada, animada, como a que se observa num "*raid*" usual. O espetáculo causou admiração também em minha mulher e na mulher do caseiro. Esta exclamou que as formigas pareciam brincar de pega-pega num carrossel.

O que observei nesta trilha, como também na precedentemente relatada, fez-me temer pelo destino das formigas à medida que se tornassem esgotadas e depauperadas. No entanto, nem eu nem o caseiro pudemos esperar para ver o que sucederia quando isso acontecesse.

Acredito que esta observação e a precedente mostram que uma trilha nem sempre traz apenas benefícios para as formigas, e que, algumas vezes, certamente raras, pode ser-lhes prejudicial.

Capítulo V

Miscelânea

1 Conteúdo do presente capítulo

No presente capítulo relato, em tópicos diversos, observações que realizei sobre temas, questões ou problemas variados – nem sempre referentes apenas a *Paratrechina fulva* Mayr, 1862 – como mudança de ninho, sensibilização do comportamento, existência ou não de motivação cognitiva no comportamento de formigas, comportamentos ineficientes, vieses de comportamento, alguns usos de labirintos elevados, emprego de referenciais externos e de representação espacial interna na orientação, indução de propósitos, fatores de experiência na determinação de pugna e fuga e reações de algumas outras espécies de formigas regionais a companheiras esmagadas.

2 Comportamento de *Camponotus crassus* Mayr, 1862, na mudança de ninho

Esta espécie de formigas da subfamília dos formicíneos é constituída por indivíduos de aparência atarracada ou encurtada, de cor cinza escuro, com operárias de tamanhos que variam de 3 mm a 1 cm, que vivem principalmente de excreções de afídeos, coccídeos, homópteros, etc, mas que também apreciam frutas. São formigas encontradas comumente em locais arbóreos, jardins e pomares, nidificando comumente em troncos e galhos ocos e em ninhos subterrâneos, mas também, em zonas urbanas, sob telhas e em fendas em pisos e paredes exteriores. São formigas dotadas

de hábitos diurnos e de boa visão. Notei, por exemplo, que podem caminhar isoladamente em pisos amplos e abertos sem seguir qualquer apoio material e que, geralmente, só fazem trilhas ou colunas que normalmente são duradouras, ou até permanentes, rumo a plantas com os insetos sugadores de seiva que essas formigas pastoreiam, mais por serem as rotas que as levam até elas permanentes do que por necessidade de orientação. Sua boa visão pode ser testada facilmente movendo-se perto delas ou aproximando-lhes a mão quando estão a caminhar em algum ramo de árvore ou cipó: as formigas geralmente param, depois de caminhar rapidamente para o lado oposto do ramo ou cipó, recurvam o abdome entre as pernas e sob o tórax, apontando as antenas esticadas em V para o intruso, na postura típica em que, enfrentando formigas rivais, lançam-lhes ácido desde o extremo do gastro. A observação que relato a seguir foi relativa ao comportamento exibido por formigas dessa espécie num episódio de mudança de ninho, comportamento esse, por sinal, semelhante ao mostrado por formigas *P. fulva* de ninhos artificiais, mas em mais pormenor.

- *Observação 55 – Comportamento encontrado em operárias de Camponotus crassus no curso de um episódio de mudança forçada de ninho*

Certa tarde ensolarada foi feita uma fogueira no quintal de uma casa vizinha à casa em que eu morava. A fogueira foi feita com folhas e galhos cortados de um pessegueiro e madeira velha próxima de uma porta descartada de garagem, de folhas-de-flandres onduladas que servia de divisa entre nossos quintais. A fogueira produzia intensa fumaça. A partir de um certo momento notei que passara a haver agrupamentos compactos de formigas *C. crassus* do nosso lado nessa porta. Eram 6 aglomerados, todos nas depressões formadas pelas ondulações dessa porta, nenhum em suas partes convexas. Quando com um bom número de formigas – até 15, contadas no maior dos aglomerados – as formigas agrupadas ficavam com as cabeças voltadas umas para as outras. Se eram só 2 operárias, podiam ficar assim ou, então, lado a lado. Ficavam imóveis, às vezes completamente, outras vezes com algum movimento das antenas. Um bom número delas segurava larvas, pupas ou grumos de ovos. Essas formigas só se agitavam e tornavam a agrupar-se quando imersas numa baforada de fumaça.

Por toda parte, em volta, por alguns metros, muitas formigas andavam a esmo, ou corriam, às vezes oscilando à esquerda e à direita. Estacavam de preferência ante orifícios no piso, em gretas neste e em fendas

nos blocos de cimento que formavam o alicerce de um muro baixo de divisa sobre os quais se assentava o portão de folhas-de-flandres. Procuravam, aparentemente, uma nova locação para o ninho. De vez em quando, em suas andanças, iam até os aglomerados de companheiras, onde trocavam golpes de antenas com algumas, limpavam as antenas e as patas e tornavam a ir-se; uma vez ou outra, topavam com uma companheira que segurava uma larva, tentavam abocanhar esta, mas sem energia, no que eram obstadas pela primeira, que não entregava sua carga.

Isso ficou assim, com os grupos dispersando-se por um momento com a fumaça e reagrupando-se em grupos de 5 a 8 formigas por uma área das folhas-de-flandres de aproximadamente 40 cm X 40 cm. Lá para as tantas, notei uma formiga que saía de uma greta junto ao muro onde se assentava uma folha-de-flandres; ali havia, andando em roda e às vezes penetrando na greta, 4 outras formigas. A formiga mencionada saiu com aparente decisão, a julgar pela grande velocidade, bater das antenas e pouca irregularidade de sua trajetória ao longo de uma grande linha na extremidade de uma das folhas-de-flandres. Acompanhei-a porque me parecia claro que se tratava de uma formiga que havia descoberto um local apropriado para um novo ninho. Com efeito, ela rumou para dentro da folha em certa altura de seu percurso, correndo com muita oscilação na marcha até um aglomerado de companheiras, entrou com ímpeto no meio delas, agarrou com as mandíbulas uma larva segura por uma das companheiras e, com um puxão, arrastou a ambas. A outra largou então a larva. A arrebatadora marchou, decidida, até a borda da folha, foi para a greta e entrou nela com a larva.

Vi-a voltar como na primeira vez, ir até um segundo agrupamento, puxar com força uma larva segura por uma companheira, que não largou a larva; a primeira, então, puxou por 0,5 cm apenas, em direção à borda da folha, uma outra formiga agarrada pelas mandíbulas, largou-a, apanhou um grumo de ovos com um safanão, encontrou resistência por parte da formiga que o segurava, deu novo empuxo, com o qual o grumo foi solto e acabou sendo levado para dentro da greta. E assim essa formiga procedeu outras vezes. Depois disso percebi que as operárias só entregavam a carga que seguravam caso lha arrebatassem com força e decisão.

Tendo entregue a carga, a formiga rendida saía em qualquer direção, limpava as antenas ou dava uns passos na direção de companheiras, diante das quais realizava "saltos nervosos" ou "arremessos de corpo"

(repelões?), e ia em qualquer direção, volteava ou caminhava até a borda da folha-de-flandres e lá punha-se a descer, parece que em busca de nova carga, ou de novo local para o ninho, ou do rastro da arrebatadora, não sei exatamente. Vi isso várias vezes. As operárias mudantes não carregavam as companheiras, pelo menos enquanto não apanhassem as formas imaturas todas. As outras operárias, já livres da carga, passavam a andar e acabavam achando, ao que me parecia, um local onde presumivelmente estava depositado um rastro mais perceptível deixado pelas arrebatadoras, pois dali terminavam atingindo o novo local escolhido para ninho. Depois, podia acontecer que elas próprias saíssem em direção à borda da folha, a arrebatar ovos, larvas e pupas seguradas por outras operárias.

3 Sobre sensibilização do comportamento

Neste tópico, procurei verificar se, associando uma dada substância a formigas esmagadas numa trilha, as quais, como se sabe, provocam dramáticas modificações no comportamento das companheiras vivas, a substância em questão adquiriria, ao menos temporariamente, maior poder de causar modificações de comportamento do que quando assim não associada – um fenômeno denominado "sensibilização do comportamento" em Psicologia. Relato, a seguir, uma observação realizada para a verificação mencionada.

- *Observação 56 – Uma observação acerca da possibilidade de sensibilização do comportamento dito de alarme em formigas* Paratrechina fulva

Utilizei para esta observação uma trilha formada num piso de cacos de cerâmica junto à aresta por ele formada com uma parede. Essa trilha conectava, numa extensão aproximada de 2 metros, a abertura para o exterior de um ninho de formigas *P. fulva* nesse piso com uma mecha de algodão com água e açúcar. A observação constituiu-se de 3 fases sucessivas, a saber: 1) Logo depois de efetuar o esmagamento de algumas formigas sobre um ponto da trilha, a observação das modificações de comportamento provocadas por uma mecha de algodão hidrófilo embebida em água sanitária (um produto para limpeza doméstica com 10 % de cloro em sua composição) colocada pouco tempo antes noutro ponto junto à trilha; 2) colocação, contiguamente às formigas esmagadas, de uma mecha com querosene – uma substância sabidamente aversiva para as formigas – e nova

observação das modificações de comportamento verificadas na passagem das formigas provenientes dessas 2 alterações conjuntas pela mecha isolada com água sanitária; o objetivo dessa segunda observação era verificar se uma alteração associada às formigas esmagadas por si só alteraria as modificações de comportamento provocadas pela alteração representada pela mecha com água sanitária, de diferente natureza; e 3) finalmente, a colocação, contiguamente às formigas esmagadas, e substituindo a mecha com querosene, de outra mecha de algodão hidrófilo com água sanitária, igual à anteriormente colocada, e nova observação das modificações de comportamento provocadas por essa associação na passagem por esta última.

Primeira fase

Numa noite de fim de outono, sob iluminação elétrica, coloquei uma mecha de algodão embebida em água sanitária bem no meio da trilha, isto é, a cerca de 1m da abertura do ninho e a 1m da isca. A Figura 79 ilustra essa fase da observação. A mecha foi colocada a cerca de 2cm da aresta formada pelo piso com a parede e a cerca de 1,5cm ou pouco mais da trilha.



Figura 79: Representação aproximada da situação encontrada na Observação 58.

Legenda:
N: ninho.
I: isca.
MA: mecha de algodão com água sanitária.

Notei que havia, por parte das formigas que passavam pela mecha junto à aresta do piso com a parede, alguma hesitação e alguma leve ondulação naquelas que caminhavam para o ninho (*fn.s*), e, nas da direção oposta (*fi.s*), menos. Algumas dentre estas até paravam brevemente, após ultrapassar a mecha, e viravam-se em sua direção para "farejá-la". Em 5 min já era difícil observar modificações no comportamento das formigas, ou eram, pelo menos, em menor número e de menor intensidade. Lavei as mãos com água e sabão e esmaguei três fulvas,a mais ou menos 30 cm da mecha, em direção à isca e a 2 cm da trilha. O esmagamento provocou,

à sua volta, retornos, acelerações intensas, marcha ondulante, hesitações – enfim, as dramáticas modificações de comportamento conhecidas. A trilha esmoreceu e aparentava desaparecer por uns momentos, mas logo vieram outras formigas ao longe. Sentei-me ao chão entre 50 a 70 cm da trilha e passei a registrar o comportamento das *fn.*s que passavam pela mecha com água sanitária. Depois de 18 min, a passagem pelas mortas, tanto das *fn.s* quanto das *fi.s*, era já bem menos perturbada do que no começo da observação. O registro durou ao todo 25 min. Os resultados desse registro são apresentados na coluna A da Tabela 14.

Segunda fase

Imediatamente após terminado o registro mencionado, coloquei uma mecha embebida em querosene junto às formigas esmagadas do lado em que estavam a mecha com água sanitária e a isca. A mecha tinha 1 cm de diâmetro e foi posta a começar de uma distância de uns 3 mm das mortas aglomeradas. A Figura 80 ilustra a situação criada. Estabelecida esta, passei a registrar as modificações de comportamento apresentadas pelas *fn.*s nos momentos em que se deparavam com a mecha com água sanitária depois de já haverem passado pelo conjunto formado pelas mortas com a mecha de querosene. Esse registro durou 23 min. Seus resultados são apresentados na coluna B da Tabela 14.



Figura 80: Representação aproximada da situação encontrada na 2ª fase da Observação 59.

Legenda:
N: ninho.
I: isca.
MA: mecha de algodão com água sanitária.
E+Q: Formigas esmagadas e mecha com querosene ao lado.

Terceira fase

Terminado o registro acima, removi a mecha de querosene junto às mortas. Ficou no local uma manchinha de querosene, que foi evaporando. Notei que absolutamente nada mudou no comportamento junto à

mecha com água sanitária por parte das formigas que passavam pelas mortas já sem o querosene contíguo. Terminado o registro anterior, coloquei nova mecha de algodão com água sanitária na mesma posição da mecha retirada de querosene e também a cerca de 3 mm das mortas. A Figura 82 ilustra a nova situação obtida. Efetuei, em seguida, o registro do comportamento apresentado pelas *fn*.s que passavam pelo conjunto formado pela nova mecha com água sanitária e as formigas esmagadas ao se depararem com a mecha isolada com água sanitária. Esse registro durou 17 min e foi encerrado no momento em que uma formiga *Solenopsis saevissima* foi apanhada por algumas fulvas sobre a trilha e começou uma aglomeração entre elas. A interrupção dos registros foi efetuada por receio de que esses acontecimentos influenciassem os fenômenos que vinham sendo anotados.



Figura 81: Representação aproximada da situação encontrada na 3ª. fase.

da Observação 58

Legenda:
Linha interrompida: trilha
N: ninho.
I: isca.
MA: mecha de algodão com água sanitária.
E+A: Formigas esmagadas tendo ao lado mecha com água sanitária.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos, expressos em porcentagens de formigas com uma dada categoria de comportamento, estão reunidos, para as 3 fases desta observação, denominadas respectivamente Fase A, Fase B e Fase C, na Tabela 14.

Categorias de comportamento	FASE A N° de formigas: 72	FASE B N° de formigas: 114	FASE C Nº de formigas: 62
Sem modificações	42,7 %	53,5 %	27,4 %
Com pausa	2,7 %	6,1%	6,5
Com aceleração	14,7 %	2,7 %	3,2 %
Com hesitação	26,7 %	29,8 %	43,5 %

Categorias de comportamento	FASE A N° de formigas: 72	FASE B N° de formigas: 114	FASE C Nº de formigas: 62
Com ondulação	6,7 %	3,5 %	16,5 %
Com repelão	8,0 %	4,4 %	3,2%

Tabela 14: Porcentagens de formigas em marcha da isca para o ninho que apresentaram cada uma das categorias de comportamento registradas em sua passagem por uma mecha isolada com água sanitária em cada uma de três fases sucessivas, a saber:

Fase A: passagem apenas pela mecha isolada com água sanitária;
Fase B: passagem pela mecha em A após haverem passado por uma mecha com querosene colada aos corpos esmagados de 3 formigas da colônia; e
Fase C: passagem pela mecha em A depois de haverem passado por uma mecha com água sanitária colada aos corpos esmagados referidos acima.

Discussão dos resultados desta observação.

A porcentagem de formigas com modificações de comportamento é significativamente maior entre as formigas da fase C do que nas das 2 outras fases, A e B, o que indica uma significativa sensibilização do comportamento desses insetos para com a água sanitária isolada quando as formigas se deparam com ela depois de haverem passado pela alteração representada por companheiras esmagadas associadas com essa mesma substância do que depois de haverem passado apenas por estas últimas, quer isoladamente, quer associadas a querosene. Essa conclusão somente parece contraditada no caso de 2 das 6 modificações de comportamento registradas – acelerações e repelões. Acredito que isso aconteceu por causa do extraordinário aumento havido na porcentagem das hesitações havidas na fase C com relação às havidas nas 2 outras fases. Isso porque uma hesitação envolve uma breve parada, que é incompatível com uma aceleração na marcha e também com um repelão, que envolve um avanço e um recuo abruptos do corpo da formiga que o executa.

Os psicólogos, segundo Sato (1955), não consideram aprendizagem a sensibilização devido à sua curta duração. Como um fato, se o fosse, seria o caso do que se convencionou chamar de "*one trial learning*", um fenômeno de aprendizagem que ocorreria independentemente, senão da lei do efeito ou reforço, ao menos da do exercício ou repetição. Ela não envolve uma associação de um estímulo com uma resposta, mas de um estímulo com outro. Não me parece essa associação depender meramente da contiguidade de um estímulo com outro, mas de algo mais: coincidência no tempo de surgimento e similaridade em algum aspecto – no caso, de

constituírem ambos uma estimulação repentinamente encontrada e de natureza olfativa. De fato, há que explicar porque a associação se deu entre os 2 estímulos ou situações citados, e não das formigas esmagadas com a parede ou com a trilha com que elas também se apresentaram contíguas. Penso também que se trataria de uma sensibilização algo como uma rua habitualmente atravessada por nós e sempre tranquila adquirir de certo dia em diante o poder de gerar em nós uma conotação desagradável e infundir-nos algum temor em atravessá-la por havermos uma vez presenciado nela um atropelamento fatal. E o fato de esse poder ser de mais longa duração do que o observado em animais parece-me dever-se ao fato de termos memória mais duradoura e sermos mais socialmente solidários que estes últimos.

Sensibilização e habituação são geralmente considerados fenômenos opostos. A habituação é frequentemente considerada uma aprendizagem de não responder a um estímulo ou situação que não traz consequência ou reforço para o agente. Contrariamente a essa opinião, mostrei que ela não envolve deixar de responder a algo, mas um passar a responder a esse algo de maneira diferente: um ajustar-se à presença desse algo não mais como alteração súbita de uma situação de comportamento, mas como parte integrante dela, mostrado pelo fato de que ela, após poucas exposições, já não pode deixar de ocorrer sem que novas modificações de comportamento surjam na situação – sinal, a meu ver, de que um registro mnêmico gradual de suas ocorrências foi processado pelo animal, o que lhe permite reintegrar sua presença à vista dos elementos ou circunstâncias que a antecedem, e preparar-se para ela. E a sensibilização, segundo me parece, embora envolvendo um aumento de certos comportamentos para com um dado estímulo ou situação, possivelmente envolve de alguma forma o mesmo fenômeno primitivo da reintegração.

4 Terá alguma formiga uma motivação cognitiva?

A pergunta acima foi a que me fiz diante dos fatos que encontrei na observação relatada a seguir.

- *Observação 57 – Acerca dos comportamentos apresentados por uma operária* P. fulva *diante de uma troca de lugar de um dado chamariz*

A presente observação, como várias outras que efetuei, teve por cenário um trecho de um piso cimentado entre dois canteiros de um pe-

queno jardim, em uma das casas onde morei. Limitando o piso por um lado havia um muro de alvenaria rebocado e caiado na cor amarela. Nesse muro, rente ao piso cimentado, estava a entrada de um ninho já referido de formigas *Paratrechina (Nylanderia) fulva* Mayr, representada por uma cavidade no reboco e nos tijolos do muro junto a 1 de 2 filetes abaulados de concreto de 5 cm de espessura e 1 cm de altura que dividiam o piso de 2 canteiros de jardim. No muro encontrava-se também uma torneira, a uns 60 cm do chão, a qual teria alguma importância no relato a seguir.

Pus, nesse piso, forrando-o parcialmente, um pedaço retangular de papelão com um de seus vértices contra o muro, sob a torneira. Sobre o papelão coloquei 2 chamarizes – constituídos por 2 mechas de algodão embebidas em solução de água e açúcar – a, aproximadamente, 15 cm do vértice do papelão próximo da parede, uma de cada lado do cartão. Uma das mechas tinha concentração de açúcar duas vezes maior que a outra. A Figura 80 ilustra a situação.

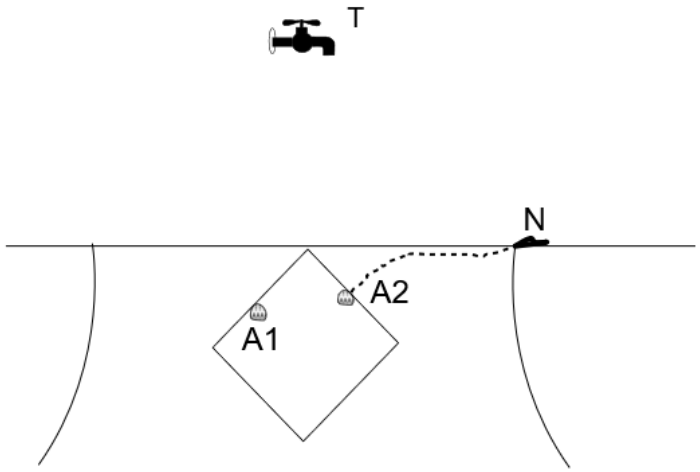


Figura 82: Representação da situação estabelecida na presente observação.
Legenda:
Linha interrompida: trilha
N: ninho.
A1 e A2: atrativos (mecha de algodão com água e açúcar) com concentração simples e dupla, respectivamente.

Transportei algumas operárias que perambulavam pelo piso para os atrativos e marquei-as com um pincel embebido em tinta branca para

calçados enquanto ingeriam a solução açucarada. Queria ver se, como dissera Maeterlinck em um de seus escritos, as formigas do ninho viriam posteriormente para a mecha de dupla concentração em quantidade duas vezes maior do que as que vinham para a mecha de concentração simples.

Começou a haver, em breve, certa aglomeração de fulvas no local de entrada do ninho. O que consegui, após meia hora, foi só ver que uma das formigas marcadas sempre vinha para o atrativo de dupla concentração. Saía deste, cada vez, com o gáster visivelmente dilatado, para o ninho, onde entrava. Dentro de 35 a 45s voltava, magra, do ninho, certamente por já haver regurgitado a solução ingerida para companheiras no interior do ninho. Vinha, por vezes, seguida de perto por mais uma ou duas fulvas, e rumava para o incentivo, sem que essas outras conseguissem acompanhá-la por mais que uns poucos centímetros. O comportamento dessa pioneira era nítido: chegava, galgava a mecha e ficava parada, a sugar a solução açucarada até ter seu abdome inflado, quando então retornava ao ninho.

Num dado momento, fiz o seguinte: antes que a formiga chegasse outra vez, troquei o atrativo de dupla concentração pelo de concentração simples, isto é, pela outra mecha de algodão, igual em tudo, menos na concentração de açúcar.

A formiga chegou, subiu à mecha, mas logo começou a andar por ela, "farejando", às vezes, para o alto. Por fim, sugou a mecha e foi embora. Na segunda vez após a troca, tornou a escalar o chamariz menos concentrado, andou sobre ele, desceu ao papelão e lá andou até 15 cm distante do local do chamariz, de lá para cá, "farejando" o ar, como que "procurando" algo.

Comento a propósito desta parte da observação o seguinte. Primeiro, que esses comportamentos da formiga descobridora do incentivo evocam-me o fenômeno que Tolman (1932) denominava "expectativa de recompensa" ("reward expectancy"), cujo exemplo clássico havia sido oferecido originalmente por Tinklepaugh num estudo com chimpanzés. Esse autor investigava a capacidade que o animal tinha para executar uma reação retardada ("delayed reaction") – a capacidade de reter sob rédeas, por assim dizer, uma ação já iniciada, depois de um intervalo de tempo em que era impedido de executá-la. A reação retardada era utilizada por psicólogos das primeiras décadas do século XX como uma forma de estudar a memória e verificar a existência de processos simbólicos em animais. Na observação original de Tinklepaugh, o autor dispunha em torno de um chimpanzé uma fileira de tigelas com a abertura voltada para o solo e colo-

cava, à vista do animal, sob uma das tigelas somente, uma fruta apetecida. Após algum tempo, que variava de segundos a minutos, dependendo do ensaio, soltava o animal e observava se ele se dirigia ao recipiente correto. Num dos ensaios, porém, o autor substituía, às escondidas do macaco, a fruta que havia sido colocada sob a tigela por uma folha de alface, que já se sabia ser menos apetecida que a fruta, e podia observar como, ao retirá-la da tigela, o macaco deixava pender o braço, abrindo a mão, soltando a verdura, com ar aparentemente decepcionado.

Os fatos que relatei acima sobre a formiga não precisam, evidentemente, indicar para ela as mesmas capacidades intelectivas que as possuídas pelo chimpanzé, dada a enorme diferença de complexidade do sistema nervoso das duas espécies. Provavelmente, não precisam nem mesmo indicar alguma capacidade intelectivas por parte da formiga. No entanto, eles me sugerem que a formiga em questão, em suas várias sortidas do ninho, já havia sido marcada pelas características do incentivo, e que, de alguma forma, em cada vinda, se pré-lançava para elas, ou, pelo menos, revelava haver-se pré-ajustado a elas, tanto que parecia "estranhar" o atrativo mudado e, numa dada instância, dir-se-ia rejeitá-lo e executar o que aparentava ser uma procura do incentivo habitual, trocado.

Em segundo lugar, parece-me também merecer atenção o fato de outras formigas terem sido por mim transportadas aos atrativos e, no entanto, não terem retornado a eles nem ter dado origem a alguma trilha. Mas esse fato é, dir-se-ia, compreensível: não tendo elas próprias descoberto os alvos, não admira que não pudessem a eles voltar, posteriormente. Já o fato de algumas outras formigas não conseguirem, apesar de seu empenho, acompanhar a descobridora pelo interior do papelão, parece menos compreensível. De fato, nos arredores do ninho, como já mencionei, verifiquei, em outras ocasiões, que era comum que operárias alertadas por uma formiga descobridora logo fossem ter ao alimento descoberto, quer por seguirem a descobridora em suas viagens ao atrativo, quer por rastrearem-lhe as pegadas. Seria a dificuldade mencionada devida à inexperiência das formigas com o papelão, em cujo interior pareciam hesitar em se aventurar? Ou teria a superfície desse papelão a propriedade de absorver ou mascarar o odor do rastro ou das pegadas da descobridora do alimento? De outro lado, por que não depositara esta, com a ponta do gastro, deliberadamente, um rastro mais forte indicativo da descoberta para servir de orientação às companheiras, como em outras circunstâncias por vezes se vê uma descobridora fazer? Seria por estar o incentivo relativamente próximo ao ninho?

Certamente, como o leitor notará, minhas observações despertarão mais questões que eu não consigo responder do que o contrário, o que, sem dúvida, decorre em grande parte da própria natureza precária que terá qualquer interpretação dos fatos contidos nessas observações. Isso, para não falar de certa arbitrariedade da seleção mesma dos fatos a relatar, já que acontecimentos diversos dos mencionados – por exemplo, os trejeitos e pequenos trajetos feitos por outras formigas, perto ou longe do ninho, os movimentos dirigidos de uma para outra em encontros recíprocos, suas paradas e retomadas de marcha, etc. – poderiam, certamente, ser escolhidos para relatar. Sendo as coisas assim, entende-se porque eu apreciaria muito que se tivesse em conta neste trabalho o conjunto das observações, antes que cada observação separadamente, e para que – um pedido certamente desnecessário – procure o leitor formar sua própria opinião em cada caso.

Numa segunda parte da observação, pus, sobre a torneira, a mecha de concentração dupla. Um pouco mais tarde, esperei que a fulva marcada, que continuava a visitar o chamariz de concentração simples que substituíra o chamariz de concentração dupla sobre o cartão, subisse ao atrativo novamente. Em seguida, transportei este, com a formiga, para sobre o chamariz de concentração dupla que estava sobre a torneira, no muro. Queria ver o que a formiga faria depois que saísse do chamariz.

Ao sair, a formiga foi, pela parede, para o alto e para a direita; depois, desceu, passando à esquerda da torneira, continuando a descer obliquamente e, não, verticalmente, para o chão, em direção ao primeiro canteiro e afastando-se do ninho. Quando chegou ao piso cimentado, topou com uma companheira e deteve-se com ela regurgitando a solução ingerida em meio a toques de antenas. Depois, já bem mais magra, passou a galgar novamente o muro, com muitos erros no percurso, enquanto a receptora da regurgitação foi para o ninho. A doadora, após chegar novamente à mecha de concentração simples, que encimava a mecha dupla, voltou a sugá-la, saiu, andou pela parede, voltou a descer ao piso e, ao passar por umas 4 formigas, deixou-as aparentemente excitadas (isto é, com agitação das antenas, em provável solicitação de regurgitação), mas não parou. Ia de volta ao ninho, mas, ao passar pelo local onde, antes, costumeiramente, abandonava a aresta do piso com o muro para ir ao atrativo sobre o papelão, fez isso novamente.

Adentrou o papelão, percorreu-o até o local onde, anteriormente à minha intervenção, visitava regularmente o incentivo de concentra-

ção simples que substituíra o primitivo, de concentração dupla, local esse que, agora, só se reconhecia pela umidade deixada pelo incentivo retirado. Andou pelo lugar e por parte do papelão a esmo, até 12 a 15 cm além, "farejando" o ar, e retornou ao local do incentivo retirado. Após, saiu rumo ao muro e passou a subir pela faixa rugosa da alvenaria, por onde já estavam transitando algumas fulvas, e foi de novo em direção à torneira, ao atrativo simples, ali depositado sobre o atrativo de concentração dupla, que não chegara a encontrar sobre a torneira. Perambulou pela isca de concentração simples e um pouco acima, sem tornar a ingerir da solução açucarada, antes de tornar a descer e ir para o ninho. Parece-me um tanto estranho, mas não despropositado, tendo em mente o sistema nervoso relativamente simples de uma formiga, quando considerado em relação ao de algum mamífero, perguntar: não seriam acaso reveladores de uma motivação cognitiva os comportamentos verificados nessa formiga?

5 Alguns exemplos de comportamentos nada eficientes em *Paratrechina fulva*

Depois do tópico precedente, que, ao parecer, supõe a possibilidade de existência de alguma complexidade cognitiva por trás de certos comportamentos de operárias de *P. fulva*, parece-me justo apresentar também o caso de alguns atos que sugerem, em contraposição, certa estupidez ou, pelo menos, falta de plasticidade nesse inseto. A seguir, relato 3 observações a respeito de tais atos.

- *Observação 58 – Sobre um transporte praticamente interminável de resíduos resultantes da predação de uma barata por parte de uma operária*

Encontrei, certa manhã, uma trilha de dezenas de fulvas que saíam de uma estreita fenda entre 2 azulejos numa parede ao lado de uma pia de cozinha e dirigiam-se a uma baratinha nova e gorducha, ainda sem asas, que estava sendo predada no piso de ladrilhos cerca de 1,5 m abaixo. Eu nunca havia notado formigas saindo desse local, mas, como as formigas frequentemente transitam a coberto, não me admiraria se estas e as do banheiro ou de um ninho num batente fossem da mesma colônia. Outras, ainda, desciam para a barata pelo armário da pia, vindas da mesma parede de azulejo no canto oposto.

O fato a relatar aqui foi que vi uma operária a carregar entre as mandíbulas um pedaço da barata, escuro, quase preto, que era uma bolinha de uns 2 ou 2,5 mm de diâmetro. Já encontrei a formiga fazendo a descida rumo à isca em vez de ao ninho. Vi-a chegar, ainda na parede, a uns 8 cm da barata, e retornar. Depois foi à fenda estreita que constituía a abertura do ninho para o exterior, onde fazia o seguinte: com a bolinha presa entre as mandíbulas, mas a ultrapassar-lhe a altura de sua cabeça, ia de frente empurrando a carga contra a fenda estreita. Com as patas médias e frontais na beira da fenda horizontal e reta, forçava passagem em vão. Formigas às vezes apontavam as antenas dispostas em V no interior da fenda, agitando-as de cima a baixo. Nenhuma, porém, prendeu a carga desde dentro. A carregadora forçava a passagem aqui e ali na fenda, à esquerda, à direita, às vezes longamente, andava para a direita, onde havia outra fenda em continuidade à primeira, mas fechada, forçava a passagem lá, andava de volta, forçava passagem na entrada do ninho, sempre sem resultado, porque a bolinha mais a altura da formiga não cabiam na fenda. Várias formigas saíam por ali, às vezes quase empurrando a carregadora para fora do caminho, num fluxo rico para a isca.

Um fato interessante foi que essa formiga, após reorientar o corpo, ficou junto à trilha, na direção do chamariz, e percorreu toda a extensão parede abaixo, no geral deslocando-se paralelamente à trilha a 1 mm ao lado dela, que era percorrida por dezenas de outras formigas que não alteravam em nada seu comportamento ao passarem pela carregadora. Esta foi até 0,5 cm da isca e retornou ao ninho, onde novamente se entregou a demoradas manobras de entrada, saiu 5 cm para o alto, circulou pelo local, voltou 5 cm para baixo, na região da entrada do ninho. Numa excursão um pouco mais longa forçou algumas vezes com impulso das patas a pelotinha contra uma fenda bem diferente, mais larga.

Voltou a descer, chegou a uns 9 cm da isca, tornou a subir, repetiu manobras de penetração no ninho, circulou um pouco em volta, tornou a descer. Passou sob a barata, circulou atrás dela a uma distância de até 5 cm, voltou a subir pela parede. Os tempos de comportamentos diferentes eram os junto à isca e ao ninho; pela trilha, limitava-se a andar com a carga, e não diferia, no comportamento, das demais. Vi-a repetir tudo isso mais de uma dezena de vezes. Numa vez, chegou a depositar a bolinha a 1 cm atrás da isca, brevemente, para logo retomá-la nas mandíbulas. Deixei-a, depois, para ver outras coisas.

- *Observação 59 – Transporte conjunto de carga por* P. fulva

Após o relatado acima, vi 2 formigas subirem pela trilha com um pedaço marrom e circular da baratinha. Ele me parecia o clípeo e dir-se-ia untado e brilhante, visto sob lupa (conta-fios de 10 aumentos) e lanterna. Quando uma formiga estava de frente e outra atrás dessa peça circular, prendendo-a com as mandíbulas, a de trás entravava o progresso e era empurrada pela outra. Vi claramente que, sendo o pedaço pequeno, *Paratrechina fulva* não fazia como *Pheidole oxyops*, que se orienta bem de marcha à ré e puxa assim, de fasto, a carga para o ninho, com grande eficiência. *Paratrechina fulva* vai de frente e reorienta-se sempre enquanto não estiver indo de frente para o ninho, com a carga sobre a cabeça e presa às mandíbulas. Notei que uma ou outra, vindas pela trilha, abriam as mandíbulas, o escudo da glossa à meia altura delas, e "mordiam" o pedaço e o empurravam numa direção tal que lhes permitisse ficar com sua frente voltada para o ninho. Isso provocava giros passivos nas companheiras e um resultado geral de irem todas as companheiras e a carga fora de rota, às vezes afastando-se 10 cm ou mais seguidos pela parede, para mais longe do ninho.

Quando estavam só 2 segurando a carga com as mandíbulas, 1 de cada lado, toquei na de costas para o ninho com o conta-fios e ela afastou-se; a outra, com a carga, sozinha, agora, foi indo mais ou menos na direção do ninho; porque a carga era grande para ela, as antenas não podiam ficar uma de cada lado da carga e para a frente, como é usual, daí a marcha ser sempre com erros em relação à rota coletiva. O fato é que repeti isso algumas vezes: tirar a de trás fazia a carga sair do impasse em que estava e progredir na direção do ninho. Tirar a que ia de frente levava a carga a afastar-se do ninho em giros errantes.

Por que este pedaço da barata atraiu "auxílio"? Por causa do tamanho ou de algum atrativo especial? Por que a bolinha na observação anterior não atraiu a mesma "ajuda"? De qualquer forma, o modo quase exclusivo de levar alimento para o ninho, em *P. fulva*, é na forma de líquido ou solução, no interior do papo ou estômago social, para ser regurgitado a companheiras. Dada essa especialização, dir-se-ia não estarem as formigas dessa espécie preparadas para o transporte de alimentos sólidos, sobretudo quando requeressem auxílio mútuo.

Num dado momento, peguei o clípeo da baratinha num palito e depositei-o a uns 4 mm da entrada do ninho, onde ele ficou grudado. De lá, várias formigas ficaram tentando levá-lo para o ninho por cerca de

uma hora, até que fui ver outra coisa e não acompanhei mais o resultado, sendo certo que a carga não cabia no orifício de entrada. Frequentemente a "ajuda" das de fora levava a carga a afastar-se 1 cm ou mais do ninho, por quanto tempo mais não pude dizer porque passei a acompanhar outro episódio, descrito a seguir.

- *Observação 60 – Transporte de uma companheira puxada pela antena como se fora carga*

Agora esta outra cena eu não entendi: vi uma fulva a arrastar outra pela antena. Suas mandíbulas prendiam essa outra na junção do funículo com o escapo. As duas formigas tinham todas as seis patas na parede de azulejo, mas a que arrastava a outra estava mais bem plantada sobre a trilha em direção ao ninho. Empurrava essa outra e, não, puxava. A empurrada firmava as patas, em resistência; estava oblíqua em relação à trilha. No caminho, uma de várias passantes tocou na carregadora, que parece ter afrouxado momentaneamente o aperto, que era grande e com muita força: distendia bastante a antena da outra a ponto de me fazer temer que a rompesse.

A agarrada, nesse momento, escapou e foi em marcha normal para o ninho, 20 cm acima, onde havia outras à porta que não deram sinal de estranhá-la. Certamente, era uma companheira de ninho. Penso que a primeira, a agarradora, fechara as mandíbulas sobre a baratinha apinhada de formigas e apanhara a antena de uma companheira, e que, depois, carregou esta, como se fosse parte da barata, em direção ao ninho. Estava aí uma possibilidade que sugeria que a operária de *P. fulva* fosse por vezes muito obtusa em suas reações: o que apanhava como carga era o que acabava entre suas mandíbulas e devia ir para o ninho independentemente do comportamento que demonstrasse. As antenas da carregadora certamente alcançavam a carregada e apreendiam os odores dela, e nem isso desfazia o engano.

O comportamento posterior da agarradora foi o comum em casos em que a formiga com carga subitamente perde esta: andar 10 cm para cima, outros 10 para baixo, um pouco para os lados, mas sempre tendo como centro das excursões o ponto de perda da carga. Numa excursão maior, chegou até a entrada do ninho, fez meia volta ali e fiquei meia hora a vê-la excursionar pela trilha acima e abaixo uns 15 a 20 cm a partir do ponto de largada. Seria que a agarrada, depois de apanhada, independentemente de suas propriedades, tinha que ser tratada como carga porque a

formiga só atenta para as propriedades do que pega antes de agarrar a carga, e, depois, no transporte, não é mais afetada pelos estímulos dela, carga?

6 Alguns vieses de comportamento das formigas revelados por sua atuação em labirintos elevados

6.1 Viés de manutenção de uma direção geral ou predominante de afastamento quando num percurso realizado exteriormente ao ninho

Uma discordância com uma hipótese aventada por T. C. Schneirla em um escrito em que esse autor discute a aprendizagem da execução em labirintos por formigas e a compara com semelhante execução por parte do rato de laboratório levou-me a realizar algumas observações do comportamento apresentado por formigas em labirintos elevados. Essas observações, algumas das quais são relatadas a seguir, tiveram o propósito de revelar certos vieses no comportamento de formigas cuja origem, se inata ou adquirida, parece-me muito difícil de esclarecer, mas que parecem ter certa importância como instrumentos para tornar esse comportamento adaptativo.

- *Observação 61 – Sobre uma interpretação alternativa à de T. C. Schneirla sobre a existência de um fator postural dinâmico adquirido que seria importante na determinação da aprendizagem de labirintos pela formiga*

T. C. Schneirla, em um de seus artigos (cf. Schneirla, 1960), dizia que as primeiras saídas em um labirinto em que as formigas são postas possibilitam o desenvolvimento de uma tendência de resposta que simplificará a aprendizagem de como lidar com becos sem saída e aprimorar o desempenho nesse dispositivo. Segundo ele, uma sequência de 2 ou 3 viradas seguidas à direita ou à esquerda levariam a formiga – e também o rato, segundo estudo realizado por Witkin – a adquirir uma disposição mecânica pela qual escolheria, de 2 alternativas, uma à esquerda e outra à direita, sair ou continuar por um curvar centrífugo antes que por uma rota que fechasse ou completasse o circuito feito. Essa disposição ou tendência, que Schneirla denominava oscilação centrífuga (“centrifugal swing”), seria um esquema postural dinâmico proveniente da marcha por vários caminhos a influir na direção tomada pelo animal no ponto de divisão que se apresentasse imediatamente depois. Ela passaria a simplificar de modo gradativo o problema da tomada de uma decisão sobre o caminho a seguir

nos pontos de virada e nas entradas de becos sem saída com a sequência dos movimentos realizados.

Observando o labirinto utilizado por Schneirla em seu estudo notei que, das 2 alternativas oferecidas às formigas para continuarem sua progressão, após haverem feito um percurso por assim dizer em caracol ou de um semiquadrado, a que constituía uma rota centrífuga a esse percurso coincidia com a que proporcionava a manutenção da direção mais geral de afastamento do ninho por elas realizado. Em minha opinião, esta última condição e não o fator postulado por Schneirla seria o determinante do caminho tomado. De fato, em minha opinião, seria um contrassenso que a formiga, para chegar a um alimento vinda do ninho, tivesse, por vezes, que regressar um trecho em direção ao ninho, do qual se afastava; igualmente o seria ter que se afastar do ninho como um meio de chegar a ele. Acredito que a seleção natural tenha, no curso de milhões de anos de evolução, dotado as formigas de uma propensão para manter uma direção mais geral de afastamento tanto no caso em que a formiga se dirigisse para longe do ninho em busca de provisões como no em que se dirigisse ao ninho para provisioná-lo. Pensei, então, que uma decisão sobre qual das 2 interpretações aventadas, a de Schneirla e a minha, seria correta no caso, poderia ser verificada com o uso de um labirinto em que as 2 alternativas oferecidas às formigas após o percurso semigiratório efetuado não fossem coincidentes, mas, sim, opostas. Para realizar essa verificação ideei e construí um labirinto, representado na Figura 85, construído com fitas de papelão suspensas por alfinetes e agulhas.

