Discriminação Condicional em *Melipona* (Micheneria) *Rufiventris* Lepeletier

Controle do comportamento com sujeito livre: o desafio das variáveis



SBP
SOCIEDADE BRASILEIRA DE PSICOLOGIA
SBP E-Books

ISAIAS PESSOTTI

Isaias Pessotti

Discriminação Condicional em *Melipona* (Micheneria) *Rufiventris* Lepeletier

Controle do comportamento com sujeito livre: o desafio das variáveis

SBP E-Books

Ribeirão Preto
2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PSICOLOGIA (SBP)
Copyright© 2019 Associação Brasileira de Psicologia (SBP)

Presidente
Deisy das Graças de Souza

Vice-Presidente
Ricardo Gorayeb

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

Capa e Diagramação
Renata B. Shimocomaqui Françolin

DOI: http://www.doi.org.br/ 10.5935/978-85-61272-04-3.2018B001

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

P475d Pessotti, Isaias

Discriminação Condicional em Melipona (Micheneria) Rufiventris Lepeletier: controle do comportamento com sujeito livre: o desafio das variáveis / Isaias Pessotti. - Ribeirão Preto, SP : Sociedade Brasileira de Psicologia - SBP, 2019.
143 p.

Inclui bibliografia e anexo.
ISBN: 978-85-61272-04-3

1. Psicologia. 2. Psicologia social. 3. Psicologia experimental. 4. Psiquiatria. I.Título.

CDD 150
2019-207 CDU 159.9

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

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

SUMÁRIO

PREFÁCIO 5

APRESENTAÇÃO 17

PRIMEIRA PARTE

I – Estudos sobre Discriminação Simples 23

II – Os Estudos com Respostas Manipulativas 28

III – Estudos Preliminares sobre Discriminação Condicional 35

IV – Estudos Preparatórios com o Aparelhamento Final 43

SEGUNDA PARTE

Introdução 51

I – Problema 54

II – Sujeitos 54

III – Definições 54

IV – Aparelhos 55

V – Procedimentos 56

VI – A Situação Experimental 60

VII – Resultados 62

VIII – Discussão 63

IX – Sumário 96

ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS 105

NOTAS 127

BIBLIOGRAFIA 131

ANEXOS 137

PREFÁCIO

Os trabalhos aqui relatados configuram um esforço de determinar as possibilidades de controle do comportamento em uma situação experimental (pois inclui o controle de variáveis), mas "aberta", isto é, sem qualquer confinamento do sujeito e sem exclusão de quaisquer estímulos discriminativos e de eventuais fontes alternativas de reforço. Diversamente dos estudos com *Skinner Box*.

Nessa situação o desafio maior é competir com fontes alternativas de reforço e assegurar o retorno frequente do sujeito à situação de treino. Para isso, foi preciso inventar, construir e aperfeiçoar dispositivos (aparelhos) que 1) otimizassem a operação de reforçamento e 2) facilitassem, ao máximo, a resposta do sujeito, a ser reforçada.

A acolhida inicial a este trabalho não foi satisfatória. Já na ocasião da defesa da tese aqui descrita, as razões para a construção de tais dispositivos não foram reconhecidas. Pois um dos examinadores, adepto convicto do que chamava observação naturalística (mesmo *in vitro*), por oposição aos controles experimentais, os entendeu como "uma exibição de *mecanomania*" (sic). E mesmo a apresentação de um filme que mostrava como as abelhas manipulavam tais dispositivos mecânicos foi apontada, explicitamente, como uma tentativa fraudulenta de "jogar areia nos olhos da banca" (sic).

Acreditei que a acolhida seria melhor, ou menos hostil, entre os especialistas da análise experimental do comportamento: mandei ao JEAB um relato do experimento final da tese, em forma de artigo. Dois avaliadores opinaram sobre o trabalho. Um deles considerou "*impressive*" os resultados e o rigor dos controles, mas decidiu que o artigo não descrevia um experimento: era uma "*demostration*" (sempre pensei que todo experimento demonstra uma relação entre certas operações e seus efeitos). O outro avaliador também elogiou o artigo, mas decretou que "*it is too much exotic for JEAB*" (possivelmente não seria exótico se o estudo fosse com ratos numa *Skinner Box*). Posteriormente o JEAB sugeriu o reenvio do artigo para nova avaliação. Não foi reenviado. Atualmente, a diretoria da SBP decidiu publicar a tese, embora já "cinqüentona". Espero que os eventuais leitores sejam mais objetivos do que o mencionado examinador (que propôs até a reprovação dela) e aqueles avaliadores do JEAB. Agradeço à diretoria da SBP pela publicação.

Isaias Pessotti
Ribeirão Preto - Janeiro 2019



Um dos modos de pressão à barra.

Departamento de Psicologia Médica e Psiquiatria da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

ISAIAS PESSOTTI

Discriminação condicional em *Melipona* (*Micheneria*) *rufiventris* Lepeletier

Ribeirão Preto
1969

ISAIAS PESSOTTI

Discriminação condicional em *Melipona* (*Micheneria*) *rufiventris* Lepeletier

Tese de Doutoramento, apresentada ao Departamento de Psicologia Social e Experimental da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Carolina Martuscelli Bori

Ribeirão Preto
1969

Aos meus pais, grato pelo muito que lhes custou minha formação universitária.

Aos que trabalham pela Ciência no Brasil e pela cultura brasileira.

APRESENTAÇÃO

Comecei a redigir este trabalho em forma de artigo científico que relatava um experimento sobre discriminação condicional em abelhas. Já na primeira redação percebi que a leitura do texto ficava difícil, pois a cada passo era necessário introduzir notas de rodapé e referências a trabalhos anteriores meus nos quais, pouco a pouco, haviam sido determinadas as condições e operações experimentais empregadas no estudo sobre discriminação condicional.

Decidi, em consequência, apresentar esse experimento após uma primeira parte na qual são resumidos os trabalhos precedentes, em seus aspectos mais importantes para a compreensão das definições e procedimentos do experimento final.

Na primeira parte resumi a história anterior do experimento procurando manter a narração em linguagem acessível aos psicólogos em geral e na segunda fiz um relato minucioso do experimento, em terminologia mais especializada, num esforço para torná-lo replicável por outros experimentadores. O trabalho apresenta aspectos metodológicos pouco ortodoxos e reflete a poderosa influência de duas obras cujo conhecimento é conveniente para compreender o experimento apresentado na segunda parte. Refiro-me a "*Tactics of Scientific Research*", de M. Sidman (1960) e "*Psychologycal Research*", de A. J. Bachrach (1962). A primeira parte reflete indisfarçavelmente a influência de "*A case history in Scientific Method*", de B. F. Skinner (1956).

Algumas das ideias que determinavam a metodologia do experimento e a maneira de relatá-lo são as seguintes:

"Há uma distinção a ser feita entre ter uma hipótese e realizar um experimento para verificá-la. Frequentemente fazemos conjeturas sobre o resultado de nossos experimentos - mesmo os que se sentem empiristas empedernidos. Mas, muitas vezes, o experimento poder ser planejado e iniciado antes que se formule a conjetura. Ele é executado por razões outras que a de verificar o acerto da hipótese. Nem se julgará o resultado como um sucesso ou um malogro em termos de seu acordo ou desacordo com a predição. Este ponto salienta uma importante propriedade dos experimentos que se destina a responder questões do tipo que acontecerá se...". Tais experimentos se atingem critérios adequados de fidedignidade e generosidade *nunca produzem resultados negativos*. Os dados podem ser negativos apenas em termos de uma predição. Quando alguém se propõe uma questão de natureza, a resposta é sempre positiva. "Mesmo uma manipulação experimental que não produz alteração de alguma variável dependente, pode produzir informações úteis e frequentemente importantes" (Sidman, 1960, pp. 8-9).

"A ciência faz seus grandes avanços, entretanto, quando um pesquisador é capaz de crescer com seus dados; quando está preparado para rejeitar ou modificar drasticamente suas velhas técnicas e concepções em favor de outros, novas e não ortodoxas" (Sidman, 1960, p. 31).

Experimentos realizados para explorar as condições sob as quais um fenômeno ocorre. Quando uma nova técnica é introduzida, um novo fenômeno é conduzido ao laboratório-

rio, uma nova teoria é formulada ou a curiosidade é despertada por algum dado, novas tarefas se propõem ao pesquisador. Uma nova descoberta experimental ou uma teoria promissora permanece como um desafio enquanto se apresenta isolada, não relacionada a outras descobertas e outras teorias. O processo de descobrir as condições sob as quais um fenômeno ocorre constitui o primeiro passo de integração. A maior parte dos dados científicos são subprodutos desse processo e esta é a razão pela qual muitas descobertas experimentais apresentam pouco ou nenhum interesse ao observador não científico. O leigo, muitas vezes, pergunta "Que é que você está tentando provar?". Quando o pesquisador responder, por exemplo, que está simplesmente buscando descobrir se os reforçadores primários e secundários obedecem às mesmas leis, o tal dispêndio de energia, tempo e dinheiro... O que não é facilmente evidente, mesmo ao não-cientista instruído e favoravelmente disposto, é que o cientista está, primeiramente, procurando ordem na natureza. Somente alguma rara descoberta acaba sendo útil em sentido prático. Mas as descobertas raras são, usualmente, alicerçadas, sobre pequenas descobertas, nenhuma delas revolucionária em si mesma e sem as quais o passo final jamais seria dado. Uma das maiores preocupações da ciência é a solidez do edifício básico. Assim, muitos experimentos são executados apenas para estabelecer um sistema sólido e racional dentro de uma área particular de interesse. Ninguém pretende que tais experimentos produzam resultados imediatos de interesse prático. Muitas vezes os dados são importantes apenas, porque estabelecem ou refutam a solidez de outros dados ou de alguma conceituação dos fenômenos naturais. Eles servem para reforçar a consistência interna da ciência, e, com essa função, são fundamentais para o progresso do conhecimento. Raramente é possível predizer o ponto da cadeia de evidências em que os dados transbordarão para o mundo exterior ao laboratório.

Na busca das variáveis controladoras relevantes para um dado fenômeno comportamental há várias considerações que influenciam as direções da experimentação. Frequentemente, o impulso inicial parte do desejo de atingir um grau mais refinado de controle experimental. O experimentador pode confiar na sorte ao planejar um experimento para produzir certo efeito comportamental e se as variáveis com as quais ele está acostumado a trabalhar foram suficientemente poderosas, sua sorte pode servir. Mas pode ser uma experiência frustradora encontrar, por exemplo, que somente certa porcentagem de sujeitos experimentais apresenta o tipo particular de dados de linha de base necessários para m experimento bem-sucedido.

Em tais casos, se o experimentado estiver interessado no controle experimental em vez do controle estatístico, fará um passo atrás. Abandonará temporariamente seu objetivo imediato e começará a investigar as variáveis que influenciam as condições de sua linha de base. Tais investigações podem, ocasionalmente, produzir dados mais interessantes que o problema original; entretanto, sua função costumeira é a de estabelecer uma metodologia fidedigna para a investigação de problemas mais gerais. Raramente essa função produz experimentos espetaculares; não se deve, porém, subestimar-lhes a importância.

Esses experimentos, destinados a descobrir a combinação ótima de variáveis, a ser empregada, com algum outro propósito, podem ser descartados como "exploratórios" porque, usualmente não são desenvolvidos por sua própria importância. Até mesmo as variáveis podem carecer de um interesse intrínseco; podem até não ter nenhuma função adicional uma vez obtida a informação necessária. Mesmo assim, deve-se comunicá-las aos colegas. Embora os

dados possam não preencher qualquer lacuna importante no conjunto sistemático dos fatos científicos, oferecem informações metodológicas vitais (Sidman, 1960, pp. 33-34).

"O desenvolvimento cumulativo da ciência oferece a única resposta final sobre a importância de qualquer dado particular" (Sidman, 1960, p. 41).

Custou-me um esforço considerável manter uma linguagem suficientemente austera e objetiva ao longo do texto, principalmente na primeira parte, ao descrever os estudos com "Bambinella I", "Isabella I", "Cleópatra I", "Jezebel IV" e outros sujeitos, sem relatar as emoções que acompanharam a obtenção, em Apidae, da primeira resposta manipulativa, do primeiro encadeamento, da evidência de não-saciação, das primeiras discriminações condicionais. Não desejo que a relativa sobriedade da narração esconda ao estudante de Psicologia o outro lado da ciência, o lado divertido, emocionante e fascinante da aventura de descobrir.

O prazer de descobrir uma correlação funcional consistente entre uma operação nova e um dado efeito comportamental é, infelizmente, raro e os sete anos de trabalhos aqui resumidos exigiram-me alta resistência à extinção. Em diversas ocasiões a resistência baixou desoladoramente. As sucessivas recuperações do ritmo de trabalho foram devidas a reforços secundários intermitentes, mas frequentes que recebi principalmente de duas pessoas: Profa. Dra. Carolina Martuscelli Bori e Prof. Dr. Warwick Estevam Kerr.

À Profa. Dra. C. M. Bori devo grande parte de minha formação científica desde 1952. Sou-lhe profundamente agradecido pelo constante apoio e orientação e por me haver oferecido emprego e condições de trabalho em Rio Claro e em Brasília. Principalmente, quero agradecer-lhe a honra de tê-la como orientadora desta tese, os constantes exemplos de seriedade científica e de dedicação à Psicologia brasileira, e as sugestões sobre a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. W. E. Kerr devo todas as excelentes condições de trabalho que me ofereceu no seu Departamento de Genética, sem as quais seria impossível a realização do experimento relatado na segunda parte. Sou-lhe grato pelo entusiástico apoio e pelo precioso assessoramento sobre Biologia dos Apidae com que me tem beneficiado decisivamente desde 1961 e pela sugestão inicial de analisar o comportamento em abelhas.

À Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, na pessoa de seu ilustre Diretor, Prof. Dr. José Moura Gonçalves, agradeço o decidido apoio e, os recursos de laboratório e de oficina, que foram essenciais para a execução dos estudos experimentais.

Sinceros agradecimentos as Srtas. Marilena Ristum, Maria José Carli e Marcia Miranda pela colaboração dedicada e gentil no registro de diversas sessões experimentais e na preparação de gráficos e tabelas.

Ao pesquisador e artista Sr. João Maria Franco de Camargo, a par de minha admiração, apresento meu agradecimento pelos excelentes desenhos e gráficos que ilustram a tese.

Ao Prof. Mário Guidi, meu sincero reconhecimento pelo magnífico trabalho de documentação cinematográfica do experimento.

Aos técnicos Srs. Zualdo Antônio Schiavoni e João José dos Santos, eu agradeço os cuidados com a manutenção da colmeia utilizada.

Parte dos estudos preliminares sobre discriminação condicional, de 01/06/1967 a 30/09/1967, foi subvencionada por uma bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, à qual apresento meu reconhecimento.

A documentação cinematográfica está à disposição da Banca Examinadora no Departamento de Psicologia Social e Experimental da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP.

Ribeirão Preto, Janeiro de 1969.

Isaias Pessotti

PRIMEIRA PARTE

Os Estudos Precedentes

Os Estudos Precedentes

Os procedimentos técnicos, a aparelhagem e os controles utilizados no experimento que se relatará mais adiante resultam de aperfeiçoamentos graduais obtidos em vários experimentos meus, anteriores, realizados durante 5 anos, que apresentaram resultados positivos e, ao lado deles, muitos defeitos técnicos. Tanto uns como outros foram importantes para determinar as operações, estímulos e critérios que permitiram uma análise da discriminação condicional em Apidae. Parece útil resumir os estudos precedentes e mencionar os respectivos aperfeiçoamentos técnicos para tornar mais clara a descrição do experimento relatado na segunda parte e para uma eventual utilidade didática aos que se iniciam na análise experimental do comportamento.

I – Estudos sobre Discriminação Simples

1) Meu primeiro estudo em abelhas foi executado na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro em 1961 e 1962. A pedido de W. E. Kerr, do Departamento de Biologia Geral daquela Faculdade, que desejava "um teste de inteligência" que discriminasse entre várias espécies de Apidae, de diferentes níveis evolutivos. Iniciei um estudo sobre rapidez de aquisição e de extinção de uma discriminação simples em três subespécies de *Anis mellifera.*

As aulas de F. S. Keller nos haviam ensinado que, para obter uma discriminação, são condições essências: o reforçamento de uma resposta diante de um estímulo discriminativo, o não-reforçamento da resposta diante de outro estímulo discriminativo e a existência de uma suficiente diferença perceptual entre tais estímulos. O reforçamento supunha, ademais, uma privação do sujeito experimental. Vários problemas que essas exigências implicavam tinham sido resolvidos anteriormente. Os estudos pioneiros de von Frisch (1915), de Kühn (1927) e de Hertz (1936) haviam demonstrado, entre outros fatos, que as abelhas, *Apis mellifera*, percebem diferentemente várias cores, notadamente amarelo e azul, ou amarelo e azul-verde (*Blue--green*). Von Frisch (1950) mostrara ademais, como se pode treinar uma abelha marcada com uma mancha colorida, a colher alimento líquido (água açucarada) em um recipiente que se distancia pouco a pouco, a partir da porta da colmeia. Esses estudos, do ponto de vista de quem pretendia analisar o comportamento em abelhas significavam: a) uma técnica para identificar as abelhas com manchas coloridas feitas sobre o dorso do tórax; b) uma técnica de "modelagem" que consistia em distanciar gradualmente uma fonte de alimento a partir da porta da colmeia; c) uma definição de resposta que consistia no pouso do inseto sobre essa fonte; d) uma definição de reforço, que consistia em água açucarada; e) a determinação do espectro de ondas luminosas, ou estímulos discriminativos coloridos que as *Apis mellifera* percebem e que vai do amarelo (600 a 530 mμ) ou ultravioleta (400 a 360 mμ) passando pelo azul-verde (500 a 480 mμ). O programa básico do trabalho seria, pois: privar uma colmeia de colher alimento; marear o sujeito; dar-lhe alimento numa vasilha colocada à porta da colmeia; distanciar gradualmente a fonte de água açucarada até à distância de alguns metros; substituir tal fonte por duas outras, uma amarela e outra azul celeste (já que é perigoso o trabalho contínuo com ultravioleta e não se dispunha de equipamento apropriado); registrar as respostas (pousos) do sujeito na fonte

considerada certa (SD) e na fonte errada (SΔ), assegurando que só as respostas em SD seriam seguidas de alimento e que a única diferença entre as duas fontes fosse cor.

As duas fontes, SD e SΔ, no meu estudo, eram duas placas de Petri, ambas contendo alimento, mas em níveis diferentes, de modo a torná-lo acessível somente na placa de cor SD. Cada placa era coberta por uma panelinha de plástico (que podia ser azul ou amarela) com o fundo voltado para cima. O fundo de cada uma era cortado de modo tal que dele sobrava apenas um anel periférico. Sobre as placas de Petri eram colocadas duas tampas côncavas, uma azul e outra amarela, contendo um pequeno orifício central, através do qual as abelhas podiam introduzir a glossa à procura de alimento. A periferia dessas tampas coincidia com as bordas das placas e era coberta pelo anel remanescente do fundo de cada panelinha. Assim, as placas e o alimento que elas continham ficavam totalmente ocultos pela tampa e pelas panelinhas com fundo recortado.

Para algumas abelhas, SD era azul e SΔ era amarelo; para outras SD era amarelo e SΔ era azul. As placas, assim envolvidas pelas peças coloridas, eram colocadas sobre um suporte em forma de U e giratório, como mostra a Figura 1. As respostas eram registradas em sete séries de dez e, em cada série, o número de pousos sobre a cor errada (SΔ) era, em geral, progressivamente menor, como mostra a Figura 2.

Esse estudo representou uma primeira análise de aquisição e extinção de uma discriminação simples em Apidae, mas continha vários erros: 1) treinava-se um grupo de abelhas, de cinco a oito, simultaneamente, sem considerar que a presença de uma delas sobre uma das tampas côncavas podia ser um SD ou SΔ para as que pousavam depois; 2) a resposta era definida de forma ambígua, como o "pouso" na cor certa, sem levar em conta que por vezes as abelhas passavam de uma cor à outra e que alguns pousos não eram seguidos de procura de alimento através do orifício central da tampa; 3) os resultados não levaram em conta relações temporais; 4) como o nível do alimento líquido baixava rapidamente sob a cor SD era necessário reabastecer a respectiva placa com um conta-gotas através do orifício central; essa operação era mais um SD adicional e deixava resíduos de alimento na periferia do orifício; 5) como o SD e o SΔ eram próprias tampas coloridas onde as abelhas pousavam, era possível que mesmo trocando-as repetidamente as posições dos estímulos discriminativos, alguns acertos fossem devidos ao cheiro deixado em pouso anteriores em SD e não a uma efetiva escolha de cor certa.

Além desses defeitos foi cometido outro erro: para assegurar uma suficiente privação de alimento na colmeia, esta era fechada por 24 horas antes do experimento e as abelhas eram impedidas de sair. Tal operação além de violentar o funcionamento da colmeia, mostrou-se inteiramente supérflua como controle da privação os sujeitos, pois, nas abelhas, a privação é uma questão de tudo ou nada: ou existe uma carência maior ou menor de alimento na colmeia e então as abelhas visitam as fontes de néctar, ou não falta alimento e as abelhas simplesmente não o buscam. Mas a cada visita a uma fonte, a privação das campeiras é total, independentemente da quantidade de alimento existente na colmeia. O que a nossa operação produzia era um aumento da probabilidade das abelhas saírem em busca de alimento e não um aumento da privação dos sujeitos enquanto organismos individuais. A cada visita à fonte de cor SD a priva-

ção de cada abelha era sempre total, pois chegavam ao aparelho com o papo totalmente vazio e partiam para a colmeia plenamente abastecidas, para então regressar novamente com privação total à fonte.

Num segundo estudo e nos subsequente não mais se impedia a colônia de se abastecer livremente na véspera das sessões experimentais.

2) No segundo experimento procurei corrigir também outros defeitos do anterior, já mencionados. Cada abelha, dentre 10 (dois grupos de cinco), era tratada isoladamente para que a presença de uma sobre o aparelho não funcionasse como um SD incontrolado, para outra; a resposta era definida como "pouso seguido de introdução da glossa no orifício da tampa do aparelho" e não mais como o mero pouso sobre a cor SD ou SΔ. No registro dos dados levavam-se em conta não só relações de proporção entre escores de erros e acertos, mas também várias relações temporais; oito tipos de dispositivos foram construídos e aprovados para o abastecimento manual dos depósitos de alimento e para eliminar a possibilidade de acerto devido a odores deixados pela abelha em qualquer pouso anterior, sobre a superfície do pouso. Este cuidado foi necessário, pois Cruz-Landim & Staurengo (1965) demonstraram a existência de glândulas de cera nos tarsos das abelhas. As secreções dessas glândulas ocorrem quando uma abelha caminha sobre uma superfície e podem conter um odor característico, que serviria como um estímulo discriminativo em pousos subsequentes da abelha que o deixou, ou de outra, na mesma superfície. Chegou-se por fim a um aparelho que assegurava esses aperfeiçoamentos e que é mostrado na Figura 3.

O alimento era colocado em grande quantidade numa vasilha de fundo retangular de 14 cm por 7 cm, com 4 cm de altura. A vasilha é coberta por uma tampa retangular de alumínio dividida em duas áreas quadradas. No centro de cada área há cinco orifícios pequenos dispostos em cruz e designados como bebedouros. As peças coloridas não são mais continentes de alimento, mas duas pequenas bandejas, uma azul outra amarela, com um grande furo circular no centro. Esse furo circular coincide com a área central de cada lado da tampa na qual se encontram os cinco orifícios, os quais ficam assim circundados por uma área colorida. Assim, quando uma abelha pousava sobre uma das bandejas, deixava um odor sobre a superfície colorida, mas também o deixava na área de alumínio que ficava ao centro da bandeja e desse modo, quando se trocava a posição da bandeja de cor SD, parte do odor ficava na posição anterior. Em consequência, os acertos subsequentes não poderiam ser atribuídos ao odor deixado em pousos anteriores, mas sim a uma escolha da cor certa.