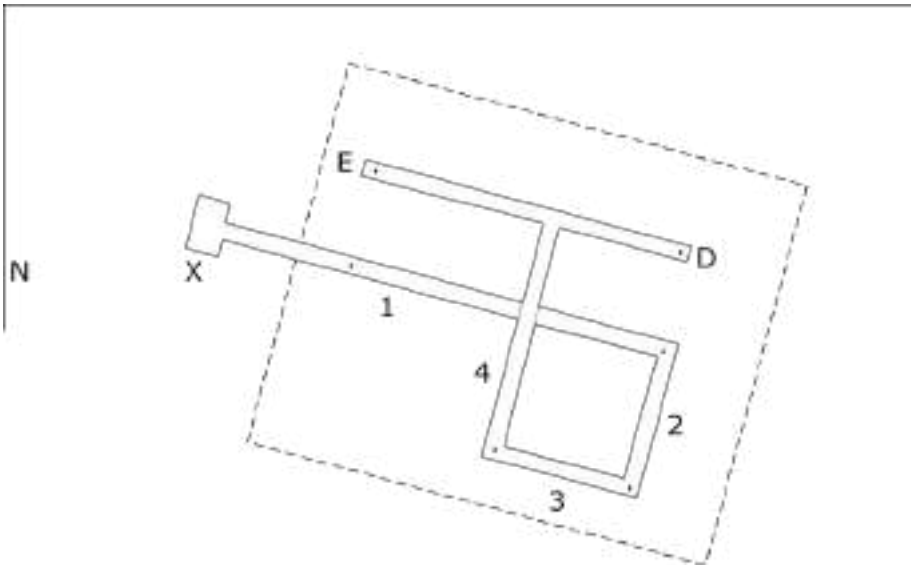


Figura 83: Representação aproximada de um labirinto suspenso que, após um circuito giratório, apresenta 2 saídas em direção a duas iscas (mechas de algodão embebidas em água com açúcar refinado): uma à esquerda, correspondendo à oscilação centrífuga postulada por Schneirla, e outra à direita, correspondendo a um fator de manutenção da direção de afastamento mais geral prevalecente no labirinto.

Legenda:
Linha interrompida: tábua em que fixado, por meio de alfinetes e agulhas, o labirinto.
E e D: braços de um T em cujas extremidades foram colocadas iscas (mechas de algodão com água e açúcar).
X: Entrada para o labirinto, constituído por uma fita de esparadrapo presa ao chão e ao labirinto
1, 2, 3 e 4: segmentos do labirinto. Notar que o segmento 1 passa por sob o segmento nº 4.
Pontos: cabeças de alfinetes ou extremidades de agulhas sobre os quais se apoia o labirinto.
N: ninho de formigas *Paratrechina fulva.*

Esse labirinto foi montado sobre uma tábua de 29 cm de comprimento X 17 cm de largura e construído com tiras de papelão de 1 cm de largura com os seguintes comprimentos em seus vários segmentos: (1), 22 cm., (2) e (3), 8 cm, (4), 10,5 cm. Uma tira de esparadrapo foi utilizada para conectar o piso do aposento (uma cozinha) com o começo do labirinto elevado para permitir a entrada das formigas no dispositivo, entrada essa colocada nas proximidades de um ninho de formigas *P. fulva.* O labirinto como um todo ficou com seu braço ED a poucos centímetros de uma aresta formada pelo piso com uma parede azulejada ao longo do qual as formigas desse ninho costumavam caminhar, mas não o faziam nesse

dia. Nas extremidades desse braço, a E e a D, foram colocadas iscas iguais, constituídas pelas metades de uma mecha de algodão embebida numa solução de água e açúcar refinado.

A altura dos segmentos (3) e (4) relativamente à tábua era de 2,3 cm. Os segmentos (4) e ED formavam um T construído como uma só peça em que o semibraço E se projetava na direção do ninho, em direção centrífuga, e o D na direção oposta, centrípeta. As extremidades desse braço ED estavam suspensas por agulhas a uma altura de 3,5 cm da tábua de modo que o tronco do T passasse acima da fita de entrada do labirinto, (1). Essa altura foi aumentada mais de uma vez no decorrer da observação para prevenir que as formigas saltassem de (4) para (1). Essas agulhas se apoiavam no fundo de forminhas de alumínio para empadas com água pela metade desde o início da observação. Os alfinetes de apoio de outros pontos do labirinto só foram imersos em água quando alguma rara formiga desceu por eles, mais no final da observação. Os registros realizados nesta tomaram, ao todo, 6h24 a partir das 23h24 numa noite particularmente fria – o que tolhia, sem dúvida, um pouco a vivacidade das formigas.

Quanto ao procedimento a adotar para essa verificação, era claro que o ideal seria que alguma formiga do ninho próximo percorresse espontaneamente o labirinto e, descobrindo uma das duas iscas, fosse ao ninho e depois regressasse à isca acompanhada de companheiras, induzindo desse modo a formação de uma trilha. Para evitar que a deposição de rastros olfativos enviesasse os resultados, o ideal seria também que, a cada viagem realizada por uma formiga, as pistas do labirinto fossem recobertas por novas tiras de papelão. É evidente que tal procedimento, por demasiado laborioso, seria proibitivo. Além disso, nenhuma formiga dos arredores subiu espontaneamente ao labirinto, e parecia claro, com o tempo, que não o faria.

Sendo as coisas como indicado, resolvi não me preocupar com o fato de o rastro ir sendo depositado crescentemente no labirinto. Contudo, para evitar que as condições favorecessem minha hipótese, coloquei inicialmente a maior parte das formigas, uma a uma, sobre a isca E, para que o rastro fosse mais acentuado desse lado. Minha intenção era que se formasse uma trilha, o que não chegou a acontecer. Como uma trilha em condições normais forma-se em poucos minutos, esse fato revela a grande dificuldade que têm as formigas em percorrer um labirinto como esse, fazendo-me lembrar uma observação de Lubbock (1898) sobre a aversão que demonstram esses insetos a percursos desnecessariamente longos – na verdade,

aversão a fazerem recuos para atingir um objetivo – fato que empresta um apoio adicional à minha interpretação com respeito à de Schneirla.

Coloquei, ao todo, no começo da observação, uma a uma, 15 formigas na isca E e 10 na D. A maior deposição inicial de rastros olfativos no ramo E foi reforçada pelo fato de que todas as formigas postas na isca D, ao deixá-la, se encaminhavam para a extremidade do braço E e tendiam, como já o faziam as formigas provenientes da isca E, a descer pela agulha de sustentação até a água e tentar sair, ou mesmo chegar a fazê-lo, nadando ou caminhando pela superfície da água no interior da forminha de alumínio – uma ocorrência que certamente se pode atribuir à posse de uma cognição acerca da direção do ninho por parte dessas formigas. Algumas, após uma tentativa frustrada de descer pela agulha, caminhavam de volta pelo braço do T, indo por ele e voltando seguidamente, às vezes entrando nele e chegando até a entrada do segmento (3), no qual se recusavam a entrar, ou, quando porventura o faziam, era só brevemente. Se acaso alguma formiga chegasse depois de longa hesitação a atingir o começo do segmento (4), enervantemente recusava-se a prosseguir por ele. Era evidente a resistência das formigas que voltavam da isca a realizar qualquer percurso que as fizesse afastar-se do ninho ou as pusesse em uma direção contrária a ele. É manifesto como aprender a percorrer um labirinto é um problema particularmente difícil para as formigas pois implica que elas às vezes tenham que recuar para poder avançar; e o é, também, para muitos outros animais, como, certamente, o rato, em cuja performance Schneirla chegou a enxergar também a atuação de um fator adquirido de oscilação centrífuga.

Posteriormente a essa fase inicial em que formigas eram transportadas num cartão e depositadas individualmente em uma das duas iscas no braço ED, passei, por horas a fio, a depositá-las, às vezes em número de 2 ou 3, em algum ponto do segmento (1), e tentar impedir que voltassem sem progredir para o final do labirinto.

A coleta dos resultados desta observação foi feita de forma penosa, por vezes com o emprego de alguma modificação nas condições proporcionadas pelo labirinto, e é descrita a seguir.

A primeira formiga que chegou, como por um milagre, ao braço final do labirinto, foi para a isca D, levando ao todo 1h15 para fazê-lo. Abaixei, após, um pouco a fita (1), de entrada, para evitar – o que acontecia às vezes – pulos desde o tronco, (4), do T, para ali. Nessa fase mais

uma formiga chegou ao final do labirinto, dirigida à isca D, levando para isso 1h30.

Abaixei, então, a fita (1), de modo que seu princípio tocasse a superfície da tábua, facilitando a entrada das formigas, e coloquei tufos de algodão ao redor dos alfinetes e da agulha principal para impedir a saída ou a entrada de formigas por eles. Depois disso, 2 formigas foram ter à isca E e 5 à D, levando 1h18 para isso.

Em continuação, apoiei a agulha sob a extremidade D do braço ED dentro de uma forma de alumínio para empada com água. Em 26 min, 1 formiga foi ter à isca E e 3 à D. 1h02 após, mais 4 formigas tinham ido à isca E e 12 à D. 40 min depois, mais 23 formigas tinham ido a E e 46 a D. As formigas provenientes do ninho estavam então em bem maior número nos arredores e várias já entravam no labirinto pelo segmento (1).

Em seguida, recobri o segmento ED com uma fita de papelão de 7cm de comprimento e 1 cm de largura, 3,5 cm para cada lado do tronco do T. Em mais 5 min, 1 formiga foi ter a E e 3 a D. Interrompi então a observação, notando que 5 formigas tinham-se afogado na forma de alumínio sob E, mas isto, provavelmente, por estar o nível da água só na metade da forma e por ser a superfície interna da forma acima da água muito lisa, o que causava o despencamento de algumas formigas à água.

O resultado final desse registro deu um total de 31 formigas que escolheram adentrar o braço E do T contra 71 que optaram por adentrar o braço D. O qui-quadrado calculado para a diferença entre essas frequências verificou-se igual a 15,68, que é estatisticamente significativo além de 0,05%, confirmando, pois, o acerto de minha interpretação de ser a tomada de uma direção após a realização de um circuito quadrático ou giratório por parte das formigas uma consequência de uma tendência por elas manifestada a uma manutenção de uma direção geral de afastamento no labirinto antes que da aquisição de uma tendência, postulada por Schneirla, a uma oscilação centrífuga.

Se as formigas têm uma tendência a manter, num dado ponto de um percurso feito no ambiente exterior ao ninho, uma direção geral de afastamento, é possível verificar essa tendência utilizando labirintos mais simples que o empregado acima. A observação relatada a seguir foi feita considerando essa possibilidade.

- *Observação 62 – Verificação da existência ou não, nas formigas, de um viés de manutenção de uma direção geral de afastamento prévio*

Um labirinto mais simples que o utilizado na observação precedente pode ser um labirinto elevado em T cujos braços, mantidos linearmente, formem com o tronco desse T a cada vez dois ângulos não retos cuja soma seja igual a 180º, mas sendo um deles progressivo e o outro regressivo com respeito à direção do tronco. Relato, a seguir, uma observação com labirintos elevados desse formato realizada por um grupo de 16 alunos de um curso superior de Psicologia como um trabalho prático numa disciplina de Psicologia Comparada, a meu cargo. Para esse trabalho, foi entregue a cada aluno individualmente um dentre 16 labirintos feitos com tiras de cartolina cinza de 1 cm de largura cujos braços formavam, com o tronco do T, respectivamente à direita e à esquerda, pares de ângulos de 90-90, 95-85, 100-80, 105-75, 110-70, 115-65, 120-60, 125-55, 130-50, 135-45, 140-40, 155-35, 160-20, 165-15 e 170-10 graus.

A utilização de um labirinto cujos braços com o tronco do T formavam ângulos retos foi pensada como um controle. Já o labirinto com ângulos de 130-50 não chegou, infelizmente, a ser utilizado, por haver a aluna que o recebera saído antes da observação ter sido iniciada. Em cada labirinto, a extremidade inicial do tronco do T ficava apoiada sobre um prego mantido verticalmente dentro de água no interior de uma pequena forma de alumínio, das geralmente empregadas para empadas, e o outro extremo era emendado com os braços do T. Já estes últimos ficavam apoiados em suas extremidades sobre blocos de madeira iguais.

A observação foi realizada com formigas da espécie *Solenopsis saevissima* Fremont-Smith, 1885, apanhadas em uma mesma colônia e mantidas com terra dos arredores do ninho no interior de um vaso de cerâmica. Os alunos tinham habilidades diversas, de modo que o número de formigas testadas variou de 4 a 16, num total de 151, o que dava uma média igual a 10,07 formigas por aluno. Estes foram previamente acautelados sobre a possibilidade de serem ferroados pelas formigas e instruídos para levá-las individualmente ao tronco do labirinto com o auxílio de uma tira de cartolina.

Como resultados foi obtido que 101 formigas adentraram as fitas que constituíam braços progressivos do tronco do T contra 50 que adentraram as fitas que representavam rotas regressivas com relação a ele. O ín-

dice t, de Fisher, calculado para essa diferença, revelou-se estatisticamente significativo além do nível de confiança de 1%.

Dois aspectos nos resultados obtidos parecem-me que devem ser comentados. O primeiro deles é que o labirinto cujos braços formavam com o tronco do T ângulos retos proporcionou um resultado de 5 formigas a entrarem num dos braços e apenas 2 no outro, quando se esperava que os 2 números fossem semelhantes ou iguais. Acredito que isso tenha ocorrido por estar o braço mais escolhido um pouco mais ensombrado que o outro. O controle da iluminação nos 2 braços do labirinto não foi feito para essa observação. No entanto, não creio que esse fator possa ser alegado para os resultados principais obtidos porque, durante a observação, os alunos ocuparam seus lugares ao redor de uma grande mesa retangular usada para seminários, exceto 2 alunos que se sentaram de frente um para o outro junto a uma mesa pequena numa sala contígua. Outro ponto a mencionar é que as rotas progressivas só começaram a ser escolhidas em maior quantidade que as regressivas quando superavam estas últimas por 30º ou mais. Isto parece indicar que um fator de manutenção da direção geral de afastamento só começou a manifestar-se claramente quando 1 das 2 rotas alternativas oferecidas era claramente uma continuação do tronco do labirinto em T e não meramente um desvio com relação a ele.

6.2 Uso de um labirinto simples para descobrir preferências ou vieses no comportamento das formigas

Pode-se supor que, num labirinto em T cujos braços formem com o tronco do labirinto ângulos retos, uma quantidade razoável de formigas que fossem levadas a percorrê-lo até o final tenderia, em igualdade de condições, a penetrar em cada braço em números aproximadamente iguais. Sendo assim, pode-se usar tal labirinto para testar a preferência das formigas por 2 propriedades diversas, cada uma das quais apresentada em um dos braços.

Como exemplo desse uso, considerarei a hipótese, levantada na observação acima, de que o número desigual de formigas que adentraram o labirinto de controle pudesse dever-se a uma diferença de luminosidade prevalecente em cada um de seus braços. Para verificá-la, efetuei uma observação envolvendo o emprego de um labirinto elevado em T, relatada a seguir.

- *Observação 63 – Sobre a preferência manifestada por formigas* P. fulva *entre um braço ensombrado e outro a plena luz em um labirinto elevado em formato de T*

Para esta observação foi utilizado um labirinto em formato de T constituído de 2 tiras de cartolina, cada qual com 15 cm de comprimento e 0,5 cm de largura. Um dos extremos da tira empregada para fazer o tronco do T foi apoiado a 8 cm de altura sobre uma tampa plástica atravessada em seu centro por um prego mergulhado em água com creolina dentro de uma tigela de vidro de 11,5 cm de diâmetro. O emprego da água foi feito para forçar as formigas a limitarem seu caminhar ao labirinto, de modo a serem levadas, em seu percurso, a escolher 1 de seus 2 braços, diferenciados por sua condição. A mudança no tipo de recipiente adotado para conter o líquido bem como a natureza deste com respeito ao labirinto anteriormente empregado foi feita por se haver observado que, com um labirinto como o utilizado na observação anterior, as formigas postas na entrada do tronco do T tendiam a sair pelo prego que a elevava e pela água de uma forminha de alumínio em que o prego mergulhava, depois de farejarem as paredes desta. A adaptação feita teve êxito em evitar esses acontecimentos. Do extremo livre ao extremo apoiado na tira que constituía, numa só peça, os 2 braços do T havia uma queda de 8 para 6 cm. Os dois braços formavam ângulos retos com o tronco do T e tinham suas extremidades apoiadas em blocos de madeira iguais. A diferença entre os braços era que um estava à plena luz de uma lâmpada de 100 watts no teto do aposento onde a observação se realizava, e o outro, numa penumbra ou semipenumbra provocada pela interceptação da luz por um caderno interposto entre a lâmpada e o braço em questão. Em metade dos testes realizados o tronco do T permanecia no claro e na outra metade na penumbra. Neste último caso, para provocar a sombra utilizava-se o caderno com uma prancha de madeira deslizável desde seu interior. As formigas eram retiradas por meio de uma pequena fita de cartolina de um vaso cerâmico com terra para o qual haviam sido previamente transferidas, e postas, individualmente, na tampa plástica no início do tronco do T. Cada tira dos braços era trocada toda vez que percorrida por uma formiga. Já a tira do tronco do T só passou a ser trocada após a 10ª formiga testada e o foi não porque o rastro previamente depositado nela influísse na escolha do braço a ser escolhido, mas porque, a partir de alguns testes, as formigas passaram a hesitar ou mesmo a regressar um pouco pelo tronco ao chegarem à região de junção dos braços, provavelmente pela descontinuação do rastro nesse local. Notei

que quando o tronco do T não tem rastros as formigas o percorrem mais eficientemente. Uma parte das formigas, ao chegar à junção do T com os braços, "farejava" um lado e outro antes da entrada num deles.

Vinte e duas formigas ao todo foram testadas no labirinto. Dentre elas, 20 saíram pelo braço escuro do T e 2 pelo claro, uma diferença que se revelou estatisticamente significativa além do nível de confiança de 0,01. Esse resultado revela a existência de um viés nas operárias de *P. fulva* para escolherem, em igualdade de condições, entre dois caminhos alternativos, um caminho ensombrado e outro iluminado, o caminho ensombrado. De outro lado, não se encontrou nenhum efeito de haverem sido as formigas expostas no tronco do T à presença de luz ou sombra na escolha do braço do labirinto pelo qual saíram.

No teste de vieses ou preferências das formigas por braços do T com diferentes características ou propriedades – por exemplo, odores, naturezas, espessuras, polidez, ação da gravidade, estado físico de um alimento neles encontrado, etc. – é importante manter iguais outras condições que não as confrontadas. Assim, é importante assegurar, para os 2 braços, por exemplo, uma igualdade quanto à pisabilidade das partes do aparelho, sua polidez, sua inclinação com respeito à gravidade, condições de iluminação, etc., e evitar que os rastros deixados pelas formigas em seus percursos possam afetar a escolha de um dos braços. Essas recomendações, porém, são difíceis de atender. O labirinto pode ser feito de diferentes materiais – madeira, papelão, arame, tubos de plástico ou vidro, etc. – desde que apropriados para as condições a serem testadas. De minha parte, não vejo grande importância em efetuar essas verificações. Mais relevante à natureza da investigação científica parece-me ser tentar descobrir se há algum fator de experiência prévia capaz de induzir ou originar um viés de comportamento. As observações apresentadas a seguir tiveram essa preocupação.

6.3 Tentativas de encontrar algum fator de experiência prévia na determinação de um viés ou tendência de comportamento

Uma primeira tentativa feita neste trabalho para verificar se uma dada experiência prévia poderia levar à criação de um viés de comportamento originou-se numa hipótese que formei de que, ao depararem com 2 estímulos ou situações estimulantes repentinamente, as formigas preferi-

riam orientar seu comportamento para aquele que fosse mais familiar. Para testar essa suposição realizei a observação relatada a seguir.

- *Observação 64 – Verificação de se formigas* P. fulva *pré-expostas por algum tempo a um de 2 odores diferentes manifestariam, ao serem soltas e ao caminhar numa pista elevada composta de duas fitas de cartolina, cada qual com 1 desses odores, preferência pela com o odor da pré-exposição*

Compus, para esta observação, 3 frascos com terra, designados Frasco A, Frasco B e Frasco C, sendo o Frasco A com odor de jenipapo, o B com odor de sumo de mexerica e o C, para servir de controle, somente com seu odor natural. Antes de começar a observação, mantive por meia hora, reclusas nesses frascos, e certamente por bastante mais tempo até o final da observação, quando os frascos eram temporariamente abertos para a utilização das formigas, várias operárias de uma mesma colônia de *Paratrechina fulva.* Minha intenção inicial era deixá-las nos frascos tempo bem maior que este antes de começar a observação, mas descobri que, depois de uma hora de reclusão, todas as formigas de dois frascos previamente preparados estavam, ou totalmente mortas, como num frasco com odor de sumo de laranja, ou o estavam em sua maioria, como num frasco com odor de sumo de mexerica. Ao preparar novos frascos, troquei num deles o odor de sumo de laranja pelo de jenipapo para evitar repetição de odor de fruta cítrica. As formigas com toda certeza jamais haviam sido expostas a jenipapo, uma fruta inexistente em nossa região e que obtive de um viajante de uma localidade longínqua.

O procedimento nesta observação consistiu em colocar, uma a uma, as formigas desses frascos em 1 de 2 tiras elevadas de cartolina, a saber, uma tira, A, esfregada com jenipapo, e outra, B, com sumo de casca de mexerica. Essas duas tiras tinham 24 cm de comprimento e 1 cm de largura e foram mantidas, justapostas, apoiadas em seus extremos sobre dois blocos de madeira. Para a observação, cada formiga era apanhada com uma mecha de algodão e solta, bem no meio da largura da tira. numa das extremidades de uma tira, A ou B, usadas alternadamente, O registro consistia em anotar o tempo de permanência das formigas em cada uma das duas tiras durante seu percurso até o final delas.

Foram desconsideradas 10 formigas que caíram das fitas antes de completar o percurso e também 2 outras formigas com permanência

anômala nas fitas, provavelmente por terem sido lesadas na manipulação. No final, *62 formigas foram observadas em seu percurso, sendo 20 do vaso (A), 19 do vaso (B) e 23 do vaso (C).* As tiras foram reodorizadas 6 vezes durante a observação.

Resultados desta observação

Os tempos de permanência das formigas em cada uma das duas fitas justapostas são apresentados na Tabela 15.

Tempo de permanência (segundos) nas tiras A e B das formigas do grupo (J) postas na tira A: Na tira A: 93,00; na tira B: 48,73. Índice t de Fisher para a diferença de médias: 2,43*.
Tempo de permanência (segundos) nas tiras A e B das formigas do grupo (J) postas na tira B: Na tira A: 27,77; na tira B: 46,22; índice t de Fisher para a diferença de médias: 1,01.
Tempo de permanência (segundos) nas tiras A e B das formigas do grupo (M) postas na tira A: Na tira A: 53; na tira B: 36,7. Índice t de Fisher para a diferença de médias: 1,33.
Tempo de permanência (segundos) nas tiras A e B das formigas do grupo (M) postas na tira B: Na tira A: 34,89; na tira B: 52,22; índice t de Fisher para a diferença de médias: 1,95.
Tempo de permanência (segundos) nas tiras A e B das formigas do grupo (C) postas na tira A: Na tira A: 53,92; na tira B: 19,25. Índice t de Fisher para a diferença de médias: 7,60**.
Tempo de permanência (segundos) nas tiras A e B das formigas do grupo (C) postas na tira B: Na tira A: 32,64; na tira B: 65,90. Índice t de Fisher para a diferença de médias: 2,30*.

Tabela 15: Média de tempo de permanência das formigas de 3 grupos, a saber, Grupo J, com pré-exposição a odor de jenipapo, Grupo M, com pré-exposição a odor de mexerica, e Grupo C, sem pré-exposição a algum odor deliberadamente introduzido, em 2 tiras de cartolina justapostas e elevadas, uma, A, com odor de jenipapo, e outra, B, com odor de sumo de mexericas, em 2 situações: quando postas na tira A e quando na B; e índices t, de Fisher, para as diferenças entre as médias de permanência das formigas em cada uma das duas tiras pelos 3 grupos de formigas testados.

* Estatisticamente significativo ao nível de confiança de 0,05.
** Estatisticamente significativo ao nível de confiança de 0,01.

Os resultados dessa tabela mostram um resultado inesperado: as formigas dos 3 grupos revelaram um viés claro: o de permanecerem a maior parte do tempo de sua excursão e, logo, o de preferirem, das 2 fitas elevadas justapostas, aquela na qual foram postas em primeiro lugar. Tudo se passava como se o caminho a seguir fosse determinado pelo quadro sensorial inicial. É verdade que apenas em 50% dos casos a diferença da preferência por excursionar na fita em que solta revelou-se estatisticamente significativa, mas

em todos os 6 casos observados, o viés indicado foi sugerido. A preferência em excursionar principalmente pela tira em que postas apenas me parece não ter sido maior porque num caso ou noutro a formiga, ao ser introduzida na tira, ficava de frente para a tira oposta e a adentrava, tendendo depois a permanecer nela a maior parte do tempo. Não fosse por isso, o viés de permanecer na fita em que solta seria certamente mais acentuado.

Considero agora o que foi o objetivo da observação: verificar se as formigas com pré-exposição a um dado odor manifestariam um viés para excursionar mais tempo pela tira que, das 2 tiras contíguas oferecidas, tinha o odor a que as formigas haviam sido pré-expostas. Se isso fosse verdadeiro, as formigas pré-expostas ao odor J deveriam permanecer mais tempo, em sua excursão até o final do caminho oferecido, na Tira A, do que as formigas do grupo de controle, sem essa pré-exposição. E, *mutatis mutandi*, as formigas pré-expostas ao odor M deveriam permanecer mais tempo na Tira B do que as formigas do grupo de controle, sem essa pré-exposição. Para verificar essa possibilidade procedi ao cômputo do t, de Fisher, para as diferenças de médias correspondentes, isto é, entre a média de tempo de permanência das formigas do Grupo J e as do Grupo C na Tira A, e entre a média de tempo de permanência das formigas do Grupo M e as do Grupo C na Tira B. A Tabela 17 apresenta os resultados dessa verificação.

Média do tempo de permanência das formigas pré-expostas ao odor de jenipapo na tira elevada com esse mesmo odor: 93 segundos. Média do tempo de permanência das formigas do grupo de controle na mesma tira: 53,92. Índice t para a diferença de médias: 1,45 – estatisticamente não significante.
Média do tempo de permanência das formigas pré-expostas ao odor de sumo de mexerica na tira elevada com esse mesmo odor: 34,89 segundos. Média do tempo de permanência das formigas do grupo de controle na mesma tira: 32,64. Índice t para a diferença de médias: 1,09 – Estatisticamente não significante.

Tabela 17: Média de permanência das formigas pré-expostas a um dado odor e das formigas do grupo de controle (sem pré-exposição) na tira odorizada correspondente e índice t para a diferença entre essas médias.

Os resultados expostos na tabela acima revelam que não se prova que a pré-exposição das formigas a qualquer dos dois odores, a saber, o de jenipapo e o de sumo de mexerica, criou uma tendência para essas formigas

permanecerem mais tempo excursionando nas tiras com esses odores do que formigas sem essa pré-exposição.

Um último ponto a considerar é se as formigas dos três grupos considerados manifestaram, em suas excursões pelas duas fitas emparelhadas elevadas, uma odorizada com jenipapo e outra com sumo de mexerica, uma preferência por fazê-lo mais longamente em alguma delas. A média de permanência das formigas dos 3 grupos na Tira A foi de 46,29 segundos e na Tira B, 43,61 segundos. O índice t encontrado para essa diferença de médias revelou-se igual a 0,154 – estatisticamente não significante. Não se verificou, portanto, uma preferência significativa das formigas quanto a efetuarem suas excursões por alguma das duas fitas odorizadas utilizadas.

Uma nova tentativa feita neste trabalho para verificar se uma dada experiência prévia poderia levar à criação de um viés de comportamento originou-se num fato notado na observação precedente: o de que, ao capturar as formigas individualmente com uma mecha de algodão, as formigas que pareciam um tanto presas em fibras do algodão pareciam sair mais prontamente da mecha para a pista elevada em que posta do que as que andavam livremente sobre a mecha. Essa constatação levou-me a realizar a observação que relato a seguir.

- *Observação 65 – Sobre a indução de um propósito de escape em formigas* P. fulva

Tendo em vista o fato mencionado no parágrafo precedente, formei a hipótese de que formigas mantidas soltas numa mecha de algodão requereriam mais tempo e mais reorientações da mecha para mantê-las voltadas para uma pista externa para aceitarem sair por ela do que formigas que estivessem ligeiramente presas nessa mecha mediante leve pressão nela exercida. Para testar essa hipótese, utilizei uma mecha de algodão hidrófilo de 3 cm de diâmetro e uma tira de cartolina de cerca de 1 cm de largura apoiada em suas extremidades por blocos de madeira com cerca de 7,5 cm de altura. As formigas eram apanhadas individualmente, de um frasco de vidro onde haviam sido postas com terra, através de uma colherinha pequena das usadas para café e transferidas para a mecha, na qual permaneciam soltas ou, diferentemente, ligeiramente presas por meio de uma

leve pressão. Após 10s nessa condição inicial, a mecha era girada de forma que a formiga nela ficasse voltada de frente para a tira de cartolina e eram registrados o tempo cronometrado que a formiga levava para sair pela tira e o número de giros imprimidos à mecha para orientar a formiga para a pista de saída até o instante em que nela entrava. A tira de cartolina foi odorizada com sumo de laranja lima na suposição de que se tornasse mais perceptível para as formigas.

- **Resultados.** 36 formigas – alternadamente uma de cada condição – foram testadas nessa observação. Entre as 18 formigas soltas na mecha de algodão, o tempo médio para saírem pela fita de cartolina foi de 5,17s. Considerando, porém, que 2 dessas formigas levaram um tempo anômalo para saírem à tira – 24s uma delas e 22s outra – eliminei-as dessa contagem, o que proporcionou um tempo médio de saída de 4,19s. No que diz respeito aos giros que foi necessário imprimir para que essas formigas soltas na mecha de algodão saíssem à tira de cartolina, julguei não precisar excluir as 2 formigas referidas acima, e a média de giros imprimidas à mecha revelou-se, para as 38 formigas, igual a 5,17 giros.

No que diz respeito às formigas mantidas presas entre as fibras da mecha de algodão por 10s antes de serem soltas, preciso mencionar que algumas pareciam encarangadas e outras dir-se-iam empenhadas, antes, em abrir seu caminho a dentadas do que a escapar pela tira apresentada à sua frente. A média do tempo que levaram para sair pela tira de cartolina revelou-se igual a 2, 2 segundos, e a de giros imprimidos à mecha para que saíssem, igual a 0,72. O índice t, de Fisher, calculado para a diferença entre médias de tempo empregados para a saída da mecha de algodão para a tira de cartolina revelou-se igual a 4, 19 e o para a diferença entre médias de giros que foi necessário imprimir à mecha revelou-se igual a 2,68 – ambos estatisticamente significativos além do nível de confiança de 0,01. Esses resultados indicam que prender formigas numa mecha de algodão induz mais claramente um propósito de escape do que deixá-las soltas sobre essa mecha, embora essas formigas também demonstrem, por sua atitude, ter também, mas em menor grau, a mesma motivação.

7 Sobre a utilização de referenciais externos em sua orientação por parte de formigas

V. Cornetz (1914) afirmava que, após uma viagem feita ao exterior do ninho, as formigas regressariam a ele caminhando em sentido oposto ao da ida o mesmo tanto que se haviam deslocado de modo retilíneo nesta, não contabilizando, portanto, os eventuais volteios (que ele denominava "tournoiements de Turner") realizados pelas formigas de espaço a espaço, em torno de um ponto ou local. Esses volteios seriam utilizados pelas formigas para a descoberta eventual de alguma provisão ou outros elementos de interesse momentâneo, como um novo local para sediar o ninho. Ao completar, na volta, a mesma distância que a percorrida na ida, a formiga realizaria novos volteios, numa busca de aspectos familiares do meio de que passaria a depender para a localização do ninho. A primeira parte de sua orientação seria o resultado de um mecanismo central, um automatismo independente do meio, e a parte final dela, uma perquirição dependente de experiência individual anterior, portanto da memória.

Em minha Observação 38, na qual tratei do efeito de sopros dirigidos a formigas individuais em pontos especificados de uma trilha, argumentei que as formigas, em virtude de sua experiência continuada com uma trilha, e não de um automatismo central, teriam registros que lhes possibilitariam estabelecer, para cada ponto do trajeto já tornado familiar, uma memória ou avaliação relativamente precisa de sua direção de deslocamento e de sua distância com respeito aos polos da trilha, isto é, da provisão e do ninho. E, na Observação 51, na qual as formigas eram passivamente deslocadas de um ponto da trilha para outro, e portanto não podiam utilizar a cognição referida para retornar ao ninho, argumentei que elas deveriam utilizar para esse fim certos referenciais externos, como a direção da luz ou dos ventos, ou mesmo percepções de aspectos de seu ambiente repetidos ou relativamente constantes, como, por exemplo, a aparência de certos volumes ou a manutenção à sua direita ou à sua esquerda de uma aresta familiar entre duas superfícies – por exemplo, um piso e uma parede.

O que aconteceria, porém, se, em vez de ser deslocada de um ponto de uma trilha para um outro ponto dela, a formiga o fosse para um local pouco ou nada conhecido, como quando, conforme vi várias vezes, um vento forte as lança a uma boa distância da trilha? Suponho que, sendo esse acontecimento relativamente comum, e sendo certamente vantajoso para qualquer formigueiro poder contar com a maior colaboração possível

de seus integrantes nos trabalhos comunais, uma pressão de seleção deve ter surgido na evolução no sentido de que formigas extraviadas pudessem reencontrar seu ninho. Para que o fizessem sem ser por acaso seria certamente necessário que se guiassem em sua busca por certos referenciais externos, como a direção da luz ou dos ventos, a diferente distribuição de luz e sombras no firmamento, grandes objetos visíveis, etc. Existem já excelentes estudos sobre a navegação das formigas e o emprego que fazem de referenciais externos, mas não é minha preocupação neste escrito sumariá-los ou comentá-los. Meu objetivo aqui é apenas apresentar uma forma simples e talvez ainda não empregada que utilizei na tentativa de depreender algumas pistas que formigas deslocadas de um seu caminho poderiam empregar para localizar seu formigueiro. As observações relatadas a seguir tiveram esse objetivo.

- *Observação 66 – Alguns dados sobre a orientação das formigas quando deslocadas sobre um chamariz para um outro local*

Os dados referidos acima foram obtidos em situações diversas, abaixo arroladas, e serão apresentados a seguir.

I Orientação de formigas deslocadas sobre um chamariz alimentar para um local próximo, na mesma situação geral, porém fora da trilha

Esta observação ocorreu, à noite, em um piso cimentado entre dois canteiros, num cenário já apresentado em outros trechos deste escrito. Um pedaço de maria-mole utilizado como chamariz para formar uma trilha, com várias formigas *P. fulva* a encimá-lo, e que estava depositado a uma distância de uns 40 cm de um ninho sobre um filete de concreto que separava um canteiro de jardim de um piso cimentado, foi por mim deslocado lateralmente e colocado sobre esse piso a uma distância aproximada de 50 cm do ninho. Esse ninho era o principal neste cenário, localizado numa fenda em um muro bem no ponto ao qual o filete de concreto mencionado se conectava. O resultado dessa mudança foi que a totalidade das formigas saiu rapidamente em direções várias rumo ao muro, nenhuma caminhando diretamente ao ninho; após um espaço percorrido, as formigas passaram a ziguezaguear, mas progredindo para o muro, junto ao qual foram ter a uma trilha mais rala que conectava um ninho secundário com

o ninho principal e, de lá, foram diretamente a este último. A Figura 84 ilustra aproximadamente a situação encontrada.

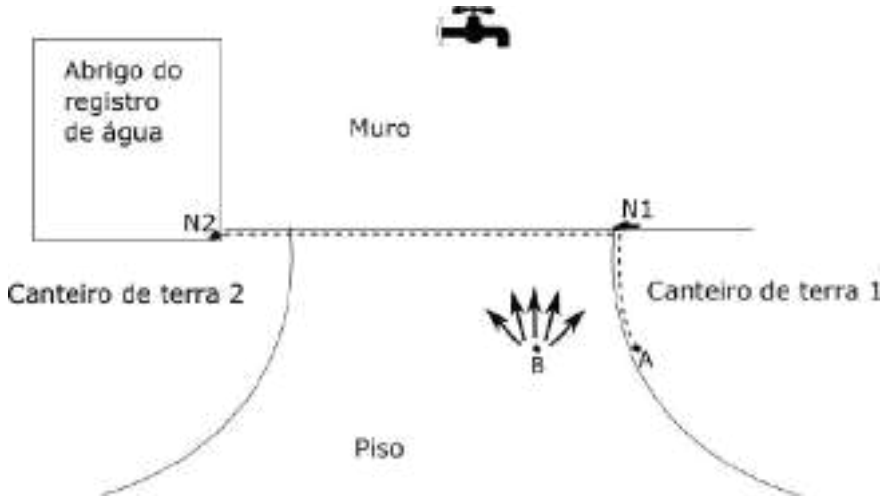


Figura 84: Representação aproximada da situação prevalecente na Observação 68.

Legenda:
Linha interrompida: trilha a conectar o ninho 1 à isca em sua posição inicial.
Linha pontilhada: trilha mais rala a conectar o ninho 1 ao ninho 2.
A: isca em sua posição inicial.
B: isca após deslocada para o piso cimentado.
Flechas: trajetórias seguidas pelas formigas quando a isca foi deslocada.

Acredito que o comportamento dessas formigas tenha sido devido ao emprego, em sua orientação, da direção da luz ambiente, que provinha de uma lâmpada na entrada da casa, a uns 5 m de distância, e de outra, mais distante, em um poste da iluminação pública. Poderia provir também, talvez, da visão do muro próximo.

Uma outra observação da mesma modalidade foi realizada logo após a conclusão de longa observação em que foram assopradas, em 7 pontos diferentes, formigas de uma trilha de 3,20 m de extensão, estabelecida no piso de uma cozinha sobre partes das arestas por ele formadas com 2 paredes entre um ninho numa terceira parede e 1 isca constituída de uma mecha de algodão hidrófilo embebida em água com açúcar (V. Figura 48, já apresentada). Terminada essa observação, apanhei a isca em questão e a desloquei paralelamente à parede mais próxima do ninho 40 cm mais

para o interior da cozinha. A grande maioria das formigas saiu na direção da parede onde a trilha era mais próxima ao ninho e o restante em direção às paredes laterais. Nenhuma saiu na direção do fundo da cozinha, sem paredes próximas.

Parece-me que, estando habituadas a caminhar no piso da cozinha ao longo da aresta por ele formada com essas paredes, e sendo mantido o mesmo ambiente, as formigas não tiveram dificuldade em orientar-se rumo às paredes. Provavelmente as viam.

- *II – Orientação de formigas deslocadas sobre um chamariz alimentar para um ambiente e substrato diferentes*

Noutra oportunidade, no mesmo cenário e com a mesma iluminação da observação precedente, a isca empregada era um pedaço de suspiro colocado sobre a torneira do jardim e encostado ao muro. Para ele havia uma trilha intensa de *P. fulva,* praticamente vertical na parede, vinda do ninho principal acompanhando a aresta formada pelo piso com o muro. Apanhei a isca e levei-a para dentro de casa, sob luz acesa, e a coloquei sobre um degrau de granilite de uma escada a cerca de 1m da porta de entrada, que mantive aberta. Ela estava repleta de formigas que saíram imediatamente, a esmo, em todas as direções, retornando de vez em quando para a isca e tornando a afastar-se. Suponho que, não encontrando o rastro subjacente à trilha e estando preparadas para descer por uma superfície vertical e não podendo fazê-lo no novo local, plano, onde estavam, saíram sem direção certa. É possível também que a mudança de substrato, de uma parede de alvenaria para um piso de granilite, além da mudança de plano, de vertical para horizontal, possa ter influído nesse comportamento.

- *III – Orientação de formigas deslocadas sobre um chamariz alimentar de um substrato no plano horizontal para outro substrato no plano vertical e vice-versa.*

Nesta observação, num primeiro momento apanhei uma isca (mecha de algodão embebida em água com açúcar), com algumas formigas *P. fulva,* de sobre um piso cimentado em um quintal e a segurei com a mão estendida contra uma parede de alvenaria. As formigas saíram pelos meus dedos. Creio que isso ocorreu porque minha mão fora estendida com seu

eixo longitudinal perpendicular à parede e com suas partes dorsal e ventral formando superfícies aproximadamente horizontais.

Tendo devolvido a isca ao piso, um pouco mais tarde tornei a apanhá-la, colocando-a sobre um papelão mantido com uma inclinação de cerca de 30 graus com relação ao piso. As formigas saíram a esmo, em girândola. A mudança de inclinação da superfície de apoio provavelmente provocou esse comportamento. Mas, e a sua natureza diferente, não teve participação neste resultado? Se teve, por que deixou de fazê-lo na observação precedente? Foi por estar inclinado com respeito ao plano horizontal? Infelizmente não me ocorreu reduzir a inclinação do papelão.

Segunda observação: uma trilha de formigas *Solenopsis saevissima* vinha em linha reta desde um ninho com entrada na terra junto a um abacateiro num quintal até uma isca (mecha de algodão com solução de água com açúcar), situada sobre uma roda de carrinho de feira e entalada contra a parede numa altura de uns 20 cm no interior de um quarto de despejo. Apanhei-a e a coloquei sobre a mesma parede um pouco mais acima e para a esquerda do lugar em que antes estava. Saíram na maioria para baixo. Isto me parece compreensível: subiam para ir para a isca, agora desciam para ir para o ninho, não tendo havido mudança nem na verticalidade do substrato nem na sua natureza.

Tendo reposto a isca em seu lugar primitivo, sobre a parede, mais tarde tornei a apanhá-la e a pus no piso cimentado desse quarto, um pouco para a esquerda do ponto onde estava. Não saíram a esmo, mas numa faixa ampla paralela à direção da trilha entre a isca e o ninho no abacateiro. Logo, parece que a mudança de um plano vertical para um horizontal não influiu aqui na orientação das formigas. O lugar era familiar, já vinham pelo piso até a parede, e a luz que entrava no quarto pela porta continuava igual em direção à que incidia sobre a trilha.

Terceira Observação: Certa noite, com a luz de um quintal acesa, coloquei uma prancha de madeira de cerca de 20 cm X 20 cm sobre um piso em cuja aresta formada com uma parede situava-se uma trilha de formigas *P. fulva* que visitavam uma lata de lixo com resíduos de uma cozinha. A prancha foi colocada em pé e, presa numa tachinha pregada em seu alto, foi colocada uma isca (algodão embebido em água com açúcar) para a qual transferi 4 formigas. Com o tempo, notei um intenso movimento de formigas subindo para a isca e dela regressando. Coloquei ao pé da tábua vertical, deitado, ou seja, no plano horizontal, um dicionário

grande, para o meio de cuja capa transferi a isca subitamente apanhada. Umas quinze fulvas saíram imediatamente dela em uma girândola, em todas as direções. Depois de percorrer um pequeno trecho todas passaram a voltear pelo livro. Levantei o dicionário, pondo-o verticalmente. Seis fulvas restantes, que estavam ocultas sob a isca, saíram uma a uma em direção ao piso, como faziam as formigas quando na tábua. Por aqui parece claro que, quando se conserva o plano em que antes estavam, orientam-se como previamente, apesar de estarem num substrato de constituição diferente. Se o substrato é estranho, não há rastros deixados e o plano em que o substrato está estiver mudado, saem a esmo e depois a andar em círculos.

Repus o algodão na tábua em pé e, depois de uns 10 min, após tomar nota do acontecido, voltei para repetir a observação, mas agora com o dicionário virado do lado ainda desconhecido e novamente deitado, isto é, no plano horizontal. Cerca de 20 ou mais formigas saíram, e desta vez com uma pequena maioria indo para o lado oposto ao voltado para o lado do regresso ao ninho, logo parecendo ignorar a direção da luz. Saíram em girândola, em todas as direções, e logo passaram a voltear.

Repus a isca na tábua e afastei-me por uns tempos. Quando voltei, pus um caderno em pé ao lado da tábua, apanhei a isca e a coloquei bem no meio dele. As formigas hesitaram em sair para o caderno, mas, quando o fizeram, foram em várias direções, mas todas para a metade do caderno voltada para o piso. Eram umas quinze. Logo, conservaram a orientação na direção em que retornavam ao ninho quando o substrato em que postas permaneceu, como a tábua, em pé.

- *IV – Orientação de formigas Solenopsis saevissima mudadas, sobre uma isca, de um ponto numa parede para um local de sua trilha, então, como habitualmente, a acompanhar a aresta formada por um pequeno degrau com um piso de cerâmica.*

Havia uma isca (mecha de algodão com solução de água com açúcar) repleta de formigas na boca de uma curva de um encanamento inativado sobre uma parede de alvenaria. Apanhei-a e a levei para um ponto da trilha dessas formigas, que vinha, como de hábito, de seu ninho junto a um abacateiro acompanhando, nesse ponto, a aresta formada por um piso com um pequeno degrau. Não saíram aos círculos, mas todas, devagar e aos poucos, em rumo ao ninho, na direção do abacateiro. Logo, foram tira-

das de um substrato em plano vertical e postas noutro, horizontal, e não se desorientaram. Penso que o reconhecimento da trilha e dos seus arredores habituais deve ter definitivamente ajudado na orientação dessas formigas. O fato de saírem da isca devagar sugere que reconheceram o lugar para onde foram transferidas, pelo que, talvez, não se apressaram em sair.

- *V – Orientação de formigas da tribo Attini quando deslocadas de um ponto da trilha para outro local.*

Sobre um túmulo de cemitério vi várias operárias quenquéns (formigas do gênero *Acromyrmex,* de espécie não identificada) e várias saúvas da espécie *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, colhendo pétalas de rosa e folhas, passando umas pelas outras sem nenhum conflito. Apanhando operárias dessas espécies pelo fragmento vegetal que carregavam e deslocando-as de um ponto de suas trilhas para outro, ou para outro local, elas ficavam imóveis entre 5 a 10 segundos, sem soltar o vegetal, e depois viravam-se na orientação em que antes vinham e prosseguiam sua marcha. Verifiquei esse comportamento também em outras ocasiões. Acredito que elas podiam retomar sua orientação prévia com base na direção da luz ambiente.

- *VI – Orientação de formigas* P. fulva *transferidas de um dado ambiente para outro similar*

Havia uma trilha de formigas vindas de uma lata de lixo, numa área coberta de uma cozinha, para um ninho situado na conjunção de um pequeno degrau com um muro. Essa área abria para um quintal em cujo lado oposto havia outra área, de um escritório, simétrica à primeira e praticamente igual a ela em todos os aspectos: pintura, paredes laterais, pequeno degrau dando para o quintal, piso de caco de cerâmica, entrada da luz vinda do centro do quintal. A observação teve por objetivo ver que orientação tomariam as formigas que estavam na lata de lixo depois que a lata fosse transposta da área da cozinha para a do escritório, onde ela seria virada axialmente cerca de 180º. A Figura 84 ilustra a situação e os resultados encontrados. A lata, na nova posição, foi posta na mesma distância do pequeno degrau aí existente que guardava na posição 1 com relação ao degrau correspondente. As duas posições em que a lata de lixo foi colocada guardavam posições parecidas dentro das áreas simétricas. A flecha na posição 2 da lata, na figura, indica aproximadamente a direção em que

as formigas deveriam sair se o ponto de saída anterior fosse utilizado. A região pontilhada adjacente representa as formigas na posição do piso por onde saíram. Saíram errantes, voltando, às vezes, à lata, em círculos. Agora, muito instrutivo é que não desciam pelo degrau. Ficavam longo tempo hesitando à sua borda, reorientavam-se, passando a andar um pouco ao longo dela, e voltavam a voltear pelo piso. Isso era evidente em todas que chegavam à beira do patamar da área coberta. Penso que isso se devia, claramente, ao fato de que só andavam no plano, uma vez descidas da lata, na situação original, e que lá tinham o ninho na face superior da aresta do piso com o degrau de 1 cm de altura formado pelo piso do patamar da área coberta da cozinha com o piso do quintal. Certamente, essa aresta, ou interrupção do plano horizontal, guiava as formigas na sua volta para o ninho na situação original, e seu comportamento após transpostas para um ambiente parecido dava mostras de que retinham mnemicamente essa utilização. Mais ainda: na nova situação, ao chegarem à parede caminhando ao longo da aresta formada pelo patamar com o degrau na nova situação, as formigas tentavam longamente enfiar-se numa depressão que, em observação anterior, eu havia tapado com algodão e que era semelhante à abertura do ninho na situação original. Só bem mais tarde, aumentando o círculo de sua dispersão com respeito ao recipiente de lixo, as formigas passaram a descer um pouco e voltar a escalar o pequeno degrau, e acabaram por incorporar-se a uma trilha rala que aí existia, ao longo da aresta do degrau com o piso do quintal – um acontecimento que, como outros, mostra a facilidade que as formigas *P. fulva* de uma colônia ou talvez de mais de uma apresentam em dividir-se para formar comunidades interligadas.

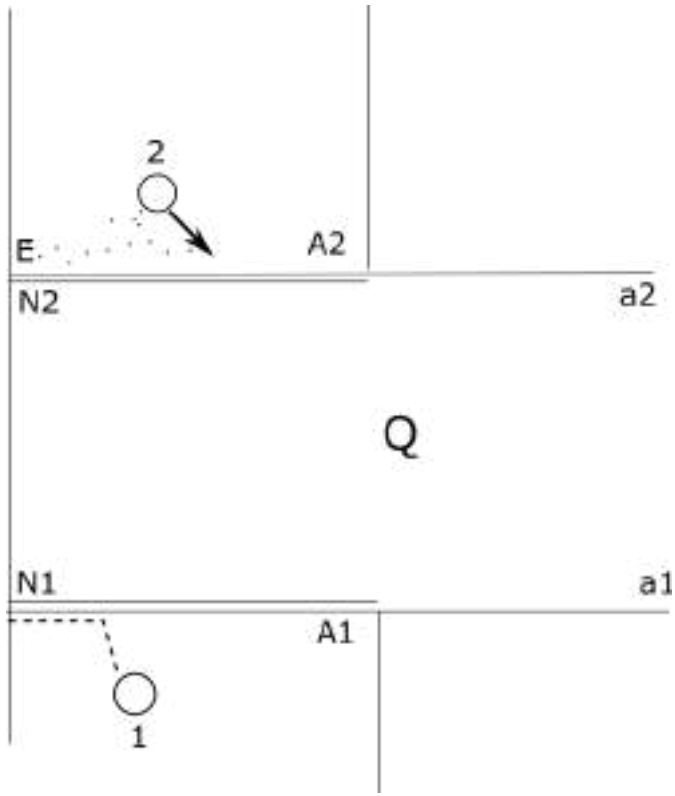


Figura 85: Situação e resultados encontrados quando uma lata de lixo com formigas de uma trilha foi transposta do piso de uma área coberta de uma cozinha para o de outra área similar, simétrica à primeira, do outro lado de um quintal em frente a um escritório.

Legenda:
Linha interrompida: trilha.
N_1 e N_2: ninhos.
1 e 2: lata de lixo na primeira posição e na posterior em 2 áreas cobertas simétricas
Área pontilhada: formigas saindo da lata na posição 2.
A_1 e A_2: pequenos degraus para o piso de um quintal.
Seta: posição por onde as formigas deveriam sair na nova posição, com a lata girada para a direita aproximadamente 180º.
E: furo ao lado de um terceiro ninho tapado.
Q: quintal.
a_1 e a_2 : arestas do piso do quintal com paredes.

8 Relação de referenciais externos e representação interna na orientação das formigas

Numa ocasião sugeri à aluna de curso superior de Psicologia, Helena Kihome Kuhme[35], interessada na orientação de formigas e em afirmações de Cornetz (1914) a respeito, que fizesse um experimento com saúvas *Atta sexdens rubropilosa* Forel 1908, em meu laboratório. Ela deveria empregar luzes com o recinto – que fora construído propositalmente sem janelas – totalmente no escuro, primeiro de um lado e depois de outro de um dos sauveiros *in vitro* do laboratório. Ela utilizou velas acesas como iluminação do ambiente para realizar esse experimento, cujos resultados me parecem adequados para uma discussão da relação que creio haver entre referenciais externos e sua representação mnêmica por parte das formigas, e, por essa razão, o considerarei no presente tópico.

- *Observação 67 – Um experimento sobre orientação com uma colônia de saúvas Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908 submetida a duas condições de iluminação*

A colônia empregada no experimento estava, como outras colônias novas no laboratório, em um frasco cilíndrico de vidro transparente encaixado numa placa de acrílico no interior de uma bandeja de alumínio. Foi utilizada para o experimento uma mesa de fórmica de cerca de 60 cm de largura por 1m de comprimento com as bordas untadas com graxa para evitar que as formigas se evadissem. O sauveiro *in vitro* foi colocado num dos extremos da mesa e, no outro extremo. várias folhas vegetais, e, num dos lados da mesa, uma fileira de velas acesas. Uma vela isolada, acesa, foi posta junto das folhas para permitir sua visão e a das formigas nesse ponto. A Figura 86 representa a situação e os resultados encontrados na primeira fase do experimento.

[35] A cuja preciosa colaboração muito agradeço.

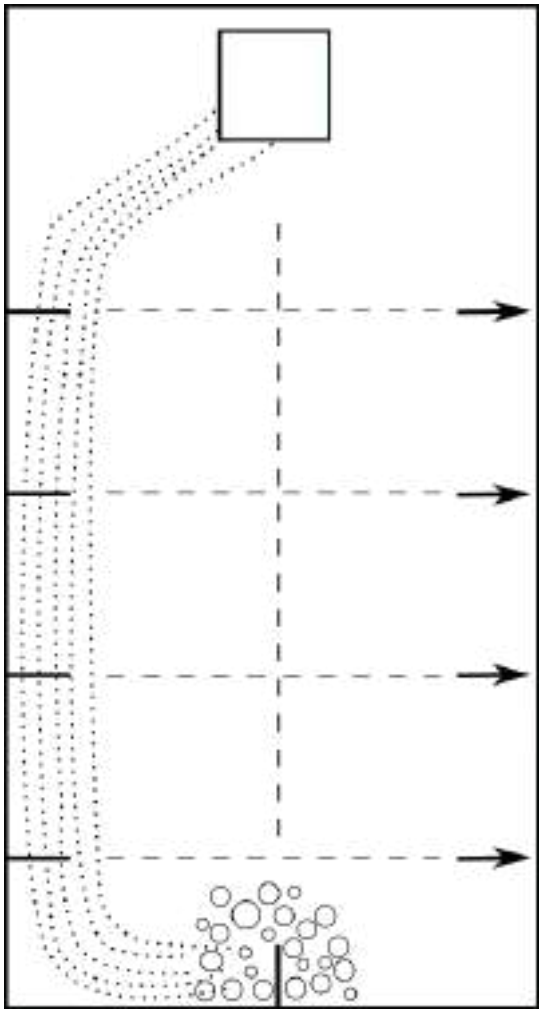


Figura 86: Representação aproximada da situação inicial da Observação 69.

Legenda:
Figura retangular: frasco cilíndrico de vidro numa extremidade da mesa preenchido com uma colônia de saúvas *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908.
Pequenos círculos: folhas depositadas na outra extremidade da mesa.
Barras retilíneas: velas acesas posicionadas num dos lados da mesa, exceto uma, na extremidade com as folhas.
Setas à direita: indicam os pontos no outro lado da mesa para onde seriam mudadas as velas na fase seguinte do experimento.
Linhas pontilhadas: trajetórias seguidas por formigas indo do ninho para as folhas e delas voltando sem carga algum tempo depois de acesas as velas.
Linha tracejada: trajetória que foi usada por umas poucas formigas que voltaram para o ninho carregando um fragmento de vegetal.

O resultado da primeira parte do experimento foi que a maior parte das operárias passou a locomover-se numa faixa de percurso beirando a fila de velas acesas entre o ninho e as folhas depositadas e de volta. Onde essa faixa mostrava um maior espalhamento era junto ao ninho e ao depósito de folhas. Algumas destas formigas andavam sobre as folhas e entre elas, por vezes parecendo experimentar levantar-lhes uma borda, e uma ou outra cortando um fragmento e destacando-o do resto de uma folha. A maior parte, porém parecia apenas explorar a mesa na região da faixa e das folhas. Doze formigas carregaram fragmentos de folhas para o ninho percorrendo uma trajetória retilínea entre as folhas e o ninho.

A meu ver, os resultados obtidos, acima referidos, indicam que as formigas eram atraídas pela luz, em sua orientação, em virtude de uma taxia positiva, como verificado também a propósito da Figura 16 no caso de formigas *Paratrechina fulva*, e o podem também por sua tendência a utilizar referenciais externos em sua orientação. Já a surpreendente utilização, por parte das formigas carregadoras, de uma rota mais direta desde as folhas até o ninho, na ausência de rastros deixados por formigas anteriores, parece-me indicar por parte dessas carregadeiras a utilização de uma representação ou mapa por elas formado ao conectar em sua memória as expansões das trajetórias junto a esses dois objetos. Eu achava até então que essa capacidade de dirigir-se mais diretamente ao ninho do que a provisões, por parte das formigas, se devesse ao fato de o ninho ter localização fixa e mais constante que as provisões, que geralmente são encontradas em posições mais variadas dentro do ambiente. No entanto, os dados obtidos por essa minha aluna revelam que isso não é bem assim, pois o ninho e a fonte de provisões neste caso eram ambos novos em suas locações na situação. No entanto, apenas em direção ao ninho as formigas exerceram tendência a atalhamento, portanto, havia certa independência com relação aos referenciais externos e maior dependência de uma representação dos elementos da situação em sua disposição espacial, ou seja, a um mapa cognitivo relativamente à situação. Esses achados sugerem que as formigas 1) apenas carregam fragmentos quando na posse da direção geral, mnemônica, do ninho; como se viu, poucas o fizeram; num estudo sobre o transporte de vegetais com essa espécie de saúvas em meu laboratório Otília Caresia (1977) encontrou que, frequentemente, as formigas que cortam vegetais não os transportam; e 2) Esses achados sugerem também que as carregadoras estabelecem um mapa cognitivo mais facilmente para o ninho (um objeto privilegiado) do que para provisões, ou então que, indepen-

dentemente de suas experiências passadas com ninhos ou provisões, têm uma tendência a orientar-se diferencialmente conforme o destino de sua orientação: a orientação para a fonte de provisões seria mais dependente de referenciais externos (mais apoiada ambientalmente) do que a para o ninho, e a para este mais apoiada representacional ou mnemonicamente do que para as provisões. E essa tendência para o transporte de vegetais seria, ou inata, ou adquirida – algo que seria importante determinar. Dados de uma tese de Doutorado de Ana Maria A. Carvalho (1973) em meu laboratório apontam que as formigas carregadoras estão geralmente entre as mais velhas operárias da colônia, o que sugere que elas provavelmente têm maior experiência, um dado que muitos estudiosos confirmam para outras espécies de formigas.

Na segunda fase do experimento, quando as velas foram transpostas para o outro lado da mesa, após hesitações e certa confusão, a grande maioria das formigas que iam do ninho às folhas e vice-versa deslocou-se para uma faixa de percurso na parte central da mesa, conectando mais diretamente o ninho e as folhas, faixa essa também alargada em seus extremos. A Figura 87 ilustra a nova situação e resultados nela obtidos.

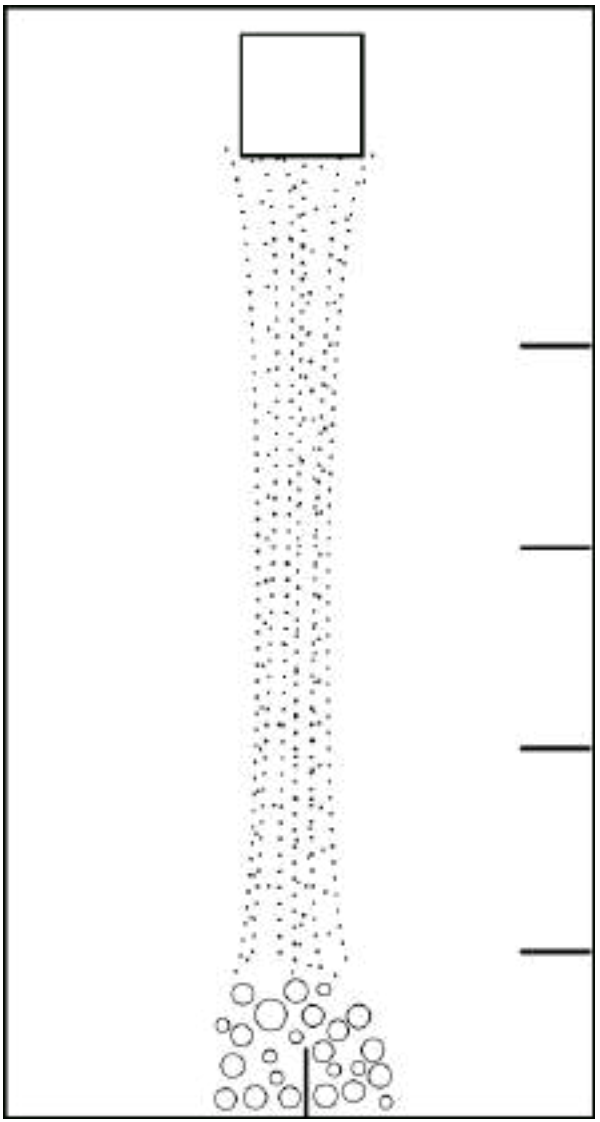


Figura 87: situação e resultados obtidos na 2ª fase do experimento realizado pela licenciada Helena K. Kuhme, com a transposição das velas acesas de um lado da mesa para o outro lado.

Legenda:
Figura retangular: colônia de saúvas *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, em frasco de vidro com base de acrílico.
Barras retilíneas: velas acesas.
Pequenos círculos: folhas.
Linhas pontilhadas: caminhos percorridos pelas formigas.

O deslocamento mencionado parece indicar que as formigas foram atraídas para a direção nova das velas acesas, mas só até certo ponto. O resultado da dependência da orientação das formigas relativamente à luz, se fosse completa, deveria produzir uma substituição da faixa de percurso anterior para a direita, para junto das velas em sua nova posição. Como isso não aconteceu, parece claro que as formigas, mesmo as sem carga, não se servem apenas de referenciais externos em sua orientação, mas também utilizam nela um mapa cognitivo representando os principais elementos do campo. Parece ter havido um compromisso entre o uso de fatores representacionais e o de referenciais externos na orientação, ou então um compromisso entre atração pela luz – resultado de uma fototaxia positiva – e seguimento do rastro deixado no centro da mesa pelas carregadoras de fragmentos vegetais. Agora, se sim, porque não ficaram fiéis aos rastros longa e intensamente deixados no primeiro percurso? Porque a atração pela luz não o deixou? Se sim, porque essa atração não o fez com relação aos rastros certamente muito mais fracos deixados pelas formigas carregadas? Como quer que seja, um outro resultado foi que uma contagem feita a cada 5 min do número de formigas no depósito de folhas reduziu-se gradativamente com a passagem do tempo após a transposição das velas, sinal de que essa transposição as perturbou.

Quanto às carregadeiras, a transposição mencionada também acarretou mudanças em seu comportamento. Todas elas, num total de 6 na nova fase, passaram a exibir meandros em sua marcha, aparentemente mais para o lado de onde a luz das velas procedia anteriormente, e foram, exceto duas, incapazes de, em 15 min, levar seu fragmento de vegetal até o ninho. Duas dentre elas depositaram sua carga num ponto intermediário de seu trajeto, sinal de que já haviam perdido o sentido de sua orientação. Esses fatos revelam que as carregadeiras efetivamente levavam os referenciais externos em consideração em sua orientação, e que, por não mais os seguirem estritamente, davam a impressão de não mais os considerar. A posse da direção geral do ninho não é, pois, algo que atua em qualquer situação: é algo que a formiga confronta com os dados sensorialmente presentes. Melhor, o mapa cognitivo que guia a formiga não é um mapa que a capacita a uma espécie de voo cego: capacita-a a relacionar-se espacialmente de modo apropriado com referenciais existentes na situação. Dessa forma, parece que não ocorre independentemente nenhum dos dois fatores de orientação: uso de referenciais externos e uso de uma representação relativa ao arranjo espacial dos elementos da situação. A formiga que segue

as velas não o faz automaticamente ou fatalmente – ela não vai até a chama – mas as usa como pista para algo representado, tanto é assim que é capaz de alterar esse uso quando as velas são mudadas de posição.

A autora do experimento partiu da afirmação: "Segundo Cornetz (1914), a formiga exploradora poderia conservar uma direção geral espacial como um documento puramente interno e independente do meio externo – por combinação de percepções visuais, tácteis, olfativas ou auditivas". Supõe que "o documentar-se" envolveria memorização. Seria esta puramente subjetiva ou dependente de que a ativassem referenciais externos, de suas relações com eles? Helena Kuhme concluiu que seus dados contrariam a hipótese de Cornetz de que "a formiga exploradora armazena internamente, mnemonicamente, o trajeto a ser percorrido, independentemente de referenciais externos". "Para Cornetz, tal memorização se daria em relação ao sentido do ângulo descrito – angulação ou desvio; sentido de atitudes sucessivas, isto é, a exploradora, durante o percurso da ida, relacionaria sucessivamente suas atitudes a uma geral, memorizando-a; e sentido de distância". Diz que se a formiga possuísse tais formas de memorização não se abalaria com a mudança das velas. E diz: "Mesmo porque é de certa forma ilógico falar em memória puramente subjetiva, independente do exterior". Conclui que "capacidades subjetivas", os fatores apontados por Cornetz, não são excluídos deste experimento, mas essas capacidades, para se exercerem, não dispensariam uma referência ao ambiente externo.

Concordo com a autora do experimento e me felicito por ter a consciência de que professor não é só quem ensina, mas quem também aprende, e, às vezes, até bastante, com seus pupilos. E comento: a memória da formiga seria estabelecida em contato com o meio externo. Na ausência deste, porém, como poderia ela guiar corretamente a formiga? Penso que Cornetz criou toda uma confusão pelo fato de que notou que uma formiga agia com base em conformidade ou discrepância dos elementos do meio, ou as percepções por eles provocadas, com as adquiridas anteriormente, mas não quis ir ao ponto de supor que as formigas representassem o ambiente cognitivamente, representação a partir da qual os aspectos do ambiente circunstante adquiririam função de referenciais de orientação específicos.

9 Sobre alguns fatores da experiência individual que determinam uma tendência para a pugna ou a fuga entre indivíduos de espécies diferentes

A territorialidade em muitos animais é geralmente considerada inata pelos zoólogos. No que diz respeito às formigas, não duvido que a tendência para tornarem-se territoriais o seja. No entanto, indago: não seria possível que o ataque ou a fuga dos indivíduos de um grupo ou espécie aos de um grupo ou espécie diferente fosse influído por fatores da experiência individual, além, naturalmente, de fatores de temperamento, vivacidade, mobilidade, constituição, etc.? Diante de formigas no meio natural, formei a impressão de que a permanência prévia em um dado local por parte de indivíduos de uma dada espécie determinaria ou favoreceria o ataque aos de outra espécie que lá entrassem posteriormente; e que, da mesma forma, se os de ambas as espécies chegassem a um local simultaneamente, não se atacariam, mas tenderiam a evitar-se; e se os de uma espécie estivessem em maioria numérica tenderiam a atacar, mas se em minoria, a fugir. Tanto a precedência num dado local como o estar nele em maioria criariam, por assim dizer, devido ao registro mnêmico efetuado pelos animais de uma dada espécie, uma impressão de que esse local não pertenceria aos que a ele viessem ter posteriormente ou em minoria numérica.

Formadas essas hipóteses, decidi testá-las através de um procedimento simples: utilizando frascos de vidro transparente de cerca de 10 cm^3 munidos de tampas plásticas, eu introduziria neles, quer ao mesmo tempo, quer em tempos diferentes, quer no mesmo número, quer em número diverso, formigas pertencentes a umas poucas espécies diferentes encontradas na região em que eu vivia, e registraria o que se passasse com elas. Para esse fim eu manteria previamente, em um número de frascos separados, certo número de indivíduos pertencentes a espécies diferentes apanhados nos respectivos formigueiros. A Observação 68 , abaixo relatada, expõe o que foi realizado e encontrado para testar as hipóteses mencionadas.

- *Observação 68 – Sobre um teste de algumas hipóteses acerca da determinação de agressão e fuga em indivíduos de espécies diferentes por algumas condições de suas experiências individuais*

- *Primeiro procedimento*

Deixei, por 1h15, 3 operárias de *Solenopsis saevissima* dentro de um frasco, sendo uma delas uma operária maior e cabeçuda – um "soldado". Em seguida, introduzi no frasco uma operária de *Paratrechina fulva*, apanhada com uma mecha de algodão. A fulva passou a correr, ao passo que as demais simplesmente andavam. A fulva evitava visivelmente contato com as outras, que não pareciam interessadas em atacá-la. Quando a fulva caía diante de uma saevissima, ou quando passava à frente de alguma, estremecia, acelerava sua marcha e deslocava-se ondulantemente, tudo numa grande correria. A fulva parecia nitidamente evitar as estranhas. Alguns minutos depois, ao ficar entre 2 saevissimas, foi atacada bruscamente por ambas e fugiu com repelões. Uma das rivais passou a andar depois com o abdome empinado e com as mandíbulas abduzidas. Depois de mais um minuto uma saevissima pequena atacou a fulva, atarracando-se com ela, e não se soltaram. As duas outras passaram algumas vezes por perto, mas não pareceram interessar-se. Continuaram andando.

A saevissima que prendia a fulva levou a ponta do gastro à cabeça desta, ferroando-a, e soltou a presa. Esta ficou mole, quase imóvel, no fundo do frasco. As outras 2 passavam por ela, tocavam-na, até, mas a deixavam em paz. Ela ficou tombada, meio de lado, e mal podia mover-se. Três minutos depois a fulva estava definitivamente encolhida. As outras passavam por ela muito mais móveis, mas não a incomodavam. Dois minutos depois a grande saevissima soldado passou sobre a fulva e levou a ponta do abdome à cabeça dela, deixando-a ainda mais imóvel.

- *Segundo procedimento*

Apanhei, num dos vidros onde havia armazenado várias operárias de *Solenopsis saevissima,* uma delas com um cartão, que ela mordeu. Pus a formiga dentro de um frasco onde estavam 3 fulvas havia 45 min. Houve agitação em todas as 4 formigas, mas as fulvas é que fugiam ao passar pela saevissima. Esta não se desviava, as outras é que saíam da sua frente. A saevissima pareceu na iminência de atacar uma das fulvas, que saiu para um dos lados.

Quatro minutos mais tarde a saevissima atacou 2 fulvas com que topou, as quais fugiram. A saevissima ficou a estremecer e passou a limpar as antenas. Três minutos depois, pus uma mecha de algodão hidrófilo embebido em água com açúcar no fundo do frasco. Mais alguns minutos se passaram e a única formiga que fora ter à isca e havia engordado era a saevissima. As 3 fulvas aglutinaram-se sob a rolha plástica, onde não ia ter a saevissima.

Mexi no frasco e as três fulvas passaram a agitar-se mais, mas ainda evitando contato com a saevissima. Balancei a isca: as fulvas andaram, chegando até a estranha, mas recuaram, correndo ondulantemente. Quem determinava a mudança de direção nos encontros era a saevissima. Neste caso o estarem algumas formigas de uma espécie em maioria sobre outras de espécie diferente não determinou dominância das primeiras, mas isso parece ter resultado do particular temperamento das fulvas. Sem dúvida *Paratrechina fulva* revelou-se uma formiga medrosa que usava sua grande mobilidade para evitar contato com a rival, que, ao contrário, parecia destemida.

- *Terceiro procedimento.*

Estando morta a fulva posta no frasco com as 3 operárias de *Solenopsis saevissima*, podendo, com a agitação do frasco, ser atirada de um lado para outro, pus nesse frasco 1 operária de *Camponotus crassus.* Esta não atacava as saevissimas, mas as evitava. Estas não a buscavam, mas, se a topavam de frente, ameaçavam-na, com as mandíbulas abduzidas e o abdome empinado, a vibrar, e a crassus fugia. Depois de alguns minutos, vi a crassus andando com uma saevissima agarrada a uma de suas patas, parecendo morta, de que forma não sei. Talvez a crassus se tenha defendido. As outras saevissima também caminhavam, mas não davam atenção à crassus, que parecia agitada, desviando seu rumo ante qualquer rival. Neste caso, o efeito dissuasor de estar em minoria foi patente.

- *Quarto procedimento*

Coloquei 3 operárias de *Camponotus crassus* em um terceiro frasco, onde se puseram a lamber a ponta do gastro, o que se vê também de vez em quando em *S. Saevissima*. Dez minutos mais tarde pus 1 operária pequena desta última espécie dentro do frasco. Essa operária evitava conta-

tos com as crassus, bem maiores que ela, mas sem correria, andando de cá para lá e até passando, por vezes, por sob alguma das crassus. Esta última parecia ficar irritada: tinha um solavanco, dirigia as mandíbulas para a saevissima, que fugia com o abdome empinado. As crassus não perseguiam a estranha, mas pareciam interessadas em apanhá-la. Quatro minutos depois de ser introduzida no frasco, a saevissima passou perto de uma crassus, que a apanhou e cortou, com as mandíbulas, pelo abdome. É interessante que as crassus não perseguiam a intrusa, mas tentavam apanhá-la se ela passava ao seu alcance.

Neste caso os fatores de precedência e de maioria no frasco evidentemente atuaram no sentido de estimular a pugnacidade.

- *Quinto procedimento*

Pus 6 operárias de *Paratrechina fulva* dentro de um frasco de vidro. Depois de 30 min que lá estavam, introduzi uma operária de *Solenopsis saevissima* um pouco maior que qualquer das fulvas. A saevissima não atacou nenhuma, apenas procurou fugir. Quando abri a tampa do frasco para introduzi-la, houve um reboliço das fulvas, que, às vezes, davam uma corrida sobre ela e fugiam em seguida. A saevissima fugia, mas, se topada de frente, enfrentava a rival. Ficou empinada, girando, com repelões. As fulvas pareciam exibir uma curiosidade grande: iam até a saevissima, farejavam-na, tocavam-na e em seguida fugiam. Às vezes esse proceder parecia intencional, mas a maioria das vezes parecia fruto de uma topada ocasional. A saevissima estava mais ondulante em seu caminhar e muito mais agitada do que as fulvas. Num dado momento uma fulva atacou brevemente a estranha, que procurou fugir e ficou dando voltas. Uma ou outra fulva fugia dela, mas, no geral, não. Vi uma que lhe virou o abdome e depois seguiu a seu encalço, embora um tanto cautelosamente. Mais adiante, a saevissima topou com uma fulva de costas e voltou, topou com outra de frente e foi atacada, só que o ataque não durou: ela fugiu, não enfrentou. Dez minutos depois de introduzida ela parecia um pouco emperrada. Tipicamente, as fulvas ficavam agrupadas no alto do frasco.

Quando atacada, a saevissima se defendia. Um pouco mais tarde vi-a encolhida, no fundo do frasco. As fulvas deviam tê-la matado com jatos de ácido nos poucos encontros que tiveram. Passaram a aproximar-se dela, parecendo curiosas.

Nesta observação, os fatores precedência no frasco e maioria numérica parecem ter determinado maior pugnacidade até às tímidas fulvas.

- *Sexto procedimento*

Uma formiga *Camponotus melanoticus* e uma *Paratrechina fulva,* a primeira bem mais volumosa que a última, foram apanhadas separadamente com uma mecha de algodão. Ambas foram introduzidas num frasco de vidro, mas a melanoticus com uma precedência de cerca de 30s sobre a fulva. As duas evitavam-se em seus encontros. Talvez 30s tenham sido insuficientes para dar à melanoticus um sentido de adaptação maior ao local, mas também eu havia já notado que essa espécie de formiga é de temperamento em geral bastante brando. A fulva pareceu muito mais agitada que a outra, correndo com ondulações e repelões ao topar a outra. Mas esta também evitava a fulva. Não tentava apanhá-la, ao toparem-se: recuava, com um repelão, quando isso acontecia. A melanoticus era também muito mais lenta que a fulva.

Inclino-me, nesta observação, a pensar que a precedência da colocação da melanoticus no frasco foi insuficiente para lhe dar maior assertividade sobre a fulva. Seria como se tivessem sido introduzidas simultaneamente no novo local.

Pus, em seguida, uma operária de *Camponotus crassus* nesse frasco. As três se evitavam, mas mais a crassus dentre as três. A melanoticus não parecia importar-se com esta e a fulva também não parecia fugir dela, mas empinava um pouco o abdome diante dela. A crassus aparentava estar um pouco machucada.

- *Sétimo procedimento*

Coloquei, no frasco do procedimento 4, onde estavam 3 operárias de *Camponotus crassus* com uma *Solenopsis saevissima* trucidada, uma isca (mecha de algodão com água e açúcar) com cerca de 20 operárias desta última espécie. Minha intenção era ver o que valia o fator de pré-exposição contra o de maioria numérica. Com a saída das saevissimas da isca, 2 das crassus entraram numa correria, mas uma ficou atacando as invasoras e sendo atacada ocasionalmente. Depois, mais 1 crassus perdeu a paciência e passou a morder estas últimas. Não houve aparentemente busca intencional, mas os encontros ocasionais resultavam em luta, especialmente por

parte das crassus. As saevissimas não pareciam buscar o ataque, mas defendiam-se quando atacadas. Eram presas facilmente cortáveis, no entanto. As crassus apanhavam com as mandíbulas todas as que encontravam. Uma das crassus caminhava com uma saevissima presa a uma das pernas. As crassus só atacavam as que se moviam e nitidamente apanhavam as rivais pelo pecíolo, cortando-as em duas partes. Só as vivas e ativas eram atacadas, não as pouco móveis.

Dezessete minutos depois de introduzidas, restavam apenas 4 saevissimas bem ativas. Não atacavam a não ser por defesa, não tomando nunca a iniciativa. Três minutos após, restavam apenas 2 saevissimas vivas: uma que se imobilizava o mais possível sob os corpos mutilados ou ficava sobre a isca, sem interesse em atacar as crassus, e outra agarrada a uma perna de uma das crassus, quando encerrei o procedimento, com todas as demais saevissimas trucidadas. Aparentemente, o fator precedência no frasco parece ter sobrepujado o fator maioria numérica, mas não sei se o precedente de haverem as crassus trucidado uma saevissima anteriormente não influiu nos resultados.

- *Oitavo procedimento*

Coloquei simultaneamente, em um frasco de vidro, uma operária grande de *Solenopsis saevissima* e uma operária média de *Camponotus crassus*, posto que maior que a saevissima. Passaram a evitar-se, girando pelo frasco continuamente. A *crassus* parecia evitar de forma mais definida e perturbada a outra. Corria mais também.

Alguns minutos mais tarde, às vezes uma passava pela outra sem ataque mútuo. Não parecia haver interesse nem evitação recíprocos. Topavam-se de frente, a saevissima ficava com o abdome meio empinado, mas não se atacavam. Depois de uns 10 min, feri a crassus acidentalmente ao abrir e fechar a rolha plástica e resolvi tirá-la e encerrar a sessão. Introduzidas simultaneamente no frasco, portanto, essas operárias de espécies diferentes não se atacaram, apenas se evitaram.

- *Nono procedimento*

No frasco do quarto procedimento restavam apenas 2 das 3 operárias de *Camponotus crassus.* A terceira estava morta no fundo sem que eu

soubesse a razão. Talvez tivesse sido ferida por alguma saevissima. As outras 2 já não andavam muito, talvez estivessem cansadas. Introduzi no frasco uma operária de *Camponotus fuchsae*. Tive por um longo tempo um ninho artificial desta espécie de formigas, que me parecia ser das mais irritadiças e agressivas. A qualquer manipulação da grande arena de vidro em que a colônia fora acomodada, operárias saíam, abdomes vibráteis, as mandíbulas abertas, em busca de algum invasor, e acabavam atacando furiosamente algum cadáver de companheira que encontrassem ou qualquer resíduo ou objeto que topassem na arena. Por essa razão eu esperava que, mesmo tendo apenas acabado de ser posta no frasco com as crassus, ela atacaria estas.

Ao contrário do que eu esperava, a fuchsae somente se interessou em fugir, correndo, das crassus, quando as encontrava. A crassus menor não lhe manifestou hostilidade. Já a maior curvava o abdome por entre as pernas e sob o tórax e dirigia-lhe, ao que parecia, jatos de ácido. Fez isso várias vezes e a fuchsae perturbava-se muito. A crassus abduzia as mandíbulas, seguia a fuchsae e, a certa distância, repetia o apontamento abdominal. Oito minutos após ser introduzida a fuchsae jazia caída de costas no fundo do frasco e em estertor. Mal movia uma perna.

Nesse episódio, tanto o fator precedência no frasco quanto o de maioria numérica podem ter sido responsáveis pelo resultado.

- *Décimo procedimento*

Oito fulvas foram deixadas no interior de um frasco de vidro durante 03h30. Introduzi, então, no frasco, 1 operária de *Camponotus fuchsae*. As fulvas agitaram-se, evitando-a. A fuchsae ficou a limpar as antenas mas também evitava as fulvas. Estas ficaram na parte de cima, sob a rolha plástica. Virei o vidro. Uma fulva atacou a fuchsae e fugiu em seguida. A fuchsae agitou-se e fugiu. Tornei a virar o frasco. Uma ou outra fulva velozmente pegava-lhe uma perna e fugia. A fuchsae fugia, agitada.

As fulvas tornaram a tomar distância na parte de cima do frasco, onde a fuchsae não subia. Virei novamente o frasco. É interessante que as fulvas só corriam em roda e só atacavam a forasteira por trás e fugiam. De vez em quando uma fulva descia, andava em roda, atacava-a e fugia. Durante uns 2 min, 2 ou 3 fulvas, conjuntamente, atacaram a estranha, correndo. Elas já não fugiam, mas esta última sim. Na verdade, as fulvas iam, afastavam-se, tornavam a ir e depois juntavam-se sob a tampa plásti-

ca. Se eu virasse o vidro de modo que a fuchsae caísse sobre elas, corriam e atacavam, geralmente por pouco tempo até tomarem nova distância. Também uma ou outra descia, às vezes, apenas se a estranha se agitava muito: parece que atacavam somente quando havia alguma ameaça percebida. As fulvas atacavam-na por trás e fugiam se ela se virasse de frente. Era preciso golpear o vidro para que caíssem e atacassem. Senão, iam para cima, perto da tampa plástica do frasco, e desinteressavam-se da forasteira. Às vezes esta ficava de frente para uma fulva mas não a atacava. Fugia.

- *Décimo primeiro procedimento*

Pus uma grande operária de *Camponotus fuchsae* entre meia centena de operárias de *Solenopsis saevissima* que estavam em um frasco havia umas 5h. Ela não foi atacada nem lhe fugiram. Ocorreu que, ao andar de lá para cá, uma só entre essa meia centena lhe pegou uma perna e não a largou até ser mordida. Depois, por acidente, caiu sobre outras, quando outra lhe pegou uma perna e dirigiu-lhe a ponta do abdome empinado. Nesse momento ela se desvencilhou, levando as mandíbulas ao local da apreensão. Uma ou outra a mordia porque ela se movia, passava por cima das estranhas ou muito perto delas. Era raro ver que viessem para ela de alguma distância.

Aparentemente, mesmo estando em maioria, as saevissimas não atacavam a não ser quando a crassus ficava à sua frente. Esta última, estando em minoria, só parecia interessada em escapar às outras.

- *Décimo segundo procedimento*

Pus 3 operárias de *Camponotus melanoticus* dentro de um frasco de vidro, sendo uma delas um soldado. Depois que lá estavam havia 1h20, introduzi no frasco 3 operárias de *Solenopsis saevissima.* Havia dentro do frasco uma mecha de algodão que servia para proteger estas últimas, que eram bem menores que as melanoticus. A soldado melanoticus esmagou uma saevissima com as mandíbulas. As outras 2 melanoticus pareciam pacíficas, mas a soldado tentava apanhar qualquer saevissima que passasse por perto. Ela foi à que matara, tornou a apanhá-la e apertá-la entre as mandíbulas. Já as suas 2 outras companheiras toleravam que as saevissimas passassem entre suas pernas, não pareciam importar-se com elas.

Depois de 17 min do início deste procedimento, introduzi no frasco 1 operária de *Camponotus fuchsae*. O soldado melanoticus mostrou-se interessado em pegá-lo, mas não muito. Já as operárias melanoticus eram doces: deixavam que as saevissimas ficassem sob ou também sobre seu gastro. Quanto à fuchsae, parecia interessada apenas em fugir às demais.