O aparelho continha um dispositivo de alimentação, constituído por duas canequinhas fixas a uma barra horizontal atravessada por um eixo transversal. Na extremidade desse, um botão de comando permitia elevar mecanicamente até ao nível da tampa uma ou outra das canequinhas de modo que, quando o alimento era acessível no lado esquerdo, a caneca da direita ficava mergulhada no depósito de alimento e vice-versa.

Tal mecanismo dispensava o abastecimento periódico do depósito de alimento, mas introduziu dois problemas: 1) cada vez que se mudava a posição de SD era preciso operar o

botão que comandava a subida das canequinhas, e assim continuava o risco de tal operação perturbar o trabalho das abelhas; 2) sempre que uma das canecas era elevada até o nível da tampa (sob um dos grupos de cinco orifícios) deixava resíduos de alimento que reforçavam, embora insuficientemente, um ulterior busca da abelha nesse lado quando a cor SD já estivesse mudada para o outro lado do aparelho. Tinha-se nada menos que um reforçamento das respostas erradas, embora fosse de grandeza inferior ao que seguia às respostas corretas.

Tal fato obrigava a limpar cuidadosamente os orifícios da tampa após cada visita do sujeito. Com tal precaução o aparelho permitiu vários estudos com cinco diferentes espécies de abelhas e um primeiro instrumento para o estudo comparativo da aprendizagem de discriminação nos Apidae (Pessotti, 1961-1963, 1964, 1964-1965, 1967a,b,c, 1968). Neles foram experimentadas diversas medidas numéricas e temporais de aquisição e de extinção de uma discriminação simples. Das várias medidas resultaram notas de aprendizagem para cada espécie. Confrontando-se tais notas com graus de evolução biológica atribuídos às espécies com critérios não comportamentais (Kerr, 1969) foi então possível, após 4 anos de trabalhos, atender ao pedido original do Departamento de Biologia Geral de Rio Claro, ou seja, medir quantitativa e comparativamente a aprendizagem nas abelhas (Pessotti, 1967a). Mas a essa altura o comportamento das abelhas já me interessava por si mesmo, independentemente dos seus aspectos sistemáticos ou evolutivos. Os surpreendentes resultados obtidos até então indicavam que se estava tratando com uma espécie que talvez servisse como sujeito de programas amplos de experimentação sobre os efeitos de diferentes contingências de reforçamento. Já se tinham dados sobre o processo de modelagem, discriminação e efeitos de reforçamento regular. Restava verificar os efeitos de esquemas intermitentes.

3) Um estudo sobre razões fixas (FR) crescentes poderia iniciar o programa de análise de comportamento de Apidae sob diferentes contingências de reforçamento. Tal estudo além de ilustrar os efeitos de uma FR, poderia dar uma medida da razão de extinção que seria admissível em estudos de discriminação com SD e SΔ sucessivos e, para os quais, se deveria calcular a duração máxima de SΔ. Construí um alimentador simples, com a metade inferior de uma lata de talco, de fundo oval, coberta por uma tampa plana. Uma pequena área desta, com 4 cm^2, é ligeiramente mais elevada e tem um orifício central onde a única abelha estudada introduzia a glossa e ganhava alimento ao fim de cada FR (Figura 5). A resposta era definida como a atividade de introduzir a glossa nesse orifício. A área de bebedouro era mais elevada que o resto da tampa para impedir que a abelha "perdesse muito tempo" procurando alimento longe do orifício apropriado. O mecanismo de reforçamento era um pequeno cachimbo colocado dentro da caixa. O bojo dele (canequinha) permanecia mergulhado no alimento durante cada FR e, só após a última resposta, era elevado até a tampa sob o orifício de alimentação. Um botão externo, operando manualmente, assegurava o reforçamento oportuno. As FR eram progressivamente aumentadas de 2:1 até 12:1. Como resultado, foi obtida a curva da Figura 6, que indicava a possibilidade de se empregar um SΔ com duração correspondente a 12 respostas, em um eventual estudo de discriminação com SD e SΔ sucessivos.

Mas perdurava uma dificuldade decisiva: cada vez que a caneca cheia de líquido tocava a tampa do aparelho sob o orifício de alimentação, deixava resíduos capazes de reforçar qualquer resposta errada (RΔ). Era necessário obter um dispositivo que elevasse o alimento de um depósito inferior até ao alcance da glossa da abelha, sem deixar qualquer resíduo quando fosse removido. Várias tentativas foram efetuadas com diferentes recursos e, ao fim de um ano, chegou-se a um aparelho que parecia ser a solução. Não se elevaria mais o alimento líquido, mas um pavio impregnado de água açucarada que a absorveria por capilaridade, continuamente, de um depósito inferior. Como mostra a Figura 7, há dois cilindros verticais contendo pistões ocos dentro dos quais se coloca o alimento. Cada pistão é coberto por uma tampa com orifício central, do qual parte um pequeno tubo vertical, com 1 cm de altura e 2 mm de diâmetro. O pavio de cada cilindro é introduzido nesse pequeno tubo. Um dispositivo análogo a um virabrequim de automóvel permite fazer com que um pistão suba e outro desça e assim o alimento fica acessível ora em um lado, ora em outro. Apenas a extremidade superior dos pavios chega até as superfícies de pouso, constituídas pelas tampas dos cilindros e circundadas por áreas coloridas (azul e amarelo). Esse aparelho eliminava o problema dos resíduos, mas não servia para melíponas. A abelha, dotada de potentes mandíbulas, arrancava do pavio de algodão e puxava fios dele que eram espalhados sobre a superfície de pouso. Com isso o alimento se cristalizava à volta do orifício de alimentação e o pavio ramificado e endurecido não descia quando se pretendia remover o alimento. Esse resultado foi dos mais importantes, mais tarde, quando se resolveu obter uma resposta manipulativa em melíponas embora, de início, significasse o fim prematuro de algo que pretendia ser um pequeno *Schedules of Reinforcement* sobre abelhas. Ainda não havia aprendido um importante princípio de metodologia científica segundo Skinner: *apparatuses sometimes break down*. Após esse insucesso chegou-se a um ponto em que seria interessante fazer um balanço do que havia sido obtido até então e do que se deveria ainda aperfeiçoar no arranjo experimental para se obter controle ótimos das contingências de reforçamento, essenciais para a utilização psicológica dos dados. Tal balanço se resumiu nas seguintes conclusões:

A) Quanto às condições experimentais:

1) As duas cores usadas nos diversos experimentos funcionam muito bem como estímulo discriminativo para diferentes espécies e gêneros de Apidae; 2) Os materiais coloridos (peças de material plástico) não apresentam propriedades inconvenientes e são práticos por serem inodoros, laváveis, opacos e fáceis de recortar; 3) Os controles experimentais asseguram que os acertos não são devidos à posição SD e nem ao cheiro deixado pela abelha num dos lados, em algum pouso anterior; 4) A notável regularidade de duração das visitas ao aparelho permite usar, como unidades de tempo, as visitas, que constituem o tempo real de presença à situação experimental; 5) Falta de um sistema de alimentação que não deixe resíduos após a remoção do reforço; 6) A definição da resposta ainda comporta alguma ambiguidade e dificuldade de registro. Às vezes, a abelha pousa em SD (ou SΔ) e passa para SΔ (ou SD) e busca comida no bebedouro (introduz a glossa) somente na primeira cor ou apenas na segunda. Não se sabe se, à vista de um orifício, a introdução da glossa ocorreria como efeito de um encadeamento. Seria

mais definida uma resposta manipulativa, cuja conexão com o reforço fosse mais arbitrária do que a existente entre o pouso seguido de introdução da glossa em um orifício e a obtenção de alimento; 7) Dado que o reforçamento depende de uma operação manual do experimentador, as relações temporais entre resposta e reforço não são constantes e, por vezes, o reforço é ligeiramente retardado. Seria conveniente um dispositivo de reforçamento automático comandado pela própria resposta da abelha; 8) Pode-se trabalhar satisfatoriamente em situação de campo aberto, no ar livre, mas a vizinhança de muitas colmeias acarreta perturbações. Os ventos fortes também perturbam os trabalhos dos sujeitos. Seria interessante tentar trabalhar em uma sala fechada.

B) Quanto ao comportamento das abelhas:

1) É considerável rapidez de aquisição de uma discriminação simples nas várias espécies; 2) As espécies mais evolutivas apresentam uma aprendizagem mais rápida. Destacam-se as operárias de *Melipona seminigra merrillae* como as mais eficientes, segundo diversas medidas de aprendizagem; 3) É notável a semelhança do desempenho entre abelhas da mesma espécie, o que pode ser explicado, também, geneticamente, pelo fato das rainhas de *Melipona* se acasalarem com um só macho (Kerr & Krause, 1950); 4) Não se observa nenhum sinal de saciação nas abelhas, independentemente do número e da grandeza (volume) dos reforços dados; 5) As melíponas puxam pedações de um pavio de algodão, com as mandíbulas.

A partir dessas conclusões decidiu-se interromper a série de estudos sobre discriminação e dedicar esforços para resolver os problemas de importância básica e geral para experimentos mais rigorosos sobre a aprendizagem nas abelhas. Tais problemas eram: obter uma resposta manipulativa e construir um dispositivo automático de alimentação, que não deixasse qualquer resíduo de alimento acessível ao sujeito quando o reforço fosse removido.

Das conclusões citadas resultou ainda a decisão de trabalhar com operárias de *Melipona seminigra merrillae*, ou espécie semelhante, em sala fechada. Resolveu-se ainda aprofundar o estudo sobe o comportamento individual de cada sujeito, independentemente da espécie ou gênero respectivo.

Podia-se, como passo inicial, tentar obter resposta de puxar um fio com as mandíbulas e tornar contingente a ela a apresentação do reforço.

II – Os Estudos com Respostas Manipulativas

1) Em 1965, encontrou-se no cerrado, a 80 km de Brasília uma colmeia que, a seguir, foi instalada dentro de uma sala do Departamento de Psicologia, junto a uma janela da qual haviam sido retirados alguns vidros para facilitar a saída e a entradas das abelhas. A colônia era de *Melipona rufiventris*, de algum modo parecida com a *Melipona seminigra merrillae*, cujas operárias, em Rio Claro, se distinguiram por aprender muito rapidamente e por puxar para fora do aparelho os fios do pavio de algodão. Fiz várias observações sobre o comportamento de mor-

der-e-puxar fios de tecido, pedaços finíssimos de capim seco e de arames de diversas dimensões e materiais. As abelhas mostraram notável prontidão e força das mandíbulas. Como tais observações foram feitas com abelhas postas à porta da colmeia, restava verificar se o mesmo ocorrera sobre uma caixinha contendo alimento (acessível por meio de um orifício) e colocada a uns 2 m da colmeia, dentro da sala. Infelizmente não se conseguiu nenhuma vez a resposta morder-e-puxar nessa situação, apesar de se usarem fios de diversos materiais e de se colocar um ou outro sobre o orifício de alimentação, à maneira de obstáculos ao acesso ao alimento. Como as mandíbulas ficavam em posição aproximadamente vertical, esses fios ou gravetos eram sempre apresentados em posição horizontal.

Passou-se a apresentar um fio de arame em posição vertical sobre o centro do orifício de alimentação de modo tal que a abelha, necessariamente, o tocava com a cabeça, quando introduzia a glossa para obter alimento. Para que qualquer toque fosse percebido pelo experimentar, o arame não era fixo a uma base, mas pendurado a um suporte, e assim podia oscilar em qualquer direção como um pêndulo. Não se obteve nenhuma mordida de abelhas ao pêndulo, mas então já nos bastava obter que ela o tocasse de qualquer maneira quando esse já não fosse obstáculo à introdução da glossa, isto é, quando o pêndulo já estivesse a alguns milímetros do orifício de alimentação. Durante várias horas ininterruptas o pêndulo foi removido pouco a pouco, até ficar a 2 cm do bebedouro. Cada mudança de posição era feita após estar assegurado que a abelha, "Bambinela I", havia tocado o pêndulo em repetidas visitas na posição anterior. Sempre que, ao chegar da colmeia, o sujeito se dirigia para o bebedouro sem tocar o pêndulo, não obtinha o reforço. Após 7 horas de trabalho, a abelha havia aprendido o comportamento de: pousar sobre o aparelho, ir diretamente ao pêndulo, tocá-lo e, só então, dirigir-se ao bebedouro. "Eu havia, finalmente, estabelecido contato" com Skinner. Tinha-se um aumento de frequência de uma resposta instrumental, arbitrariamente associada ao reforço e tal resultado era mero efeito de uma contingência de reforçamento. Ainda não era uma atividade topograficamente definida com relativa precisão da pressão-à-barra. Na pressa de correr ao bebedouro, após tocar o pêndulo, o sujeito diferenciou a resposta e em vez de tocá-lo e retroceder, passou a fazer um giro em torno do pêndulo antes de ir ao bebedouro. Como não sabia, na ocasião, o que fazer para corrigir essa generalização da resposta e para não perder oportunidade de explorar um aspecto novo do comportamento da abelha, decidi, nos moldes dos programas usuais de laboratório, passar a manter a resposta em um esquema de reforçamento intermitente. Exigiam-se dois giros completos ao redor do pêndulo e, mais tarde, três giros para só então reforçar ida ao bebedouro.

Ao cabo de dois dias havia-se conseguido: 1) Uma resposta que podia ser considerada manipulativa; 2) Novos dados sobre razões-fixas; 3) Um perfeito encadeamento, já que o reforço era contingente a uma cadeia de respostas constituída por: voar ao aparelho, efetuar giros ao redor do pêndulo, andar até o bebedouro, introduzir a glossa no orifício correspondente. Dado o compreensível entusiasmo e a surpresa que tudo isso significava, os 6 dias restantes foram empregados em aumentar a cadeia com novas respostas. Chegou-se assim ao primeiro encadeamento experimental em Apidae, que constava de quatro operantes principais: subir e descer uma

pequena rampa, atravessar um túnel, girar em torno do pêndulo, ir ao bebedouro (Figura 6).

Não havia mais dúvida sobre possibilidade de ensinar uma resposta "arbitrária" e manipulativa em *Melipona rufiventris*. Restava o trabalho de encontrar um modo de transformar o giro em torno do pêndulo em pressão a um painel minúsculo ou alavanca (barra).

Os resultados conseguidos em "Bambinella I" levaram-me, temporariamente, a esquecer do problema da discriminação e a trabalhar para aperfeiçoar as características da resposta manipulativa. Paralelamente, restava ainda antigo problema de construir um dispositivo de alimentação que não deixasse resíduos de xarope após a remoção do reforço, e que fosse operado pela própria resposta do sujeito. Ainda no trabalho com "Bambinella I", o mecanismo de reforçamento se reduzia a um pequeno cachimbo fechado numa caixa contendo alimento no fundo e coberta por uma tampa plana com um orifício chamado bebedouro, suficiente apenas para a passagem da glossa da abelha. O bojo do cachimbo (canequinha) ficava normalmente mergulhado no alimento e a operação de reforçamento consistia em elevá-lo até ao nível da tampa, sob o bebedouro. Tal operação era manual e se executava por meio de uma manivela de arame grosso e duro, com 1 m de comprimento. Após cada visita da abelha, em que obtinha um ou mais reforços, limpava-se com um rudimentar "cotonete" de algodão o eventual resíduo que ficasse no bebedouro. Não se poderia pretender contingências precisas de reforçamento antes de construir um alimentador adequado, que dispensasse essa operação de limpeza, cujos efeitos não se podiam avaliar com rigor.

2) Até então todos os sintomas empregados erma influenciados pelo meu primeiro estudo, no qual o reforço era de quantidade ilimitada. As várias alterações no equipamento sempre incluíam uma canequinha contendo líquido em quantidade abundante, sob um orifício minúsculo que impedia a abelha de entrar até o depósito de alimento, através do bebedouro.

De fato nada impediria isso quando a canequinha estivesse abaixada até o fundo do depósito, se o diâmetro do bebedouro fosse suficiente para a passagem da abelha, já que é frequente tal atividade quando as abelhas colhem alimento nas flores.

Empregando-se uma canequinha diminuta seria possível evitar que o líquido tocasse a tampa se o orifício fosse suficientemente grande para que a canequinha, ao subir, ficasse no centro dele de modo a não tocar a periferia do mesmo. Assim, a caneca umedecida ou o xarope não tocariam nem a face inferior da tampa aos lados do orifício, nem as bordas do mesmo e, quando fosse retirada para o fundo do depósito, nenhum resíduo ficaria. Mas então diâmetro do orifício seria suficiente para que o sujeito entrasse diretamente até o depósito inferior, a menos que a passagem ficasse permanentemente obstruída. Isto significava que a canequinha não deveria ficar normalmente no fundo do depósito, mas, no centro do bebedouro, não "embaixo", mas "em cima". Em outras palavras, eu havia chegado por um caminho longo, ao clássico alimentador de ratos, em que a canequinha permanecia na posição "em cima" normalmente, e apenas no momento do reforçamento mergulhava até o fundo do depósito para subir imediatamente à posição normal.

Bastaria reproduzir, em escala reduzida, o alimentador dos ratos e estariam resolvi-

dos dois problemas importantes: a automatização de reforçamento e a eliminação de resíduos.

O alimentador foi construído e prestou excelente serviço, mas não chegou a dispensar totalmente a atividade manual do experimentador. Quando um rato ingere o conteúdo da canequinha de água essa permanece acessível, eventualmente, com alguma quantidade mínima de água que é insuficiente para substituir a dose completa de reforço.

No caso das abelhas, qualquer quantidade de líquido ou umidade que fica na canequinha, a ingestão de xarope, é um reforço de quantidade considerável.

Assim, mesmo dispondo de um alimentador operado por um contato elétrico e, portanto, de um reforçamento imediato e automatizável e embora nuca mais ficasse qualquer resíduo no orifício da tampa ou na sua face inferior, ainda não se dispensava totalmente a atividade do experimentador de remover eventuais resíduos existentes, agora não mais sob o orifício ou em suas bordas, mas na cavidade da canequinha. A remoção agora era mais segura e muito mais fácil. Faltava, então, fazer com que esse alimentador "quase perfeito" fosse operado por um contato elétrico efetuado pela abelha. A própria modelagem de tal resposta exigia um sistema automático de reforçamento.

O problema então era o de determinar quais as operações concretas capazes de modelar em uma operária de *Melipona* a resposta de pressão-à-barra ou pressão a um painel, suficiente para fechar um circuito elétrico.

Fora obtido antes, com alguma sorte, pois *some people are lucky*, o operante de girar ao redor do pêndulo. Se o espaço à volta do pêndulo fosse reduzido, a abelha deveria passar entre ele e uma minúscula placa metálica colocada a 1 cm do mesmo.

Se o espaço entre o pêndulo e a placa fosse progressivamente reduzido até uns 4 mm, o sujeito deveria comprimir-se para poder completar o giro. Uma ulterior redução de espaço obrigaria o sujeito a empurrar a placa ou o pêndulo, par passar entre ambos. Esses passos de modelagem foram cumpridos e, a cada passagem do sujeito, o alimentador elétrico era operado, pelo experimentador. Mas quando o espaço mencionado era reduzido ao mínimo a abelha, às vezes, simplesmente passava por cima dos "obstáculos", ou seja, da plaquinha metálica e do pêndulo. Ademais, o sujeito tocava apenas raramente na placa e geralmente "fechava" o círculo empurrando o pêndulo. Observei que o círculo era sempre fechado ao redor do pêndulo. De fato, este ficava entre o bebedouro e a placa metálica. Assim, a placa na verdade ficava fora do giro efetuado. Para "obrigar" a abelha a tocá-la seria necessário substituir o pêndulo oscilante por um arame vertical fixo, à maneira de uma estaca.

Tinham-se dispostos em linha reta, três elementos: o orifício (bebedouro), a estaca (arame fino fixado à tampa do aparelho em posição vertical, com 2 cm de comprimento) e o painel (plaquinha quadrada, de lata finíssima, com 4 mm de lado, e móvel). A estaca ficava entre o painel e o bebedouro. A abelha continuava, porém a fechar o círculo, comprimindo-se contra a estaca e sem tocar na placa. Quando esta era colocada bem próxima da estaca, a abelha subia na estaca e passava sobre ela. Para impedir isso, na tentativa seguinte a estaca foi substituída por um "poste" curto de arame fino cuja extremidade superior tocava a placa. O "poste" tinha a

forma de um jota maiúsculo de cabeça pra baixo. Desse modo a abelha, para efetuar o giro-à-estaca, passava sob um arco que tinha a placa metálica como um dos lados e o "poste" como outro lado. Quando a abertura do arco era reduzida, finalmente, o sujeito empurrava a plaquinha, a cada giro. Às vezes, porém, o animal se comprimia de tal modo contra o "poste", que conseguia passar pelo arco sem tocar a placa.

3) Percebi então que a disposição ideal dos elementos deveria ser alterada: a placa deveria ser colocada *entre o "poste" e o bebedouro*: quando a passagem fosse estreita a abelha se comprimiria para o círculo, mas agora contra a placa, que seria então empurrada, na direção de bebedouro.

Essa disposição permitiu, finalmente, obter que, em cada visita ao aparelho, a abelha se dirigisse para a placa e caminhasse entre ela e o "poste" de modo a empurrar a placa antes de obter o reforço no bebedouro ao completar o giro. Mais tarde, o "poste" era progressivamente distanciado da placa e por fim retirado definitivamente e se mantinha, mesmo assim, o comportamento de empurrar a placa, ou melhor, de comprimir-se contra ela, embora houvesse agora muito espaço ao redor da mesma. Chegara-se, desta forma, a um difícil processo de modelagem de uma resposta manipulativa. Restava o problema de substituir a placa metálica por uma alavanca bastante leve que fechasse um circuito elétrico e a tarefa de aperfeiçoar o processo de modelagem.

4) Construí um aparelho que consiste em uma caixa metálica, a qual contém um alimentador do tipo usual para estudos com ratos e cuja canequinha mergulha num depósito de líquido quando um eletroímã é ativado por um circuito elétrico. O circuito pode der fechado por uma minúscula alavanca vertical soldada a um eixo transversal, ao qual se prende a extremidade interna de uma pequena mola espiral ("cabelo") de relógio despertador. Essa mola assegura o retorno da alavanca à posição original sempre que esta é empurrada ou puxada. De todo esse dispositivo, apenas a extremidade superior da alavanca fica fora da caixa metálica, com altura de 4 mm acima da tampa plana da caixa na qual se abre uma fenda adequada para que o movimento da alavanca seja completamente livre. O bebedouro fica ao lado da extremidade superior da alavanca, a uma distância e 2 cm, como mostra a Figura 9.

Visto que o processo anterior de modelagem era complicado pela exigência inicial de um giro atrás da placa, procurei obter a pressão-à-alavanca reforçando quaisquer aproximação de sujeito a ela como primeiro passo do processo, sem exigir nenhum percurso especial do sujeito. Ao fim de 9 horas de aproximações sucessivas, uma nova abelha, "Fiorella I" emitiu, por fim, uma autêntica pressão-à-barra e comandou o primeiro reforçamento automático. Para estudar o progressivo aperfeiçoamento topográfico da resposta, mantive o comportamento sob reforçamento regular. Os contatos produzidos pelo sujeito eram transmitidos a um registrador cumulativo que produziu a primeira curva cumulativa de respostas, em Apidae, traçada automaticamente (Figura 10).