- *Décimo terceiro procedimento*

Pus, ao mesmo tempo, em um frasco de vidro sem tampa plástica, 4 fulvas e 4 saevissimas que havia acabado de apanhar. Elas não se interessaram em lutar, mas apenas em escapar ao frasco, o que conseguiram prontamente, fazendo-me pôr fim à observação. Certamente, sem terem uma razoável antecedência num lugar estranho para onde movidas, só se ocupavam de escapar-lhe.

- *Décimo quarto procedimento*

Não encontrei esta observação em meus protocolos – talvez não a tenha registrado – mas lembro-me nitidamente dela. Pus, num frasco de vidro, simultaneamente, 1 fulva e 1 melanoticus. Elas se evitavam, sem mostrar nenhuma disposição para se atacarem. Tive que me ausentar por talvez umas 2h, mantendo-as presas. Ao voltar, para minha surpresa, vi-as, não obstante sua diferença enorme em tamanho, em uma regurgitação recíproca, na qual, porém, não ficou claro qual das duas formigas recebia o regurgitado e qual o doava. Essa observação confirmava minha impressão quanto ao temperamento tímido e pouco agressivo das operárias dessas duas espécies.

Ao encerrar essas várias observações, creio não errar em supor que, no geral, elas confirmam minhas hipóteses acerca de alguns fatores da experiência individual de formigas de espécies diferentes que determinam, ao encontrarem-se, uma tendência à pugna ou, diversamente, à fuga, ou a tolerarem-se mutuamente. Posteriormente uma aluna repetiu, em sua pesquisa de mestrado (cf. N. L. S. Wakahara, 1981), com mais minúcias e maior controle, essas observações, reproduzindo, em geral, os resultados por mim obtidos e focalizando mais detidamente as diferenças de temperamento e de táticas de luta reveladas por diferentes espécies.

10 Sobre as reações de algumas outras espécies de formigas regionais diante de companheiras esmagadas

Neste tópico relatarei algumas observações breves que efetuei sobre a reação de algumas outras espécies de formigas locais a companheiras esmagadas em uma trilha. O objetivo dessas observações não era estudar essa reação a fundo, mas simplesmente verificar a generalidade ou não do fenômeno das modificações de comportamento provocadas por essa alteração e compará-las brevemente com as verificadas com *Paratrechina fulva*. No relato a seguir serão apresentadas apenas as observações obtidas com formigas que foram, pelo menos quanto ao gênero, identificadas.[36] Informações úteis sobre a maioria das espécies aqui consideradas podem ser encontradas em Luederwaldt (1926).

Poneríneos

- *Termitopone marginata* (Roger, 1861)

Esta foi a única espécie de poneríneos estudada nesta conexão. Trata-se de uma formiga preta, luzidia, relativamente grande (pouco mais de 1 cm de comprimento), dotada de grande ferrão, que, diferentemente da maioria dos poneríneos, vive em colônias relativamente populosas (pelo menos várias centenas de indivíduos). Segundo Lemko (relato pessoal), são popularmente chamadas "formigas raposas" ou "formigas gambás", e especializaram-se na predação de cupins.

Uma primeira observação acerca dessa espécie foi relativa a uma trilha de dezenas de formigas, disposta sobre uma extensão de terra livre de vegetação desde um monte de caliça e tijolos quebrados até alguns orifícios espalhados pelo terreno, aproximadamente 5m além, dos quais as formigas habilmente extraíam cupins. Como *Termitopone marginata* tem tegumento quitinoso excepcionalmente resistente e parece sempre pronta para ferroar, no que mostra excepcional habilidade, decidi, prudentemente, não tentar esmagá-la com os dedos. Com uma pedra, esmaguei uma das operárias sobre outra pedra pequena, meio enterrada no terreno e por sobre a qual passava, numa linha nítida, a trilha. As reações apresentadas pelas formigas ao chegarem junto desse ponto de alteração foram, em geral, as

[36] Uma espécie de *Pheidole* e uma de Acromyrmex consideradas neste relato chegaram a ser identificadas por Frei Walter Kempf, porém, infelizmente, as identificações e amostras perderam-se irreparavelmente depois. Além de a frei Kempf devo agradecer também a Karol Lemko e a Carlos R. Brandão pelas determinações taxonômicas efetuadas.

seguintes. As formigas carregadas com um cupim, ao chegarem a cerca de 5 cm da formiga morta, voltavam ondulantes – pelo menos, mais do que se apresentavam em regiões mais distantes – e nitidamente aceleradas e com zigue-zagues vivos em sua marcha – por vezes toda a extensão até as imediações dos orifícios. Algumas, porém ao chegarem entre 5 a 3 cm do ponto de alteração, paravam, começavam um desvio hesitante, com guinadas de um lado e outro, e contornavam a morta, afastando-se entre 10 a 15 cm da trilha, adentrando-a mais adiante, e, então, seguiam seu caminho, mais rápidas e um tanto ondulantes. Dentre as em marcha para os cupins, várias retornavam aceleradas, com ondulações não muito nítidas, parte do caminho ou totalmente, ao passo que outras se aproximavam com marcha em zigue-zagues, rápidas, até 0,5 cm da morta, com muito movimento das antenas ("farejamentos"), e giravam em torno do ponto alterado, um pouco ondulantes. De vez em quando ocorria que algumas formigas, com ou sem carga, logo que começavam a retornar, jogavam o gastro um tanto recurvado uma ou duas vezes para a esquerda ou a direita, como que prontas para ferroar, sem, contudo, exporem o ferrão. Isto acontecia sobretudo quando uma formiga tocava outra por detrás, ocasião em que, além dos mencionados movimentos, a primeira formiga virava-se rapidamente para essa outra. Na trilha, a marcha, relativamente veloz, era interrompida repetidamente, a cada trecho de 10 a 15 cm, por uma pausa súbita e curta. No fim de 20 min, já quase não ocorriam retornos: só desvios, aceleração e ondulações ligeiras. Nenhuma foi vista abandonar a carga, mas nenhuma deixou, também, de apresentar alguma modificação de comportamento, ao chegar às imediações do ponto de alteração. A intensidade do fluxo diminuiu pouco, se é que realmente diminuiu. Não foram notados repelões.

Uma segunda observação, realizada noutra ocasião com essa espécie de formigas e na ausência de uma trilha, proporcionou resultados bastante diversos. Vendo um grupo de operárias de *T. marginata* a andar a esmo e um tanto lentamente à beira de uma estrada asfaltada, esmaguei, novamente por prudência, uma delas com a ponta do sapato. Várias formigas passaram até 1 cm ou menos do cadáver, sem nenhuma modificação de comportamento perceptível a não ser um breve "farejamento" e um ligeiro desvio, mas estas eram modificações cuja ocorrência mesma era difícil de estabelecer; não obstante, a última dessas modificações, aparentemente, ocorria de fato, já que era altamente improvável que, em seus meandros, a esquadrinhar o terreno, algumas das formigas deixassem de passar, se não se desviassem, por sobre o ponto mesmo de alteração. De qualquer forma,

a ausência de retornos, ondulações, acelerações, desvios amplos e arremessos do gastro, contrastava claramente, nesta observação, com os fenômenos obtidos com o esmagamento praticado diretamente sobre uma trilha.

Dorilíneos

- *Labidus coecus (Latreille)*

Já tratei dessa espécie de formigas-correição ou de visita na Observação 42 de uma trilha representada na Figura 60, relatando vários aspectos de seu comportamento e de outros dorilíneos. Relatei, também, alguns episódios sobre a reação das formigas dessa espécie ante companheiras esmagadas. O que posso dizer de relevante ao presente contexto é pouca coisa. Quando esmaguei algumas das operárias de *L. coecus* em 2 pontos diversos da trilha ou coluna, houve, na proximidade dos pontos alterados, um movimento um pouco mais rápido e ondulante das formigas vivas e tendência, por parte de algumas, a andarem em roda alguns centímetros, com grande atividade das antenas e viradas da cabeça para um lado e outro. Algumas puseram-se em pé sobre as patas traseiras, mandíbulas abertas, dando como que botes para o ar com o cefalotórax, ritmicamente. Excepcionalmente, algumas formigas retornavam. Outras escalavam o corpo esmagado. Em consequência de tudo isto, as regiões alteradas apresentavam como que um atravancamento do "tráfego". As modificações de comportamento obtidas eram confinadas à região alterada, e não muito dramáticas: não diferiam, por exemplo, das provocadas por um sopro ou pelo esmagamento sobre a trilha de alguma formiga de outra espécie.

Noutra ocasião, observei um carreiro de outra colônia de *Labidus coecus*, bem menos populoso que o primeiro. A trilha, disposta sobre um piso cimentado, acompanhava a aresta por este formada com uma parede, conectando um ralo para águas pluviais com um caixote de lixo. No interior do ralo era visível uma penca formada pelos corpos enganchados de muitas dessas formigas. No caixote de lixo as formigas visitavam uma lata com restos de manteiga e retiravam grãos de arroz cozidos, pedaços de alface e sementes de limão, talvez por estarem untados com óleo vegetal. Esmaguei, em momentos distintos, uma operária por vez, em alguns pontos da trilha. O resultado foi similar ao da observação anterior: um pequeno amontoamento de formigas que subiam ao corpo e o puxavam, pausas de umas, ir e voltar de outras quando chegavam a 3 ou 4 cm do

corpo, volteamentos com movimentos ondulantes – que, deve-se notar, estão sempre presentes no caminhar normal desses insetos e é o que lhes dá aparência de grandemente agitados – reorientações e alguns retornos. Mais nitidamente do que antes, porém, pude observar agora que os trejeitos que as formigas apresentavam, como botes para o ar, ao aproximarem-se do ponto de alteração, pareciam um agregado caótico de repelões, "farejamentos" e postura de ameaça: com as antenas apontadas para cima ou para a frente, em pé sobre as patas traseiras, deslocavam o cefalotórax rapidamente, à semelhança do bater de um pino ou do movimento rítmico da agulha de uma máquina de costura, ao mesmo tempo que recurvavam o abdome sob o tórax e abriam as mandíbulas. Notei, porém, que, em outros momentos, os mesmos movimentos surgiam em algumas formigas noutros pontos da trilha sem nenhuma razão aparente; eles apenas acentuavam-se e tornavam-se mais gerais nas proximidades de uma companheira esmagada ou de uma formiga estranha que subitamente cruzasse a trilha, ou quando um sopro se dirigia à formiga.

Para fins de comparação, empreguei ainda alguns objetos variados, sobre a trilha, como alteração experimental, em ambas as observações. Diante de meu dedo indicador, com ou sem um odor de esmagamento, e diante de um doce, não apresentaram nenhuma modificação de comportamento, exceto por algum movimento mais vivo das antenas e um desvio de 0,5 a 1 cm. Diante de formigas inválidas (algumas da espécie *Solenopsis saevissima* e um exemplar de *Camponotus crassus*), deslocaram-se, num desvio de 3 mm, por algum tempo, até que umas poucas operárias mínimas e médias passaram a puxá-las e, em pé sobre as patas traseiras, dirigiram-lhes repetidamente o abdome recurvado entre as pernas e o tórax. Notei que faziam os mesmos movimentos aparentes de ferroar com um alimento, mas isso talvez meramente acompanhasse um esforço das mandíbulas para despedaçá-lo. Já diante de formigas estranhas vivas e móveis *S. Saevissima* e *Pheidole sp. t*enderam a *"bater pino",* pinçar os corpos com as mandíbulas e recurvar o abdome dirigido contra eles mais vivamente, o que, estranhamente, foi notado também diante de uma fibra vegetal que caiu atravessada na trilha. De modo geral, parecia que uma companheira esmagada se distinguia de outras alterações praticadas sobre a trilha por acarretar maior "empelotamento" do "tráfego", mais retorno e por não provocar movimentos efetivamente dirigidos de encurvamento do abdome para elas, como para ferroar.

- *Labidus praedator*

O esmagamento de algumas formigas de uma coluna migratória com a espessura de 3 a 4 cm destas formigas nômades de cor preta vista, à noitinha, entre ramos e tufos de erva na beira de um bosque, provocou um leve atravancamento do fluxo, acentuação da oscilação da marcha e alguns volteamentos por parte das operárias passantes. É possível que a pressão exercida pela profusão de formigas e a largura da coluna (portanto, a ausência de uma trilha linear nítida) tenham sido, em parte, responsáveis pela brandura das modificações de comportamento notadas.

Nestas observações relativas a modificações de comportamento de dorilíneos não foram notados repelões (ao menos como uma forma separada de movimento), os retornos foram poucos, a aceleração da marcha era pequena, a ondulação se apresentava como mera acentuação da que já apresentavam na trilha inalterada, e, praticamente, não foi notada uma redução na intensidade do fluxo em decorrência da alteração experimental.

Mirmicíneos

- *Solenopsis saevissima* (Fr. Smith, 1855)

Uma observação acerca das modificações de comportamento desta espécie foi relativa a uma trilha, já referida na Observação 45, cuja Figura, ilustrativa da trilha então formada, reproduzo abaixo, um pouco modificada, sob o nº 88.

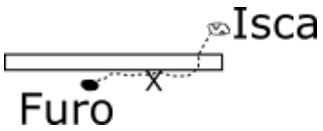


Figura 88: Disposição, em um piso cimentado, de uma trilha formada por operárias de *Solenopsis saevissima* a acompanharem uma ripa de madeira.

Legenda:
Linha pontilhada: trilha sob uma ripa de madeira a acompanhar um de seus bordos.
Linhas contínuas: bordos de uma ripa.
X: ponto de alteração.

Tratava-se de uma trilha curta, de cerca de 20 cm de extensão, disposta em sua maior parte junto a uma das bordas de uma ripa de madeira e a

conectar um orifício em um piso cimentado, que era a entrada de um ninho, a uma isca (mecha de algodão com água e açúcar). Após serem esmagadas 2 formigas na porção média da trilha, as demais, que marchavam muito lentamente, passaram a andar de modo ondulante, com o abdome muito empinado e vibrátil, com velocidade um pouco aumentada e em volteios pelo terreno, sem direção certa. Dentro de 2 min, aproximadamente, a trilha havia se transformado em uma coluna de uns 20 cm de largura. A Figura 89 ilustra essa transformação. Não obstante, as idas à isca prosseguiram e, dentro de mais alguns minutos, a trilha foi retomando seu aspecto original, exceto nas imediações do ponto de alteração, onde as trajetórias individuais apresentavam uma reorientação impredizível, algo a esmo.

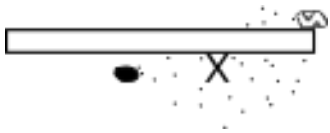


Figura 89: Distribuição de formigas *Solenopsis saevissima* após o esmagamento de duas formigas sobre a trilha representada na Figura anterior.

Legenda:
Círculo negro: entrada de um ninho.
Círculo branco: isca.
X: ponto de alteração.
Pontos esparsos: formigas após a alteração.

Em outras observações, relativas a trilhas com comprimentos de alguns metros, dispostas ao longo de arestas de pisos com paredes, o encontro de companheiras esmagadas por formigas dessa espécie causava, de ambos os lados da trilha, numerosos retornos ondulantes, um tanto lentos (*S. Saevissima* raramente corre), com empinamento geral muito acentuado e um tanto vibrátil do abdome. Nessas ocasiões, as mandíbulas das formigas ficavam grandemente abduzidas. Também não foram observados repelões nesta espécie.

- *Gênero Pheidole*

Embora eu tenha frequentemente visto o ninho de *Pheidole oxyops,* com sua abertura semicircular, na superfície do solo, geralmente em um trecho de terreno livre de vegetação, apenas em um caso registrei as reações de suas operárias a companheiras esmagadas. Tratava-se de um

formigueiro aparentemente novo, num espaço livre de vegetação de cerca de 40 cm de diâmetro. Diversas operárias pequenas e delgadas saíam do ninho ou nele entravam, e um ou outro "soldado" às vezes apontava sua relativamente grande cabeça na abertura do ninho.

Esmaguei 2 das operárias na porção de uma trilha um tanto irregular e curta que se apresentava até a borda da vegetação rasteira que rodeava o ninho.[37] Várias formigas, ao chegarem a cerca de 10 cm do ponto de alteração, após uma ligeira pausa, passavam a correr, ondulantes e com movimentação muito viva das antenas, por uma rota deslocada em relação à trilha. Várias dentre elas, depois de descreverem um círculo em volta das mortas, retornavam, aceleradas, ao ninho ou à região de vegetação de onde tinham vindo. Daí a 5 min, a trilha havia desaparecido, como que por encanto, assim como o movimento de formigas perto da abertura do ninho.

Noutra ocasião, esmaguei uma operária a 4 cm de um furo numa parede que era a abertura de um ninho onde penetravam diversas operárias de uma espécie não identificada de *Pheidole*, a carregarem cadáveres de armadilídeos, de mosquitos e de outras espécies de formigas. Uma operária, que vinha carregando algo, ao chegar perto da morta, volteou mais tempo do que costumavam fazer as que chegavam em condições normais, parecendo desorientada. Das que saíam do furo na parede e das que chegavam, a reação mais característica era um "farejamento" do corpo, de perto, precedido de um arqueamento do tórax e um recurvamento, sob ele, do abdome. Muitas das que saíam ao exterior, após vários meandros pelo chão, com recurvamento do abdome, retornavam ao ninho; outras, porém, depois de algum tempo, dele se afastavam, aparentemente retornando à sua atividade normal de busca de alimento. Cinco minutos depois do esmagamento, e ainda quando essas modificações de comportamento eram nítidas, veio uma operária e removeu o corpo para o ninho, de onde outras mais saíram, posteriormente, mas já então sem modificações de comportamento perceptíveis, nem mesmo quando passavam sobre o ponto de alteração. Acredito que se tratava de uma espécie relativamente bem dotada quanto à visão, a julgar pelo fato de que suas operárias tinham trajetórias independentes e não pareciam ter inclinação por deslocar-se ao longo de marcos como paredes e cercas.

Uma nova observação foi realizada com outra espécie de *Pheidole,* com operárias de tamanhos variados, um tanto maiores e mais negras e bri-

[37] Esta espécie, pelo que pude ver, raramente estabelece trilhas.

lhantes do que as anteriores. Seus "soldados", com cerca de 0.5 cm de comprimento, tinham cabeça vermelha, tórax entre marrom-avermelhado e negro, mandíbulas e o restante do corpo pretos. Esmaguei 1 das operárias 5 cm à frente de uma minhoca que outras companheiras arrastavam para o ninho. As que se viraram para o cadáver saíram aparentemente a esmo, aceleradas e ondulantes; as demais abandonaram a carga e afastaram-se, aceleradas. Joguei, depois uma operária esmagada perto da entrada do ninho, por onde volteavam diversas companheiras: foi segura e carregada por uma destas numa trajetória incerta, ao passo que as outras passaram a correr, ondulantes, em roda; um "soldado" saiu e fez o mesmo. A aproximação de um dedo a 2 cm da entrada do ninho não ocasionou modificações perceptíveis, na roda-viva, agitada, de formigas, mas o dedo utilizado no esmagamento provocou, nas mesmas circunstâncias, um correr ondulante em roda, seguido de entrada no ninho, cujas imediações ficaram, a seguir, inteiramente vazias de formigas.

- *Cremastogastrini*

Abriguei, por algum tempo, em ninhos artificiais, 2 colônias diferentes de *Cremastogaster*, cujas espécies não puderam ser identificadas. Eram pequenas formigas pretas, monomorfas, com o típico abdome na forma de um coração; seu tamanho era, aproximadamente, de 2 mm num caso e 3,5 mm no outro. Apresentei, algumas vezes, a operárias dessas colônias, quando caminhavam sobre as placas de vidro que recobriam os ninhos artificiais nos quais estavam alojadas, uma companheira esmagada, ou meramente os seus vestígios, na ponta de um dedo. A reação apresentada pelas formigas nesses casos não foi correr, mas, no geral, um empinar trêmulo do abdome, em cuja ponta aparecia uma gotícula de veneno de aparência leitosa.

Mais tarde, no campo, observei formigas em tudo semelhantes às de maior tamanho nos ninhos artificiais. Elas caminhavam espaçadamente por um ramo de 2 mm de espessura, erguido na forma de um "L" numa extensão de 40 cm e a uma altura média de 2 cm do chão. Pus, na terra, junto ao ponto em que o ramo deixava o chão, o corpo, esmagado entre os dedos, de uma das formigas. As que vinham pelo ramo paravam a cerca de 5 a 8 cm do corpo, e retornavam pelo ramo para o meio da vegetação, com uma velocidade relativamente grande, ondulantes, o abdome a tal ponto empinado que quase tocava a cabeça. Uma formiga, vinda pelo ramo, também elevou seu abdome e passou a retornar assim que cruzou com uma das

retornantes. Quanto às formigas procedentes do chão, chegavam devagar até 3 cm do corpo, e saíam correndo, ondulantes, o abdome em pé; outras, após tudo isso, subiam ao ramo, paravam a 3 cm da morta, a cabeça voltada para ela, e agitavam a ponta do abdome vigorosamente para o ar.

- *Attini*

Observei a reação a companheiras mortas e, em certos casos, a alguns outros estímulos também, empregados para comparação, em umas poucas espécies de formigas cortadeiras de folhas e cultivadoras de fungo dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*. Relato, a seguir, as condições em que se realizaram essas observações e os resultados obtidos.

- *Atta laevigata*

Numa "estrada"[38] de cerca de 10 cm de largura transitava um grande número (cerca de 120 por minuto, conforme contagem) destas formigas de cabeça particularmente volumosa e brilhante, ditas popularmente "cabeças de vidro", muitas delas carregadas com fragmentos de grama. Esmaguei algumas das operárias com os sapatos e não com as mãos para serem em maior número. As modificações de comportamento que essa alteração ocasionou nas formigas vivas que dela se aproximavam foram imediatas. Muitas paravam, giravam pelos arredores, entretocavam-se com as antenas, pegavam as caídas; outras saíam da "estrada" com as mandíbulas abduzidas; outras, ao passarem com carga, pareciam resvalar, apressadas, e cair de lado no local do esmagamento. Por uma extensão de cerca de 1m em torno desse local o carreiro passou a ser uma coluna de 30 a 40 cm de largura. Aprisionei dezenas dessas formigas num frasco de vidro, dentro do qual atirei, posteriormente, algumas companheiras esmagadas. Houve grande agitação no frasco e, em pouco tempo, percebi que se engalfinhavam e se mutilavam reciprocamente.

- *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908)

Sobre uma "estrada" de 2 cm de largura, a poucos centímetros de um "olheiro" (orifício no solo que constitui a entrada e a saída de um

[38] Faixa de terreno que muitas espécies de Attini limpam de qualquer vegetação e de detritos e que são usadas regularmente por longos períodos pelas formigas nas suas viagens de coleta e transporte de fragmentos vegetais.

canal subterrâneo), lancei o corpo esmagado de uma operária média. O carreiro não apresentava muitas operárias, e a maioria delas eram médias e pequenas. Estas últimas congregaram-se em torno da morta, tocando-a com as antenas, e começaram a andar em volta, fazendo que o carreiro ficasse, nesse ponto, com uma largura que variava de 6 a 10 cm. Uma operária média, com as mandíbulas abertas, correu para a morta, agarrou-a e largou-a; pareceu "ameaçar" as companheiras pequenas (investiu contra elas com as mandíbulas abertas, sem, contudo, apanhá-las) e "mordeu" um pedacinho de palha. Um grande "soldado" saiu de 20 cm de distância, logo que cruzou com umas poucas retornantes, em direção à morta, com a cabeça bem erguida, e ia elevando e abaixando o corpo relativamente ao chão, em marcha acelerada, com uma ondulação de período amplo. Outro "soldado" passou a 1 cm da companheira esmagada, vindo em boa velocidade desde o "olheiro" (30 cm dali) em marcha sinuosa, as longas patas muito abertas, e parou além; ao fazê-lo, ergueu bastante a cabeça e exibiu três repelões sucessivos, com um intervalo de 1 a 2 segundos entre um e outro: cada repelão era como um movimento enérgico do corpo sobre patas imóveis, como botes não consumados que quase a arrancavam do chão

Levantar a parte frontal do corpo sobre as patas traseiras e limpar as antenas com as patas dianteiras era comum, nas proximidades da região alterada; em outras vezes, nessa mesma postura, outras "farejavam" para o alto. As carregadas com folhas hesitavam (faziam uma virada à esquerda e à direita) e seguiam deslocadas um pouco (1 cm), mas por vezes saindo da rota por uns 4 ou 5 cm e retomando-a depois; 2 ou 3 derrubaram a carga e retornaram apressadas, numa corrida típica, ziguezagueante, a deixar cair, a espaços, a cabeça, geralmente levantada, sobre o chão; umas poucas tombavam de lado, com a carga, ao passar lateralmente pela região afetada e como que "entupida" pelo conglomerado de operárias pequenas. Muito interessante foi como uma propagação de um movimento ondulante na marcha, logo depois de efetuada a alteração experimental, por uns 20 a 30 cm da "estrada", de ambos os lados.

Em outros carreiros, os resultados foram semelhantes. Um sopro, seguido ao esmagamento, quase não produzia modificações; mas, se efetuado antes dele, ocasionava definidamente, só que por menos tempo, mais correria ondulante e espraiamento do que o esmagamento mesmo. Dir-se-ia que a primeira alteração a ser apresentada era relativamente mais efetiva em acarretar modificação de comportamento.

Posteriormente, ainda, encontrei formigas dessa mesma espécie subindo e descendo pelo tronco de duas árvores, em toda a sua volta, sem uma trilha definida. O esmagamento de uma formiga, num caso, provo-

cou, nas que vinham numa faixa na direção do ponto de alteração, passagens deslocadas muito aceleradas e ondulantes, como feitas numa série de botes rápidos e repetidos, as formigas batendo, a espaços, a ponta das mandíbulas na árvore. No outro caso, além de eventos similares, diversas formigas exibiram, no primeiro minuto, despencamento e soltura da carga. Um sopro, efetuado posteriormente, já quase não acarretava modificações.

Em laboratório, onde havia um grande ninho artificial dessa espécie, recolhi várias vezes algumas operárias dentro de um frasco de vidro, atirando lá uma companheira esmagada. Com isso, aumentava um pouco a agitação das formigas "empelotadas" e a intensidade das suas estridulações, mas não vi que lutassem, nessas ocasiões. Sopros nas telas de latão do formigueiro, balanços ou vibrações produzidos por impactos ou passagem de veículos pesados nas proximidades, provocavam, nas primeiras semanas de instalação da colônia, intensa agitação nas operárias e até retirada de larvas de dentro das panelas de fungo. Posteriormente, tornaram-se relativamente indiferentes a essas alterações.

- *Atta sp., provavelmente Atta bisphaerica*

Numa "estrada" de 2 cm de largura, por onde passavam, numa fila muito rara, cortadeiras de grama dessa espécie, de 2 a 5 mm de comprimento, esmaguei uma das passantes. Uma pequena operária correu, várias vezes, num círculo de 5 cm de diâmetro em torno da morta; 1 outra, com uma lâmina de grama, ao chegar a poucos centímetros do ponto de alteração, abandonou a rota, num desvio lento, adentrou-a novamente 10 cm além, passando então a correr numa série de impulsos interrompidos por breves pausas, rebolcou-se com a lâmina no chão, e tornou a abandonar a rota, a 50 cm da região alterada. Uma operária média aproximou-se da morta, tocou-a com as mandíbulas e exibiu um recuo "explosivo" do corpo (repelão). As que vinham sem folhas aproximavam-se e faziam uma dança ondulante em volta do cadáver, orientando-se para outras e tocando-as com as antenas. As com lâminas de gramíneas, tipicamente, paravam a variadas distâncias (de 2 a 20 cm) da alteração, saíam da rota aos impulsos, não raro caindo de lado, retomavam a "estrada" além e passavam a andar mais depressa e como aos trambolhões. Uma formiga entre média e pequena levantou-se nas patas traseiras e exibiu, a alguns centímetros da morta, impulsos ou balanços da parte dianteira do corpo, como numa série de repelões.

- *Atta sp.*

Encontrei certa vez, a atravessar um piso de ladrilhos sulcados, indo de um canteiro de jardim a outro, em linha muito nítida, um carreiro intenso de saúvas pequenas (de cerca de 3 mm de comprimento), muitas das quais transportavam pequenos fragmentos de folhas de roseira. Rajadas muito fortes de vento sopravam perpendicularmente ao carreiro, que, aparentemente, só podia se manter por estar disposto dentro de um sulco relativamente profundo entre duas fileiras de ladrilho. A Figura 90 ilustra a situação existente.

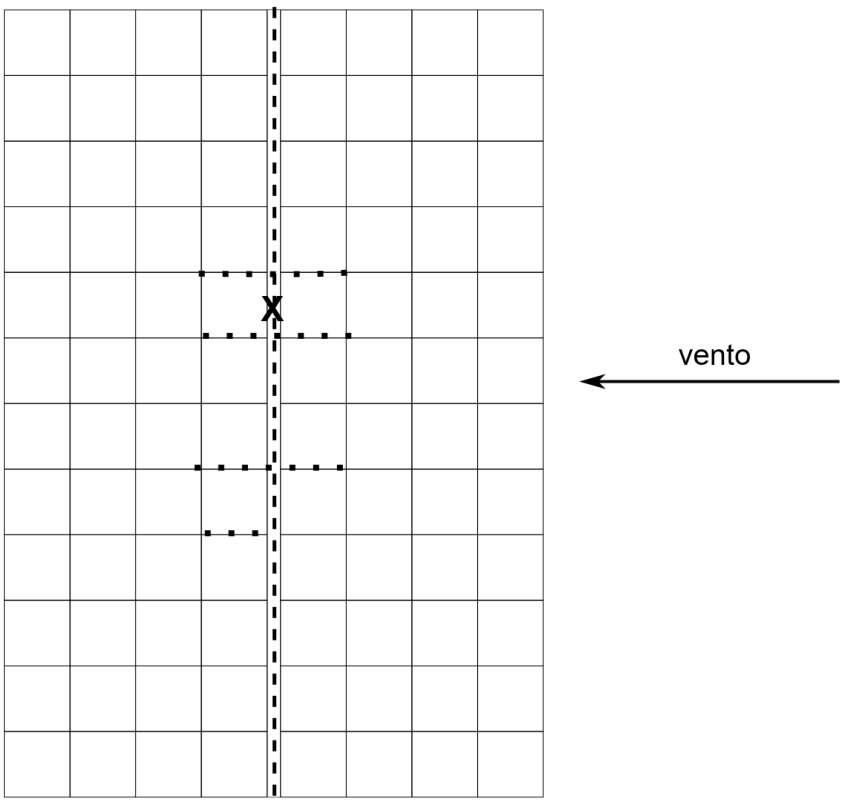


Figura 90: Disposição, num piso de ladrilhos sulcados, de uma parte de um carreiro de formigas pertencentes a uma colônia de pequenas formigas de uma espécie não identificada do gênero *Atta.*

Legenda:
Linhas contínuas: sulcos de ladrilhos.
Linha interrompida: trilha.
Linhas pontilhadas: trajetos desviantes que foram ensaiados.
X: Ponto de alteração (formiga esmagada).

O esmagamento de uma das operárias sobre a trilha acarretou, no geral, as seguintes modificações no comportamento das formigas na região: muitas destas, em marcha para a roseira, retornavam a alguns centímetros do ponto de alteração; algumas começavam um desvio, tomando sempre algum dos sulcos perpendiculares ao carreiro, mas nenhuma o completou: parte delas era varrida para longe pelo vento – já que os sulcos laterais eram pouco profundos para abrigá-las – e parte voltava ao carreiro, formando uma obstrução móvel do caminho, na região alterada. Quanto às formigas na outra direção, não largavam a carga, mas ficavam algum tempo hesitantes (viravam-se de um lado para outro diante da morta), às vezes passando ondulantes junto a ela, não raro com um tombamento, de lado, com a carga, mas, outras vezes, retornando ou saindo por um sulco lateral e sendo arremessadas para longe por uma lufada de vento. Dadas essas modificações de comportamento, no seu conjunto, e, sobretudo, o fato de que os desvios apenas eram ensaiados ao longo dos sulcos laterais, formei a impressão de que as formigas procuravam evitar, simultaneamente, a passagem pelas mortas e a ação da ventania.

- *Acromyrmex sp.*

As observações seguintes foram relativas a uma trilha formada, num prédio próximo de uma praia marítima, por operárias monomorfas, de cor entre preta e marrom cinza, ao longo de uma das arestas superiores de muros de alvenaria, de onde desciam para um piso cimentado no qual recolhiam migalhas de pão e fragmentos de cascas de uva. A trilha foi formada com a mesma disposição em 2 noites seguidas, quando foi observada com o auxílio de uma lanterna elétrica. A Figura 91 ilustra a disposição, no terreno, do trecho da trilha em que foram efetuadas alterações.

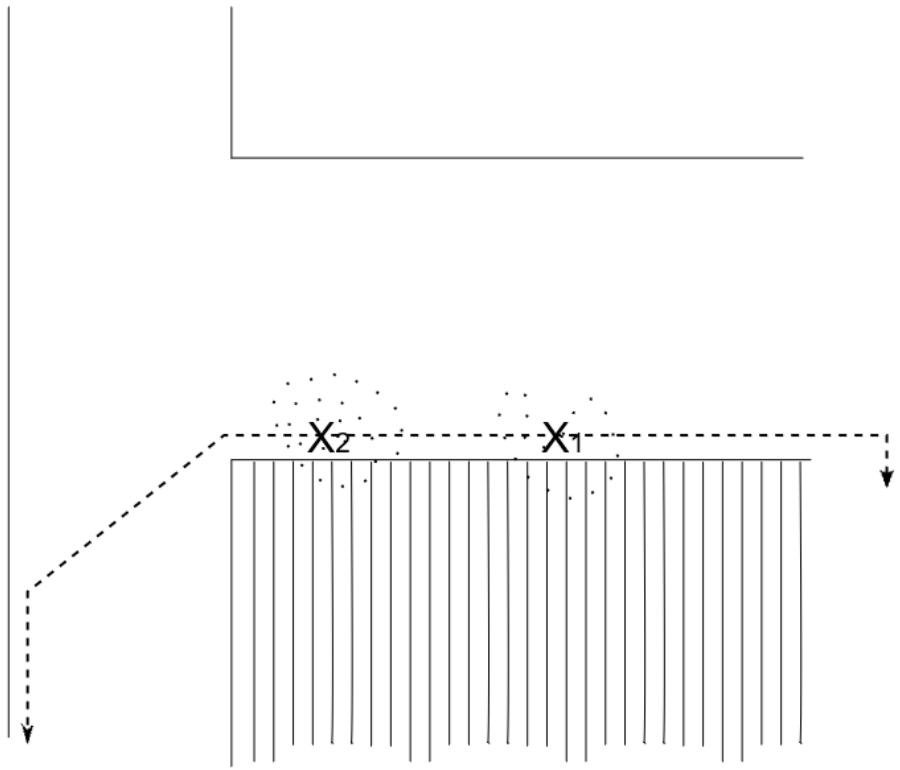


Figura 91: Disposição aproximada de uma trilha de *Acromyrmex sp.* na face superior de muros de alvenaria.

Legenda:
X_1 e X_2: pontos de alteração em duas noites sucessivas.
Linha interrompida: disposição original da trilha.
Linha pontilhada: trajetórias desviantes, após a efetuação de alterações experimentais.

Na primeira noite, esmaguei 1 operária sobre a trilha, a 40 cm do ponto de reorientação desta sobre os muros. Houve algum retorno e correria de ambos os lados. A maior parte das formigas parava, porém, entre 1 a 0,5 cm da companheira morta, uma ou outra exibindo um arremesso súbito do corpo, no ar, sem retirada das patas de sobre o terreno (repelão), ao passo que outras limpavam as antenas ou "farejavam" na direção do ponto de alteração. Das que vinham com carga, várias paravam e ficavam assim, imóveis, por vários segundos, ao passo que outras passaram a desviar-se pela face vertical do muro, não raro despencando. A região do ponto de al-

teração apresentava uma confusão no "tráfego", com considerável espraiamento das formigas relativamente à linha original da trilha.

Na segunda noite, depois de surgidas algumas formigas "exploradoras" no piso, sobre o qual eu espalhara fatias de pão, formou-se, com o tempo, uma trilha similar à da noite precedente. Esmaguei, então, 1 operária a 3 cm do ponto de virada da trilha, sobre o muro. A confusão que se seguiu foi grande: muitas formigas correram, levemente ondulantes, para os lados, algumas despencando, ou indo e vindo em rápidos avanços e recuos; algumas paravam a 1 ou 2 cm, exibiam 2 ou 3 repelões seguidos, a cabeça erguida e as antenas muito móveis. Dentre as vindas do ninho, várias marchavam ondulantes ao chegarem a cerca de 15 a 10 cm do ponto de alteração, e pareciam buscar contato com as retornantes (desviavam levemente sua trajetória para ir tocá-las com as antenas); várias passavam ao lado, num desvio, ondulantes, e várias se chegavam à morta, devagar, "farejavam-na" seguidamente, contornavam-na com a cabeça virada sempre para ela, caminhando de lado; dentre as carregadas com fragmentos de pão, duas retornaram, largando as cargas, que foram apanhadas por outras; as demais paravam, empinavam a cabeça a 1 cm do ponto de alteração, viravam-se para um lado e outro e passavam num desvio. De ambos os lados da alteração, a trilha tornou-se uma coluna de cerca de 4 cm de largura, com frequente vai e vem, às vezes com uma aproximação à morta seguida de um toque nela com as mandíbulas e um afastamento, com aceleração e ondulação. Às vezes, quando uma brisa soprava de repente, as formigas em volta da morta corriam ondulantes em qualquer direção. Quando soprei sobre a aglomeração, houve uma grande vaga de retornantes, aceleradas e ondulantes ao ninho, em consequência do que se formou, por um minuto ou pouco mais, um grande vácuo na trilha após o ponto de alteração. Por que as modificações de comportamento eram, nesta segunda noite, um pouco mais dramáticas do que na primeira, não sei dizer.

Dolicoderíneos

- *Tapinoma melanocephalum (Fabricius, 1793)*

Esta foi a única espécie de formigas dolicoderíneas que observei, popularmente conhecida como formiga fantasma por causa da coloração leitosa e um tanto transparente de seus apêndices e gastro. Este apresenta uma mancha visível e parece capaz de ampla distensão. A cabeça e o tórax

têm coloração marrom escuro, seu pecíolo tem somente um nodo, não visíveis quando observados dorsalmente. Trata-se de uma formiga que não tem ferrão, mas se defende muito eficientemente com o expelimento de uma secreção pegajosa por glândulas anais, secreção essa muito irritante e fatal para as inimigas. É uma espécie monomórfica cujas operárias são diminutas (têm entre 1 a 1,5 mm de comprimento), andam lentamente quando numa trilha, mas correm muito, parecendo patinar, em direções incertas, quando isoladas. É uma espécie cosmopolita, amplamente distribuída em latitudes tropicais e subtropicais, não tendo sido possível ainda determinar sua região de origem. Suas colônias geralmente têm várias rainhas, mudam frequentemente e parecem tolerantes umas às outras. É uma espécie oportunista quanto aos locais onde estabelece ninhos: em tufos de grama, resíduos de lixo, em armários e aparelhos domésticos, nos espaços entre folhas de livros, em estufas, sendo um fator limitante de sua proliferação a falta de água. Alimentam-se de melada produzida por afídeos e de insetos ou outros pequenos animais mortos (são capazes de matar um grilo com suas secreções pegajosas), de doces, de carne crua, de maçãs e bananas, de rações para cães ou gatos, de gordura, etc. Habitam o interior de minha casa há alguns anos e penso que não se mudam por encontrar nela alimentos em abundância e fácil acesso a umidade, como na cozinha, na área de serviço e em banheiros.

Certa ocasião, tarde da noite, vi uma trilha dessas pequeninas formigas numa parede de azulejos junto a uma pia da cozinha. Era uma trilha em U, de 75 cm de extensão, a conectar 2 pequenos orifícios, situados, ambos, em um ponto de uma greta cimentada entre filas de azulejos. A Figura 92 ilustra a situação.

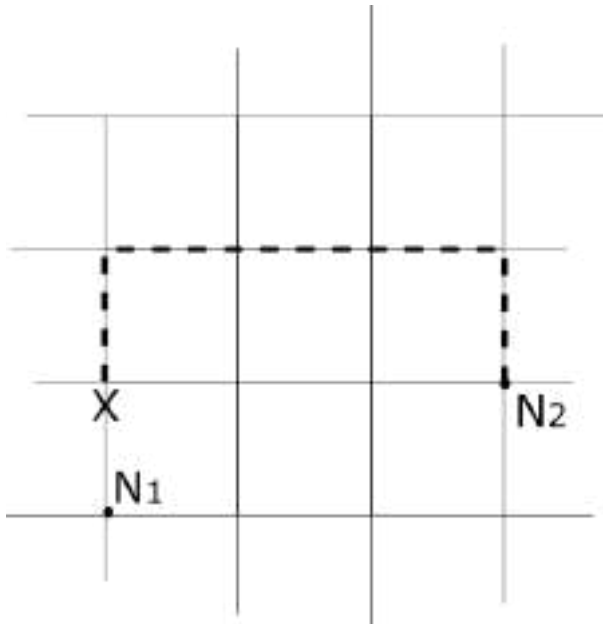


Figura 92: Representação aproximada da disposição de uma trilha de *Tapinoma melanocephalum* numa parede azulejada de uma cozinha.

Legenda:
N_{1} e $N_{2:}$ Orifícios de entrada das formigas em estações ou ninhos secundários.
Linha interrompida: trilha.
X: ponto de alteração.

Em um ponto da trilha, esmaguei duas formigas, mas só um corpo esmagado ficou sobre ela, e uma pequena mancha correspondendo ao corpo da outra um pouco mais abaixo, bem sobre a greta cimentada com cimento branco áspero. O corpo visível ficou no limite superior da greta separatória e um pouco fora dela, justamente no local por onde as formigas da trilha, bordejando a greta, passavam. A trilha era bem transitada nas duas direções, pouca separação havendo entre as várias formigas individuais.

O esmagamento provocou uma polvorosa entre as formigas. Ao chegarem entre 1 a 0,5 cm da companheira esmagada, vindas de 1 a 2 mm acima da greta cimentada, passavam a girar em grande velocidade em torno da morta e além, geralmente até cerca de 20 cm acima dela, em trajetórias erráticas. Impressionante também era que um grande número

chegava a 1 ou 2 mm da morta acima da greta e fazia movimentos como de patinação rapidíssima, sem sair do lugar ou saindo pouquíssimo, para trás, para a frente e para os lados. Algumas chegaram a tocar o corpo esmagado. A trilha ficou em grande parte vazia de formigas, mas um bom número delas ficou em volta da morta em movimentação aleatória, em girândola, e voltando e novamente se afastando e tornando a voltar. Várias retornavam de onde tinham vindo e reentravam nos dois orifícios, de onde as formigas passaram a sair bem mais esporadicamente, muitas só uns poucos centímetros e voltando, mas outras prosseguindo e atingindo o outro orifício. À noite, sob luz artificial, não consegui ver detalhes como o movimento das antenas ou as próprias antenas. A movimentação em girândola das formigas era sinuosa ou francamente ondulante. Não me pareceu que as modificações de comportamento nesse caso fossem muito menos dramáticas em seu aspecto do que as de *P. fulva.* Depois de meia hora elas continuavam a ocorrer.

Formicíneos

- *Camponotus crassus* (Mayr, 1862)

Já ofereci uma caracterização dessas formigas no primeiro tópico deste capítulo. Certa vez encontrei uma trilha intensa, de centenas dessas formigas bem aquinhoadas de visão, indo desde uma loca num poste de madeira, através de um piso cimentado, até um orifício em um condutor de águas pluviais numa parede oposta, onde penetravam. O mais notável nessa trilha era o grande número de "soldados" em relação ao número de operárias médias e pequenas.

Efetuei o esmagamento de uma ou mais operárias em vários pontos da trilha sobre o cimentado. As formigas vivas apressavam-se muitíssimo, volteando pelo chão, em torno do ponto de alteração, retornavam ou passavam num desvio, ou tocavam o corpo ou corpos das esmagadas, tornavam a voltear pelo terreno, geralmente com o abdome encurvado sob o tórax e entre as pernas e num movimento que parecia vibrátil.

Noutras ocasiões, esmaguei uma operária de *C. crassus* em trilhas dispostas na aresta de 2 paredes, com resultados menos notáveis. Geralmente, houve uma tendência por parte das formigas a pausar brevemente, a cerca de 5 a 6 cm do ponto de alteração, com o recurvamento do abdome já referido, só que menos acentuado, e prosseguimento da marcha

depois, acelerada e por vezes um pouco ondulante, num breve desvio de 3 a 5 cm da morta. Já o esmagamento num espaço aberto por onde essas formigas costumavam transitar livremente, sem trilhas, acarretava, geralmente, uma congregação móvel de companheiras, a tocar o corpo esmagado, voltear pelos arredores, retornar ao cadáver, afastar-se depressa, geralmente com o abdome fletido entre as patas e sob o tórax.

Em nenhum caso encontrei repelões apresentados por estas formigas diante de companheiras esmagadas; observei-os, porém, em ninhos artificiais, em resposta a sopros e impactos mecânicos. Era um arremessar abrupto do corpo para a frente, sobre pernas a descreverem um arco de círculo, embora permanecendo com as extremidades fixas ao chão.

- *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775)

As formigas que vi, desta espécie, são relativamente grandes (desde 4 mm a pouco mais de 1 cm de comprimento), de cor negra tendente ao marrom, corpos recobertos de pelos curtos que dão, de longe, uma impressão de veludo levemente dourado, pernas avermelhadas. Alimentam-se frequentemente de excreções de coccídeos e afídeos, aos quais parecem defender, nas árvores, contra intrusos.[39]

Observei algumas dessas formigas a passarem por sobre o bordo estreito de uma tábua de cerca, de onde iam, magras, a uma parreira, e por onde voltavam em seguida, gordas, com o gastro quase transparente de tão inflado. Eram poucas: uma formiga cada 1m30, aproximadamente, passava pela tábua.

Esmaguei uma operária na porção média da trilha, no bordo estreito da tábua. As reações foram das mais dramáticas que já observei. A primeira formiga a chegar e que ia para a parreira exibiu um violento repelão a 15 cm da região alterada e retornou, bastante acelerada e ondulante, enfiando-se sob uma tabuinha que cruzava a tábua maior. Lá ficou, a cerca de 35 cm do ponto de alteração, aparentemente a ocultar-se. Uma outra, que vinha excepcionalmente próxima (a uns 5 cm de distância da primeira) estacou, quando a outra passou por ela, e foi, também acelerada e ondulante, ter com essa outra sob a tabuinha. Tocaram-se, por algum tempo, e voltaram a caminhar em direção à morta, com vários volteios pelo bordo largo da tábua, com abdomes muito empinados, ondulando

[39] Karol Lemko, comunicação pessoal.

muito na marcha (na verdade, andavam como se tivessem as pernas presas, numa trajetória cheia de zigue-zagues); com movimentos enérgicos das antenas, foram até o corpo, "farejaram-no", escalaram-no, uma por vez, e retornaram sem ir à parreira.

Outras exibiram modificações de comportamento semelhantes, com início geralmente a cerca de 10 a 15 cm do ponto de alteração. A grande maioria das que se dirigiam à parreira regressava, após retornos parciais, "farejamentos" e volteamentos ou não, ao passo que as que procediam, gordas, da parreira, não retornaram por uma grande extensão nenhuma vez; em compensação, porém, exibiam ondulações e repelões muito enérgicos, retornavam parcialmente, após um desvio, como que para "examinar" a região alterada, volteavam e prosseguiam sua marcha, no geral, não pelo bordo estreito, mas pelo largo, vertical, da tábua. Uma ou outra passagem por sobre a região alterada mesma ocorreu, com grande aceleração e ondulação na marcha.

Notei, nitidamente, com uma formiga que ia para a parreira, o que era um repelão nessa espécie: era um sacudir súbito e violento, de alto a baixo, da cabeça, ao mesmo tempo que o abdome era empinado e as antenas exibiam, um momento após, ou simultaneamente, uma explosão de movimentos oscilatórios.

Com o tempo, a trilha deslocou-se inteiramente para o bordo largo da tábua; notei, depois, que as modificações de comportamento das formigas passaram a ser dadas para com os pontos da trilha deslocada nos quais, momentos antes, eu havia capturado com um lenço alguns exemplares para identificação.

- *Camponotus cupiens*

Segundo frei Walter Kempf[40], esta e a espécie de *Camponotus* a ser considerada a seguir eram, há algum tempo, consideradas variedades de *Camponotus abdominalis* (Fabricius, 1804), mas, posteriormente, numa revisão taxonômica, passaram a ser consideradas espécies definidas e independentes.

As operárias de *C. cupiens* apresentam, pelo que pude ver, tamanhos variados (de 4 mm a pouco mais de 1 cm de comprimento). Têm ca-

[40] Comunicação pessoal.

beça preta e o restante do corpo amarelo. Segundo Karol Lemko[41], são carnívoras, mas também apreciam substâncias adocicadas e, ao atacarem um animal, como o homem, abrem uma ferida com as mandíbulas e lançam, a seguir, na abertura praticada, ácido fórmico com a ponta do gastro. Tenho encontrado os ninhos dessa espécie em troncos podres (um habitat preferido por várias espécies de *Camponotus*, que, por essa razão, são chamadas "formigas carpinteiras") e, uma vez, num grande estojo de madeira que era acomodado numa despensa. Vejo essas formigas excursionarem por rotas independentes, quase que apenas durante a noite, e observo-as frequentemente carregando baratas e mariposas mortas, inteiras ou em pedaços.

Excepcionalmente, junto à aresta formada por uma parede com um piso cimentado, vi-as formar uma trilha intensa, que não era, porém, muito nítida, já que muitas operárias tomavam, por vezes, caminhos independentes, com muitos volteios apressados. Esmaguei uma, sobre essa trilha, e o efeito produzido foi uma correria acentuadamente ondulante, com as operárias indo e vindo até a morta, às vezes com "cambalhotas" que, por falta de melhor iluminação, não pude distinguir bem. A trilha reduziu-se muito, depois, e passou a utilizar uma rota deslocada.

Numa outra ocasião – uma noite de inverno, excepcionalmente fria – encontrei de 20 a 30 formigas dessa espécie a seguirem ao longo de uma parede até um osso de galinha. Não era bem uma trilha nítida, já que havia muito volteio ao redor da isca e trajetórias individuais um pouco independentes. Esmaguei uma das operárias junto à parede, a 1,70 m do osso, o que acarretou as seguintes modificações de comportamento: já a 30 cm de distância do ponto de alteração, diversas formigas (algumas eram "soldados" com mandíbulas poderosas) começaram a caminhar, geralmente retornando, encarangadas, como se tivessem as patas presas ao cimentado e tivessem que fazer grande esforço para movê-las; algumas, estranhamente, rebolcavam-se, literalmente, no chão, numa série de repelões sucessivos que, a cada vez, projetavam- nas de lado entre 1 a 3 cm de distância; algumas entre elas passaram a subir à parede, sem direção definida, mas outras passavam junto à morta, sem nenhuma modificação de comportamento aparente. Parecia que, como ocorriam retornos para a isca, cada aproximação ou toque por parte de uma formiga com modificações em relação a outras induzia, nessas outras, os fenômenos de marcha arrastada, ligeira suspensão abdominal, repelões violentos ou rebolcamentos,

[41] Comunicação pessoal.

como se as formigas tivessem sido, de repente, envenenadas com vapores de gasolina ou como se se empenhassem em uma luta fictícia. Suspender a cabeça e "farejar" na direção da região alterada (de onde soprava o vento) era comum. Dentro em pouco já não havia, no terreno, nenhuma formiga que não apresentasse alguma modificação de comportamento, embora a isca continuasse, a espaços, a ser visitada. A aproximação do dedo utilizado no esmagamento 2 cm adiante de uma formiga levava-a a "farejamentos", afastamentos rápidos e repelões repetidos, especialmente se o dedo era pousado no solo.

Numa outra ocasião, ainda, pude observar, em melhores condições de iluminação, os movimentos implicados nos estranhos repelões de *C. cupiens.* Abrindo a porta de um pequeno compartimento, acendendo a luz e nele ingressando a fumar, notei, sobre uma barata morta, 3 operárias dessa espécie de formigas. Depois de alguns segundos, talvez por causa da luz ou de outros estímulos introduzidos por minha presença, começaram a exibir uma dezena de repelões sucessivos, afastaram-se da presa, foram à porta, andaram em roda, voltaram à barata. A espaços, às vezes mesmo durante pausas nos movimentos de corte, apresentavam novos repelões. Cada um destes era produzido por um movimento brusco da cabeça, de baixo para cima, com antenas pouco móveis (por vezes, imóveis), esticadas para a frente e para cima; simultaneamente a esse movimento da cabeça, ocorria uma "explosão" no corpo da formiga, um como ímpeto a correr-lhe o corpo da frente para trás, sem que as pernas se movessem. Excepcionalmente, o impulso era maior e destacava a formiga do solo, como num pequeno salto.

- *Camponotus fuchsae*

Como já foi indicado, trata-se de uma formiga negra e brilhante, geralmente um pouco maior do que *C. Cupiens*, com "soldados" de grandes mandíbulas particularmente prontos a atacar qualquer intruso. Tenho encontrado o ninho desta espécie sob pedras e em escavações na terra.

As observações que fiz relativamente à reação dessa formiga de hábitos geralmente noturnos a companheiras mortas limitaram-se a uma colônia abrigada em um ninho artificial, um grande estojo de madeira com tampa de vidro suspenso sobre uma tina com água. Quando quer que eu atirasse uma companheira esmagada sobre a tampa do formigueiro, pela qual andassem operárias dessa espécie, algumas ingressavam apressa-

damente no ninho, ao passo que outras investiam contra ela, largavam-na, corriam ondulantes, "mordiam" um cadáver mais antigo, uma palha, uma projeção de cera de abelha (material usado para vedar parte da tampa de vidro) ou, mesmo, uma gota de água. De vez em quando, exibiam repelões na forma de avanços abruptos do corpo sobre patas imóveis, os quais, quando feitos no interior do ninho, produziam, com o impacto das cabeças contra as paredes da estrutura, um estalido peculiar. Algumas, especialmente as menores, limitavam-se a correr desordenadamente, ondulantes. Os mesmos fenômenos eram exibidos, só que com menor intensidade, quando se dirigia um sopro sobre essas formigas, quando se jogava um objeto qualquer sobre a estrutura (um alimento podia ser atacado ferozmente, antes de passar a ser utilizado como tal) ou quando se produzia um impacto mecânico nelas. Infelizmente, não encontrei ainda uma trilha de formigas dessa espécie para a realização de outras provas.

- *Camponotus melanoticus*

São formigas negras e compridas, de patas amareladas, muito ágeis e mansas. Limitei-me a observar a reação que exibiam a uma companheira esmagada que eu lhes apresentava na ponta de um dedo. Nessas circunstâncias, passavam a correr muito ondulantemente, com o abdome ligeiramente empinado. Confrontadas com um outro dedo, sem os estímulos provenientes do esmagamento, no geral, não o evitavam, exceto se ele era movido abruptamente, mas, ao contrário, erguiam a cabeça e "farejavam-no", e, mesmo, o galgavam. Também não consegui encontrar ainda uma trilha dessas formigas.

É manifesto que os dados acima apresentados, sobre as modificações de comportamento mostradas por outras espécies de formigas, além de *Paratrechina fulva,* diante de companheiras esmagadas, têm muito de seu valor reduzido para fins comparativos por não terem sido obtidos em uniformidade de condições, entre outras coisas que seriam importantes, por exemplo, quanto ao caráter das trilhas utilizadas, quando utilizadas, quanto à presença ou ausência de certos marcos na situação e quanto ao grau de familiaridade com o terreno percorrido. Não obstante as deficiências apontadas acima, acredito que os dados obtidos podem ser utilizados para um começo, ainda que tosco, de comparação, ou para sugerir direções a imprimir num estudo comparativo, e, por isso, permitir-me-ei, aqui, examiná-los brevemente.

Primeiramente, devo apontar que as observações acima não deixam dúvidas sobre o fato de que a apresentação de modificações de comportamento diante de companheiras esmagadas, embora apresentando peculiaridades conforme as espécies observadas, parece bastante geral. Se a essas observações se acrescenta a afirmação de Wheeler (1910) – que trabalhou com um grande número de espécies, sobretudo do hemisfério norte – segundo a qual formigas quaisquer abandonam um local em que algumas companheiras tenham sido mortas ou feridas, essa impressão fica fortalecida. E mais: para todas as espécies consideradas, embora poucas, o corpo esmagado de uma companheira atuou – a julgar pelos retornos, desvios ou mero abandono da região alterada – principalmente com o caráter aparente de ¨obstáculo ou repelente modificador". É verdade que, em alguns casos, houve também, em resposta à alteração experimental, ao lado de modificações com o caráter de evitação ou fuga, também outras, com um caráter aparente de inspeção (por exemplo, "farejamentos" e tendência a disporem-se em torno do cadáver) ou com um caráter de aparente agressão ou tendência para defesa (como o abduzir mandíbulas e recurvar o abdome, que aparecem frequentemente em comportamento agonístico, e, ainda, o picar objetos circundantes, numa ação que parece implicar um inculpamento); não obstante, o aspecto de fuga ou evitação parecia, nas modificações apresentadas, geralmente predominante.

Em segundo lugar, devo referir que, das espécies de formigas observadas, apenas algumas – *T. Melanocephalum, C. rufipes, C. cupiens* e, um pouco menos, *Crematogaster sp., S. Saevissima* e algumas espécies de *Pheidole* – apresentaram, diante de companheiras esmagadas, modificações de comportamento que se aproximaram um pouco, em dramaticidade (isto é, em aparência de desorganização do comportamento anterior, tomado como referência), das exibidas por *P. fulva* diante de similar alteração experimental; todas essas espécies, deve-se notar, pertencem às subfamílias dos formicíneos, dos dolicoderíneos e dos mirmicíneos. De outro lado, deve-se ainda apontar que, dentre todas as espécies observadas, as que exibiram modificações de comportamento relativamente mais brandas foram, seguramente, as duas espécies de *Labidus*, que são dorilíneos, e *Termitopone marginata*, que é um poneríneo. Serão essas diferenças notadas no grau de severidade das modificações de comportamento dos dois grupos considerados de subfamílias meramente ocasionais, ou, antes, corresponderiam elas a fatores introduzidos pela posição taxonômica desses grupos?

Embora essas 5 subfamílias estejam, quanto ao número de espécies, muito escassamente representadas nas observações descritas neste trabalho, e embora, também, estas últimas estejam longe de apresentar dados inteiramente satisfatórios ou suficientes – especialmente pela possível desigualdade das condições em que foram realizadas – para uma discussão muito relevante, creio que a indagação acima expressa é suficientemente importante para merecer algumas considerações mais pormenorizadas.

Das 5 subfamílias consideradas, os dorilíneos, sobretudo, com seus hábitos carnívoros, como os poneríneos, e, até certo ponto, os mirmicíneos, são considerados filogeneticamente, e também socialmente – que é o que interessa precisar aqui – menos elevados do que os dolicoderíneos e, sobretudo, os formicíneos.

Dessa forma, poder-se-ia, em suma, e no geral, dispor as 5 subfamílias, que foram representadas nas observações descritas aqui, na seguinte ordem quanto ao grau, de maior a menor, de desenvolvimento social atingido, no curso da evolução: formicíneos, dolicoderíneos, mirmicíneos, dorilíneos e poneríneos. Dir-se-ia, então, que a diferença encontrada entre as 3 primeiras e as 2 últimas, quanto à severidade das modificações de comportamento com um caráter de fuga que exibiram diante de companheiras esmagadas, apoia, *grosso modo*, a hipótese mais acima referida, segundo a qual haveria uma correspondência entre a mencionada severidade das modificações de comportamento, de um lado, e o grau de desenvolvimento social, de outro. O fato de que os dolicoderíneos e os formicíneos "perturbaram-se" mais (no sentido de exibir maior desorganização do comportamento prévio) do que os mirmicíneos, e estes, por sua vez, mais do que os dorilíneos e os poneríneos, nessas observações, também apoia a referida hipótese. No entanto, esta é diretamente contrariada pelo fato de que *Termitopone marginata*, que é um poneríneo, exibiu modificações de comportamento mais severas, numa trilha, do que as 2 espécies de *Labidus*, que são dorilíneos, quando uma consideração da posição taxonômica dessas espécies faria prever o oposto.

Seria possível que, com a obtenção de novos e melhores dados, ou com a extensão da pesquisa a um maior número de gêneros e espécies de cada subfamília, se pudesse encontrar, ao menos como uma tendência, a correspondência suposta na hipótese. No entanto, eu gostaria de sugerir uma outra possibilidade: a de que a hipótese acima fosse reformulada de tal modo que se buscasse, não uma correspondência direta entre severidade

de modificações de comportamento diante de companheiras mortas numa dada espécie e nível de desenvolvimento social por esta atingido, mas entre tal severidade e certas características específicas da atividade social de uma dada espécie. Assim, por exemplo, seria teoricamente possível, ao que parece, que uma determinada espécie de formigas apresentasse, relativamente a outra, uma organização social mais complexa, sem, no entanto, ser necessariamente superior a essa outra quanto ao grau de intimidade das interações entre seus membros, ou quanto ao caráter de atração recíproca que estes últimos apresentassem.

Parece oportuno lembrar, nesta conexão, uma sugestão que já foi apresentada num dos tópicos deste trabalho: a de que a maior efetividade da cabeça de uma companheira esmagada sobre outras de suas partes anatômicas nas mesmas condições, para mediar ou produzir modificações de comportamento com um caráter de fuga em *P. fulva,* poderia, talvez, dever-se à preponderância da região cefálica nas atividades sociais dessa formiga, sobretudo, no fenômeno da regurgitação recíproca de alimento. Dir-se-ia que tal regurgitação não apenas implica uma condição psicológica, evolucionariamente determinada, de excepcional disponibilidade para interações individuais, como ainda parece uma oportunidade ampla, no curso da ontogênese – envolvendo como envolve contatos corporais íntimos e prolongados – para uma familiarização e, talvez mais importante ainda, atração para com os estímulos provenientes do corpo de uma companheira. Ora, exatamente neste aspecto – a atividade de regurgitação mútua – os poneríneos parecem superar os dorilíneos (cf. Morley, 1954, p. 110), embora, por sua vez, sejam nitidamente superados por todas as demais subfamílias aqui consideradas.

Algumas considerações acerca do desenvolvimento filo e ontogenético das formigas, especialmente no que diz respeito a seus hábitos de regurgitação recíproca de alimento, parecem, aqui, pertinentes. Os poneríneos primitivos – dos quais alguns gêneros ainda existentes na Austrália, como, por exemplo *Myrmecia*, dão alguma ideia – são, admitidamente, semelhantes, tanto por seus costumes como por sua morfologia, às vespas solitárias, das quais presumivelmente derivaram; vivem em pequenos grupos (de algumas dezenas de indivíduos) no interior de locas mal escavadas, caçam, ou recolhem isoladamente o néctar de flores, e, exceto na defesa do ninho – a que ocorrem, aparentemente, em resposta a estridulações de uma companheira – ou na ação concertada de certas espécies quando caçam térmitas, praticamente não cooperam uns com os outros. Suas castas

apresentam relativamente pouca diferença em morfologia e em hábitos; geralmente comem os alimentos ali onde o acham, exceto quando há larvas no ninho. Neste caso, trazem insetos inteiros ou aos pedaços, que atiram sobre as larvas – as quais, em comparação com as de outras subfamílias, são relativamente muito móveis e independentes – ou, mesmo, os seguram alternadamente, sobre diversas larvas, em rodízio. Segundo Forel (1923, volume V, cap. 70), porém, os poneríneos de certas espécies predadoras de térmitas transportam-se, embora com raridade, mutuamente, e limpam-se reciprocamente, como seria o caso no gênero *Diacamma,* o que já revela, nessas formigas, embora quase nunca se regurgitem alimentos, um bom começo de instintos sociais.

Morley (1954) mostra quão extraordinárias mudanças na morfologia e nos costumes típicos dos poneríneos primitivos tiveram que ocorrer para que fosse possível o aparecimento das sociedades mais complexas que se notam nas subfamílias mais elevadas de formigas. Aparentemente, quase todas essas mudanças originaram-se numa pressão de seleção para o aumento da população das colônias. As fêmeas especializaram-se progressivamente na função reprodutiva, com uma consequente mudança morfológica e instintiva que veio resultar no seu confinamento dentro dos limites do formigueiro; os machos, por sua vez, sofreram mudanças no tamanho e no interesse, que se voltou quase que exclusivamente para a "caça às rainhas". Esses eventos significaram, para a colônia, uma força de trabalho reduzida, e, ao mesmo tempo, um aumento da população, a implicar, por sua vez, numa necessidade muito aumentada de trabalho para ampliar as acomodações, cuidar da ninhada, limpar o ninho e abastecer de comida o formigueiro. A resolução desse problema econômico, no curso da evolução, fez-se por uma modificação da casta das operárias, sobre a qual passou a recair a carga de trabalho. Elas tiveram que sofrer mudanças anatômicas e psicológicas capazes de torná-las mais cooperativas e mais dotadas de plasticidade para poder enfrentar as condições modificadas da nova sociedade. O curso dessas mudanças, conforme o mostra Morley, foi um tanto variado na história evolucionária de diversas formigas. Várias dessas mudanças, porém, têm um menor interesse nesta conexão. Uma adaptação muito eficiente e amplamente disseminada, no que diz respeito ao problema de suprir uma colônia de alimentos, e que é de alto interesse nesta conexão, foi o desenvolvimento do "papo" ou estômago social – ou, pelo menos, a modificação da estrutura corporal para permitir sua utilização como uma espécie de "cesta de comida" – conjugada com uma mudança no tipo de

alimento, que passou a ser praticamente apenas líquido, e uma capacidade mais elaborada de regurgitação.

É verdade que outras formigas desenvolveram, para esse problema de suprimento alimentar, outras soluções. Assim, por exemplo, Morley afirma, textualmente, o seguinte: "As formigas guerreiras (dorilíneas) jamais desenvolveram o mecanismo da regurgitação, mas, por outro lado, elas jamais constroem ninhos permanentes, nem necessitam procurar por alimento dia após dia no mesmo lugar". A seguir, Morley (1954) refere-se às formigas segadoras e às cultivadoras de fungo, entre os mirmicíneos, as quais, "embora tendo desenvolvido a capacidade de regurgitação, também desenvolveram outras soluções parciais, que impediram esse mecanismo de tornar-se plenamente desenvolvido em suas sociedades": a transformação do amido das sementes em açúcar, entre as primeiras, e o aproveitamento, como alimento, de um fungo cultivado em canteiros de folhas mascadas, entre as segundas.[42] Essas outras soluções, porém, são relativamente excepcionais, quando comparadas com a primeira referida, cuja importância na sociedade das formigas mais elevadas é expressa por Morley (*Opus cit.)* no seguinte período: "O papo é o órgão fundamental da vida social das formigas, e o ato de regurgitação é a essência de sua vida – o *crux dominium* de sua existência".

Diante do que foi exposto, parece razoável aceitar-se o grau de regurgitação recíproca de alimentos entre os membros de uma colônia de formigas como um índice, se não de sua maior elevação em desenvolvimento social – já que outros mecanismos também podem expressar essa elevação – pelo menos do grau em que as formigas se acham dispostas a uma interação num nível propriamente individual, e do grau em que se dão, como um objeto imediato de sua ação, o corpo de outra formiga, e, por isso, aparentemente, também do grau em que podem incluir esse corpo em sua experiência e avaliá-lo positivamente. Dadas essas capacidades, então, seria de esperar, correlatamente, por parte das formigas mais desenvolvidas em sua atividade de regurgitação, modificações de comportamento relativamente mais dramáticas diante do corpo adulterado de uma sua companheira. Que essa expectativa é razoavelmente confirmada, no caso das observações descritas neste trabalho, é o que passo a indicar.

[42] Cf. também, a propósito dessas questões, Wheeler, 1910; Forel, 1923, volume V; Michener e Michener, 1951; Goetsch, 1957; Autuori, 1942 e 1947; e Hölldobler e Wilson, 1990.

Primeiramente, devo referir que, ao passo que o fenômeno das regurgitações recíprocas não ocorre entre os dorilíneos, ao que parece, ele existe, ao menos em um grau baixo, entre os poneríneos, e, em graus muito mais elevados, entre os mirmicíneos, os dolicoderíneos e, sobretudo, os formicíneos. Embora nenhuma medida da ocorrência de regurgitações tenha sido efetuada neste escrito, parece-me ao menos sugestivo que a ordem de regurgitações notadas nas subfamílias consideradas corresponde exatamente à ordem da severidade das modificações de comportamento que foi obtida. Muito significativo, ainda, parece-me o fato de que essa hipótese afigura-se ajustada até mesmo para explicar a diferença no grau de severidade das modificações de comportamento apresentadas por várias espécies diferentes dentro de uma única subfamília.

Assim, por exemplo, considerem-se os mirmicíneos que foram observados nesta pesquisa. A desorganização mais dramática de comportamento ocorrida diante de uma companheira esmagada, entre eles, foi a exibida por uma espécie de *Crematogaster*, um gênero que, frequentemente, vive exclusivamente, ou quase exclusivamente, no seu habitat natural, de "*honeydew*", a seiva mal digerida de plantas excretada por afídeos e coccídeos; trata-se, pois, de alimentos que devem ser transportados em estado líquido ou viscoso e cuja transmissão aos vários membros da colônia que permanecem no ninho deve, necessariamente, ser feita através de trofalaxia (no sentido de troca de líquidos regurgitados do papo) oral. Essa espécie foi seguida de perto, quanto à severidade das reações que apresentou, ao menos em alguns casos, por *Solenopsis saevissima*, que também se entrega, mas não tão exclusivamente, ao "pastoreio" de parasitas de plantas. Seguem-se, na mesma ordem de consideração, as espécies de *Pheidole,* que geralmente são insetívoras ou granívoras[43], e que, por isso – por transferirem objetos sólidos a companheiras – recorrem, aparentemente, em sua vida ordinária, menos que as precedentes, à regurgitação. Finalmente, entre os mirmicíneos que menos dramáticas reações de fuga apresentaram, nas observações consideradas, estão, ao que parece, as espécies de *Atta* e *Acromyrmex.* Entre elas, conforme já se indicou, um sopro, se feito em primeiro lugar, era uma alteração experimental praticamente tão efetiva, em muitos aspectos, ou mesmo mais, em provocar modificações de comportamento, do que uma companheira esmagada. Parte desses resultados poderia, talvez, ser atribuída – se as modificações de comportamento dessas espécies se dão pelas mesmas razões pelas quais parecem dar-se as de *P. fulva* – ao fato de que,

[43] (Cf. ; Luederwaldt, 1926). Holldöbler e Wilson, 1999; Wheeler, 1910; Michener e Michener, 1951.

deslocando-se por colunas de terreno relativamente largas ("estradas"), estariam possivelmente pouco limitadas, em sua escolha de rotas desviantes, diante da alteração experimental, que ocupava apenas uma pequena porção dessas colunas. Outra parte dos resultados, porém, poderia ser correlacionada com fatores associados com o pouco desenvolvimento, apontado por Morley (1954), de seus hábitos de regurgitação.

Considerem-se, finalmente, *Tapinoma melanocephalum*, um dorilíneo, e os formicíneos, cujas modificações de comportamento foram consideradas nesta pesquisa. Essas espécies, pertencentes às 2 subfamílias de formigas mais elevadas taxonomicamente e com maior nível de desenvolvimento social, foram as que apresentaram as modificações de comportamento mais dramáticas a companheiras esmagadas. *Paratrechina fulva*, entre todas elas, foi a que reagiu de maneira mais dramática e duradoura a companheiras esmagadas. Não seria isso compreensível à luz do fato de que essa espécie, dentre todas as aqui observadas, é a que nitidamente assume, por causa da grande dilatação de seu estômago social de que é capaz, uma condição de "repleta temporária",[44] como um verdadeiro reservatório vivo de alimento, sempre pronto a doá-lo às companheiras? Por meio de ninhos artificiais, pude certificar-me da grande quantidade de regurgitação recíproca que essas formigas apresentam, a qual pode ser notada, ainda, frequentemente, mesmo quando pastoreiam seu "gado", constituído de insetos sugadores de plantas, ou quando iniciam uma trilha para um alimento qualquer, numa ocasião, portanto, em que essa regurgitação se diria supérflua. De outra parte, quanto às demais espécies de formicíneos consideradas, todas do gênero *Camponotus,* creio não haver muita base, nas observações feitas, para compará-las quanto à severidade das modificações de comportamento apresentadas. Dentre elas, certamente, *C. crassus* pareceu reagir de maneira não muito dramática a companheiras esmagadas. Seria isso devido à relativa boa visão dessa espécie, a torná-la pouco restrita nos caminhos que, quando confrontada com uma alteração experimental, pode seguir? De qualquer forma, deve-se lembrar que praticamente todas as demais espécies de *Camponotus* consideradas em mais pormenor – as quais, como formicíneos, devem praticar trofalaxia oral mais frequente-

[44] Deve-se notar que Morley (1954) considera a condição de repleta, como encontrada, por exemplo, em formigas "potes de mel" da Austrália (gênero *Melophorus*) e "jardim dos deuses" (gênero *Myrmecocystus,* do Colorado) – em que há operárias que podem viver como "depósitos vivos de mel", dependuradas do teto dos ninhos à disposição das companheiras – como uma *hipertrofia das funções de regurgitação* desenvolvida como uma adaptação a regiões sujeitas a secas prolongadas (Cf. também Wheeler, 1910, cap. XX; Forel, 1923, v. III; Michener e Michener, 1951, cap. 18; Hölldobler e Wilson, 1990, *passim*).

mente do que a maioria dos mirmicíneos – superaram, no geral, em severidade de modificações de comportamento, qualquer outra das formigas observadas, exceto *P. fulva* e, parece, também *Tapinoma melanocephalum* e *Crematogaster sp.* Esses resultados parecem-me relevantes para a hipótese levantada, e, por essa razão, merecedora de mais verificação, não obstante o caráter geralmente superficial das observações aqui relatadas.

Referências Bibliográficas

ADES, C. *Charles Darwin: em um futuro não tão distante*. Instituto Sangari, São Paulo, 2009a.

ADES, C. Um olhar evolucionista para a psicologia. In Otta, E., e Yamamoto. M. E. (organizadores): *Psicologia Evolucionista*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1909 b. ADES, C. Cucos, formigas, abelhas e a evolução dos instintos. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v.7, n. 1, p. 179-194, Belém, 2012.

ALLEE, W. C., PARK, O., EMERSON, A. E, PARK, T., e SCHMIDT, K. P. *Principles of Animal Ecology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1965 (1st published: 1949).

AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (Atta sp. – Hymenoptera – Formicidae) – II O sauveiro inicial. *Arquivos do Instituto Biológico*, 1942.

AUTUORI, M. A Saúva e seu Combate. *São Paulo*: v.2, n. 74, 1957.

BEACH, F. A. The snark was a boojum. *The American Psychologist*, 1950, n.5, p.115-124.

BERNARD, F. *Les Fourmis (Hymenoptera – Formicidae) d'Europe Occidentale et Septentrionale*. Paris: Masson et Cie., Éditeurs, 1968.

BORING, E. G. *A History of Experimental Psychology*. New York: Appleton-Century, 1929.

CARESIA, O. *Um Estudo sobre o Transporte de Vegetais pelas Obreiras da Saúva* Atta Sexdens rubropilosa *Forel, 1908*. Doctoral dissertation presented to The Institute of Psychology, University of São Paulo, 1977.

CARRERA, M. *Entomologia para Você*. São Paulo: Edusp, 1963.

CARVALHO, ANA M. A. *Alguns Dados sobre a Divisão de Trabalho entre Obreiras de* Atta sexdens rubropilosa *Forel, 1908* (Hymenoptera – Formicidae). Doctoral dissertation presented to The Institute of Psychology, University of São Paulo, 1972.

CORNETZ, V. *Les Explorations et les Voyages des Fourmis*. Paris: Flammarion, 1914.

CRAIG, W. Appetites and aversions as constituents of instincts. *Biological Bulletin*, 1918, 34, 91- 107.

CUNHA, W. H. de A. Convite-justificativa para o estudo naturalístico do comportamento animal. *Jornal Brasileiro de Psicologia*, 1965, v.1, n.2, p.37-57.

CUNHA, W. H. de A. *Explorações no Mundo Psicológico das Formigas*. São Paulo: Editora Ática, 1980.

CUNHA, W. H. de A. Introdução ao desenvolvimento histórico e aos princípios básicos da Etologia, pp. 1-34 in *Etologia: Anais do I Encontro Paulista de Etologia*. Jaboticabal: Associação de Zootecnistas de São Paulo, Faculdade de ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal e Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1983.

CUNHA, W. H. de A. Tentativa de desenvolvimento de alguns novos princípios de ciência natural para uma psicologia aplicável tanto ao comportamento animal quanto ao comportamento e experiência humanos. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 1985, n.8, p. 69-89.

CUNHA, W. H. de A. A razão última para se falar em psicologia: o ajustamento do organismo individual a ambientes alterados. *Ciência e Cultura*, 1986, v.38, n.3, p. 496-502.

CUNHA, W. H. de A. O problema mente-corpo: algumas considerações sobre seu lugar na psicologia juntamente com uma proposta de reinterpretação. *Boletim de Psicologia – Sociedade de Psicologia de São Paulo*, Jan.-June 1986, v. 36, n.85, p.1-19.

CUNHA, W. H. de A. Algumas notas sobre o comportamento e outras características da içá e do bitu por ocasião do voo nupcial. *Naturalia*, São Paulo, 1988, v. 3, p. 1-14.

CUNHA, W. H. de A. Insuficiência dos atuais princípios explicativos do comportamento: Proposição de princípios novos. *Biotemas*, v.2, n.l, p.l-45. Reprinted In: ADES, C. (Ed.). *Etologia: de Animais e de Homens.* São Paulo: Edicon, l989. p. 2ll-248.

CUNHA, W. H. de A. Trilha de formiga, senda de psicólogo e etólogo (Meus caminhos e descaminhos no estudo do comportamento). *Psicologia USP*: 1995, v.6, n.l, p.43-73.

CUNHA, W. H. de A. O mecanismo da ação psicologicamente mediada em formigas. *Anais de Etologia*, n.14, p.114-136, 1996. Reprinted, In: GARCIA, A., TOKUMARU, R. S.; BORLOTI, E. B. (Ed.) *Etologia – uma Perspectiva*

Histórica e Tendências Contemporâneas. Vitória: Editora Multiplicidade, 2005. p. 213-230.

DARWIN, C. *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, London: J. Murray, Albermale Street,1972.

DEMBER, W. *The Psychology of Perception*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1960.

DESCARTES, R. Méditations Touchant la Philosophie Première dans la Quel On Prouve Clairement l'Existence de Dieu et la Distinction Reèle entre l'Âme et le Corps de l'Homme. p. 58- 134 in *Oeuvres Philosophiques et Morales*. Paris: Bibliothèque des Lettres, 1948 (First published 1641).

DUMPERT, K. *The Social Biology of Ants*. Translation of the 1978 German edition by C. Johnson. Londres: Pitman, 1981.

ENGELMANN, A. *Os Estados Subjetivos: uma Tentativa de Classificação de Seus Relatos Verbais*. São Paulo; Editora Ática, 1978.

FABRICIUS, E. *La Conducta de los Animales*. Translation of the 1961 Swedish edition by Amalia de Gesell. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1966.

FOREL, A. *Le Monde Social des Fourmis du Globe Comparé à celui de l'Homme*. 5 volumes. Genèbre: Librairie Kundig, 1921 – 1923.

FRISCH, KARL von, *Bees: their Vision, Chemical Senses and Language*. New York, Ithaca, Cornell University Press, 1950.

GARCIA, A., TOKUMARU, R.S.; BORLOTI, E. B. *Etologia- uma Perspectiva Histórica e Tendências Contemporâneas.* Vitória: Editora Multiplicidade, 2005.

FUCHS H. Psicologia animal no brasil: o fundador e a fundação. São Paulo, *Psicologia USP*, 1995, v.6, n.1, p.15-42.

GOETSCH, W. *The Ants*. Ann Arbor: University of Michigan Press. 1957.

GROVES, P. M.; THOMPSON, R. F. Habituation: a dual process theory. *Psychological Review*, n.40, p. 385-422.

GUILFORD, J. P. *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. 4th. edition. New York: McGraw-Hill, 1965.

HEBB, D. O. On the nature of fear. *Psychological Review*, 1946, v. 53, n.5, p. 259-276.

HEBB, D. O. *The Organization of Behavior: a Neuropsychological Theory*. New York: Wiley, 1949.

HEIDDEGGER, M. *Introduction à la Métaphysique*. Translation of the German edition and introduction by G. Kahn. Paris: Gallimard, 1967.

HERRNSTEIN, R. J.; BORING, E. G. *Textos Básicos de História da Psicologia*. Translation of the 1966 American edition by Dante Moreira Leite. São Paulo: Herder and Edusp, 1971.

HINDE, R. A. Some recent trends in ethology, pp. 561-610 in Koch, S. (Org.) *Psychology: a Study of a Science*, v. 2. *General Systematic Formulations, Learning, and Special Processes*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc., 1959.

HINDE, R. A. *Animal Behaviour: a Synthesis of Ethology and Comparative Psychology*. Tokio: McGraw-Hill Kogakusha Ltd., 1970.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. *Ants*. Cambridge, Massashusets: The Belknap Press of Harvard University Press, 1990.

HUBER, J. A origem das colônias de saúva (Atta sexdens). Belém: *Boletim do Museu Goeldi*, 1908, n.5, p.223-241.

HULL, C. L. *Principles of Behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1943.

HUXLEY, J. *La Originalidad del Hombre*. Translation of the English edition by A. Leal. Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte, 1967.

KARLSON, P.; LÜSCHER, M. "Pheromones: a new term for a class of biologically active substances. *Nature*: 1959, n.l83, p.55-56.

KIMBLE, G. A. *Hilgard and Marquis' Conditioning and Learning*. New York: Appleton-century Crofts,1961.

KLOPFER, P. H.; HAILMAN, J. P. (Org.*) Function and Evolution of Behavior: an Historical Sample of the Pens of Ethologists*. Reading, MA.: Addison-Wesley Publishing Co., 1972.

KOFFKA, K. *Principles of Gestalt Psychology*. London: Routledge & Kegan Paul. 1935.

KÖHLER, W. *Gestalt Psychology – an Introduction to New Concepts in Modern Psychology*.., New York: Liveright Publishing Corp., 1947.

KÖHLER, W. "Relation determination in perception". 1951. p. 361ff. In: BEARSLEY, D. C.; WERTHEIMER, M. (Ed.): *Readings in Perception*. New York: Van Nostrand, 1958.

LASHLEY, C. S. Introduction. In: SCHILLER, C. H. (Ed. e Org.), *Instinctive Behavior:* the Development of a Modern Concept. London: Methuen, p. IX-XIII 1957.

LORENZ, K. Imprinting. In: BIRNEY, R. C.; TEEVAN, R. C. (Ed.). *Instinct.* New York: Van Nostrand, 1961. p. 52-64. (First published 1937). .

LORENZ, K. The comparative method of studying innate behavior patterns. In: KLOPFER, P. H.; HAILMAN, J. P. (Org.), *Function and Evolution of Behavior: an Historical Sample from the Pens of Ethologists*. Readings, MA.: Addison-Wesley Publishing Co., 1972, p. 3- 36. (Publicação original alemã de 1950).

LORENZ, K. Morphology and behavior patterns in closely allied species. In: SCHAFFNER, B. (Org.): *Group Processes:* Transactions of the First Conference. Josiah Macy, Jr., Foundation, 1955, p. 168-220.

LORENZ, K. *Evolution and Modification of Behavior*. Chicago: University of Chicago Press, 1965.

LORENZ, K. *Os Fundamentos da Etologia*. Translation by Pedro Mello Cruz and Carlos C. Alberts. Editora Unesp,1995 (First English edition 1981).

LUBBOCK, J. *Ants, Bees and Wasps:* a Record of Observations on the Habits of Social Hymenoptera. London: Kegan Paul, Trench and Trübner, 1898 (14a. edition).

LUEDERWALDT, H. Observações Biológicas sobre Formigas Brasileiras, Especialmente do Estado de São Paulo. São Paulo: *Revista do Museu Paulista*, 1926.

MICHENER, C. D.; MICHENER, M. H. *American Social Insects*. Nova York: Van Nostrand, 1951.