A principal característica dessa curva é a constância do ritmo de respostas em todos os momentos do registro ainda que sua duração fosse de 8 horas ininterruptas e contivesse mais de 900 reforços. Isso significava algo extremamente importante: a privação da abelha não osci-

lava nem se esgotava, ainda que o reforço fosse regular e abundante a cada resposta. Este fato indicava a possibilidade de estudar o processo de aprendizagem mantendo invariável a privação do organismo, por períodos de tempo longos e ininterruptos, algo muito difícil em estudos com mamíferos. A clássica contaminação da curva de aprendizagem por variações no nível e privação não existia no desempenho de "Fiorella I".

5) O estudo subsequente, com novo sujeito, "Isabella I" foi executado em condições semelhantes, com um aparelho que continha duas alavancas e se destinava a verificar efeitos do custo da resposta (peso das alavancas) e outras condições do aparelho. Como resultado, melhorou-se a técnica de modelagem e se verificou que pequenas variações no custo não determinavam preferências do sujeito por uma ou outra alavanca. Como esse trabalho estavam determinadas, por fim, as condições para um rigoroso estudo sobre discriminação, sem defeitos na operação de reforçamento, com uma resposta precisa e não ambígua e podendo-se empregar, eventualmente, um registrador automático das respostas.

Bastaria, para isso, manter o aparelho com dois *operanda* e associar, a cada um, uma cor (azul ou amarelo em peças de material plástico) e reforçar, seletivamente, as respostas emitidas na alavanca acompanhada da cor certa. Mas a esta altura o Departamento foi dissolvido e o trabalho se interrompeu.

Fiz um novo balanço dos resultados e dos defeitos verificados até então e cheguei às seguintes conclusões:

A) Quanto às condições experimentais:

1) O *operandum* apresenta as condições desejadas: é arbitrariamente associado ao reforço, preciso quanto ao custo e capaz de operar automaticamente e mecanismo de reforçamento; 2) O mecanismo de reforçamento assegura relações temporais precisas e efetiva eliminação de resíduos de alimento. Entretanto, ainda não se eliminou completamente a necessidade de enxugar à vezes a canequinha de alimento, quando, após ganhar uma dose de alimento, a abelha parte para a colmeia sem esgotar totalmente o conteúdo da canequinha; 3) Os recursos para regular o custo da resposta (peso) e o curso das alavancas funcionam a contento; 4) É possível registrar, automaticamente, em curvas cumulativas, as respostas certas e erradas; 5) Uma vez emitida uma resposta certa, o alimento permanece acessível por tempo indeterminado até que seja emitida nova resposta certa; 6) Todo o sistema pode funcionar eletricamente. Mas a apresentação de SD e SΔ deve ser ainda manual, no caso de se estudar uma discriminação com peças de material plástico colorido. O comando das trocas de posição dos estímulos discriminativos poderia ser automático se em vez de cores fossem empregadas luzes, de tal modo que, quando uma lâmpada se acendesse junto a uma das alavancas, ficaria apagada outra vizinha à alavanca restante. Mas seria então necessário determinar se as abelhas percebem diferenças de luminosidade e qual deveria ser a intensidade (e outras propriedades ótimas) dos estímulos luminosos.

B) Quanto ao comportamento das abelhas:

1) Uma abelha pode operar uma alavanca, embora o processo de modelagem dessa resposta seja um pouco longo; 2) Parece agora possível todo um programa de análise comparada do comportamento que confronte abelhas e ratos; 3) O treinamento de uma abelha pode durar por longos períodos pois não há evidências de saciação. A quantidade de treino consecutivo que se pode efetuar é virtualmente ilimitada; 4) Assegurando-se um reforçamento adequado quanto ao volume e à concentração de açúcar do líquido, o sujeito retorna inúmeras vezes à situação experimental com surpreendente regularidade; 5) A aprendizagem se processa sem qualquer restrição aos movimentos do animal e sem eliminar estímulos discriminativos de qualquer espécie. Mas, talvez isso se deva à extrema carência de outras fontes de alimento nos arredores. 6) Raramente a abelha interrompe por alguns minutos a série de visitas ao aparelho em consequência de desorganizações passageiras na colmeia. Os registros cumulativos de respostas por unidade de tempo ficam, portanto, contaminados de algum modo. Na verdade, ele deveria incluir apenas os períodos de presença do sujeito sobre o aparelho; 7) A topografia da resposta é relativamente variável, mas essa variabilidade se reduz após um grande número de emissões (cerca de 100).

Afora esses resultados havia uma observação sobre o encadeamento que, se cuidadosamente analisada, poderia iniciar a possibilidade de se estudar uma discriminação condicional em operárias de *Melipona rufiventris*. O encadeamento fora obtido sem o emprego sistemático de estímulos discriminativos específicos para cada resposta da cadeia. Mas a vista do túnel (ao terminar o percurso da rampa) podia muito bem ser um SD para penetrar nele. Esse SD estava presente todo o tempo, mas a resposta de atravessar o túnel só era emitida quando o sujeito terminava o percurso da rampa. Tratava-se, pois, se um SD que só era "obedecido" numa particular situação: quando outros estímulos discriminativos, exteroceptivos e/ou proprioceptivos se faziam presentes. Mas essa consideração só se fez muito mais tarde. A decisão de estudar a discriminação condicional deveu-se, principalmente, a outras razões: já não me interessavam mais estudar uma discriminação simples, após o sucesso do encadeamento em "Bambinella I", e quando já havia conseguido encontrar um organismo "imune" à saciação (dado o reforço utilizado) e um aparelho que, com poucos aperfeiçoamentos, permitiria condições de observação e controle análogas às que oferece uma caixa-de-Skinner das mais completas. Além disso, já estavam dominados alguns problemas do processo de discriminação simples em Apidae e a rapidez de aquisição levava a supor que as possibilidades de aprendizagens de uma operária *Melipona*, iam muito além do que mostravam os estudos iniciais.

Já se tinha conseguido nos trabalhos, mencionados, estudar o comportamento dos Apidae em várias situações: modelagem, reforçamento regular, reforçamento periódico em razões crescentes, reforçamento diferencial, encadeamento, modelagem de respostas manipulativas e diferenciações dessas respostas. Havia ainda outros resultados que transcendem às espécies ou gêneros dos sujeitos estudados, tais como: a ausência de saciação e o controle do comportamento em situações de completa irrestrição, com exposição do sujeito aos mais diversos estímulos discriminativos ocasionais e mesmo reforçadores e secundários, não controlados.

III – Estudos Preliminares sobre Discriminação Condicional

Entre os estudos com pressão-à-alavanca efetuados em Brasília e as primeiras tentativas de chegar a uma técnica adequada para obter discriminação condicional em operárias de *Melipona*, realizados em Ribeirão Preto, passou-se um período de 18 meses nos quais à falta de abelhas, estudamos o comportamento de ratos submetidos a discriminações complexas de estímulos luminosos.

Os animais eram colocados em uma câmara que continha duas barras, cada uma encimada por um disco translúcido que podia estar aceso ou apagado. Quando se acendia o disco vizinho à barra da direita, apagava-se o da esquerda, e vice-versa.

O alimento era dado apenas quando o sujeito pressionava a barra certa, encimada por luz acesa; assim se obtinha, após algumas horas, uma discriminação simples, na qual o sujeito apresentava elevado número de respostas junto à luz acesa e pouquíssimas emissões junto ao disco apagado.

Quando pensei em estudar a discriminação condiciona em Apidae colocou-se um problema fundamental: tal discriminação implicava que dentre dois estímulos discriminativos diversos, um ou outro podia ser SD ou SΔ na dependência de estar presente um terceiro estímulo ou ainda um quarto estímulo. Assim, era importante dispor de um par de "estímulos discriminativos de escolha", cujas funções de SD ou SΔ seriam intercambiáveis e um par de "estímulos discriminativos de referência", SA e SB, com funções constantes. Só eram conhecidos os efeitos de um dos pares: azul e amarelo, cuja apresentação seria dificilmente automatizável. Faltava outro par que poderia constar, à imitação dos estudos com ratos, de dois pequenos discos translúcidos que poderiam estar acesos ou apagados, alternadamente.

Qualquer progresso dependia de se verificar se as abelhas discriminavam entre lâmpada acesa e apagada e de se determinar experimentalmente as propriedades perceptuais ótimas dos estímulos luminosos. Parecia óbvio que as abelhas viam uma luz acesa, considerando-se as muitas abelhas que por vezes voavam ao redor das lâmpadas acesas, nas salas do Departamento. Mas restavam verificar se elas eram capazes de distinguir, de perceber diferentemente, quando fossem colocadas diante de duas lâmpadas de 6 V, de lanterna, uma acesa e outra apagada.

Para isso, foi utilizado o aparelho ilustrado na Figura 11 que servira anteriormente aos estudos sobre pressão-à-barra. O aparelho, após várias adaptações consiste basicamente em uma caixa metálica de forma semelhante a um paralelepípedo e que contém dois *operanda* ou alavancas verticais e um dispositivo automático de alimentação. A extremidade superior das alavancas atravessa a tampa plana do aparelho. O bebedouro fica situado entre as duas extremidades das barras, distante 1 cm de cada um. A esse aparelho ajusta-se um dispositivo completar: um suporte em forma de U contendo em cada braço uma lâmpada, como se vê na Figura 11. Cada lâmpada é envolvida por um tubo metálico e sua luz pode ser vista através de um visor de vidro multifacetado ("olho de boi").

O sujeito era inicialmente treinado a puxar qualquer das alavancas e obtinha, desse modo, o alimento no bebedouro. A seguir, apenas as pressões à alavanca encimada por luz acesa

eram reforçadas e assim se obtinha uma discriminação. Se a luz acesa estivesse ora sobre a barra esquerda, ora sobre a direita poder-se-ia admitir, dados os controles desenvolvidos até então, que a abelha discriminava entre lâmpada acesa e lâmpada apagada. Chegou-se a esse resultado (Pessotti, 1968), mas apenas depois de uma longa série de estudos nos quais foram alternadas várias propriedades dos estímulos: intensidade, tamanho da área iluminada, altura da luz em relação à tampa do aparelho em que pousava a abelha, distância entre as lâmpadas e as alavancas, contrastes de luminosidade entre SD ("olho de boi" aceso) e SΔ ("olho de boi" apagado), posições das luzes em relação à luz do vitral da sala.

Dispunha-se, portanto, de dois tipos (pares) de estímulos discriminativos: cores e luzes. Par chegar à discriminação condicional dependia-se de duas condições: cores e luzes. Para chegar à discriminação condicional dependia-se de duas condições: a capacidade do sistema nervoso das melíponas (que se suspeitava ser suficiente visto que Lopes (1961) mostrara que o cérebro das abelhas é bastante desenvolvido e que a razão entre peso do cérebro e o do corpo das abelhas é semelhante à que determinou para os seres humanos) e uma sequência correta de operações com os dois pares de estímulos, que deveria ser determinada experimentalmente.

Como primeiro passo era necessário tornar mais rápida a aquisição da discriminação simples entre luz acesa e apagada. De fato as abelhas a aprendiam, mas com longo treino (9 horas) e muitos erros (cerca de 30% ao final do treino).

Reduzindo o número de erros, por meio de operações mais acertadas seria reduzido o número de horas. Muitos erros eram devidos a pressões de intensidade insuficiente na alavanca certa (com luz acesa) seguidas de pressões à barra errada (com luz apagada); outros pareciam devidos ao reduzido contraste entre o disco iluminado e o seu fundo. Decidi então substituir o velho aparelho por um que contivesse alavancas muito mais sensíveis e no qual os dois "olhos de boi" ou discos translúcidos, ficassem sobre fundo preto, como se ilustra na Figura 12. O funcionamento do aparelho é ilustrado pela Figura 13.