MILLER, G. A. *Psicologia, a Ciência da Vida Mental*. Translation of the 1962 American edition by Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1964.

MÖLLER, A. As Hortas de Fungo de algumas Formigas Sul-americanas. Translated from German by A. F. Viegas and E. M. Zink. *Revista de Entomologia*, Suplemento 1. Rio de Janeiro, 1893.

MORLEY, D. W. *The Evolution of an Insect Society*. London: George Allen and Unwin, 1954.

MOULTON, F. R.; SCHIFFERES, J. J. *Autobiografía de la Ciencia*. Translation of the 1945 English edition by F. A. Delpiane. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1947.

PAVLOV, I. P. Os reflexos condicionados (Excerto). In: HERRSTEIN, R. J.; BORING, E. G. . *Textos Básicos de História da Psicologia*. Translation of the 1966 American edition by Dante Moreira Leite; first published 1904. São Paulo: Herder and Edusp, 1971.

PAVLOV, I. P. *Conditioning Reflexes:* an Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex. Translation of the Russian edition n.d. by G. V. Anrep. London: Oxford University Press, 1927.

PEDROSO, B. "As formigas" (short story). Suplemento Literário de *O Estado de São Paulo*, 29/12/1962, p. 3.

PIÈRON, H. «L'orientation lointaine des fourmis», p. 230-255, tome II. In: *De l'Actinie à l'Homme – Études de Psychophysiologie Comparée*. Paris: Presses Universitaires de France, 1958.

RIBEIRO, F. J. L. *Um Estudo sobre o Comportamento da Fêmea durante a Fundação da Colônia em* Atta sexdens rubropilosa *Forel, 1908 (Hymenoptera – Formicidae)*. São Paulo: Doctoral dissertation presented to the Psychology Institute, University of São Paulo, 1972.

ROSS, S.; DENEMBERG, V. H. Innate behavior: the organism in its environment. IN WATERS, R. H., RETHLINGSHAFFER, D. A.; CALDWELL, W. E. (Ed.), *Principles of Comparative Psychology*. New York: Mcgraw-Hill, 1960.

RUBIN, E. "Figure and Ground". Abridged translation of "Visuell Wargenommene Figuren", 1915. Selection 13, p. 194-203. In: BEARDSLEY, D.C.; WERTHEIMER, M. (Ed.), *Readings in Perception*. New York: Van Nostrand, 1958.

SATO, T. Habituação e sensibilização comportamental. *Psicologia USP*: 1995, v.6, n.l, p.231-280.

SCHILLER, C. H. (Org. e Trad.) *Instinctive Behavior:* a Modern Concept. London: Methuen, 1957.

SCHNEIRLA, T. C. Problems in the environment adaptation of some New-World species of Doryline ants. *Anales del Instituto de Biología*, México, 1949, t. XX.

SCHNEIRLA, T. C. The Army Ants. *Smithsonian Report for 1955*. Publication 4.244. Washington: Smithsonian Institution, 1956, p.319-416.

SCHNEIRLA, T. C. Theoretical considerations of cyclic processes in Doryline ants. *Proceedings of the Amer. Philos. Soc.*, v.101, n.1, p.106-133, 1957.

SCHNEIRLA, T. C. The behavior and biology of certain Nearctic army ants. Last part of functional season, Southeastern Arizona. *Insectes Sociaux*, 1958, t. 5, n. 2, p.215-255.

SCHNEIRLA, T. C. Instinctive behavior, maturation, experience, and development. In: KAPLAN, B.; WAPNER, S. (Ed.). *Perspectives in Psychological Teory: Essays in Honor of Heinz Werner*. New York: International University Press, n.d.

SCHNEIRLA, T. C. The army ants. *Smithsonian Report for 1955* (Publicação no. 4244). Washington: Smithsonian Institute, 1956. p. 319-415.

SCHNEIRLA, T. C. L'apprentissage et la question du conflict chez la fourmi. Comparison avec le rat. *Journal de Psychologie Normale et Pathologique*. 1960, n. 1, p.11-44.

SCOTT, J. P.: *Animal Behavior*. Chicago: Chicago University Press, 1972 (1st. Edition: 1958).

SKINNER, B. F. *The behavior of organisms*. New York: Appleton-Century- Crofts, 1938.

SKINNER, B. F. *Science and human behavior*. New York: MacMillan, l953.

THORPE, W. H. *Learning and Instinct in Animals*. Londres: Methuen, 1963 (2nd edition; 1st edition: 1951).

THORPE, W. H. Ethology as a new branch of biology, . In: McGILL, T. E., (Ed.), *Readings in Animal Behavior*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1965, p. 34-48. (First published 1956).

TINBERGEN, N. *El Estudio del Instincto*. Translation of the 1951 English edition by Juan Almela. Mexico: Siglo Ventiuno Editores, 1969.

TINBERGEN, N. Psychology and Ethology as supplementary parts of a science of behavior. In SCHAFFNER, B (Ed.), *Group Processes: transactions of the First Conference*. New York: Josiah Macy, Jr., Foundation, 1955. p. 75-167.

TINBERGEN, N. *Comportamento Animal*. Translated by Pinheiro de Lemos. Biblioteca da Natureza. *Life*. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1971 (English edition, Time Inc., 1966).

TOLMAN, E. C. *Purposive Behavior in Animals and Men*. Berkeley. University of California Press, 1932.

TOLMAN, E. C. Cognitive maps in animals and men, seleção n. 19, p. 241-264. *Behavior and Psychological Man:* Essays in Motivation and Learning. Berkeley: University of California Press, 1958. California Press, 1958 (First published 1948).

TOLMAN, E. C. *Behavior and Psychological Man: Essays in Motivation and Learning*. Berkeley: University of California Press, 1958.

WARDEN, C. J., JENKINS, T. N., and WARNER, L. H. *Comparative Psychology. Vol. II: Plants and Invertebrates*. New York: Ronald, 1940.

WATERS, R. H. Morgan's Canon and Anthropomorphism. *Psychological Review*, 1939, n.46, p.534- 540.

WATERS, R. H. Historical background of Comparative Psychology. In: STONE, C. P. *Comparative Psychology*. London: Staples, 1951.

WATERS, R. H. The nature of Comparative Psychology. In: WATERS, R. H.; RETHLINGSHAFER, D. A.; CALDWELL, W. E. (Eds.). *Principles of Comparative Psychology*. New York: Mcgraw-Hill, 1960.

WATSON, J. B. *Psychology from the Standpoint of a Behaviorist*. Philadelfia: J. B. Lippincott, 1919.

WATSON, J. B. *Behaviorism*. New York: Norton, 1925.

WATSON, R. I. *The Great Psychologists*. New York: J. B. Lippincott, 1971.

WEBER, N. A. *The* Attini, *the Gardening Ants*. Philadelphia: American Philosophical Society, Memoirs 92, 1972.

WHEELER, W. M. *Ants: Their Structure, Development and Behavior*. New York: University of Columbia Press, 1910 (4th reprint, 1965).

WILSON, E. O. *The Insect Societies*. Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University, 1971.

WOODWORTH, R. S.; SCHLOSBERG, H. *Experimental Psychology.* Revised. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1954 (1st edition: 1938).

Anexos

I — Convite-Justificativa para o Estudo Naturalístico do Comportamento Animal[45]

Walter Hugo de Andrade Cunha
Departamento de Psicologia Experimental
Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo

Summary

The principal reasons why it seems nowadays scientifically useful and even indispensable to observe behavior as it occurs in the field center around the need to correct and to complete the picture of animal behavior that the psychological laboratory has been offering. Having abandoned the ecological orientation which was so promising till the beginning of the present century, psychologists concentrated themselves for approximately three decades almost exclusively on the study of reflexes, considered to be the basic units out of which all behavior is built; their researches have generally been conducted with virtuosity and abstractness, and have not tended to promote real insight into animal processes as biological phenomena; many of them have become for this reason literally a scientific bore.

Contrastingly, comparative ethology has taken up the ecological approach that psychologists have abandoned, and has become the true modern comparative science of animal behavior; by its achievements, it has been revealing how psychologists have restricted their observational bases, how they have ignored the behavioral problems relating to the biological cycle of animals, and how they have neglected true comparisons: those which are necessary to help in determining the course behavioral evolution must have taken. According to this criticism, the relations that the two methods, naturalistic and experimental, should have as supple-

[45] Publicado originalmente no *Jornal Brasileiro de Psicologia*, v. 1, n. 2, p. 37-57, 1965.

mentary approaches to the comparative study of behavior were indicated, and a criticism was finally made of those psychologists who tend to proceed as if theoretical insight and the pleasure that accompanies it have no place in science construction.

Sumário

As principais razões pelas quais se afigura cientificamente útil e até imprescindível o estudo naturalístico do comportamento dizem respeito, atualmente, à necessidade de corrigir e completar o quadro do comportamento animal que nos tem sido oferecido pelo laboratório psicológico. Após um começo promissor na pesquisa ecológica do comportamento até o princípio deste século, os psicólogos abandonaram essa orientação e concentraram-se, por cerca de três décadas, no exame do reflexo, considerado como a unidade básica de que se compõem todos os comportamentos; seus estudos adquiriram no geral um caráter bastante abstrato e de virtuosidade e não têm proporcionado real "*insight*" nos processos animais, como fenômenos biológicos; muitos deles se tornaram, por essa razão, literalmente, cientificamente enfadonhos.

Em contraste com tudo isso, a Etologia comparativa, retomando a velha abordagem ecológica abandonada pela Psicologia, constituiu-se modernamente na verdadeira ciência comparativa do comportamento animal; por suas realizações, ela vem mostrando como os psicólogos têm estreitado suas bases observacionais, como têm ignorado os problemas do comportamento ligados ao ciclo biológico do animal e como não têm feito verdadeiras comparações: as necessárias para ajudar na determinação do curso que a evolução do comportamento deve ter seguido. De acordo com essa crítica, indicaram-se as relações que os 2 métodos – naturalístico e experimental – devem ter, como abordagens suplementares do estudo comparativo do comportamento, e fez-se, finalmente, uma crítica aos psicólogos que tendem a proceder como se o "*insight*" teórico e o prazer que o acompanham não tivessem nenhum lugar na construção da ciência.

1 Objetivo

O objetivo deste artigo é apresentar algumas razões pelas quais, além de sumamente aprazível, é bastante útil e até mesmo indispensável, em qualquer tempo, mas sobretudo atualmente, o estudo científico

do comportamento animal tal como ocorre na natureza. Isto nos levará a considerar, primeiro, alguns desenvolvimentos ocorridos na Psicologia, no início deste século, os quais foram adversos ao estudo comparativo do comportamento; e, posteriormente, como o impacto presente da chamada Etologia comparativa sobre a Psicologia vem provocando e parece que continuará a provocar ainda um novo interesse e um renascimento promissor nesse campo de pesquisa.

2 A razão do amante da natureza

Por que convidar a estudar o comportamento animal tal como ocorre na natureza?

Se não fosse preciso dar uma resposta muito complicada a essa indagação, poderíamos, simplesmente e sem rebuços, dizer que é porque amamos os animais e deleitamo-nos com suas manifestações – e, de todas as suas várias manifestações, a que chamamos comportamento, especialmente o comportamento espontâneo, livre de qualquer limitação artificial, é, sem dúvida, a mais interessante.

Talvez pudéssemos admitir que o nosso fascínio pelo comportamento natural do animal simplesmente corresponda – como Tinbergen acha possivelmente verdadeiro no seu próprio caso (cf. *1*, pág. 301) – à operação, no homem, de um instinto de caçador, fixado ou interrompido na fase apetitiva de espreita e acompanhamento da presa; ou, como Lorenz (*2*, *passim*: *3*, 286 e 288) frequentemente implica, que tal fascínio é o resultado de uma curiosidade natural do homem, que também é animal, relativamente às origens ancestrais de sua própria atividade, conjugada com uma nostalgia surda por um período de comunhão mais íntima com a natureza.

3 O argumento do homem sério

Essa razão, por si só, dir-se-ia suficiente para justificar o estudo naturalístico do comportamento animal. No entanto, ela dificilmente pareceria capaz de dar dignidade ao empreendimento, num mundo que se revela extremamente preocupado com a eficácia e o progresso material. Assim, por exemplo, é possível que, ao pesquisador sério, para quem a ciência está acima dos prazeres do indivíduo e se realiza graças à perseverança, à paciência, ao sofrimento mesmo do pesquisador – que empalidece no

ambiente artificial do laboratório, procurando desenvolver técnicas de análise mais precisas, a despeito do caráter muitas vezes enfadonho dessa tarefa – tal razão tendesse a aparecer como um pouco mais do que um mero pretexto para vadiagem à moda chinesa antiga: uma justificativa frouxa que o indivíduo se daria para, em paz com a sua consciência científica, poder, num dia de primavera, deitar-se sobre a grama, enlevar-se com as canções populares das aves ou com a música erudita dos grilos e estremecer com o buliço sensual do vento.

4 Refutação do argumento da "seriedade"

Nesta altura, o amante da natureza, que conhece o argumento precedente, ao vislumbrar a imagem do pesquisador austero por detrás da vidraça de um laboratório pegado ao seu pedaço de campo – sentindo-se quase tão deslocado no panorama atual como uma caravela quinhentista – já estará talvez um pouco envergonhado e disposto a bater em retirada, não, contudo, sem dar uma última olhadela pesarosa ao cenário de seus prazeres. Antes que isso aconteça, procuremos elevar-lhe o moral, assegurando-lhe que seu prazer não é moralmente pecaminoso nem cientificamente inútil, pois, como o diz Lorenz (*apud* **3**, 288), "nenhum homem, nem mesmo um iogue ou algum outro tipo de santo da Índia Oriental teria paciência bastante para fitar os olhos em uma minhoca, uma aranha, um peixe ou uma criancinha tão interminavelmente quanto é necessário para perceber uma lei natural em seu comportamento, a menos que ele derivasse algum prazer desse fitar". Com efeito, se esta afirmação é correta, como se afigura, já não podemos concordar com o argumento do pesquisador "sério", o qual parece implicar que a ciência é tanto mais ciência quanto mais sofrimento causa a seu construtor, da mesma forma que não podemos aceitar que a iniciação nas práticas do ioga constitui pré-requisito útil para o bom êxito na carreira científica.

A vadiagem contemplativa de nosso naturalista não é uma forma nem mesmo branda de delinquência social, mas, ao contrário, algo que parece essencial de muita, senão toda, construção científica. Como muitos já notaram, o primeiro homem que voltou as costas por um momento à tarefa prática de rolar uma pedra com o auxílio de uma vara, a fim de refletir sobre como isso implicava em muito menos esforço do que usar diretamente seus braços, descobrindo assim os princípios da alavanca que estão incorporados no que temos de mais prático – as máquinas – foi um

sublime vagabundo. Mais ainda, tal vadiagem parece comum a todo sistema orgânico, aparecendo como comportamento exploratório ou, como diz Berlyne (**4**, 1), como o que o animal faz quando não tem nada especial que fazer. Na verdade, tal comportamento pode ser muito útil, indiretamente, porque pode levar o animal a adquirir uma representação dos arredores que, depois, lhe permitirá escolher, dada uma preguiça que parece ser uma característica fundamental de todo organismo, de várias rotas alternativas a um objetivo vital, a que se verifica mais curta ou envolve menor esforço. Paradoxalmente, então, é ao trabalhar para fins biológicos geralmente considerados úteis que o animal é essencialmente preguiçoso, e é para conseguir uma estrutura cognitiva adequada da situação – uma finalidade geralmente considerada secundária e vadia – que o animal efetivamente evita o repouso. De um outro ângulo, é pelo fato de que o sistema nervoso não funciona meramente para mover o animal na linha de suas necessidades vegetativas mais cruas, mas também trabalha para registrar, reter e catalogar eventos e relações – uma atividade barata, no sentido de pouco dispendiosa de energias, e usualmente reputada vadia – que o seu dono pode dar-se ao luxo de ser preguiçoso, isto é, pode prescindir de repetir indefinidamente tentativas e erros diante de uma mesma situação, pode economizar enormes esforços implicados em locomoções alternativas, etc., a fim de satisfazer suas necessidades mais vitais (**5**, Cap. I).

O que a tendência para atividades-meio curtas ou fáceis revela é que o organismo é fundamentalmente avesso a trabalhar sem recompensa, e que ele tolera e exerce o esforço apenas em um nível tão baixo quanto seja necessário para obter consumação. De outro lado, o fato de que ele se entrega ao jogo, à contemplação, ao pensamento, quando isso não tem relação direta com as suas necessidades vegetativas mais imediatas, é uma indicação de que tais atividades possuem, em si mesmas, valor consumatório.[46] Deve-se notar que tais atividades estão no fundo mesmo do fenômeno que chamamos aprendizagem; elas se prenderiam, segundo estudos recentes (**1**, págs. 9 e 146; **4**; **8**), a um impulso que é tanto central como neural, e teriam como objetivo, segundo Thacker (**apud 7**, pág. 9), "a estrutura cognitiva mesma, organizada e proliferada". Em suma, pode-se concluir, o progresso em clareza cognitiva, no homem e em outros animais, parece ter, por si só, valor consumatório, ou atuar como recompensa.

[46] O fato de que o homem poderia, segundo Tinbergen, deter-se longamente na fase apetitiva de um comportamento de caça, sem ser reforçado pela captura concreta, sugere a mesma conclusão.

Se assim é, a vadiagem contemplativa de nosso naturalista, desde que ele permaneça ativamente explorando o comportamento animal, logo acabará por dar os seus frutos, do ponto de vista do avanço da ciência. Ser-lhe-á, com o tempo, quase impossível, nessas condições, deixar de notar certas regularidades nos fenômenos e de imaginar porque, em determinadas circunstâncias, o animal agiu desta e não daquela maneira; e, quase sem o perceber, o observador será levado a sair de sua vadiagem contemplativa, a conceber hipóteses, a fazer pequenas alterações no meio observado, a visitar o animal em outros momentos e outras paragens, para verificar se suas hipóteses são corretas. E ele poderá mesmo – ou deverá? – acabar por achar mais interessante a tarefa de explicar o comportamento do que a mera contemplação sensorial[47]. Ele poderá até vir a enfrentar o calor e as tempestades, os charcos e os lodaçais, os espinhos e as picadas de insetos, e outras coisas que, vistas em si mesmas, constituiriam maçadas maiores do que as que enfrenta o seu colega sisudo no laboratório. No entanto, o enfrentar esses percalços já não seria, como meio para atingir clareza cognitiva, absolutamente enfadonho, a não ser que o pesquisador gostasse de considerar-se um mártir da ciência. Na verdade, se este não for o caso com o pesquisador "sério" que vimos referindo, se ele realmente não obtém prazer com sua atividade e não consegue senão fazer com que os seus estudantes percam o entusiasmo pela pesquisa – o que será, de todos, o pior malefício que ele estará ocasionando à ciência – pode-se suspeitar que é porque, em última análise, ela não o está fazendo progredir no sentido de atingir "*insight*" científico.

Se reconhecermos que o adquirir uma estrutura cognitiva organizada e proliferada tem grande valor consumatório para o homem, que o progresso científico só parece possível porque o prazer de construí-lo é um desses raros gostos que não dão desgosto, então poderemos, honestamente – isto é, sem falsificar a motivação real do pesquisador – contemplar a primeira resposta que demos à indagação inicial deste artigo, apontando outras razões – mais respeitáveis, do ponto de vista da ciência, do que o mero prazer do observador de comungar intimamente com a natureza – pelas quais se afigura cientificamente útil e até mesmo indispensável o estudo naturalístico do comportamento animal.

[47] Diz Tinbergen (**9**, 144 e seg.) textualmente: "Frequentemente sentimos que não há menos beleza, e talvez até mais, no resultado da análise, do que há a ser encontrada na mera contemplação. Na medida em que, durante a análise, não se perde de vista o animal como um todo, então a beleza aumenta com a beleza aumentada do pormenor. [...]." "[...] devo acentuar que meu senso estético tem estada a receber mesmo mais satisfação desde que eu estudei a função e a significação dessa beleza".

Essas razões, nos dias que correm, giram todas, claramente, em torno da necessidade de sanar certas lacunas e deficiências do laboratório: elas se prendem, de uma forma ou de outra, a uma crescente insatisfação com o caráter incompleto e até distorcido da apreensão dos processos animais que os métodos de laboratório têm estado ensejando.

5 Desenvolvimentos históricos da Psicologia contra os quais se rebela o naturalista

Essa insatisfação vem de que, por motivos históricos, alheios à essência dos métodos de laboratório, os cientistas acabaram, neste, por concentrar-se em muito pormenor sobre uma pequena variedade de questões que não esgotam o problema do comportamento e muitas vezes têm até pouca relevância ao que o animal faz na maior parte de sua existência: o modo como evolui, como localiza, captura e usa sua presa, como se reproduz e garante a sobrevivência da sua prole até a maturidade, e como sobrevive em um mundo frequentemente hostil, de modo que é, muitas vezes, típico e exclusivo de todos os membros de sua espécie. Devemos, pois, voltar nossa atenção para esse desenvolvimento histórico, para ver até que ponto a adoção de uma abordagem naturalística poderia corrigir as deficiências do laboratório de hoje e representar um grande avanço para a Psicologia Comparativa.

Todos sabem que a Psicologia Comparativa foi uma decorrência lógica da teoria da evolução darwiniana, que objetivava explicar tanto as diversidades físicas como as mentais entre as várias espécies (**10**, pág. 5 e segs.). A missão da nova disciplina, agora encarada como um ramo da Biologia e não mais da Filosofia, era a de realizar, com relação ao comportamento (originalmente, manifestações mentais) dos sistemas orgânicos, uma tarefa similar à que competia à ciência mais antiga da anatomia comparativa relativamente às estruturas corporais: descrever seus fenômenos e encontrar-lhes as leis, compará-los e determinar o modo como evoluíram até sua forma presente.

A princípio essa tarefa era realizada com grande dificuldade; os darwinianos enfrentavam a oposição da ciência e da teologia tradicionais; a maior parte deles concentrava-se na tentativa de demonstrar o aspecto mais controvertido da teoria da evolução: a continuidade entre o homem e as outras espécies. Para isso, e como não dispunham ainda de métodos cien-

tíficos, lançaram mão do recurso que havia sido empregado pelo próprio mestre: a anedota, os relatos populares acerca da sagacidade e outras características dos animais, as quais pareciam uma prova satisfatória para a hipótese da continuidade. Paralelamente, porém, mesmo nessa época inicial, outros faziam realmente progredir o estudo ecológico do comportamento. Basta citar o trabalho de Darwin sobre o comportamento de plantas, e o de grandes naturalistas como Wallace, Houzeau, Bates e Belt sobre a fauna relativamente desconhecida de vários países; o de Huber, Fabre, Wasmann, Emery, Claparède, Forel e os Peckhams acerca dos costumes dos insetos; o de Hartmann sobre os macacos antropoides, o de Spinas sobre a vida social dos animais, e o de Poulton sobre a coloração animal.

Já a partir de 1890, a investigação naturalística ia adquirindo aos poucos maior precisão e objetividade nas obras de homens como Lubbock, acerca do comportamento de insetos himenópteros, Verworn e Loeb sobre os protozoários e metazoários inferiores, e Lloyd Morgan sobre os vertebrados. A partir de 1900, com base nos desenvolvimentos alcançados na década anterior, os vertebrados, que até então – por serem naturalmente mais arredios e dotados de maior mobilidade, mais difíceis de observar, pois, no geral, do que os invertebrados – eram escassamente contemplados nos estudos naturalísticos, passavam a ser intensamente examinados em situações seminaturais por meio de técnicas de labirinto, de caixas problema e outras, adaptadas às propensões naturais dos animais. Destacaram-se, nesse período, os trabalhos de Thorndike, Small, Kline, Hobhouse e Yerkes sobre os mamíferos. Enquanto isso, investigações de alto valor acerca dos invertebrados, como as de Bethe, von Uexkhüll, Piéron e Bohn, na Europa, e sobre outros animais com Jennings, Parker, Holmes e Yerkes, nos Estados Unidos, tinham prosseguimento (**10**, Cap. I).

Até pouco mais de 1910, os desenvolvimentos na Psicologia com orientação ecológica eram, pois, notáveis, e estavam mesmo começando, como seria de esperar, a gerar as análises mais precisas do laboratório. No entanto, como o salienta G. A. Miller (**11**, pág. 254), "precisamente quando o estudo científico do comportamento animal estava principiando a prosperar, a corrente investigatória esmoreceu, primeiro na Biologia, e, depois, na Psicologia. A descrição sistemática do comportamento natural, a comparação entre diversas espécies e em relação ao homem, perderam ímpeto. Após um breve período de progresso, a Psicologia Comparada elanguesceu e assim esteve por mais de um quarto de século".

Essa mudança de direção, segundo Miller (**11**, pág. 254), não foi determinada nem pelo descrédito das ideias de Darwin, nem pela falta de métodos adequados para o estudo naturalístico, nem ainda por um desinteresse súbito pelos animais, mas, simplesmente, pelo fato de os estudiosos do comportamento natural haverem se interessado por outras direções de pesquisa que lhes pareciam mais promissoras. De um lado, os biólogos, com a redescoberta das leis de Mendel em 1900, seguida imediatamente de novos desenvolvimentos na citologia, passaram a interessar-se pelas pesquisas genéticas; de outro lado, os psicólogos, com a difusão do estudo de Pavlov acerca do condicionamento de reflexos naturais a novos estímulos, passaram a interessar-se pelas propriedades do reflexo, julgado o átomo fundamental de que se compunham, automaticamente, pelo processo de condicionamento, todos os comportamentos, por mais complexos que fossem.

Em ambos os casos, deve-se notar, houve alguma coerência com a orientação prévia. Com efeito, pelo seu tipo geral de treino, os biólogos tendiam a dar mais atenção aos comportamentos que antes caracterizavam as espécies do que os indivíduos e que seriam particularmente úteis para elucidar relações filogenéticas e problemas taxonômicos; ao explicar tais comportamentos, que eram considerados herdados, os biólogos tendiam a recorrer especialmente a fatores internos do organismo, dentre os quais os genéticos passariam a afigurar-se, agora, cruciais. Já os psicólogos, que vieram para a ciência depois de um treino sobretudo nas filosofias positivista e empirista, e que muitas vezes viam-se a braços com o problema da educação, tendiam a abordar a Psicologia através da análise dos efeitos ambientais: seu novo interesse também era compatível com a antiga orientação, já que o conceito de reflexo, original ou adquirido, era, essencialmente, uma interpretação de como os fatores ambientais adquiriam controle sobre o comportamento. Foi certamente à radicalização dessas novas direções que devemos essa pendência infortunada e vácua entre nativistas e ambientalistas, na ciência do comportamento: infortunada e vácua porque, obviamente, resultante de uma análise irreal, pois, já na célula germinativa ou no ovo inicial, esses pacotinhos de agentes químicos que são os cromossomos formam, com o ambiente químico do protoplasma, onde estão mergulhados, um sistema de influências mútuas inseparáveis desde o princípio. Também se pode suspeitar que, em certa medida, essa deserção da abordagem ecológica do comportamento animal foi favorecida pelo clima de mecanicismo elementarista que, surgindo no final do século passado e começo do presente como uma reação aos procedimentos frou-

xos, antropomórficos, dos primeiros discípulos de Darwin na psicologia comparativa, acabou por cair no excesso contrário e proibir a inferência acerca de processos intervenientes de tipo psicológico na interpretação do comportamento animal e mesmo na do homem, substituindo-os por processos baseados numa analogia mecanomórfica.

Como quer que seja, o desenvolvimento dessas novas orientações na pesquisa dos processos orgânicos, se, de um lado, revelou-se inegavelmente fecundo para a ciência em geral, de outro, resultou lesivo para a Psicologia Comparativa. De fato, como os biólogos praticamente se retiraram desse campo – já que o estudo genético se revelaria, afinal de contas, nas três décadas referidas, muito mais útil para esclarecer aspectos morfológicos do que comportamentais; e, se relativo a estes, dizia respeito apenas a diferenças verificadas dentro da mesma espécie, já que espécies diferentes, ao cruzarem-se, no geral não dão produtos férteis, como seria necessário para que fossem estudadas as suas diferenças pelo método genético (**12**, pág. 326) – nele restavam praticamente só os psicólogos, que já então viam, como o aponta Miller (**11**, pág. 255), nas descobertas russas, uma excelente oportunidade para substituir o estudo ecológico por um método analítico, de laboratório, que se prestava melhor às medições e ao controle rigoroso. Mais ainda: como o interesse dos psicólogos, conforme assinala Miller (**11**, pág. 256 e seg.), era nos reflexos como unidades básicas de todo comportamento, e um reflexo era aproximadamente o mesmo em qualquer criatura, não lhes parecia importante que restringissem o estudo a umas poucas espécies animais. O rato, por ser particularmente cômodo e adaptável ao laboratório, tendeu a ser eleito, e passou, desde então, por várias décadas, a dominar a Psicologia. Paradoxalmente, quanto mais isso acontecia, e na medida em que a orientação ecológica pode ser considerada imprescindível para o estudo comparativo do comportamento, tanto menos este se tornava uma verdadeira ciência do animal.

Deve-se notar que a escolha do laboratório recaiu sobre o rato e não, por exemplo, sobre a vespa solitária, porque, como o aponta Lashley (**13**, pág. IX), aquele animal não tem instintos "altamente especializados e elaborados" que o tornariam inadaptável à manipulação e às condições restritas da vida no cativeiro; e que foi "em parte em consequência dessa escolha (que) o movimento 'anti-instinto' exemplificado pelos escritos de Watson, Dunlap e Kuo chegou a dominar a teoria psicológica" – um movimento que, além disso, foi tornado muito mais fácil porque os biólogos

e zoólogos, que eram os estudiosos mais capacitados a contraditá-lo, já se haviam retirado da cena[48].

O movimento anti-instintivista, porém, falhou, porque, como o mostra Beach (*apud 14*, pág. 45), seus defensores eram obrigados a aderir à concepção bifatorial segundo a qual todo comportamento seria, ou inato e reflexivo, ou, então, inteiramente aprendido: mas a dicotomia não resistiu aos argumentos acumulados, o que provocou a readmissão na Psicologia da noção de instinto como "padrão complexo, inato, de comportamento"[49].

[48] O anti-instintivismo que grassou na Psicologia americana entre 1920 e 1940 foi, em parte, uma revolta justíssima contra a postulação de forças imaginárias e a tendência a explicações verbais do tipo "vis dormitiva" no estudo dos padrões complexos típicos de cada espécie (**14**, pág, 44 e seguintes) Na verdade, como o mostra Fletcher (**15**, Cap. III), tais críticas apenas se aplicavam à mais falha e mais divulgada das concepções de instinto – a de McDougall – e não às concepções mais antigas de, por exemplo, Darwin, Lloyd Morgan e Hobhouse. A essência do conceito de instinto encontra-se preservada, conforme o mostra Thorpe (**7**, pág. 15), na ideia de "drive", ou, antes, "internal drive".

[49] O termo inato dificilmente pode ser evitado, mas geralmente se presta a confusões. Com efeito, se ele significa "presente no organismo em seu nascimento", ele obviamente não se aplicará a certos comportamentos ditos instintivos, que surgem relativamente tarde na ontogenia. De outro lado, se o termo se aplica a algo que faz parte da natureza ou constituição do organismo, não se saberá a que aplicá-lo, uma vez que não se conhece com clareza o que resulta dessa natureza ou constituição no caso do comportamento; em outras palavras, não se provou ainda, no caso de nenhum comportamento dito instintivo, se ele é inerente mesmo à constituição do organismo, ou se não foi a ele acrescentado extrinsecamente, por influência exterior. Dá-lo como não adquirido, como se tem frequentemente apontado (por Beach inclusive) seria equivalente a tomar como provada a hipótese nula (**14,** pág. 61 e seguintes). Recentemente, Tinbergen (**16**, pág.102 e 115) reconheceu, à luz das muitas críticas recebidas, que os etólogos estavam empregando o termo inapropriadamente: ao passo que se implica que o comportamento denominado "inato" é "não aprendido" no sentido amplo de que não sofre a influência de fatores ambientais – o que obviamente não pode ser provado (dada a onipresença e inevitabilidade desses fatores nos sistemas orgânicos) e muitas vezes já foi refutado (**14**, p. 63 e seguintes), os etólogos, segundo Tinbergen, estavam entendendo que o comportamento assim caracterizado não era construído por condicionamento após o nascimento, embora pudesse sofrer a influência de alguma aprendizagem, no sentido de algum efeito ambiental, como referido acima. Embora não queiramos abusar de uma simples nota de rodapé, necessitamos dizer alguma coisa que talvez possa ajudar a esclarecer essa pendência momentosa em torno do termo "instinto". Toda a questão parece haver surgido de um procedimento errôneo: os atos instintivos seriam aqueles que, como órgãos de um corpo, tivessem valor taxonômico (**16**, pág. 170), no sentido de serem definidores do que se entende por uma espécie, ou mesmo um gênero ou ordem na zoologia sistemática; mas tal valor, acreditava-se, só o tinham as manifestações transmitidas por hereditariedade, e, logo, geneticamente determinadas; portanto, não as tinham as atividades aprendidas; já os instintos, tendo valor taxonômico, não seriam, então, aprendidos. O erro está em pensar que a determinação genética exclui a ambiental, isto é, está em aceitar a dicotomia que veio a ser conhecida como a de inato versus aprendido. Se, ao contrário, como hoje se admite geralmente, ambas as determinações acham-se presentes e são importantes sempre em qualquer manifestação orgânica, seja ela um órgão ou seja um comportamento, um instinto será, também, aprendido (no sentido de que sofre uma determinação ambiental), e os atos aprendidos, por sua vez, serão inatos (ou em parte geneticamente determinados) (cf. Verplanck, em **14**, pág. 62). Mas estes últimos não são transmissivos por hereditariedade: só as potencialidades para aprender o são. Nem o são os instintos, se não houver, para os fatores genéticos transmitidos, fatores ambientais biologicamente apropriados; mas, se houver tal meio que lhes permitam aparecer, eles terão valor taxonômico – e tal meio, dado o nicho ecológico em que se desenvolve cada espécie, fatalmente ocorre. Logo, o importante para distinguir um ato instintivo de um não instintivo é verificar se tem valor taxonômico – não o contrário, como geralmente se implicava – e não há critérios, *a priori*, que possam substituir a pesquisa indutiva nessa tarefa. Dir-se-ia que é para esse ponto de vista que estão hoje mudando os etólogos (**16**, pág. 170 e 173). De qualquer forma, parece-nos que o termo "inato", a menos que empregado no sentido estrito que lhe dá Tinbergen, como referido acima, deverá ser excluído da definição do comportamento instintivo.

6 A crítica da psicologia pelos etólogos. As razões científicas para o estudo naturalístico do comportamento animal

A readmissão do conceito de instinto entre os psicólogos, e com ele a abordagem ecológica da velha psicologia comparativa, foi obra, sobretudo, dos chamados etólogos: um pequeno grupo de zoólogos europeus que, graças a um procedimento naturalístico bastante acurado, produziu um trabalho de grande valor e originalidade, o qual, especialmente depois da Segunda Grande Guerra, tornou-se particularmente influente no cenário científico mundial. Na verdade, os estudos dos etólogos não são recentes: a origem do movimento é atribuída a Heinroth, por volta de 1910, por ter sido este o primeiro cientista a tentar utilizar de modo claro o comportamento dito instintivo de espécies proximamente aparentadas para o fim de esclarecer relações filogenéticas – um objetivo que, inegavelmente, era uma exigência da linha de desenvolvimento iniciada por Darwin. O termo "etologia", originalmente, significava ciência dos caracteres raciais, do comportamento inato ou dos costumes típicos dos animais na natureza, mas atualmente é empregado para designar o estudo biológico do comportamento (**12**, pág. X; **16**, pág. 169; **17**, pág. 76 e segs.). Neste último significado, etólogos são pesquisadores das mais diferentes regiões do mundo, atualmente, como, por exemplo, Lorenz (Áustria), Tinbergen e Baerends (Holanda), Russell e Thorpe (Inglaterra), Darling (Escócia), Nissen, Carpenter e Schneirla (Estados Unidos), etc.

Com os etólogos, pois, retornamos à orientação ecológica da Psicologia tal como existente na primeira década deste século, uma posição em que se reconhece a necessidade de iniciar a ciência comparativa por uma descrição tão completa e precisa quanto possível do comportamento natural da maior variedade de espécies que se possam abranger. Isto implica, obviamente, no uso do método naturalístico e em pôr de quarentena, ou mesmo abandonar por um momento, os procedimentos usuais de laboratório com suas refinadas especializações. De fato, uma das consequências mais importantes e imediatas do impacto da Etologia sobre a ciência do comportamento animal foi difundir uma insatisfação crescente com os métodos de laboratório, tais como vinham sendo empregados tradicionalmente pela Psicologia. É que pelas razões históricas que expusemos, conforme se viu, os psicólogos acabaram, no laboratório, por se concentrar na pesquisa do reflexo e outras poucas funções correlatas, como a das generalizações e inibições adquiridas a estímulos, sem indagar que relevância esses processos tinham para a vida ordinária do animal e se não

dependiam, de alguma forma, de outras condições que seu procedimento não permitia perceber (**18**, pág. 163 e segs.).

Com efeito, é relativamente fácil demonstrar tanto o estreitamento dos problemas como a acumulação de erros a que o já relatado desenvolvimento histórico acabou por levar. É manifesto, por exemplo, que os referidos processos não podem explicar como, sem a oportunidade de um treino prévio em certas situações, um animal pode, desde a primeira oportunidade, se estiver na fase biológica apropriada, descobrir, por assim dizer, por um procedimento de busca, que uma determinada planta ou inseto é o veículo normal da oviposição em sua espécie, ou pode rejeitar certos materiais e escolher outros, após um giro pelo campo, e com eles construir, exatamente como seus antepassados faziam, um ninho dotado de arquitetura, locação, forma e outras características que são exatamente as requeridas para a segurança e o abrigo de sua prole futura. Claramente, em tais atividades geralmente denominadas instintivas, os processos de condicionamento ou aprendizagem associativa desempenham, tão só, se de todo, uma parte insignificante – e tais atividades, é preciso lembrar, constituem, por vezes, a maioria esmagadora ou quase absoluta do comportamento que ocorre na natureza. A análise de processos de estímulo e resposta não pode, evidentemente, como o diz Thorpe (**6**, pág. XIII e seg.) satisfazer, como explicação de todo comportamento, ao pesquisador biologicamente orientado, pois é-lhe manifesto que, muitas vezes, o comportamento animal não constitui uma reação a um estímulo no meio, mas, antes, é uma busca apetitiva de certas situações ou objetos: o animal, como impelido desde dentro por um desejo ou necessidade – que é o que se salienta com o velho conceito de instinto – marcha ativamente em busca de materiais, explora um território de caça, migra para a zona de procriação, ou patrulha uma extensa região em busca de uma fêmea. Em condições de intenso impulso ou apetite, e na ausência de objetos adequados, a atividade chamada instintiva pode dar-se mesmo "no vácuo": uma ave, por exemplo, faz todos os movimentos de construção de um ninho na ausência de palhas ou gravetos (**16**, pág. 173 e seg.; **18**, pág. 171; **19**, pág. 101). A questão de saber qual particular instinto está operando em um animal, em que fase este se encontra de seu ciclo biológico, é importante para que se possa predizer a que estímulos ele dará atenção e poderá ser condicionado: é o que nos ensina, por exemplo, este achado de Tinbergen (**9**, pág. 170 e seg.), entre outros que mereceriam igualmente ser citados, segundo o qual borboletas "Grayling" respondem a cores quando se orientam para o alimento, mas comportam-se como

cegas a cores quando se orientam para uma companheira sexual. É sem dúvida uma descoberta naturalística de extraordinário valor teórico essa, da existência, no animal, de mecanismos por assim dizer de "filtragem" – os chamados Mecanismos Inatos de Liberação (IRM = "Innate Releasing Mechanism")[50] – que fazem com que o organismo apenas libere[51] seu comportamento na presença daqueles estímulos que, dentre os milhares que o atingem em cada momento, são biologicamente relevantes, no sentido de haverem adquirido, no processo da evolução, significado adaptativo. Foi também graças à pesquisa naturalística que Heiroth e Lorenz descobriram esse processo notável de condicionamento denominado "imprinting": o processo pelo qual somente num período geralmente breve de sua existência, um animal, se exposto a um determinado objeto de tamanho, forma e outras propriedades críticas, "inatamente" determinadas, pode condicionar à classe desse objeto – não só a ele individualmente – de um modo que é relativamente irreversível, ou não pode ser esquecido, todas as respostas próprias da sua fase de desenvolvimento e que normalmente são apenas dadas a membros de sua espécie – como as respostas de acompanhamento, solicitação de comida, etc., – e bem assim outras respostas, que surgirão em fases posteriores, como as respostas sexuais. Assim, por exemplo, Lorenz (**19**, pág. 102 e segs.) podia, expondo-se a gansinhos "*greylag*", mal saíam dos ovos, fazer com que o acompanhassem daí por diante por toda a parte e piassem lamuriosamente caso o perdessem temporariamente de vista, como os gansinhos criados de modo normal procedem relativamente à sua própria mãe. Coube, aqui, ao método naturalístico revelar certas suscetibilidades psicológicas que muito claramente predeterminam a direção e outras características que um processo de aprendizagem pode adquirir, suscetibilidades essas cujo conhecimento é presumivelmente do maior interesse para a ciência da educação. Graças a todas essas descobertas, o etólogo tem desafiado a ênfase quase exclusiva dos psicólogos americanos no processo de aprendizagem: eles tenderiam a esquecer, segundo Tinbergen (**20**, pág. XVI), que a aprendizagem é uma alteração em algo que convém estudar primeiro, antes que a mudança ocorra.

[50] Recentemente, por haverem reconhecido as dificuldades do termo "inato", conforme já apontamos em nota anterior, os etólogos passaram a adotar a abreviação (I)RM para esse mecanismo de "filtragem", ou mesmo, simplesmente RM (**17**, pág, 113).

[51] A eficácia dos estímulos sinal ou chave reside, pois, segundo a concepção dos etólogos, não na produção do comportamento, mas no desarme do mecanismo de bloqueamento que impede o comportamento de, em havendo acumulação endógena de energia específica para um dado ato instintivo, continuamente se manifestar.