Com esse aparelho consegui que uma operária *Melipona rufiventris* aprendesse mais rapidamente, em cerca de 6 horas, a discriminar entre os dois estímulos luminosos, mas o número de erros continuava elevado. Ademais, esta abelha foi uma só dentre dezoito: as restantes abandonaram definitivamente a situação experimental antes de atingir a discriminação, em diferentes momentos do treinamento. Parecia que os dois focos de luz eram muito pequenos. Quando a abelha pousava e pressionava apressadamente uma das barras, nem sempre o fazia com os olhos voltados para o fundo preto onde estavam SD e SΔ. Isso indicava a conveniência de aumentar o tamanho da área iluminada ou apagada a fim de que a diferença de luminosidade fosse percebida mesmo quando a posição dos olhos do sujeito não fosse ótima. Além disso, por excesso de corrente elétrica nos contatos, as alavancas ficavam frequentemente imobilizadas, pois os mesmo se soldavam mantendo fechado o circuito de modo tal que o alimentador mergulhado no fundo do aparelho e não subia até o bebedouro. Para corrigir esse defeito e para que os dois discos translúcidos fossem transformados em duas grandes "janelas", o aparelho foi encaminhado a uma demorada reforma.

Decidi, então, prosseguir os trabalhos com o aparelho anteriormente abandonado (Figura 11) cujas alavancas, embora mais pesadas, não apresentavam o citado defeito e com a precaução de só colocar as luzes, quando a resposta estivesse bem diferenciada quanto à intensidade. Obtive discriminação entre os estímulos luminosos em várias abelhas. Mas o plano de obter discriminação condicional implicava que o sujeito aprendesse que ora o SD seria a luz acesa, ora seria o disco apagado: era preciso obter inversão da discriminação. Isso foi obtido em uma abelha, (Pessotti, 1967d) dentre seis, após um treinamento de 4 dias. Essa abelha foi excepcional quanto à duração do treinamento e chegou a aprender inversões frequentes em que a luz acesa era SD por algumas horas e era SΔ, a seguir, por um período igual. Sempre que se passava de um período a outro o comportamento do sujeito se tornava desorientado e irregular até que a abelha aprendesse que a função dos estímulos fora invertida.

Em muitas tentativas efetuadas, quando ocorria a inversão, as abelhas desistiam de voltar à situação experimental e algumas passavam a colher néctar ou pólen fora da sala em fontes vizinhas. Apenas uma abelha, "Cleopatra I" resistiu a repetidas inversões.

Para reduzir os períodos de discriminação e de inversão a durações menores era necessário que o sujeito recebesse algum sinal preciso de que função dos estímulos fora intercambiada. Certo sinal deveria estar presente quando a luz acesa fosse SD e outro quando SD fosse a luz apagada. A estes sinais que serviriam de referência chamaremos, doravante, estímulos discriminativos de referência ou "*discriminanda* de referência". Tais estímulos seriam, obviamente, as duas cores – azul e amarelo – ou, mais precisamente, um pequeno tapete de material plástico amarelo (SA) e outro tapete de material plástico azul (SB).

Durante 11 dias, "Cleopatra I" passou por vários períodos alternados de SA e de SB. Na presença de SA (tapete amarelo) a luz acesa era SD e apagada tinha função de SΔ; nos períodos de SB, as funções dos "estímulos de escolha" eram intercambiadas: a luz acesa tornava-se SΔ e a apagada funcionava como SD. Após o início do emprego de SA e SB as inversões foram cada vez mais rápidas e ao cabo de 11 dias, podia-se alternar SA e SB a cada visita da abelha ao aparelho. Isto era nada menos que a primeira discriminação condicional obtida experimentalmente em Apidae, registrada nas curvas da Figura 14 e no Anexo 1.

Os resultados dessa fase de trabalhos, concluída com o sucesso de "Cleopatra I" levaram às seguintes conclusões provisórias:

A) Quanto às condições e operações experimentais:

1) Os dois *manipulanda* funcionam a contento, embora a resposta manipulativa ainda exija uma longa modelagem; 2) Os estímulos de escolha (SD e SΔ), luz acesa ou luz apagada, vistos através de discos translúcidos de vidro branco leitoso ("olho de boi"), são suficientemente diferentes para serem discriminados, mas talvez a discriminação fosse mais fácil se as áreas acesas e apagadas fossem maiores; 3) Os estímulos de referência, SA e SB, já estudados anteriormente funcionam a contento; 4) A sequência de operações para obter uma discriminação condicional em uma melípona parece ser, em princípio, a seguinte:

a) Modela-se pressão-à-barra;

b) Mantém-se a resposta em reforçamento regular até melhorar sua intensidade e topografia;

c) Passa-se a reforçar seletivamente apenas nas respostas dadas diante de SD (luz acesa);

d) Invertem-se as contingências de reforçamento diferencial passando-se a reforçar as respostas emitidas diante da luz apagada (que era SΔ e se torna então SD);

e) Encurta-se gradualmente a duração dos períodos de discriminação e de inversão;

f) Somente após algumas inversões, quando o sujeito já aprendeu que SD e SΔ são intercambiáveis, apresenta-se um dos estímulos de referência;

g) Nas inversões subsequentes das funções dos estímulos de escolha toma-se o cuidado de deixar presente SA (ou SB) enquanto a luz acesa é SD, e SB (ou SA) durante o período em que a luz apagada é SD;

h) A passagem de um período de SA a um de SB ou vice-versa deve ser feita quando o número de respostas certas for, pelo menos, o dobro do número de respostas erradas (pressões à barra encimada por SΔ);

i) Considera-se que a discriminação condicional está adquirida quando o sujeito acerta 2/3 das respostas em uma situação em que SA e SB são alternados a cada visita.

B) Quanto ao comportamento das abelhas:

1) Uma operária de *Melipona* pode aprender a discriminar entre luz acesa e luz apagada, operando seletivamente dois *manipulanda*; 2) Uma operária de *Melipona* aprende a inverter essa discriminação apenas em presença de um sinal específico (SA ou SB). E tais inversões podem ser feitas a intervalos curtos de tempo; 3) É possível obter discriminação condicional em operárias de *Melipona*; 4) A modelagem do operante inicial ainda é longa (cerca de 2 h); 5) A maioria dos sujeito deixa de voltar à situação experimental no curso do treinamento. Não se sabe que condições determinam isso, mas parece que as primeiras inversões e reversões da discriminação desorganizam muito o comportamento, e a maioria das "desistências" ocorre nos períodos imediatamente subsequentes ao intercâmbio de função dos estímulos de escolha; 6) Muitos erros parecem devidos à pouca visibilidade dos estímulos de escolha que continuam a exigir que a abelha dirija os olhos, mais ou menos exatamente, à posição dos discos aceso e apagado.

Dessas conclusões resultou a decisão de esperar a construção do aparelho mostrado na Figura 15, que apresenta no lugar dos discos ou "olho de boi", duas janelas retangulares de plástico leitoso atrás das quais ficam duas lâmpadas. Com isso, aumenta-se a visibilidade dos estímulos de escolha.

Tal aparelho permitiu obter discriminação condicional em apenas outra abelha, "Jezebel IV" (Anexo 2) dentre uma série de 24 abelhas. Todas as demais se afastaram da situação

experimental antes de se chegar à discriminação condicional. Dessas, apenas uma, "Fabiola X", chegou a efetuar repetidas inversões e reversões de função dos estímulos de escolha até um nível em que os estímulos de referência (SA e SB) eram trocados a cada 30 minutos. Todas as demais não chegaram a superar a segunda inversão e muitas se afastaram na primeira inversão.

Não obstante a longa série de insucessos, cada nova tentativa com um sujeito novo enriquecia a técnica de treinamento. Dentre as mencionadas abelhas "desistentes", varias serviram para provar modificações no processo de modelagem operante inicial e delas se distingue "Desdêmona II", com a qual foi possível encontrar uma técnica que reduziu notavelmente a duração do processo de modelagem.

A técnica usual consiste em operar o alimentador (reforçar) sempre que o animal emite uma resposta compatível ou parecida com o operante desejado. Uma vez ingerido o reforço, o sujeito tem à disposição a canequinha vazia, que não mergulha para trazer novo reforço até que nova resposta adequada seja emitida. Mas a presença da caneca vazia poderia muito bem ter o efeito de extinguir a resposta de procurar o bebedouro. Para manter o animal nas vizinhanças do bebedouro tentei uma operação simples que consistia em retirar a canequinha de alimento, enquanto a abelha estava ingerindo-o. O alimentador era novamente elevado somente quando a abelha efetuava alguma aproximação à alavanca, muito próxima ao bebedouro. Com esse recurso a modelagem de pressão-à-alavanca foi consideravelmente abreviada nos estudos subsequentes até que a sua direção se reduziu a cerca de 30 minutos.

Mais tarde, com "Jezebel III" a duração da modelagem foi reduzida a 15 minutos com o uso de um recurso novo: um pequeno "arco" formado por uma lâmina de alumínio dobrada de modo a formar uma espécie de cumeeira sustentada por duas paredes laterais verticais, com 2 cm de altura. As paredes ficam muito próximas às duas alavancas e impedem que a abelha vá ao bebedouro passando por trás delas.

Como mostra a Figura 15, as únicas vias de acesso ao bebedouro passam entre as alavancas.

Quando a abelha não tocasse nenhuma delas não recebia alimento e assim começava rapidamente a dirigir-se ao bebedouro passando por cima de uma ou outra alavanca e produzindo, portanto a ativação do alimentador. Com esse recurso consegui que nas tentativas seguintes nenhuma abelha abandonasse a situação experimental durante a modelagem. "Jezebel III" conseguiu aprender a discriminar entre luz acesa e luz apagada, com 60% de respostas certas, após 101 reforços dados SD. Entretanto, deixou definitivamente a situação experimental durante primeira inversão da discriminação, como várias outras abelhas, antes e depois dela.

Pensei que tantas "desistências" fossem devidas a uma desproporção entre a quantidade de alimento dado a cada acerto e a dificuldade do problema que a inversão significativa e por isso a canequinha foi substituída por outra de capacidade maior.

Essa alteração permitiu obter discriminação condicional na abelha seguinte, após 8 dias de treinamento. Mas o número de erros era elevado (35% ao final do último dia) e o tempo

de treinamento excessivamente longo. Era necessário aperfeiçoar as condições experimentais para reduzir o número de erros e o tempo de ensino, pois, de outro modo seria necessário contar com 8 dias consecutivos de tempo bom, sem chuvas e sem complicações no funcionamento da colmeia, para cada abelha que se procurasse treinar. Tal exigência significava virtualmente a impossibilidade de se estudar o problema da discriminação em um número maior de sujeitos submetidos a condições de treinamento comparáveis.

Uma série de experiências foi então empreendida para aperfeiçoar as propriedades perceptuais dos estímulos, as operações experimentais e a sequência delas.

Inicialmente julguei que se abreviaria o processo total se, logo após estar estabelecido o operante pressão-à-barra, fossem colocados dois estímulos de referência, simultâneos e ao mesmo tempo em que se ensinava a discriminação entre os estímulos de escolha (luminosos). Isto significava colocar dois discos de material plástico um azul e outro amarelo, cada um junto a uma das alavancas e fazer coincidir a presença da cor azul com o lado em que a luz estivesse acesa e a presença de amarelo com o lado que estivesse luz apagada sobre a alavanca. Quando se trocava a posição da luz acesa, os dois discos coloridos também tinham suas posições invertidas. Após várias tentativas com "Polinia I" verifiquei que essa técnica apenas complicava o trabalho do experimentador e do sujeito. De fato, ainda que a abelha começasse a pressionar o lado aceso com o disco azul e o apagado com disco amarelo, não havia nenhuma evidência de que ela estava escolhendo entre cores azul e amarelo, ou entre a luz acesa e a luz apagada que as acompanhavam, respectivamente. Minha operação tornava neutro um dos pares de estímulos.

Mas com essa abelha aprendi que os estímulos de escolha deveriam permanecer fixos, à direita ou à esquerda, por certo tempo antes de serem comandados por um programador de fita que, automaticamente, trocava a posição deles aos intervalos variáveis (com duração aproximada de 3 minutos). Essas trocas rápidas de posição, no início da discriminação ou de uma inversão desorientavam muito o comportamento da abelha e determinava grande número de erros e demoras da abelha em retornar da colmeia ao aparelho. Concluí, então, que aí estava um dos fatores de erros, de demoras e de desistências.

Após outras "desistências", ocorridas apesar das alterações mencionadas, notei que algumas abelhas abandonavam a situação experimental mesmo antes de qualquer dificuldade especial da tarefa. Além disso, tornava-se difícil iniciar o treinamento de novas abelhas obtendo que viessem buscar alimento sobre a mesa ou no bebedouro, mesmo antes de se iniciar a modelagem de pressão-à-alavanca. Era época da florada do assa-peixe, rico em néctar com alto teor de açúcar e abundante nas vizinhanças da sala, sendo que um é dessa planta encontrava-se a apenas 1,50 m da janela em que se acha instalada a colmeia. Esse era outro fator das desistências: o néctar do assa-peixe era um reforço de grandeza maior que o alimento obtido no aparelho experimental, e competia poderosamente com o processo de condicionamento, embora fosse obtido por respostas cujo custo poderia ser talvez maior que o da pressão-à-alavanca. Para superar a atratividade das flores havia duas alternativas: reduzir o custo da resposta que no novo aparelho já era mínimo, ou aumentar a quantidade do reforço, não mais em volume (que já fora duplicado), mas em concentração de açúcar no xarope.

Assim, o alimento passou a conter 55% de açúcar em vez de 48%. A partir de então foi muito fácil iniciar o treino de novas abelhas sempre que alguma desistisse no início de qualquer inversão ou reversão de discriminação; por outro lado, a persistência das abelhas foi consideravelmente aumentada e assim se podia contar com a presença delas à mesa de experimente por vários dias consecutivos. Isso era essencial para que o treino se prolongasse até o nível da discriminação condicional. Tivemos, a partir de então, o treinamento de duas abelhas, "Melina I" e "Melina II". Cada uma trabalhou por 5 dias e ao fim do período apresentavam ainda dificuldades, a cada intercâmbio de função dos estímulos de escolha.

Havia progressos, mas o número de erros, a casa inversão ou reversão, era ainda elevado. A sequência de operações parecia ser acertada, mas algum fator de erros perdurava e deveria resultar das propriedades do equipamento. Talvez os estímulos de referência, os de escolha, ou a disposição das alavancas.

Os estímulos de referência já haviam sido aperfeiçoados desde o estudo com "Cleopatra I", pois em vez de dois pequenos tapetes coloridos, retangulares, de 3 a 5 cm, usavam-se agora dois discos grandes com diâmetro de 9 cm sendo um azul (SB) e outro amarelo (SA), empregados alternadamente. Os estímulos de escolha não eram mais os "olhos de boi" com diâmetro de 1 cm, mas duas janelas de plásticos leitoso, retangulares, de 3 x 2 cm. Tinham ainda o defeito de só serem visíveis se a abelha estivesse com a cabeça voltada para o fundo preto em que se localizavam. Mas "Jezebel IV" mostrara que era possível obter a discriminação condicional com tais estímulos de escolha ou de referência, embora o número de erros fosse grande, mesmo ao fim do treinamento.

Decidiu-se, em consequência, observar melhor o comportamento das abelhas quando pressionavam as alavancas.

Na maioria das suas visitas ao aparelho os sujeitos pressionavam ambas as alavancas, ao menos uma vez cada uma. Ás vezes, a primeira resposta era errada e a abelha pressionava a seguir a alavanca encimada por SD. Essa "correção" dos erros às vezes se dava antes de procurar alimento no bebedouro e, em algumas ocasiões, após havê-lo procurado. Algumas visitas apresentavam o defeito inverso: o sujeito errava após haver pressionado a alavanca certa, passando de uma alavanca à outra antes de procurar xarope no bebedouro. Ambos os casos indicavam aquisição de *encadeamentos*.

Em outras visitas o sujeito pressionava repetidas vezes a alavanca errada e, por vezes, essa série de pressões se prolongava até que a alavanca escolhida se tornasse certa (quando o programador de fita passava SD para o lado dessa alavanca).

Repetidas observações levaram a concluir que a maioria dos erros se devia a dois tipos de condicionamento "parasítico". A abelha, de fato, aprendia a pressionar as duas alavancas em série como se o reforçamento fosse contingente a uma sequência de pressões não reforçadas a uma das alavancas e que terminava, às vezes, por uma resposta reforçada. Em tais casos tínhamos uma perfeita *razão variável*.

Tanto os encadeamentos, como as razões variáveis eram comportamentos difíceis

de extinguir e implicavam sempre em um alto número de erros. Para baixar a frequência desses comportamentos tentamos colocar uma barreira entre as duas alavancas. A barreira era de acrílico incolor, transparente, com 3 cm de altura para que os estímulos luminosos fossem visíveis através dela. Surpreendentemente, esse recurso aumentava o número de razões variáveis e não impedia os encadeamentos direita-esquerda ou esquerda-direita: a abelha pressionava uma alavanca, galgava a barreira e pressionava, então a outra.

Sempre que o sujeito iniciava uma visita com uma resposta errada, devia fazer um esforço adicional, para passar à outra alavanca, mas mesmo com esse aumento de esforço, os erros continuavam. Parecia que se estava diante de uma variável nova que seria a necessidade de efetuar um esforço adicional sempre que a visita começasse com pressão na alavanca errada: era o "custo-erro". Se após cada erro se exigisse um esforço muito maior do que galgar a barreira, seria, talvez, possível eliminar as cadeias e as razões variáveis supersticiosas.

Para facilitar o processo de modelagem do operante inicial as duas alavancas haviam sido colocadas bem próximas ao bebedouro, o que as tornavam muito vizinhas uma da outra (Figura 15). Tornava-se assim muito fácil para o sujeito a passagem de uma à outra e como o peso de ambas era mínimo, tinha-se um baixo custo da resposta e um baixo custo adicional consequente ao erro. Aumentei o custo das respostas (peso das alavancas) sem obter qualquer melhora na técnica. Decidi então alterar substancialmente o aparelho experimental de modo a tornar regulável o "custo-erro". O aparelho tinha um único bebedouro central que tornava difícil distanciar, consideravelmente, uma barra da outra; e pretendia-se controlar o "custo-erro" alternado livremente a distância entre os dois *manipulanda* de modo a que, após cada erro, a abelha efetuasse um voo, de distância regulável, até a alavanca certa.

Era necessário não mais um alimentador que pudesse ser operado por duas alavancas próximas, mas dois aparelhos cada um com uma alavanca e um alimentador e isolados um do outro para que se pudesse se alterar livremente a distância entre ambos. Eu partia da ideia de que as cadeias supersticiosas não se estabeleceriam ou seriam facilmente enfraquecidas se entre uma e outra resposta se exigisse um "longo" voo. Para evitar as razões variáveis bastaria que o "estímulo de escolha" certo (SD) permanecesse fixo em cada um dos lados (em cada um dos aparelhos) por algum tempo, no início da discriminação e das primeiras inversões. Só depois, as posições das luzes acesa e apagada, seriam comandas automaticamente, passando de um a outro lado com certa rapidez. Desse modo, sempre que a abelha iniciasse uma razão variável junto à alavanca errada (junto a SΔ) terminaria por deixar essa alavanca e passaria à outra, pois não obteria alimento junto à primeira, por maior que fosse a sequência de respostas ali emitidas.

Para efetuar essas operações construíram-se dois aparelhos que serão descritos e ilustrados adiante. São duas caixas metálicas, cada uma contendo um alimentador e um respectivo bebedouro. Junto ao bebedouro, cada uma tem uma alavanca vertical, levíssima, que quando operada pode comandar o alimentador por meio do circuito elétrico. Os dois aparelhos são praticamente idênticos e a distância entre eles pode ser alterada livremente entre 0 e 120 cm. Nesses aparelhos, a posição dos estímulos de escolha (luminosos) é diversa da que tinha

no aparelho usado até então. Ao invés de janelas verticais de plástico leitoso, temos agora em cada aparelho uma ampla área de pouso, retangular, de 5 x 6 cm, de material plástico leitoso e translúcido. As lâmpadas que ficavam atrás das janelas agora se localizam sob a superfície em que pousa a abelha através da qual emerge a ponta da alavanca. SD e SΔ são agora as próprias áreas de pouso dos aparelhos (pisos). Com isso se pretendia que a luz acesa ou apagada fosse visível sempre, independentemente da posição em que se achasse o sujeito, o que não ocorria com as duas janelas.

Com melhores estímulos discriminativos e com recursos para evitar os erros devidos a condicionamentos parasíticos, acreditava-se que a obtenção sistemática de discriminação condicional em várias abelhas só exigiria dali por diante um refinamento da sequência de passos do processo de treinamento e dos critérios de passagem de uma a outro passo.

IV – Estudos Preparatórios com o Aparelhamento Final

A sequência de procedimentos no início desta nova fase de trabalhos era, em princípio, a seguinte:

1) Apresentava-se uma bandeja de alimento à porta da colmeia e marcava-se uma abelha com macha colorida; 2) A bandeja pouco a pouco distanciava até ser colocada sobre a mesa a 1,50 m de distância da colmeia; 3) A seguir, a bandeja era colocada sobre um dos dois aparelhos e mais tarde removida; 4) Nas visitas subsequentes a abelha achava alimento sobre a superfície de pouso ou "piso" do aparelho (área de plástico leitoso); 5) Após algumas visitas o alimento só era encontrado no orifício central (bebedouro) da área de pouso; 6) Dados uns cinco reforços nessa situação, passava-se à modelagem de pressão-à-alavanca exigindo-se, então, várias aproximações sucessivas da abelha até que se obtinha uma primeira pressão do sujeito; 7) Para encurtar o treinamento a modelagem era feita já na presença de SD (luz acesa sob área de pouso) e, para facilitar o trabalho da abelha, o outro aparelho permanecia coberto por um pano até serem obtidas cinco respostas; 8) Cobria-se o aparelhos até então utilizado e se passava o SD (luz acesa) ao outro aparelho agora descoberto, e prosseguia até obter cinco respostas; 9) Deixavam-se descobertos dois aparelhos com uma distância de 10 a 15 cm entre ambos e mantinha-se SD fixo em um dele até que, em cinco visitas consecutivas, o sujeito se dirigisse inicialmente ao lado certo e ali pressionasse a alavanca, mesmo que a seguir se dirigisse ao aparelho errado (que continha SΔ); 10) Passava-se SD ao outro aparelho e se esperava até obter cinco visitas consecutivas iniciadas por escolha desse aparelho (resposta certa); 11) Alternava-se a posição de SD de um a outro aparelho, a cada visita da abelha, até se obter cinco respostas certas no início das visitas em cada um deles; 12) Obtidas essas respostas certas iniciais, as trocas de posições de SD e SΔ eram automatizadas e se faziam a intervalos variáveis de cerca de 80 segundos, podendo então ocorrer uma troca entre uma visita e outra ou durante uma visita, entre uma resposta e outra; 13) Prosseguia-se até obter-se 2/3 de acertos em um total de, pelo menos, 100 respostas iniciais ou não, isso é, emitidas no início de uma visita ou após a resposta inicial; 14) Passava-se então a primeira inversão da discriminação, alternando os circuitos elétricos de modo que então só as pressões à alavanca que estivesse junto à luz apagada

eram reforçadas. As trocas de posição dos estímulos de escolha continuavam automaticamente a intervalos variáveis de cerca de 80 s; prosseguia-se até que (após muitos erros e longo tempo) a abelha apresentasse 2/3 de respostas corretas em pelo menos 100 pressões, iniciais ou não; 15) Passava-se à primeira reversão, voltando-se à situação precedente à inversão: reforço dado junto à luz acesa, com mudanças automáticas das posições dos estímulos de escolha; mas essa primeira reversão era acompanhada da primeira cor ou estímulo de referência (SA) constituído por um anel plano de material plástico amarelo que circundava a área de pouso (iluminada ou não) em cada aparelho; 16) Atingido o critério usual de 2/3 de acertos retiravam-se as peças amarelas e colocavam-se nos dois aparelhos dois anéis de cor azul (SB); repetia-se a fase de inversão e se prosseguia de modo que quando os anéis coloridos fossem azuis (SB), o reforço fosse apenas junto à alavanca que tivesse luz acesa e quando tais anéis fossem amarelos (SA) fossem reforçadas apenas as respostas emitidas junto à luz apagada; 17) Após 15 ou 20 intercâmbios de funções dos estímulos luminosos, ou seja, após 15 ou 20 passagens de SA a SB ou vice-versa, tentava-se uma prova de discriminação condicional que consistia em alternar SA e SB regularmente, a cada visita da abelha, exigindo-se 2/3 de respostas corretas em pelo menos 100 escolhas ou respostas (iniciais ou não).