Outra razão para a insatisfação com os métodos de laboratório por parte dos estudiosos que aderem a uma orientação ecológica encontra-se na deformação do comportamento animal que o isolamento em cativeiro – com a privação que isso implica de contatos sociais com outros membros da espécie e de oportunidades amplas de explorar e manipular uma diversidade de materiais – muito frequentemente provoca. Como o assinala G. A. Miller (**11**, pág. 257), "descobriu-se [na Etologia] que a adaptação social era crucialmente importante e, no entanto, a sociedade animal fora sempre ignorada nos laboratórios psicológicos, onde as espécies eram normalmente alojadas e testadas em isolamento". Os etólogos têm repetidamente apontado que o animal, nessas condições artificiais, simplesmente deixa de exibir certos comportamentos, e poderá, ainda, pelos que apresenta, aparentar uma estupidez bem maior do que a que revela em seu ambiente natural[52]. A vespa *Ammophila campestris*, por exemplo, certamente não revelaria uma capacidade de retenção mnêmica de mais de uns poucos segundos num teste de laboratório como o do "*delayed reaction*"; na natureza, porém, quando na execução de seu ciclo reprodutivo, ela se revela capaz de reter, como os Baerends o mostraram, até de um dia para outro, após uma única visita de inspeção aos seus vários ninhos subterrâneos, a quantidade de provisão encontrada em cada um deles, pois gradua a entrega ou abastecimento posterior de acordo com essa quantidade (**9**, pág. 109).

Outro motivo de insatisfação com o laboratório psicológico é a restrição da análise nele realizada a umas poucas espécies apenas, e mais, ao fato de, ainda, não se tender, aí, a fazer comparações mesmo entre essas poucas espécies. Quando as comparações são feitas, porém, elas são no geral quase inteiramente desprovidas de sentido, pois, como diz Tinbergen (**21**, pág. 12), "dadas as diferenças entre uma espécie qualquer e uma outra, só se pode dizer com certeza que *não* se deveriam usar técnicas experimentais idênticas para compará-las, pois, para elas, essas técnicas quase que seguramente não seriam as mesmas". De outra parte, mesmo que se pudesse desprezar esse argumento, a tarefa de comparar cada espécie com toda outra conforme a idade, o treino, etc., em cada tipo de aparelho e em cada série especificada de condições estimulantes, seria uma tarefa infinita: basta considerar o número de permutações que teríamos que realizar com o total de mais de um milhão de espécies existentes e já sentiríamos

[52] O fenômeno oposto a este também ocorre: Scott (apud **7**, pág. 401 e seg.) sugere que, em consequência do cativeiro, ficando desobrigadas da necessidade de angariar alimento continuamente, certas aves utilizarão o tempo ocioso na imitação, como atividade lúdica – o que jamais fazem quando livres.

vertigens. Somente de um ponto de vista biológico, como o adotado pela Etologia, é que as comparações são exequíveis: pois, aí, elas se efetuam com espécies proximamente aparentadas e com o propósito de verificar se as semelhanças são analogias – ou semelhanças adquiridas convergentemente, com respeito à função – ou homologias, isto é, semelhanças devidas a um ancestral comum. O objetivo das comparações comportamentais deve ser, pois, como na anatomia comparativa, ajudar a encontrar a linha da evolução nas manifestações dos sistemas orgânicos (**16**, pág. 170 e segs.).

Não admira, pois, que os etólogos tenham reivindicado para o seu movimento e negado à psicologia o *status* de verdadeira ciência comparativa do comportamento animal. A diferença essencial de abordagem que separaria as duas disciplinas, conteria todas as demais e seria a fonte última de todas as críticas que vimos mencionando, foi expressa com rara felicidade por Tinbergen (**20**, pág. XV e seg.) na seguinte passagem: "Os etólogos são zoólogos, e como tais interessados nos três problemas principais da Biologia: o da função ou valor de sobrevivência dos processos vitais; o de sua causação; e o da evolução. Os behavioristas concentraram-se no segundo desses problemas, o das causas subjacentes, e praticamente ignoraram os outros. Muitos psicólogos, embora não pareça provável, não estão interessados neles. Quem quer que esteja inteirado da extrema importância do "*insight*" na adaptatividade, na seleção e na evolução para a Biologia geral concordará que esta é uma lacuna grave em uma ciência que se ocupa com os processos vitais. Esta falta de proporção harmoniosa no interesse do behaviorista fê-lo negligenciar o verdadeiro estudo comparativo. O treino zoológico dos etólogos tornou-os conscientes do grande valor da comparação como uma ajuda para o estudo evolucionário"[53].

Essas diferenças entre a Etologia e a Psicologia Moderna são inegáveis. De outra parte, porém, como o assinala Tinbergen (**15**, pág. 76; **19**, pág. XV), as finalidades entre ambas, como estudo objetivo do comportamento animal, são tão grandes que, não fosse por um acidente histórico, elas não teriam recebido nomes diversos. Como o termo "etologia" é o mais recente (**15**, pág. 76), dir-se-ia que ele deve ser punido, de acordo com as práticas taxonômicas vigentes na ciência biológica, sendo considerado um mero sinônimo do termo mais velho "psicologia", da qual

[53] Lorenz (*apud* **17**, pág. 79) vai mesmo ao ponto de afirmar que a consideração do valor de sobrevivência é essencial a uma análise plena das causas do comportamento: "Quando acentuo a filogênese tão continuamente é porque tudo que está num organismo não é algo existente, mas um processo, e um processo que tem tido lugar desde o começo da vida".

teríamos, então, como aponta Mayr (**apud 17**, pág. 80 e seg.) e exatamente como tende a ocorrer nas outras subciências biológicas[54], dois ramos ou variedades distintas, ora em fase de integração: a Psicologia Evolucionária, verdadeiramente comparativa, e a Psicologia Funcional.

Quaisquer que sejam os nomes finalmente adotados – a questão dos nomes não parece, afinal, de grande importância – há, sem dúvida, algumas lições a tirar dos desenvolvimentos que vimos considerando. Sob a crítica que lhes é dirigida pela Etologia, os psicólogos por certo não deixarão de reconsiderar as razões – de há muito deles conhecidas, mas olvidadas por cerca de três décadas deste século – pelas quais se afigura cientificamente útil e até imprescindível estudar o comportamento dos animais tal como se dá na natureza. Tais razões dizem respeito, fundamentalmente, ao fato de que tal estudo é o núcleo primitivo, essencial e insubstituível mesmo de uma ciência biológica e verdadeiramente comparativa. Admitir essa condição de essencialidade e insubstituibilidade da observação naturalística é equivalente a reconhecer que os métodos de laboratório, por si sós, não estão capacitados a constituir tal ciência, e que eles são merecedores, no presente, de algumas sérias restrições. Tal admissão implica, de outro lado, a necessidade de a Psicologia Comparativa atual recuar a uma sua posição mais antiga – um recuo que é, estranhamente, um progresso, o que equivale a dizer que o "avanço" feito a partir dessa posição não foi inteiramente um avanço, mas, num certo aspecto, quase que apenas um desenvolvimento lateral, se não mesmo um desenvolvimento numa direção errônea. Torna-se manifesto, assim, que, das novas orientações que substituíram a abordagem ecológica neste século, nenhuma fornece uma explicação completa do comportamento nem pode ser considerada um atalho real ou um sucedâneo aceitável para as comparações e o estudo direto do comportamento natural em toda a sua complexidade. Buscar as leis gerais do comportamento em tais direções é, certamente, do ponto de vista de uma ciência verdadeiramente comparativa, semelhante a procurar um objeto perdido, não onde caiu, mas onde a iluminação do ambiente torna a procura mais confortável. Finalmente, há essa outra lição a tirar da crítica etológica: os psicólogos de laboratório, na Psicologia Comparativa,

[54] A essa caracterização da Psicologia como uma subciência biológica talvez oponham-se os cientistas que tendem a acentuar o comportamento do homem como um ser social. Isso seria esquecer, porém, que a sociedade é essencialmente um fenômeno biológico, e tão característico de animais infra-humanos como o é do homem – um fato que, conforme já foi salientado, somente deixou de ser reconhecido antes por se haver tendido, no laboratório psicológico, a dar atenção apenas ao comportamento de animais acomodados em gaiolas individuais, ou a estudar processos num nível baixo de molaridade.

não poderão queixar-se quando, apresentando um convite, junto como o do naturalista, para uma visita a seus domínios, apanharem-se com pouca gente, e gente pouco alegre e pouco moça: afinal de contas, uma festa ao ar livre é melhor do que a num salão pouco arejado.

7 A relação que deve haver entre os métodos naturalístico e o de laboratório

Deve-se notar, no caso de não termos sido suficientemente explícitos, que os estudiosos orientados ecologicamente não são obscurantistas avessos ao laboratório. O que eles pretendem, só, é que a microanálise, por assim dizer, realizada neste, para que não se perca em direções sem muita significação, decorra da observação mais grosseira, mas indispensável, na natureza. O naturalista está, sem dúvida (cf. Lorenz, **apud 3**, pág. 286 e seg.; **9**, Cap. 16) de perfeito acordo com a seguinte afirmação de Warden, Jenkins e Warner (**10**, pág. 30 e seg.), a qual, pela precisão e vigor com que expõe as relações entre os dois métodos, nos permitimos citar: "... Obviamente, nenhuma linha nítida pode ser traçada entre a observação cuidadosa de campo e o procedimento experimental simples. Num sentido muito apropriado, o laboratório pode ser considerado como um campo limitado e controlável em que o isolamento e a mensuração quantitativa de aspectos selecionados do comportamento podem ser feitos". ... "A observação de campo deve manter um lugar de honra nas ciências biológicas, e particularmente o deve na psicologia comparativa. A solução final de muitos problemas importantes depende de trabalho de campo competente, quer inteiramente, quer em parte. No entanto, não se pode negar que o desenvolvimento de métodos experimentais refinados constitui um bom índice da maturidade crescente de uma ciência, indicando uma capacidade de definir e resolver seus problemas adequadamente". A isto parece conveniente acrescentar, para maior clareza, a afirmação de Tinbergen (**9**, pág. 271) segundo a qual "em cada estágio da pesquisa, o biólogo deve estar consciente do fato de que ele está estudando, e temporariamente isolando para o propósito de análise, sistemas adaptativos com funções muito especiais – não meros pedaços".

8 Epílogo: algumas considerações que revelam atenuada a pecha da "seriedade"

Para sermos justos, devemos mencionar que muito da insatisfação com a mera investigação do reflexo pavloviano, muito da pressão havida para a ampliação das bases observacionais da psicologia, surgiu do interior do próprio laboratório. Como o observa Thorpe (**6**, pág. XIV), o trabalho de Lorenz e o de Lashley, que foram o fundamento mais significativo da Etologia, começaram em um ambiente intelectual de insatisfação com as concepções fisiológicas mecanísticas, ambiente este criado, em parte, pelos naturalistas, mas, em outra parte, pela psicologia da Gestalt em seu estudo, desde 1912, "das percepções mais altamente desenvoltas de animais e homens". As concepções gestálticas estarão intimamente implicadas em vários desenvolvimentos dissidentes do laboratório com a filosofia do reflexo: basta mencionar a sua influência na investigação, por Tolman, do comportamento propositado – um sinônimo da psicologia funcional para o comportamento apetitivo dos etólogos (**18**, pág. 171) – e a ênfase contemporânea que dela resultou sobre processos mediadores centrais, tais como os designados por termos como "expectativa", "atenção", "atitude", etc. É a necessidade de recorrer a tais processos autônomos centrais – no sentido de relativamente independentes da atividade aferente, e que ora reforçam uma, ora outra resposta – como o aponta Hebb (**22**, pág. 4), que torna impossível conceber o comportamento em termos de processos elementares de estímulo e resposta como se implica na noção de reflexo. Mesmo dentro de setores da psicologia mais claramente simpáticos à posição S-R se evidencia essa impossibilidade: por exemplo, na investigação, iniciada por Skinner, do chamado condicionamento instrumental – que, como o diz Thorpe (**7**, pág. 85 e segs.) é o núcleo da aprendizagem por ensaio e erro e difere do condicionamento clássico "principalmente pelo fato de que a resposta é uma ação somática 'voluntária' de um animal que exibe comportamento apetitivo". Todos esses desenvolvimentos verificados nos estudos de laboratório contribuíram, aparentemente, para uma boa acolhida à posição dos etólogos e para a restauração, na psicologia, ao lado do ponto de vista funcional, do interesse comparativo, defendido por esses cientistas.

De outro lado, ainda, é preciso não esquecer que a investigação do reflexo e a de processos relacionados, no laboratório, embora se tenha revelado de pouco valor para a psicologia comparativa, promoveu, inegavelmente, para a ciência funcional, uma quantidade prodigiosa de conhecimento especializado e útil para o conhecimento dos fenômenos de

aprendizagem. Admiti-lo é equivalente a reconhecer que tal investigação não foi de todo desacompanhada de alguma vadiagem teórica. A caracterização dos estudiosos que a ela se entregaram como sendo, na psicologia, os "sérios" – os quais, por decorrência lógica e fatalidade etiológica, devem também ser classificados como cacetes científicos – precisa ser fortemente atenuada. Mas, do ponto de vista dos modernos discípulos de Darwin que, interessados no problema da evolução, anseiam por incluir em uma expectativa cognitiva única as manifestações naturais mais diversas, animadas e até inanimadas, essa designação se aplica, ao menos em parte, àqueles dentre esses investigadores que, em virtude das limitações da abordagem a que aderem, ficam relativamente cegos à beleza e aos mistérios do comportamento como um fenômeno biológico e tendem a proceder como se tudo na ciência fosse apenas mensuração e técnica, suor e sofrimento: àqueles, sem dúvida, a que se referem D. L. Miller (23) e Prentice (24) como julgando que o operacionismo e o positivismo lógico não procuram dar apenas as regras pelas quais a inferência científica deve ser feita, mas proíbem a teoria e a inferência, e reduzem o cientista à função mecânica do cinematógrafo sonoro, que apenas registra os eventos que capta, mas não interpreta nem relaciona, e não vibra nem goza com suas descobertas.

Bibliografia

1 – TINBERGEN, N. (1955) – Em: Autobiographical sketches of participants, Appendix II, pág. 300-315, em Schaffner, B. (ed): **Group Processes: Transactions of the First Conference.** N. Y.: Josiah Macy, Jr. Foundation.

2 – LORENZ, K. Z. (1952) – **King Somon's Ring – New Light in Animal Ways.** Londres: Methuen (University Paperback Series, 1961).

3 – EVANS, L. T. (1955) – Group processes in lower vertebrates, pág. 268-289 em **Group Processes: Transactions of the First Conference.** N. Y.: Josiah Macy, Jr. Foundation.

4 – BERLYNE, D. E. (1960) – **Conflict, Arousal, and Curiosity.** N. Y.: McGraw-Hill.

5 – TOLMAN, E. C. (1932) – **Purposive Behavior in Animals and Men.** Berkeley: Univ. Calif. Press.

6 – THORPE, W. H. (1961) – Introduction, pág. VI-XXVII em LORENZ, K. Z. (1952) – **King Somon's Ring – New Light in Animal Ways.** Londres: Methuen, 1952 (Univ. Paperback Series, 1961).

7 – THORPE, W. H. (1963) – **Learning and Instinct in Animals** (2a. ed.). Londres: Methuen (1a. ed: 1956).

8 – BUTLER, R. A. (1960) – Acquired drives and the curiosity – investigative motives, pág. 144-176 em Waters, R. H., Rethlingshafer, D. A., e Caldwell, W. E. (eds.): **Principles of Comparative Psychology.** N. Y.: McGraw-Hill.

9 – TINBERGEN, N. (1958) – **Curious Naturalists.** N. Y.: Basic Books.

10 – WARDEN, C. J., JENKINS, T. N., e WARNER, L. H. (1935) – *Comparative* **Psychology, a Comprehensive Treatise.** Vol. I: **Principles and Methods.** N. Y.: Ronald.

11 – MILLER, G. A. (1962) – **Psicologia, a Ciência da Vida Mental.** (Trad. Álvaro Cabral). Rio de Janeiro: Zahar, 1964.

12 – FULLER, J. L. (1960) – Genetics and individual differences, pág. 325-377 em Waters, R. H., Rethlingshafer, D. A., e Caldwell, W. E. (eds.): **Principles of Comparative Psychology.** N. Y.: McGraw-Hill.

13 – LASHLEY, K. S. (1957) – Introduction, pág. IX-XII em Schiller, C. H. (ed. e trad.): **Instinctive Behavior – The Development of a Modern Concept.** Londres: Methuen.

14 – ROSS, S., e DENENBERG, V. H. (1960) – Innate behavior: the organism in its environment. Cap. III, pág. 43-73 em Waters, R. H., Rethlingshafer, D. A., e Caldwell, W. E. (eds.): **Principles of Comparative Psychology.** N. Y.: McGraw-Hill.

15 – FLETCHER, R. (1957) – **Instinct in Man in the Light of Recent Work in Comparative Psychology.** N. Y.: International University Press.

16 – LORENZ, K. (1955) – Morphology and behavior patterns in closely allied species, pág. 168-220 em Schaffner, B. (ed): **Group Processes: Transactions of the First Conference.** N. Y.: Josiah Macy, Jr., Foundation.

17 – TINBERGEN, N. (1955) – Psychology and ethology as supplementary parts of a science of behavior, pág. 75-167 em Schaffner, B. (ed): *Group Processes: Transactions of the First Conference.* N. Y.: Josiah Macy, Jr., Foundation.

18 – LORENZ, K. (1937) – The nature of Instinct: the conception of instinctive behavior, pág. 129-175 em Schiller, C. H. (ed. e trad.): *Instinctive Behavior – The Development of a Modern Concept.* Londres: Methuen, 1957.

19 – LORENZ, K. (1935) – Companionship in bird life: fellow members of the species as releasers of social behavior, pág. 83-128 em Schiller, C. H. (ed. e trad.): **Instinctive Behavior – The Development of a Modern Concept.** Londres: Methuen, 1957.

20 – TINBERGEN, N. (1957) – Preface, pág. XV-XIX em Schiller, C. H. (ed. e trad.): **Instinctive Behavior – The Development of a Modern Concept.** Londres: Methuen, 1957.

21 – TINBERGEN, N. (1951) – **The Study of Instinct.** Londres: Oxford University Press.

22 – HEBB, D. O. (1949) – **The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory.** N. Y.: Wiley.

23 – MILLER, D. L. (1946) – The meaning of explanation. Psychol. Rev., **53**, 4, 241-246.

24 – PRENTICE, W. C. H. (1946) – Operationism and psychological theory: a note. Psychol. Rev., **53**, 4, 247-249.

II — Alguns Aspectos da Biologia e da Etologia das Formigas[55]

Walter Hugo de Andrade Cunha
Departamento de Psicologia Experimental
Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo

Nós, humanos, costumamos orgulhar-nos, não sem boas razões, de nossa condição de seres sociais. No entanto, comparados às formigas, creio que estamos, zoologicamente falando, num degrau de evolução social relativamente primitivo. De fato, nenhum outro animal, nem mesmo as abelhas, as vespas e os cupins entre os insetos sociais, teve sua evolução tão predominantemente presidida pela adaptação social quanto as formigas. Os traços evolucionários dessa adaptação podem ser encontrados não apenas nos hábitos desses insetos como também nos pormenores de sua organização anatomofisiológica. Essa caraterística é tão marcante entre as formigas que é praticamente entre suas espécies, antes que em outros insetos sociais, que W. C. Allee, O. Emerson, T. Park e K. P. Schmidt, em obra famosa sobre a ecologia animal, vão colher argumentos no sentido de que uma sociedade de insetos constitui um superorganismo social (cf. Allee *et al.*, 1949, cap. 24). Isso não significa apenas – o que já seria muito – que "a colônia de insetos sociais, como outras populações, se assemelha a um organismo pelo fato de que tem estrutura, ontogênese, hereditariedade e integração, e forma uma unidade em um ambiente", como dizem esses autores (*Op. Cit.*, p. 419), mas significa também, a meu ver, que é preciso encarar a colônia (uma sociedade de insetos como um todo) antes que o organismo individual, como a unidade sobre que têm atuado as mais importantes pressões seletivas para a evolução da espécie.

[55] Texto apresentado como parte da palestra intitulada "Aspectos gerais da Etologia das formigas e alguns dados observacionais e experimentais sobre o comportamento da içá na fundação do formigueiro" no 2º. Encontro Paulista de Etologia, realizado naa Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo de 29 de novembro a 1 de dezembro de 1984, organizado pelos Drs. Antonio Fernandes Nascimento Júnior e Sylvia M. Nishida e patrocinado pela Sociedade de Biologia de Ribeirão Preto e Associação dos Zootecnistas do Estado de São Paulo. Os anais deste encontro não chegaram a ser publicados.

Talvez a ubiquidade e predomínio do social na evolução das formigas seja a principal causa da hegemonia que esse inseto apresenta, entre as formas vivas animais, no globo terrestre. De fato, como o salientou Wheeler (1910), a formiga é, de longe, o animal predominante, em termos numéricos, sobre a face da terra, sendo encontrado vivendo naturalmente em todas as regiões do globo com exceção da Nova Zelândia e da Antártida. As formigas, segundo uma expressão muito usada por Forel (1921-1923), são um "povo forte" em dois sentidos. Um, o de tenderem a ser numericamente abundantes, pois, até 1968, segundo Bernard (1968), havia 7.600 espécies de formigas identificadas, sendo provável que o número total de espécies esteja entre 12 mil a 14 mil, segundo estimativa de Brown, citado em Wilson (1971) (deixando-se de lado as espécies extintas). Muitas espécies, além disso, formam colônias de milhares e até milhões de indivíduos. No outro sentido, o de as colônias de formigas proverem as condições materiais ou os nichos ecológicos para a existência e evolução de cerca de algumas centenas de outras espécies de animais. Esses animais são os chamados mirmecófilos, dos quais Bernard (*opus cit.*) encontrou um número de 241 espécies vivendo com as 193 espécies que constituíam a fauna total de formigas da Europa Ocidental; desse número, 129 espécies eram coleópteros, 53 eram ácaros e 23 eram dípteros, havendo também mirmecófilos entre as aranhas, os hemípteros, outros himenópteros, colêmbolas, crustáceos, isópodes, tisanuras, um grilo (ortóptero) e um psocóptero, além de vários lepidópteros e diplópodes. O conhecido mirmecólogo Dr. Karol Lemko, quando ainda trabalhava no Museu de Zoologia da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, afirmou que, em material recolhido de um único ninho de *Camponotus rufipes* Fabricius, 1775 e enviado a especialistas estrangeiros para determinação de espécies, várias dezenas de espécies novas haviam sido, numa triagem, identificadas. Com a morte de Lemko não cheguei a saber ao certo quantas espécies, entre novas e já determinadas, foram levantadas em um único ninho de uma importante espécie brasileira, mas imagino quão gratas surpresas aguardam o estudioso em nossa terra, no que diz respeito a esses animais que mantêm com as formigas, de um modo essencial, relações de alguma espécie: de predação, parasitismo, comensalismo ou simbiose.

As espécies de formigas podem ser tão diferentes entre si quanto a talhe, morfologia, hábitos e temperamento como, por exemplo, um antílope é diferente do bisão, do búfalo ou do zebu da Índia. Essas diferenças são a expressão visível de uma malha de relações passadas entre as espécies

e ambientes especiais mediadas por um fator preponderante, posto que invisível: a eficiência adaptativa da colônia como um todo.

Em bonita obra, Derek Wraggle Morley (1954) procurou, com base nos conhecimentos disponíveis em sua época, retraçar os passos ou etapas principais dessa transformação evolucionária ocorrida desde as formigas primitivas até seus descendentes modernos.

Morley tomou em seu livro uma formiga muito conhecida na Europa, a fim de caracterizar-lhe tanto o aspecto físico como os hábitos: *Formica rufa*. Em seguida, considerou que pressões de seleção devem ter atuado sobre espécies de formigas ancestrais para que se chegasse à sociedade complexa por ele caracterizada. *Formica rufa*, uma formiga do bosque ("wood ant") dos ingleses, é uma formiga de hábitos diurnos que constrói cômoros ou volutas recobertas com as agulhas entrançadas das bolotas de pinheiros e forma extensas comunidades de ninhos interligados (ditos ninhos "policálicos" por Forel (1921-1923). Ela é onívora, mas retira seu alimento principalmente de exsudados de plantas produzidos por insetos que as sugam; dia após dia, nas horas de sol, as operárias de *Formica rufa*, como a nossa *Camponotus crassus* Mayr, 1862, percorrem arbustos e árvores "pastoreando" pulgões, afídios e coccídios, cigarrinhas e outros sugadores de plantas, cujas excreções constituídas de seiva mal digerida carregam no papo social.

Morley procurou deduzir as características das formigas ancestrais mais primitivas: sobretudo formigas do gênero *Diacamma*, da Índia, e dos gêneros *Amblyopone, Myrmecia* e *Promyrmecia*, da Austrália.

As formigas mais primitivas teriam, tanto por seu aspecto físico – aspecto longilíneo, armadas de terrível ferrão no último segmento do gáster e praticamente blindadas por uma poderosa armadura de quitina que as protege de predadores – como por seus hábitos individualistas, grande semelhança com as vespas (escoliídeas, segundo Morley, 1954, p. 31, tiphióides, na opinião mais secundada de Wheeler, 1923), de que teriam descendido há pelo menos cem milhões de anos (Dumpert, 1978, p. 19). Tanto no aspecto externo como nos hábitos, elas apresentariam pouca diferenciação conforme o sexo ou a casta (*Diacamma* não teria nem mesmo uma casta de operárias). Vivendo em pequeno número em loca rude raspada na terra ou em um tronco, cada formiga sairia individualmente para se alimentar. A cooperação na colônia verificar-se-ia quase exclusivamente na defesa contra intrusos, atendendo à estridulação alarmada de companheiras. O

fato de dependerem do reconhecimento olfativo para a tolerância mútua limitaria a possibilidade de aumento do número de habitantes no ninho, em cujo interior lutas fratricidas logo irromperiam assim que a população ultrapassasse algumas dezenas. O costume elementar de cada formiga de sair à caça de provisões independentemente e de alimentar-se, geralmente de néctar, ali mesmo onde o alimento fosse encontrado sofria, porém, uma transformação notável, certamente de grande importância para a evolução social, assim que emergiam larvas no ninho. Nessa ocasião, as formigas tendiam a trocar o néctar, como alimento, por presas – outros insetos, geralmente – e, em vez de devorá-las no local da captura, passavam a trazê-las para o ninho, onde as atiravam em qualquer lugar e, eventualmente, sobre as larvas. Essas larvas, em vez de serem imóveis, como acontece nas espécies mais elevadas, eram dotadas de pescoço e cabeça móveis, e podiam, mesmo não tendo pernas, arrastar-se por sua própria conta até o alimento.

Mudanças profundas tiveram que ocorrer tanto na morfologia como nos costumes das formigas primitivas para que fosse possível o aparecimento das sociedades complexas atualmente encontradas nos mirmicíneos e formicíneos. Ao que parece, todas essas mudanças decorreram de uma pressão de seleção básica inicial para o aumento da população das colônias. Sabemos (Cf. Huxley, 1967) que cada atributo de uma dada espécie está evolucionariamente, por assim dizer, permanentemente em conflito quanto a modificar-se ou não em uma dada direção. Para muitos animais, um conflito particularmente importante, que tem que ser enfrentado precocemente, é o que os confronta com as alternativas opostas de aumentarem ou diminuírem de tamanho. Cada alternativa tem vantagens e desvantagens. Se aumentar de tamanho geralmente significa possibilidade de predar contra a de ser predado, por exemplo, também significa necessidade maior de respiração e de alimento que cresce em proporção geométrica com o aumento linear do animal. No caso das formigas, a vantagem de crescer pode ter se verificado mais para a colônia como um todo do que para os indivíduos componentes, de forma que, conforme será visto adiante, o próprio aumento do tamanho individual eventualmente verificado foi antes uma mudança instrumental subordinada a esse objetivo do que um objetivo terminal em si mesmo.

Para responder adequadamente a uma pressão de seleção para o aumento do tamanho da colônia foram necessárias várias mudanças correlacionadas. Uma primeira mudança importante, segundo Morley, verificou-se nos ovos. Nas formigas primitivas, os ovos têm cório seco e são lar-

gados a esmo pelo chão "como excrementos numa coelheira", onde ficam sem receber atenção por parte dos adultos. Nas formigas mais evoluídas, os ovos passaram a ter cório úmido, sendo frequentemente lambidos e carregados aderidos uns aos outros em grumos. Essa disposição facilitaria o transporte dos ovos em caso de perigo ou em caso de mudanças climáticas e facilitaria os cuidados por parte das formigas adultas. Graças a essa modificação em seu cório os ovos passariam a ter valor de atração próximo ao que era então tido pelas larvas graças à secreção salivar que deixavam fluir no momento em que alimentadas.

Uma segunda mudança atingiu a produção numérica dos ovos. Para que isso ocorresse, as fêmeas férteis tiveram que sofrer um aumento acentuado no volume e na distensibilidade do gáster, a fim de acomodarem maior número de oócitos. Esse maior volume e essa maior distensibilidade foram conseguidos através da redução da dureza e rigidez das placas de quitina que recobrem o gáster e através de mudanças na membrana que liga essas placas, entre elas, maior elasticidade e aquisição de uma dobra que permitia maior afastamento dos escléritos ou placas quando da distensão do gáster. Essas transformações no tegumento acarretavam por sua vez, com a dilatação abdominal devida ao aumento do número de oócitos, maior vulnerabilidade da fêmea fértil, ou rainha, a predadores. Para compensar esse aumento em vulnerabilidade, a rainha teve que mudar seus hábitos de forrageamento, deixando de sair ao exterior à cata de alimento e passando a viver, protegida, nos limites internos do formigueiro. Isso requeria, em contrapartida, que fosse lançada para outras formigas a tarefa de prover às necessidades da rainha.

Os machos, por sua vez, para terem suas capacidades de fecundação aumentadas, tenderam também a aumentar em número e/ou tamanho e adaptar sua morfologia para acomodarem maior quantidade de sêmen e para facilitar a perseguição sexual das fêmeas. Uma decorrência dessas adaptações foi tornarem-se os machos inaptos para os trabalhos de provisionamento, manutenção e expansão do formigueiro.

Essas transformações nas castas reprodutivas redundaram em aumento da população colonial, mas, ao mesmo tempo, em expansão dos trabalhos necessários para ampliar e até multiplicar as acomodações, limpá-las e provisionar as formigas reprodutoras e suas crias. A resolução desse problema econômico se fez pela evolução de uma casta de operárias formadas por fêmeas que perderam totalmente ou quase totalmente suas

capacidades reprodutivas e sobre a qual passou a recair a carga aumentada de trabalho da colônia. O desenvolvimento dessa casta implicou em mudanças anatômicas, fisiológicas e psicológicas capazes de tornar as fêmeas não funcionais, do ponto de vista reprodutivo, mais cooperativas e mais aptas para enfrentar as condições modificadas da sociedade. O polimorfismo ou presença de subcastas dentro da casta das operárias é uma manifestação visível dessas mudanças, como ocorre nas saúvas (gênero *Atta*). Os assim chamados "soldados" aparecem onde as subcastas de tamanhos intermediários desapareceram, no curso da evolução, dando lugar à presença, apenas, das operárias de tamanhos extremos, mínimas (as operárias comuns) e máximas – estas, ditas "soldados", geralmente diferenciadas das mínimas também por traços morfológicos próprios, como, por exemplo, por suas cabeças e mandíbulas avantajadas, especialmente aptas para o despedaçamento de presas maiores, ou para desencorajar predadores, conforme se pode observar entre certas espécies de *Pheidole* (cf. Goetsch, 1957). Onde as várias gradações de tamanho permaneceram, como é o caso com a saúva, é comum observar-se uma divisão de trabalho na qual as operárias mínimas se encarregam dos cuidados com os ovos, as larvas e as pupas e da limpeza e alimentação da rainha, as operárias medianas se encarregam dos trabalhos de escavação e provisionamento, e as operárias maiores se encarregam das tarefas de intimidação e defesa (Cf. Autuori, 1957; Carvalho, 1972). Uma adaptação eficiente e bastante proliferada entre as espécies mais evoluídas para o problema de suprir de alimentos uma colônia de população aumentada foi, segundo apontou Morley (*Opus cit.*, capítulos 6 e 7*),* o desenvolvimento do "papo" ou estômago social para funcionar como uma espécie de "cesta de compras". A formiga pertencente às formas mais evoluídas possui 2 estômagos, um pequeno, para si, e outro, maior, para a comunidade. Do estômago maior passa pouco alimento para o estômago real, individual, de modo que a operária estaria, segundo esse autor, quase sempre faminta, mesmo com o estômago social repleto, e esse fato explicaria sua incansável atividade. Correlatamente ao desenvolvimento do papo, houve mudança no tipo de alimento coletado, que passou a ser praticamente só líquido. Essa modificação, por sua vez, fez-se acompanhar de uma capacidade aumentada de regurgitação, tornada possível por especializações na moela ou proventrículo da formiga. Em algumas espécies ocorreu a distensão do gáster, produzida pela acumulação de alimento líquido no estômago social de uma operária, distensão pela qual se convencionou denominar (Wheeler, 1910, capítulo XX) uma operária "semi-repleta " ou

"repleta" e que leva, em alguns casos, a outra inovação no que diz respeito à resolução do problema alimentar: em certas espécies, como *Myrmecocystus hortedeorum*, que vivem em desertos e sofrem um período prolongado de escassez de líquidos, as operárias repletas permanecem, durante a estação seca, dependuradas do teto das câmaras do ninho pelas patas, transformadas em verdadeiros depósitos vivos de alimento, solicitamente atentas aos gestos de solicitação de regurgitação das demais companheiras empenhadas nos afazeres da colônia.

O problema representado pelas necessidades aumentadas de espaço para acomodar e incubar os imaturos, de limpeza e de provisionamento da colônia foi também resolvido de outros modos em diferentes espécies de formigas. Assim, por exemplo, as formigas correição ou "de visita", como as espécies dorilíneas *Eciton hamatum* e *Eciton burchelli,* tão bem estudadas por Schneirla (1956, 1957), mantiveram o hábito dos alimentos sólidos representados pela caça de pequenas presas graças à adoção do nomadismo. Tais formigas não têm ninhos permanentes, mas simplesmente se recolhem, à noite, em algum ponto abrigado do ambiente, como uma reentrância sob pedra ou num tronco onde foram ter no curso de suas expedições predatórias. Nesse ponto, as formigas engancham-se umas às outras pelas pernas, mantendo-se mais ou menos juntas conforme a temperatura ambiente e provendo, assim, nos espaços deixados no interior dos estratos do aglomerado, temperaturas que variam gradualmente, disponíveis para funcionar como câmaras de incubação selecionáveis conforme as necessidades calóricas de cada estágio de desenvolvimento das formas imaturas. As atividades da colônia se organizam, segundo o mostrou Schneirla (1956, 1957), em 2 fases características, ditas fases "nômade" e "estatal". Na fase nômade, as formigas realizam uma ampla excursão predatória a qual é também migração para outra parte do terreno onde, no final da excursão, estabelecem o ninho de corpos reciprocamente enganchados pelas patas. Na fase estatal, as formigas permanecem vários dias com o ninho situado num único local, geralmente abrigado sob tronco de árvore ou pedra, de onde realizam a cada dia uma excursão predatória em sentido centrífugo com respeito ao ninho e, daí, de volta, dessa forma cobrindo, nos vários dias de sua permanência numa dada região, os territórios de caça disponíveis. Nessa fase emerge uma nova geração de formas imaturas, que, ao atingirem o estágio de formigas inexperientes recém-saídas da fase de pupas, fornecem o estímulo para desencadear a fase nômade, caracterizada por extrema excitação das operárias. A rainha

Eciton, com seu enorme tamanho comparativamente ao das operárias, apresenta-se em condição fisogástrica e, portanto, prejudicada em sua locomoção, durante a fase estatal, ao passo que se apresenta magra e mais apta a uma longa caminhada na fase nômade. Schneirla (1956, 1957) mostrou que o ciclo reprodutivo da rainha é que determina as fases de atividade da colônia, entre as formigas guerreiras, mas que esse ciclo, por sua vez, é regulado pela atenção, na forma de lambimento e oferta de alimentos, que as operárias dispensam à rainha; no período final da fase nômade e no inicial da fase estatal, com o encasulamento das larvas eclodidas na porção intermediária da fase nômade, há uma baixa acentuada no montante de estimulação social exercido sobre as operárias, graças ao que a rainha ganha temporariamente em valor de atração para essas mesmas operárias, a cuja atenção responde sobrealimentando-se. Essa sobrealimentação, por sua vez, desencadeia o desenvolvimento de uma outra série de oócitos, e, por aí, uma nova oviposição na porção intermediária da fase estatal. Haveria, portanto, segundo Schneirla, um intricado jogo de influências recíprocas entre a rainha, os imaturos e as operárias a determinar o padrão instintivo das formigas guerreiras. Esse padrão seria maravilhosamente adaptativo, pois permitiria aos dorilíneos a proeza de serem, no dizer desse autor, a única espécie animal que constitui comunidades nômades muito populosas e que ao mesmo tempo vive com uma dieta exclusivamente carnívora.

Como entre os dorilíneos, nas formigas granívoras, como *Messor*, e nas cultivadoras de fungo, como as saúvas e quenquéns, a regurgitação como forma de transferir alimento não chegou a desenvolver-se, embora não esteja de todo ausente. Nesses casos, ter um estômago social desenvolvido não é importante para funcionar como cesta de compras já que as fontes de alimento – os celeiros de grãos e os jardins de fungo – estão no interior do ninho.

As formigas granívoras, como espécies do gênero *Messor* no Velho Mundo e no gênero *Pogonomyrmex* nas Américas, recolhem sementes de grama ou cereais em câmaras dentro do formigueiro. As formigas descascam as sementes e roem os grãos, embebendo-os com a secreção de suas glândulas labiais, com isso transformando a goma obtida primeiramente em maltose e, a seguir, em glicose (Dumpert, 1978, p. 248).

As formigas cultivadoras de fungo abrangem vários gêneros de formigas que usam desde excrementos de lagartas, insetos mortos e até vegetais mascados para seus jardins de fungo (Weber, 1972). O fungo de-

compõe a celulose vegetal para as formigas, fornecendo-lhe seu provavelmente único alimento. Ele não existe em vida livre, sendo encontrado na natureza somente como ecto simbionte nos ninhos das formigas *Attini*, que são responsáveis por sua implantação, cultivo e disseminação (Möller, 1893; Dumpert, 1978, p. 247-254) como uma cultura pura, isenta, inclusive, de fungos estranhos.

O último fato mencionado parece inconcebível quando se considera que esporos de fungos estranhos ao cultivado pelas *Attini* existem livremente no ar aos milhões e são trazidos para o interior dos ninhos com os materiais que as formigas utilizam como canteiros. A maneira como esses insetos conseguem manter seus jardins de fungo como culturas puras praticamente livres de bactérias e bolores estranhos não é ainda totalmente conhecida. Tal conhecimento, suponho, pode vir a ter grande valor econômico, pois uma boa parte das plantações comerciais do homem são prejudicadas enormemente pelos fungos e bactérias. As operárias das saúvas e quenquéns, que estão entre os *Attini* mais estudados, devem livrar-se das bactérias e esporos invasores principalmente por meios mecânicos, já que lambem sistematicamente toda a superfície do vegetal antes de sulcá-la com as mandíbulas, submetê-la a fragmentação e a maceração, e, por fim, implantá-la, na forma de uma pelotinha, na esponja de fungo. Parece também certo que utilizam para esse controle biológico enzimas contidas em suas fezes e também na secreção de suas glândulas metatorácicas. Talvez isso explique um comportamento que observei algumas vezes em operárias de *Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908 (*conhecida popularmente como saúva limão pelo seu odor de limão quando esmagada) que elaboravam o vegetal antes de fixá-lo à esponja de fungo, comportamento esse que consistia em rasparem repetidamente e de modo deliberado os tarsos de suas patas posteriores contra a região de implantação dessas glândulas. O desenvolvimento evolucionário das glândulas metatorácicas, cuja secreção protege a couraça quitinosa das formigas contra a ação das bactérias, admitidamente se conta entre os fatores mais importantes para que a formiga pudesse conquistar o meio terrestre (cf. Dumpert, 1978, p. 19; cf. também p. 70 e p. 243 sobre a ação protetora contra os fungos e inibidora de germes possuída pelas glândulas metatorácicas das formigas. A ação antibiótica dessa secreção nas saúvas, com o ácido beta-indolacético, que é uma substância que promove o crescimento de plantas, já teria sido demonstrado, de acordo com Dumpert (1978, p. 250 e seg.), por Maschwitz e por Koob respectivamente em 1970 e 1971.

Mas as soluções à margem do desenvolvimento de um papo ou estômago social para servir de cesta de compras foi, como o apontou Morley (1954), excepcional. Para a maioria das formigas, o mecanismo da regurgitação recíproca de alimentos permaneceu como a solução mais importante para o provimento alimentar da colônia, constituindo-se no que Morley classificou como "o domínio crucial da vida social das formigas". Esse mecanismo certamente evoluiu a partir da atração das formigas, mesmo os atuais descendentes das primitivas espécies, pela secreção salivar produzida pelas larvas. Como que explorando o interesse das adultas por essa secreção, as larvas das espécies mais evoluídas, embora tenham perdido em independência e em mobilidade, aprimoraram tanto a qualidade como a quantidade de sua saliva, que deixam fluir ao serem lambidas ou, simplesmente, tocadas pelas operárias.

Conforme já apontou Wheeler (1910, p. 5), há um estreito paralelo entre o desenvolvimento da sociedade humana e o da sociedade das formigas. Dos 6 estágios apontados em 1895 por Topinard como apresentados pela sociedade humana, a saber, o da caça, o pastoral, o agrícola, o comercial, o industrial e o intelectual, as formigas apresentariam pelo menos os 3 primeiros, conforme acentuara Lubbock (1898). E esse paralelismo vai até o pormenor de ambas as sociedades envolverem estranhas soluções comuns para certos de seus problemas econômicos. Um exemplo disso é o parasitismo social permanente de uma sociedade sobre outra, como é o caso de *Anergates atratulus*, por exemplo, que perdeu a casta das operárias e vive naturalmente na dependência obrigatória de *Tetramorius caespitus* (Wheeler, 1910, p. 498). Outro exemplo é o esclavagismo, como em *Polyergus rufescens*, que pilha as pupas de *Serviformica* como alimento. Algumas dessas pupas, conseguindo criar-se no interior do ninho de *Polyergus*, passam a executar ali as tarefas próprias de sua casta, inclusive cuidar das crias da espécie raptora e da defesa do ninho até contra formigas provenientes de outros ninhos de sua própria espécie. O paralelismo das sociedades das formigas com a sociedade humana é um caso notável de convergência evolucionária, pois não implica homologia. Não deixa de ser sumamente interessante, porém, e mesmo muito relevante, teoricamente, que animais tão distintos e pertencentes a ordens tão diversas tenham chegado, ainda que por caminhos muito díspares, a um mesmo curiosíssimo conjunto de soluções para os problemas de adaptação evolucionariamente criados pelo viver em sociedade.

Para que um trabalho etológico pudesse ser considerado inteiramente satisfatório seria preciso que pudesse mostrar como cada peculiaridade anatômica, fisiológica ou de comportamento de uma dada espécie, ou, mesmo, como no caso das formigas, de uma de suas castas, se liga ao modo de vida dessa espécie em seu *habitat* característico, modo de vida esse em que tem importante significado adaptativo. Para dar um exemplo, considerarei a seguir alguns modos de fundação de ninho entre as formigas.

A forma típica de fundação de ninho encontrada nos descendentes contemporâneos das formigas primitivas representadas pelo gênero *Myrmecia* e por muitos poneríneos é a independente. A rainha, nessas espécies, abandona o ninho, quer antes, quer depois de ter sido fecundada, e cava uma câmara no solo ou em tronco de árvore, ou simplesmente utiliza para esse fim alguma cavidade preexistente encontrada. Frequentemente a rainha deixa a câmara e os ovos por breves períodos em busca de alimentos. Nas formigas pertencentes a espécies mais avançadas, a fêmea fértil, ao contrário, permanece enclausurada até que nasça a primeira geração de operárias, sustentando-as com suas próprias reservas, sobretudo as representadas pelas gorduras e os músculos alares, apenas acionados durante o voo nupcial. Entre as saúvas *Atta sexdens*, esse modo de fundação é levado à sua forma extrema, já que a fêmea enclausurada cuida da ninhada cumulativamente com os cuidados com um jardim de fungos trazido do formigueiro original em sua câmara infrabucal. A içá permanece cerca de 3 meses enclausurada e sem obtenção de alimentos do exterior, até que a primeira geração de operárias abra a câmara subterrânea para o meio externo e substitua a rainha nas tarefas de provisionar a colônia e cuidar das crias (Huber, 1908). A içá nos oferece, assim, um espetáculo que, como bem disse Ribeiro (1972), é paradoxal, já que nele observamos o animal mais intensamente social numa fase totalmente solitária.

Em espécies evolucionariamente recentes, como no gênero *Formica*, é comum que a rainha antiga deixe o ninho, como no processo de enxameação das abelhas, com um contingente de operárias que a ajudam a construir um novo ninho que se apresenta com ligações iniciais ou mesmo duradouras com o ninho antigo. Na colônia inicial, uma nova rainha surge e, sendo fecundada, substitui a rainha emigrada. Esse modo de fundação parece eficiente e adequado a espécies poligínicas e que constituem comunidades de muitos ninhos interligados.

No entanto, esse modo de fundação não é exclusivo das formigas mais evoluídas, e deve ter evoluído convergentemente em épocas, locais e grupos de gêneros muito diversos como uma solução adaptativa ligada a determinado modo de vida. Assim, por exemplo, na formiga guerreira *Eciton*, e também em *Neivamyrmex*, que são relativamente primitivas, a fundação da colônia faz-se geralmente por divisão da colônia-mãe em 2 outras colônias monogínicas, mas geralmente uma com a rainha original e a outra com uma rainha nova selecionada entre as fêmeas férteis nascidas na estação reprodutiva (cf Schneirla, 1958). Um fenômeno peculiar nesses gêneros é o "selamento" das demais rainhas, o qual consiste no impedimento ativo, por parte de operárias, da marcha dessas rainhas durante o processo de divisão. Segundo Schneirla, o "selamento" parece imposto pelo fato de que a probabilidade de insucesso na divisão da colônia-mãe parece aumentar com o número de divisões, já que cada ramo em que se divide a colônia original deve ser populoso o suficiente para comportar, sozinho, uma quantidade de estimulação recíproca por parte das operárias componentes indispensável para que sejam atingidos os limiares de excitação que dispariam os "*raids*" caraterísticos da espécie.

Uma variação curiosa na fundação ajudada de uma colônia verifica-se entre as formigas cortadeiras de folhas e cultivadoras de fungo *Acromyrmex lundi*, da Argentina e sul do Brasil. Nessa espécie de formigas, popularmente chamadas de quenquéns em nosso país por causa da estridulação que produzem, várias rainhas se associam, segundo relato de Weber (citado por Dumpert, 1978, p. 152), para fundar uma nova colônia e estabelecer um jardim de fungos unificado. Outra variação, igualmente curiosa de estabelecer uma nova colônia com o auxílio de companheiras do ninho é oferecido por formigas do gênero *Carebara*, do norte da África. Nesse caso foi verificado que algumas operárias se prendem às patas da rainha como pigmeus agarrados a um gigante descomunal, no momento do voo, e com ela são levadas ao local do novo ninho, de cuja construção e consolidação participam (Dumpert, 1978, p. 153). Esse modo de fundação parece ter resultado da dificuldade da rainha de *Carebara*, por seu grande porte, em lidar com os seus ovos, de tamanho reduzido, sem o auxílio das diminutas operárias.

Entre as formigas parasíticas, como *Bothriomyrmex decapitans e B. atlantis*, a fêmea é incapaz de fundar o ninho de forma independente e precisa do apoio logístico de *Tapinoma nigerrimum* e *T. erraticum* – espécies parasitadas – para fazê-lo. A fêmea fertilizada de *Bothriomyrmex* deixa-se

capturar e sequestrar na entrada do ninho hospedeiro por operárias desse ninho e, uma vez no interior do formigueiro, procura a rainha, em cujo dorso trepa e, por dias, dedica-se a serrar-lhe a cabeça (Forel, 1921 – 1923; Dumpert, 1978, p. 159; Wheeler, 1910, pp 446 – 448). Ela põe ovos que serão cuidados pelas hospedeiras, e, com a morte destas, sua progênie acabará instalada de modo puro no formigueiro, posteriormente.

Procedimento semelhante ao citado acima costuma ser adotado pela formiga escravagista *Formica sanguinea* com respeito à colônia predada de *Formica fusca*. Ou, ainda, as fêmeas férteis de *Formica sanguinea* podem instalar-se numa câmara de criação acompanhadas de fêmeas férteis de *Formica fusca*, deixando que sua ninhada seja cuidada por estas últimas, que são capazes de fundar uma colônia independentemente. Mais tarde, quando tiverem nascido as primeiras operárias, as fêmeas de *F. sanguinea* matam as fêmeas, então já dispensáveis, de *F. fusca*. Uma alternativa ainda, por vezes adotada por *F. sanguinea,* consiste na fêmea dessa espécie tomar parte na pilhagem de casulos com pupas de *F. fusca* e, ao invés de regressar a seu ninho, permanecer no ninho predado com algumas pupas remanescentes. Destas eclodem as futuras servas que ajudarão a rainha a fundar uma colônia de formigas sanguíneas (Dumpert, 1978, 162-163)

A rainha de *Formica rufa,* estudada por Morley *(1954)* é também frequentemente incapaz de estabelecer um ninho independentemente, ou, simplesmente, prefere fazê-lo de modo parasítico. Nesse caso, a rainha busca um ninho de uma hospedeira, geralmente formigas *Serviformica*, como *Formica picea, F. cinerea* ou *F. fusca*, e ali procura penetrar, com grande oposição por parte das operárias da colônia hospedeira. Ela enfrenta essa oposição como o faria um mirmecófilo manhoso, através da tomada de posturas submissas e de gestos de aplacamento (por exemplo, um meneio de antenas). Uma vez na câmara da rainha hospedeira, procede a assassiná-la no estilo da fêmea fundadora de *Bothriomyrmex*.

É significativo que o recurso ao parasitismo social temporário seja encontrado em espécies monogínicas cuja rainha, sendo pequena (frequentemente do tamanho de uma operária) não tem reservas nutritivas para empreender a fundação independentemente. O hábito monogínico de sua espécie faz que seja repelida à porta de ninhos da mesma espécie, após a fecundação, o que não acontece com espécies poligínicas, como as formigas do bosque europeias. Algumas espécies de *Lasius*, senão a maioria delas, mostra parasitismo social temporário por ocasião da fundação

do ninho, quando a fêmea recém-fecundada procura uma colônia auxiliar que a adote. É o que acontece com a rainha *Lasius umbratus*, por exemplo. Após ser fecundada, ela ronda por uns tempos um formigueiro de *Lasius alienus* ou *L. niger*, espreitando até que a oportunidade surja para assaltar uma moradora desse formigueiro, arrastá-la para um buraco ou tufo de gramínea e matá-la com as mandíbulas. Talvez esse lance de "instinto assassino" seja necessário para a fêmea de *L. umbratus* misturar seu odor com o odor da operária do ninho auxiliar e poder, assim, amenizar a hostilidade que encontrará por parte das operárias de *L. alienus* ou *L. niger* quando, a seguir, invadir-lhes o ninho. Feita essa invasão, no meio da qual a rainha *L. umbratus* acaba invariavelmente puxada e arrastada pelas patas e antenas pelas operárias do ninho invadido, só lhe resta aguardar que a hostilidade ceda lugar ao interesse que essas operárias logo demonstrarão em lamber-lhes a ponta do gáster e, posteriormente, se encarreguem – sendo monogínicas – de confirmá-la em sua preferência matando, para isso, a própria rainha.

A ligação de cada peculiaridade do processo de fundação do ninho com o modo de vida da espécie precisa ser buscada em cada ocorrência e constitui, sobretudo para o caso da imensa e variada fauna mirmecológica brasileira, um tópico de exploração etológica que mal foi iniciado. O mesmo pode ser dito com respeito à maioria das manifestações de comportamento e das características dessa fauna. Assim, por que as saúvas têm pernas incomumente compridas? Qual é a função da grade de pelos que muitas formigas do deserto apresentam por sob as mandíbulas? A resposta a essas questões parece óbvia quando se observa, primeiro, a saúva carregando entre as mandíbulas, frequentemente sob vento, lâminas de vegetais em pé, apoiada pelos tarsos das longas patas, sobretudo das patas medianas e posteriores, em um polígono de pontos o mais possível afastados do eixo longitudinal do tórax do inseto, o que lhe assegura, em comparação com outras formigas, uma base de sustentação aumentada; e, em segundo lugar, quando se observam formigas do deserto ampliando seus ninhos na areia, carregando, para esse fim, com o auxílio de seus psamóforos, os finíssimos e movediços grânulos de areia para longe da abertura do formigueiro. A tarefa de levantar, para cada espécie de formiga ou outro animal qualquer, questões produtivas do ponto de vista etológico, bem como a de encontrar-lhes as respostas adequadas, depende hoje, e dependerá ainda por muito tempo de um minucioso e paciente trabalho de observação feito com preocupação comparativa no "habitat" natural das espécies, ajudada,

quando possível, pela observação ou mesmo experimentação em ambientes artificiais onde um maior controle de condições naturais seja desejável. Não duvido de que mesmo uma longa vida dedicada diligentemente a tal estudo baste para esclarecer o significado adaptativo e o mecanismo causal ainda que só dos aspectos principais de uma única espécie animal, por insignificante e simples que pareça. E isso é assim, penso, porque um organismo, como o disse Lorenz (*in* Tinbergen, 1955), é menos uma coisa existente do que um processo em desenvolvimento que conta, já, milhões e milhões de anos, e deve, por consequência, ter uma complexidade de organização que representa, numa morfologia e comportamento dados, a solução evolucionária de um conjunto complicadíssimo de problemas de adaptação. Infelizmente, o tempo corre contra os projetos do etólogo, uma variedade escassa de cientista que vive em uma época de muito rápida descaracterização dos ambientes naturais que precisaria habitar para seu "modo de vida". Muitas espécies desapareceram, já, sem que pudéssemos ter aprendido nada das soluções que elas evolucionariamente elaboraram para os problemas de adaptação milenarmente postos por um determinado nicho ecológico e que talvez pudessem sugerir soluções para nossas próprias dificuldades de ajustamento. Acredito que poder realizar tal aprendizagem no caso das espécies ainda existentes constitui, tanto ou ainda mais que uma atitude saudosista ou romântica de amor pela natureza, um bom motivo para que nos empenhemos, no interesse da humanidade, em medidas de preservação ecológica e proteção da fauna e da flora.

Referências Bibliográficas

As obras mencionadas neste texto foram apensadas à bibliografia do texto principal e as do último anexo, em uma bibliografia no final do anexo.

III – A Razão Última para se Falar em Psicologia: o Ajustamento Mnêmico do Organismo Individual a Ambientes Alterados[56]

Walter Hugo de Andrade Cunha
Departamento de Psicologia Experimental
Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo

Se só existissem reflexos e padrões fixos de ação no comportamento dos organismos, quando observados em suas interações com o ambiente, não sentiríamos necessidade de pensar em uma psicologia. O que requer a existência de uma psicologia – o que quer que isto seja – são fenômenos de comportamento que não parecem poder ser explicados nem pela constituição anatomofisiológica do organismo nem pela natureza do ambiente no momento mesmo em que esses comportamentos são apresentados, e que, nessas condições, ao serem vistos desacompanhados de uma visão de suas causas, têm um caráter aparente de gratuidade e arbitrariedade. A maioria das ações humanas – no sentido mais amplo possível de "ações", como tudo que o homem "faz" (13) – sejam elas exteriormente observáveis, como construir uma casa, assistir à televisão, ministrar aulas, jogar futebol, falar ao telefone ou dirigir um automóvel, ou sejam, ainda, atividades encobertas ou apenas observáveis diretamente pelo próprio agente, como perceber ilusória ou veridicamente, pensar, lembrar ou temer, têm esse caráter. Os psicólogos – quer se trate de behavioristas, quer de psicanalistas, de fenomenólogos ou de humanistas existenciais – encaram esses fenômenos como tendo isto em comum: são manifestações devidas a uma história particular de interações do organismo individual com seu ambiente. Dado esse ponto de vista, a explicação para essas atividades

[56] O presente escrito é uma reprodução de um artigo publicado em Ciência e Cultura, 38 (3) Março de 1986, com algumas modificações

deve ser buscada nas peculiaridades de relacionamento de cada organismo individual com seus ambientes particulares no passado.

Supor que essas manifestações são fenômenos determinados pela história de relacionamentos do organismo com o meio significa supor que o organismo foi modificado pelo seu contato com determinados ambientes, e que essa modificação é o que permite explicar esses comportamentos. Algumas mudanças do organismo em seu contato com o meio certamente podem até afetar o comportamento do organismo posteriormente, sem, contudo, implicarem em uma psicologia: por exemplo, a febre, ou a fadiga e o fortalecimento muscular consequentes de exercício. O desencadeamento de um padrão fixo de ação, também, altera a probabilidade de ocorrência do mesmo comportamento até que certo tempo transcorra desde a sua última ocorrência (7, 8, 13). No entanto, essas mudanças não nos aproximam dos comportamentos gratuitos e arbitrários mencionados acima. Elas podem fazer com que o organismo deixe de reagir a determinadas alterações do meio, contudo não explicam as reações positivas a outras coisas ou aspectos de uma situação – bolas, telefones, profissões, lembranças – ou, mesmo, reações à falta de certas coisas – por exemplo, as reações de medo dos chimpanzés à falta de corpo de um companheiro (quando só a cabeça lhes é apresentada), ou à falta de movimento de um outro companheiro (quando lhes é mostrado um chimpanzé anestesiado), reações essas estudadas por Hebb (5, 6), como também nossa reação de abaixar o volume de um rádio, que havíamos aumentado por causa de um barulho contínuo, quando esse ruído cessa. Elas não explicam, também, fenômenos dependentes da experiência anterior, como o salivar condicionado, o procurar sorvetes em bares no Brasil, mas em farmácias nos Estados Unidos, assim como, também, evocar, raciocinar, omitir, abster-se, falar, etc.

Se pensarmos bem, essas ações são o que mostra que o organismo libertou-se de uma ação meramente reflexa e/ou instintiva, ou seja, uma ação eliciada por estímulos, ou desencadeada por certos fatores ou situações ambientais típicos para cada espécie animal, dadas condições motivacionais ou estados orgânicos específicos.

Que espécie de modificação orgânica permite essas ações não reflexas, não instintivas, mas aparentemente gratuitas e arbitrárias em face da construção do organismo e da natureza físico-química mesma dos estímulos? Deve ser uma modificação que o faça reagir a mais que os estímulos

sensorialmente presentes num dado momento, se pode depois resultar em comportamento não restrito a ações desses estímulos.

Uma mudança orgânica que me parece ter a propriedade acima indicada é a que denominarei ajustamento funcional mnêmico do organismo a aspectos de suas ações e experiências, como, por exemplo, aspectos alterados de um seu ambiente específico. Minha tese, neste trabalho, é a de que esse fenômeno está na raiz de todo evento psicológico, pois trata-se de uma mudança orgânica que torna possível a um organismo, através de um mecanismo especial, que denominarei reintegração do passado, utilizar sua experiência individual para liberar seu comportamento das leis de uma ação puramente reflexa e/ou também instintiva e dotá-lo de caráter aparente de gratuidade e arbitrariedade. No que segue, apresento algumas considerações no sentido de demonstrar – ainda que de modo muito rápido e sucinto – o citado fenômeno do ajustamento (ou registro) funcional mnêmico e também o mecanismo da reintegração do passado, tornado possível pelo primeiro fenômeno, procurando mostrar, ainda, a forma básica como a operação de ambos os mecanismos produz as características de comportamento aberto ou encoberto para cuja explicação se fez e se faz necessário criar a ciência especial da psicologia. A rigor, a Psicologia é uma criação de uma importante descoberta do processo evolucionário: a de que o emprego da experiência passada individual é um meio de que um indivíduo pode dispor na natureza para prever e preparar o seu futuro.

Mesmo para animais tão insignificantes, num sentido, como minúsculas formigas, há, conforme mostrei em escrito anterior (2), experimentalmente, uma diferença entre o ambiente tal como física ou sensorialmente presente e o ambiente a que um animal reage por força de sua história passada de interações com o ambiente. Ilustram essa diferença 2 fatos, entre outros, que poderiam ser tomados conjuntamente. O primeiro é o amainamento gradual e, por fim, a completa cessação de modificações surgidas num comportamento preexistente numa situação constante ou recorrente quando aspectos dessa situação são abruptamente alterados (por exemplo (2), quando introduzo objetos em pontos distanciados entre si de um terreno, junto a uma trilha de *Paratrechina fulva* (Mayr, 1862), ou quando um tratador habitual de uma colônia de chimpanzés passa, a partir de um determinado dia, a comparecer perante as jaulas desses animais com um traje diferente do seu uniforme habitual (5, 6). As modificações se apresentam na forma de mudanças na trajetória – retornos, marcha em zigue-zague, desvios ou mudanças de velocidade (pausas, acelerações) ou

ainda mudanças na postura ou na coordenação motora dos movimentos (empinamentos do gáster, agitação antenal) no caso das formigas; e se apresentam na forma do que Hebb denominava "reações de medo" (guinchos, ereção de pelos, recuos, agitação motora, defecação, etc.) no caso dos chimpanzés. O segundo desses fenômenos é o reaparecimento dessas modificações de comportamento, na situação acima indicada, quando a alteração do ambiente, já tornada, então, aparentemente ineficaz (mas só aparentemente, conforme se depreenderá em seguida), é subitamente alterada (digamos, quando os objetos são suprimidas depois de haverem permanecido longamente junto da trilha, no caso das formigas, ou quando o tratador, depois de haver trajado por vários dias seu novo uniforme, retorna ao antigo ou muda-o novamente, no caso dos chimpanzés).

Meu argumento básico a favor do que denomino um ajustamento funcional ou psicológico, ou, abreviadamente, um ajustamento mnêmico do organismo aos aspectos alterados do seu ambiente, decorre desses fatos. Parece-me evidente que *é somente porque um organismo se ajusta mnemicamente à presença de alguma coisa existente exteriormente a ele – no sentido de que sofre mudanças relativamente à coisa em questão – que ele pode tanto reagir à ausência, ou supressão, dessa coisa, como também deixar de reagir com modificações de comportamento à sua continuada presença.*

Essa modificação orgânica que constitui um ajustamento psicológico – e que faz que, com exposição repetida ou prolongada, determinados aspectos alterados de um ambiente passem a ser não-interferentes com um dado relacionamento que o organismo vinha mantendo com o ambiente (no caso das formigas, um marchar repetido entre um ninho e uma fonte de alimento, num processo de provisionamento; no caso do chimpanzé, um dirigir-se para o alimento estendido na mão ou em uma vasilha pelo tratador), ao mesmo tempo que passem, também, a ser indispensáveis para a normalidade, daí por diante, desse mesmo relacionamento – é um caso particular de alterações orgânicas que os biólogos denominam *ajustamento.* Ela é similar à aquisição, na entrada do inverno, por certos mamíferos das regiões temperadas, de uma pelagem protetora contra o frio, aquisição essa que tanto lhes permite continuar a viver sob condições de outra forma adversas à manutenção de seus processos vitais como passa a tornar a chegada do inverno essencial para essa mesma realização, tanto que, se o inverno não ocorrer, ou o animal for a ele subtraído, o animal ver-se-á desajustado às suas novas condições ambientes. O que nos surpreende, apenas, é que o ajustamento biológico seja, no primeiro caso, realizado sem mudança orgâ-

nica *aparente*, o que não quer absolutamente dizer que essa mudança, nesse caso, como no da aquisição de uma pelagem de inverno, não ocorre, mas quer dizer apenas que nós, psicólogos, não temos procedimentos de intervenção experimental para lidar diretamente com ela como seria necessário para poder precisar sua natureza físico-química, fisiológica e neurológica.

Se, como uma tendência, as modificações de comportamento amainam com a sequência ou repetição de uma dada alteração do ambiente (como uma tendência, isto é, nos casos em que o organismo não abandona a situação, persiste em sua forma anterior de regulação), isso deve ser assim porque cada alteração do ambiente modifica o organismo de tal forma que cada nova alteração se tornará cada vez menos alteração, até um ponto em que, na série de alterações, uma alteração deixe de ser alteração (atinja valor crítico liminal). O mecanismo de ajustamento deve ser o mecanismo pelo qual uma mudança numa série de mudanças deixe com o tempo de ser uma mudança, e uma não-mudança, ao contrário, passe a ser uma mudança. Ora, para que isso aconteça, é necessário que o organismo reaja, a cada vez, não à alteração ambiente por si mesma, mas à relação de semelhança e de diferença que ela guarda com a situação geral do ambiente prevalecente até então. A condição para que ocorra uma modificação de comportamento em um organismo não é, assim, meramente a ocorrência de uma alteração no ambiente, mas de uma alteração naquilo a que o organismo estivesse ajustado.

Parece-me essencial considerar o que se passa em um ambiente subitamente alterado, quando o organismo já se encontra ajustado a esse ambiente, para se perceber como o ajustamento permite um comportamento contínuo, sem interrupções, na forma que vinha manifestando. Quando, por exemplo, uma mecha de algodão com querosene em um dado trecho do terreno, junto de uma trilha, é suprimida, pode-se ver que as formigas que se aproximam desse ponto o fazem como se a mecha estivesse presente, até o momento mesmo em que, pelo seu comportamento habitual, deveriam encontrá-la. Nesse momento sua marcha se interrompe, como se algo as detivesse. Da mesma forma, se suprimo o alimento no final da trilha, vejo que as formigas que se aproximam o fazem sem alteração em seu comportamento até chegarem às proximidades do local de onde o alimento foi retirado, quando, então, andam erraticamente pelos arredores, com intensificação do movimento de suas antenas. O que se passa, a meu ver, é que seu comportamento apresenta uma *inércia*, no sentido de ser o mesmo comportamento que as formigas vinham apresentando para um ambiente

prévio a que se haviam ajustado, até que um aspecto do ambiente ocorra que seja diferente desse ambiente de ajustamento.

Parece-me que se o ambiente presente antes da alteração ser encontrada é suficiente para promover o comportamento preexistente é porque esse ambiente parcial encontrado é similar o bastante ao ambiente anterior para fazer que opere como se todo esse último ambiente estivesse presente: logo, como se estivesse a reintegrá-lo, a partir de um fragmento presente. O organismo reage a um aspecto presente como se estivesse diante desse aspecto e de outros que costumam acompanhá-lo. O comportamento num dado momento apresentar-se-á, assim, como pré-lançado, pré-ajustado ou pré-regulado, de modo que revelará uma inércia se esse aspecto for encontrado. A impressão que se tem de fora nesses casos, ou a que se tem introspectivamente, quando é a gente mesma que se comporta, é a de que o organismo está antecipando, por suas respostas, o ambiente que irá logo mais ser apresentado, quando, na verdade, está sendo acionado por aspectos do ambiente passados reintegrados a partir de seu encontro com um fragmento desse ambiente no presente. Quando o organismo parecer estar judiciosamente escolhendo seus passos como um meio de atingir um resultado ou alvo "X", antecipado, na verdade a suposta antecipação de "X" e dos passos que o precedem será uma indicação de como o ambiente presente passou a dar lugar a um comportamento desse organismo para com um ambiente passado reintegrado a partir desse ambiente presente.

O ajustamento psicológico é, assim, uma mudança orgânica que faz que, na presença de uma parte inalterada de um ambiente já anteriormente experimentada, outra parte acompanhante desse mesmo ambiente, ausente, ou, pelo menos, ainda não sensorialmente presente, seja, para um dado organismo, retrazida à existência, ou, antes, retrazida à operação, e permite a esse organismo responder antecipadamente a essa parte, ainda sensorialmente ausente, como se já estivesse presente. A esse fenômeno – de retrazer à existência, ou, antes, de repor em operação, a partir de uma parte da situação anterior concretamente presente, uma outra sua parte ainda não verificada sensorialmente presente – denominarei *reintegração psicológica,* ou de *ajustamento*, ou, abreviadamente, *reintegração.*

Não se deve confundir o fenômeno da reintegração, como aqui formulado, com o fenômeno denominado por esse mesmo termo em outra época, ou pelas expressões "recordação em termos de indicadores reduzidos", ou "resposta a indicadores mínimos", fenômeno esse que Munn (11)

tratou à página 270 de seu Manual e que assim definiu no glossário que encerra o Manual: "Recordar uma experiência total, ou executar uma reação apropriada, em termos de alguma fração das circunstâncias originais". Esse fenômeno refere-se, no máximo, a um dos possíveis efeitos do que aqui entendo pelo mecanismo da reintegração de ajustamento, que assim denominei, no entanto, em reconhecimento da importância para minha concepção desse mecanismo que teve esse uso precursor relacionado.

Em conclusão, e resumindo o exposto acima, vê-se que o ajustamento se estabelece gradualmente. Essa gradualidade indica que, no contato do organismo com um dado ambiente, o que atua é a relação entre o ambiente presente e o ambiente de registro ou de ajustamento no momento. Dada essa relação, algumas alternativas resultam para cada encontro do organismo com um ambiente especificado. Se a relação for de diferença, ocorrerão modificações de comportamento, e novo processo de ajustamento entrará em operação. Se a relação for de identidade, ou de acentuada semelhança, o comportamento que o organismo vinha apresentando para com a situação anterior exibirá uma inércia na nova situação, o que faz supor a operação de um mecanismo de reintegração de ajustamento: o organismo agirá com aspectos do meio excedentes aos concretamente ou sensorialmente atuantes no momento, aspectos esses que se reintegrarão aos primeiros com base no seu ajustamento anterior. Se a relação mencionada acima for só de parcial semelhança, o organismo exibirá um comportamento ambivalente – de reações determinadas por inércia e reações que são modificações do comportamento preexistente – como o ilustrado pelo conflito familiaridade-infamiliaridade, no caso de minhas formigas diante de uma mecha colocada ao lado de uma trilha, ou daí suprimida, ou pelo caso dos chimpanzés de Hebb subitamente transtornados pela vestimenta estranha de seu tratador habitual. Para maior clareza, permitir-me-ei um outro exemplo de um conflito similar. Vejo o meu quarto após a retirada de uns móveis. Como me parece estranho, com vazios enormes! Penso que isso é assim porque aquilo que, "realmente, corresponde ao quarto atual", isto é, uma dada impressão sensorial, está sendo posto em relação com o registro que havia para o quarto anteriormente, para dar lugar à minha percepção atual. Em outras palavras, o quarto de antes está em mim, "presença do ausente", como o dizia Merleau-Ponty (9), e o quarto atual difere dele, tem mais espaço. Se não me dou conta, diante de meu quarto usual, de que ele também surge na relação com o quarto e tudo mais que eu havia anteriormente registrado, se ele não me parece diferente de um ambiente

objetivamente existente, é porque nenhuma mudança nas relações – exceto as temporais – que anteriormente havia entre ele e esses outros objetos, está ocorrendo. Porque essas relações são confirmadas, ponto por ponto, de momento a momento, por minhas ações a respeito delas, não me dou conta de que os aspectos desse quarto, e os dos objetos aí existentes, com seus usos, suas distâncias, suas possibilidades de manipulação, são devidos a meus ajustamentos anteriores para com esse quarto e seus objetos, bem como com objetos diferentes (Este último ponto não é fácil de demonstrar, mas é sugerido por fatos como este: a simples percepção de uma árvore à minha frente parece implicar tudo que não é essa árvore, e todo meu passado dessa forma é assim envolvido no evento: ela não é vidro, não é âmbar, nem nuvem, nem óleo, ou gelo, etc., embora me evoque mais certos objetos do que outros: por exemplo, barcos, outras árvores, pinturas de árvores, lenha.). Esses ajustamentos anteriores permitem-me perceber algo que apenas olho num dado instante como também tendo certo peso, certa maciez, temperatura, solidez, etc., ou seja, qualidades sensíveis que ainda não correspondem a estímulos sensorialmente atuantes na ocasião.

Ter diferentes histórias significa, desta forma, ter sofrido diferentes processos de ajustamento a ambientes alterados, e poder estabelecer, para um aspecto sensorialmente atuante de um dado objeto ou atuação, um conjunto de reintegrações que podem ser comuns com as de outras pessoas, mas que, também, por outro lado, poderão e mesmo deverão conter certas especificidades, suficientes para explicar o aparente caráter de gratuidade e de arbitrariedade dos atos que então se verificarão. Mais uma ilustração ajudará a compreensão destes pontos. Levo em meu automóvel um amigo até sua casa. Paramos defronte de um grande portão. Será um erro pensar que, psicologicamente, estamos diante de uma coisa completamente diferente para nós. Isto porque, por exemplo, nós dois percebemos que é um portão de ferro, e que não nos permitirá passar por suas barras, assim como terá certa frialdade ao contato. Mas será uma ingenuidade pensar que, por causa de tudo isto, estamos, psicologicamente, diante de coisas inteiramente iguais para nós. O portão, para meu amigo, é um objeto diante do qual uma ordem de preocupações cessa, ao passo que uma outra ordem de preocupações se inicia. Para mim, no entanto, é, antes, um objeto para examinar do ponto de vista estético ou prático, um modelo ou estilo, talvez, para ser copiado ou evitado num portão que um dia eu possa vir a instalar na frente de minha própria casa. Não é a constituição física do portão – o fato de ser de ferro ou de bronze – que esclarecerá a

diferença de significação que ele tem para nós, nem o fará uma introspecção em sua presença, por cuidadosa que seja, sobre como o percebemos, e sobre as sensações, os sentimentos e outros "elementos mentais" objetivos ou subjetivos que supostamente compõem essa percepção. Se eu quiser entender essa diferença, precisarei colocá-lo no contexto da vida de cada um de nós. Mais especificamente, como isso está fora de meu alcance, poderei ao menos observar como meu amigo se comporta para com ele: se passa por ele compungido, cabisbaixo, ou, antes, se se toma de ar desenvolto e alegre, por exemplo; se o chuta, se o afaga, etc. Certamente posso ver se eu também faria tudo isso ao passar por ele, e se teria que fazê-lo, forçado a isso por sua natureza, ou não. Evidentemente, ambos reagimos a mais do que aquela sua faceta que nos excita os órgãos dos sentidos no instante considerado, e esse algo é, parece admissível, o que cada um de nós reintegra, por esse contato sensorial, dos ajustamentos que sofremos ao sermos expostos a ele e a outras coisas no passado. E apenas essa reintegração e esses ajustamentos retiram, ou podem retirar, ao que me parece, o aparente caráter de gratuidade e de arbitrariedade que têm nossos atos a respeito de tal objeto, ou mesmo um objeto ainda não experimentado anteriormente. De fato, cada árvore que vejo quando entro numa floresta é, na verdade, o mesmo velho e batido objeto que, num sentido, carrego comigo como uma possibilidade abstrata à espera de uma ocasião para ser concretizada.

Certamente não disponho, aqui, do espaço necessário para indicar como tudo que não é nem reflexo nem padrão fixo de ação, no comportamento de um organismo, é dependente e é decorrente, em última análise, de um fenômeno de ajustamento a ambientes alterados, o qual pressupõe um mecanismo de comparação entre registros e materiais a registrar, e possibilita o mecanismo da reintegração do passado a partir do presente, ou, se se preferir, a assimilação do atual ao passado. Apenas mencionarei que o condicionamento clássico do cão de Pavlov me parece, meramente, a expressão, em última análise, de uma reintegração tornada possível pelo fato de que Pavlov associou de tal forma a sineta à comida que a primeira reintegrará a segunda posteriormente, para um animal que foi submetido à associação. E mencionarei também que o condicionamento operante é o que demonstra como, por exemplo, uma luz que se acende na gaiola para indicar que a barra em operação trará água ou comida, também se torna reintegradora da situação total e eliciadora da reação original para um animal mantido em privação de água ou de alimento.

Princípios similares aos acima descritos, de ajustamento e reintegração, obviamente já foram de certa forma implicados, por exemplo, por Tolman (14, 15), sob os conceitos de cognição e expectativa, ou por Piaget (12), sob os conceitos de acomodação e assimilação. Mesmo antes desses autores, algo de minha doutrina já estava, certamente, prenunciada em pensadores como Proust, em sua obra "Em Busca do Tempo Perdido", ou Dilthey, com seu conceito de "conexão adquirida da vida psíquica" (1, 4). Apenas tentei, aqui, uma formulação de fatos apontados por esses autores, e de outros fatos, a qual me parece torná-los possivelmente mais inteligíveis e mais suscetíveis de tratamento experimental por uma psicologia considerada como uma ciência empírica e positiva do que tem sido o caso até o momento.

Referências Bibliográficas

1. Cunha, W. H. de A. 1959. A psicologia na filosofia de Dilthey. São Paulo: *Boletim de Psicologia*, Sociedade de Psicologia de São Paulo, 37: 10-27.

2. Cunha, W. H. de A. 1980. *Explorações no Mundo Psicológico das Formigas.* São Paulo: Editora Ática (Ensaios 67).

3. Cunha, W. H. de A. 1983. Introdução ao desenvolvimento histórico e aos princípios básicos da etologia, p. 1-34 In *Etologia: Anais do I Encontro Estadual de Etologia.* Jaboticabal: Associação dos Zootecnistas do Estado de São Paulo, Fac. De Ciências Agronômicas e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal e Fundação de Estudos em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia.

4. Dilthey, W. S/d. *Psicologia y Teoria del Conoscimento.* Trad. E. Imaz. México: Fondo de Cultura Económica, 1945.

5. Hebb, D. O. 1946. On the nature of fear. *Psychological review*, 53(5): 259-276.

6. Hebb, D. O. 1949. *The Organization of Behavior: a Neuropsychological Theory. N*ova York: Wiley.

7. Lorenz, K. Z. 1950. The comparative method in studying innate behavior patterns., p. 3-36 in Klopfer, P. H., e Hailman, J. P. (Org.) *Function and Evolution of Behavior: an Historical Sample from the Pens of Ethologists.* Readings, Mass. : Addison-Wesley Publishing Co., 1972.

8. Lorenz, K. 1955. Morphology and behavior patterns in closely allied species, p. 168-220 in Schaffner, B. (Org.) *Group Processess: Trnsactions of the First Conference.* Nova York: Josiah Macy, Jr., Foundation, 1955.

9. Merleau-Ponty, M. 1964. *Le Visible et l'Invisible suivi des notes de travail.* Paris: Gallimard.

10. Miller, G. A. 1962. *Psicologia, a Ciência da Vida Mental.* Trad. A. Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1964.

Munn, N. L. 1956. *Psychology, the Fundamentals of Human Adjustment.* Cambridge, Mass.: The Riverside Press.

12. Piaget, J. 1947. *La Naissance de l'Intelligence chez l'Enfant.* Paris: Delachaux et Nestlé, Editeurs, 1975.

13. 1969. Skinner, B. F. 1969. *Contingencies of Reinforcement.* Nova york: Apletton-Century-Crofts.

14. *Tolman, E. C. 1932. Purposive Behavior in Animals and Men.* Berkeley, Calif.: University of California Press.

15. *Tolman, E. C.1948. Behavior and Psychological Man. Berkeley, California: Univ. of California Press.*

Sobre Walter Hugo de Andrade Cunha

*Walter Hugo de Andrade Cunh*a foi o responsável pela introdução no Brasil – e talvez na América Latina – dos estudos de Etologia e de Psicologia Comparada e Animal. Iniciou-os em 1961, no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (IP-USP), onde fundou e manteve um pioneiro laboratório para tais estudos.

Lecionou de 1958 a 1984, quando se aposentou. Em 2015, foi agraciado com o título de Professor Emérito da USP,[1] por suas extensas e continuadas contribuições ao desenvolvimento científico da Psicologia, da Etologia e da Psicobiologia.



Imagem do acervo da SBP.

Formou-se em filosofia em 1956, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCLH-USP). Ali, foi contratado como assistente da Dra. Annita de Castilho e Marcondes Cabral, na Cadeira de Psicologia. Na mesma Faculdade, fez o Doutorado, tendo a Dra. Annita como orientadora. Sua tese, "Explorações no mundo psicológico das formigas: uma investigação de algumas modificações de comportamento de *Paratrechina fulva Hymenoptera Formicidae*", defendida em 1967, foi a primeira sobre Psicologia Animal no Brasil. Foi publicada pela Ática em 1980.

Em junho de 1961, cursou disciplinas pós-graduadas de Psicologia Experimental na University of Kansas (EUA). De volta ao Brasil, fundou e dirigiu o Laboratório de Psicologia Comparada, encarregando-se de pesquisas etológicas e do pioneiro ensino pós-graduado de disciplinas de Etologia e de Psicologia.[2]

Por conta das experiências negativas que teve com professores, do primário até o então chamado curso ginasial, desencantou-se com o modo tradicional de lecionar a que fora submetido e, assim, desenvolveu um sistema singular, que fascinava seus alunos, como eu, mesmo exigindo mais tempo e dedicação que os demais cursos.[3]

---

[1] Foi também homenageado como professor da USP, em 2004, no transcurso do 70º aniversário da Universidade e pela Sociedade Brasileira de Etologia (SBEt) em duas oportunidades: em 2013, como o fundador da Etologia no Brasil e, em 2019, pela celebração de seu 90º aniversário.

[2] Seja exemplo: "Instinto", "Observação do Comportamento Animal", "Sociedades Animais", "Investigação do Comportamento Animal", "Propósito e *Umwelt* em Animais", "Comportamento e Evolução", "Teorias e Sistemas da Psicologia" e "Arcabouço Conceitual da Psicologia".

[3] Descrito em: CUNHA, W. H. A. (1974). Acerca de um curso de pós-graduação destinado ao treino da observação científica no domínio das ciências do comportamento. *Ciência e Cultura*, 26 (9), p. 846-853.

Graças a seus estudos inovadores, sua metodologia, dedicação e entusiasmo no ensino e na orientação de dissertações de mestrado e teses de doutorado, muitos de seus alunos, oriundos de todo o país, tornaram-se divulgadores de seus ideais acadêmicos.[4]

Atuou ativamente na Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência (SBPC), Sociedade Brasileira de Etologia (SBEt), Sociedade Brasileira de Psicologia (SBP) e Sociedade Latino-americana de Psicobiologia.

Antônio Jayro da Fonseca Motta Fagundes
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

[4] Para detalhes e outras informações a respeito deste mineiro de Santa Vitória, então distrito de Ituiutaba, nascido em 15/11/1929, recomendo duas fontes:

(1) Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência da Universidade Estadual de Campinas (CLE-Unicamp), verbete Walter Hugo de Andrade Cunha. (Recuperado de: https://www.cle.unicamp.br/index.php/content/walter-hugo-de-andrade-cunha. Acesso em: 18 de maio de 2020). O CLE recebeu como doação de Walter Hugo, todo o seu arquivo pessoal de documentos, que inclui vídeos com depoimentos e fotos.

(2) FUCHS, H. (1975). Psicologia animal no Brasil: o fundador e a fundação. *Psicologia USP,* v. 6, n. 1, p. 15-42. [Também disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-51771995000100003. Acesso em 18 de maio de 2020]. As quase 300 páginas do nº 1 deste volume da Revista, assinadas por 8 ex-alunos de Walter Hugo, são partes de 1 dissertação e 5 teses, e fornecem uma amostra de produtos da orientação de Walter Hugo.

Sobre o livro

Formato	16 x 23 cm
Tipologia	Adobe Garamond Pro
Tiragem	Digital
Catalogação	Telma Jaqueline Dias Silveira CRB 8/7867
Capa	Edevaldo D. Santos Valentina Ljubtschenko
Diagramação	Edevaldo D. Santos

2020

SBP E-Books

A EMOÇÃO NO COMPENETRADO CORTEJO:

A trilha de formigas como um caminho para descobertas na Psicologia e na Etologia

Meu olhar mais imediato se volta para a formiga e seus afazeres, minhas cogitações se dirigem, ao mesmo tempo, para um horizonte consideravelmente mais amplo. Graças a isso, penso que o ponho, prezado leitor, diante de uma investigação que pode trazer algumas implicações importantes para as concepções correntes acerca do comportamento, da mente, da natureza da Psicologia, da necessidade de reformular o que se tem considerado serem seus princípios básicos e da relação que se deve considerar como havendo entre essa Ciência e a Etologia.

ISBN 978-65-991014-0-3

SBP
PSICOLOGIA
https://www.sbponline.org.br/