Com essas operações e com o aparelhamento descrito foram efetuados 10 experimentos preliminares que indicaram a necessidade de vários aperfeiçoamentos no equipamento e na técnica de trabalho. Em quase todos, o treinamento do sujeito foi interrompido antes de se chegar à prova final da discriminação condicional. Essas tentativas são resumidas a seguir, com menção dos aspectos mais significativos de cada um.

Estudo nº 1 – Este trabalho teve por sujeito "Urania I" que apresentou grandes dificuldades no processo de modelagem de operante inicial. Como a área de pouso era bastante ampla, o sujeito despendia muito tempo procurando alimento em diversos pontos dela e apenas esporadicamente efetuava uma aproximação à alavanca. No aparelho anterior, o arco de alumínio restringia essas caminhadas dispersivas e permitia, em pouco tempo obter passagens da abelha à alavanca ou sobre ele. Por isso coloquei sobre a área de pouso de cada aparelho duas peças: uma "guia" de lata dobrada que apenas reduzia o espaço livre a um dos lados da alavanca e uma "baliza" vertical que ficava próxima à alavanca, no lado oposto, como mostram as Figuras 19 a 24. Desse modo a alavanca entre as duas peças e sempre que a abelha passasse entre ambas a alavanca era, necessariamente, acionada por ela. O processo de obtenção das primeiras operações sobre a alavanca foi assim consideravelmente abreviado e nos estudos seguintes demorava apenas entre 8 e 12 minutos, aproximadamente. Essa abelha deixou o treinamento durante o primeiro período de discriminação.

Estudo nº 2 – Afora a notável rapidez da modelagem inicial a abelha estudada, "Urania II", permitiu calibrar com mais precisão os intervalos de tempo em que eram trocadas as posições dos estímulos de escolha. Seu treinamento foi interrompido ao 6º dia, por ter sido perturbado por vários fatores: chuva, falta de energia elétrica e desorganização da colmeia por um ataque de formigas. As alterações do trabalho normal da colmeia às vezes impedem o re-

torno da abelha aos aparelhos por períodos longos e assim os sucessivos reforços ficam muito espaçados e, consequentemente, se retarda a aprendizagem.

Com o sujeito seguinte, "Terpsícore I", consegui obter numerosos intercâmbios de estímulos: SA e SB eram alternados a intervalos de 30 minutos, aproximadamente. Mas esse êxito coincidiu com data de provas escolares e se interrompeu o trabalho.

Os resultados mostraram que os novos aparelhos funcionavam a contento e que os controles experimentais impediam efetivamente os condicionamentos parasíticos já mencionados. Mas quando a distância entre os aparelhos era grande (50 cm ou mais), a abelha fazia muitas tentativas de obter reforço no bebedouro sem pressionar a barra. Isto indicava que eventualmente sobrava algum resíduo de líquido na canequinha após a ingestão do reforço. A glossa da melípona, bastante flexível, podia atingir resíduos existentes sob o fundo da canequinha e cuja remoção com algodão era impraticável. Foi então necessário modificar os alimentadores dos dois aparelhos de modo a obter que as canequinhas permanecessem elevadas sob os bebedouros apenas durante alguns segundos imediatamente posteriores à emissão da resposta certa. O equipamento permitia manter um impulso elétrico por períodos que variavam de 0 a 15 s. Em cada aparelho foi colocado um eletroímã que, após 15 segundos, fazia mergulhar novamente a canequinha e assim ficou definitivamente dispensada a operação manual de remover resíduos de alimento. Entretanto, essa alteração impedia a abelha de abastecer totalmente o papo com um ou dois reforços (uma ou duas doses). Antes que ela esgotasse o conteúdo da canequinha, esta era removida para o fundo do aparelho e assim o sujeito devia emitir mais de uma resposta certa (três, em média) para abastecer totalmente o papo.

Às vezes, após um primeiro reforço, a posição de SD era mudada e então a abelha só obtinha novo reforço se pressionasse a alavanca de outro aparelho. Essas condições não foram alteradas de então em diante, pois eram importantes para impedir respostas (certas ou erradas) devidas à posição (direita ou esquerda) dos aparelhos. É interessante notar que a este ponto o sistema de alimentação é mais semelhante ao que se utiliza costumeiramente em experimentos com pombos e se diferencia do tipo usado com ratos.

Estudo nº 3 – Três abelhas foram treinadas, a seguir, para uma prova do novo sistema de alimentação: "Clio I", "Clio II" e "Yara I". As duas primeiras permitiram fixar 15 segundos o período de presença da canequinha sob o bebedouro. Aparentemente esse período deveria ser um pouco mais longo, mas o equipamento disponível não permite prolongá-lo. A terceira abelha abandonou o treinamento no 5º dia e não permitiu qualquer experiência nova.

Estudo nº 4 – Neste trabalho com "Calíope I", consegui, finalmente, submeter à prova toda a sequência de operações descrita acima e, ao cabo de 5 dias apenas, obtive a primeira discriminação condicional resultante de um programa preciso de operações, envolvendo uma sequência determinada de passos, com critérios precisos para a passagem de um a outro. Neste estudo foi refinado o critério da prova final. Ao invés de alternar SA e SB a cada visita da abelha, a apresentação desses estímulos de referência (e os respectivos intercâmbios de função

dos estímulos de escolha) seguia uma sequência casual. Assim, após uma visita com SA poderia haver nova visita com SA ou uma visita com SB. Isto impedia uma distorção, pouco provável, nos resultados e que não se procurara evitar nos dois sucessos anteriores com "Cleopatra I" e "Jezebel IV".

Poder-se-ia dizer que essas duas abelhas superaram a prova final porque aprenderam que após cada visita com SA, cor amarela, em que SD era luz acesa, ocorria uma visita com SB, cor azul, na qual SD era a luz apagada. Os resultados de "Calíope I" não eram passíveis de tal interpretação. Esta abelha mostrou a necessidade de outra alteração no critério de prova final: até então não se havia levado em conta, para efeito de registro, a diferença entre o acerto ou erro inicial (no começo da série de respostas, que constituíam uma visita) e o acerto ou erro subsequente à resposta inicial.

Na prova final de "Calíope I" considerou-se que os acertos subsequentes a um erro inicial não deveriam ser considerados para avaliar sua aprendizagem. Ao final do 4º dia de treinamento, submetia à sequência casual de mudanças dos estímulos de referências (SA e SB) a abelha efetuou 140 visitas das quais apenas 31 eram iniciadas por erro; as 109 restantes eram iniciadas por respostas certas.

Estudo nº 5 – As tentativas seguintes foram feitas com três sujeitos "Calíope II", "Calíope III" e "Calíope IV", dos quais o último chegou até a prova final da discriminação condicional, mas teve um baixo rendimento nela. Para os três sujeitos, eu mantive as condições experimentais provadas no estudo anterior com "Calíope I". Apenas um aperfeiçoamento foi conseguido nesses três casos: no espaço vazio existente entre os dois aparelhos, eu coloquei um retângulo de material plástico, com a mesma cor dos anéis que constituíam SA (amarelo). Nos períodos de SB (anéis azuis) o retângulo era trocado por azul, de iguais dimensões, 13 cm de base por 6 cm de altura. Um suporte de metal mantinha o retângulo em posição semelhante à de uma partitura musical na estante. Várias posições diferentes foram provadas e esta pareceu a mais conveniente para facilitar a visibilidade das cores. Os anéis colocados no piso dos aparelhos ficavam sempre em posição de plano horizontal; com o emprego do retângulo colorido (azul ou amarelo) a cor ficava visível também num plano "vertical". Daí em diante SA passou a designar um par de anéis coloridos de material plástico amarelo e um retângulo da mesma cor, SB passou a designar um par de anéis e um retângulo azul. Tais peças serão ilustradas adiante no relatório do experimento final (Figuras 28 e 29).

Estudo nº 6 – Com "Flaminia I" foi finalmente experimentado o arranjo experimental final. A situação era basicamente a que se apresentara no estudo anterior, com "Calíope IV", embora no curso do treino desse último sujeito as condições fossem ligeiramente alteradas. Visto que a presença de uma cor visível também no plano vertical dera bons resultados, resolvemos fazer o mesmo com os estímulos luminosos. As áreas de pouso de plástico leitoso difundiam muito bem a luz que se acendia sob elas, mas essa difusão era feita somente no plano horizontal. Vários sistemas foram provados e se encontrou por fim um meio satisfatório de

difundir a luz na vertical de modo a que pudesse ser vista de qualquer direção. Dois ralos de pia, de material plástico branco-leitoso e translúcido, voltados com o fundo para cima, foram colocados, um em cada aparelho, sobre o piso de plásticos (área de pouso). Essas duas peças, denominadas "torres", difundem muito bem a luz que se acende sob elas, tornando-a visível no plano vertical, a partir de qualquer direção.

O estudo de "Flaminia I" conduziu também a uma definição mais precisa de critérios de avaliação da aprendizagem, para efeito de passagem de outra fase de treinamento. Não se exigiria mais 2/3 de acertos em cada fase, mas certo número de acertos *iniciais* em visitas *consecutivas* ou "acertos iniciais consecutivos", distribuídos entre os dois *operanda*.

Uma alteração importante na técnica foi experimentada nesse estudo: a modelagem do operante inicial nos estudos precedentes era feita na presença de luz acesa e assim se treinava a discriminação simultaneamente ao aperfeiçoamento da topografia da resposta ganhando-se, desse modo, uma etapa no treinamento. Fazia-se a seguir uma inversão da discriminação e depois uma reversão da situação já na presença de um estímulo de referência, SA (amarelo) ou SB (azul). Com "Flaminia I" colocamos a primeira cor já durante a primeira inversão da discriminação e assim se suprimiu mais uma etapa no treinamento. Esse sujeito permitiu a primeira prova completa das condições experimentais e das operações que foram empregadas no experimento final. "Flaminia I" conseguiu aprender a discriminação condicional somente ao fim de 8 dias de ensino, mas seu desempenho foi bastante perturbado por diversas alterações das condições experimentais, efetuadas para provar operações e critérios de avaliações.

Após esse estudo tinha-se, por fim, um arranjo experimental adequado e um programa preciso de operações para obter discriminação condicional em melíponas. Seria necessário obtê-la em um grupo de sujeitos para verificar a eficácia da técnica final já suficientemente refinada a esta altura dos trabalhos.

Não era novidade conseguir uma discriminação condicional em um animal, mas era um desafio poderoso a ideia de obtê-la em 10 sujeitos (Apidae), em uma situação experimental "aberta" na qual os recursos de técnica deveriam ser muito refinados para competir com estímulos reforçadores e discriminativos aos quais ficavam completamente expostos os sujeitos. A ação perturbadora desses estímulos seria tanto mais provável quanto maior fosse a dificuldade encontrada pelos sujeitos ao longo do treinamento e devidas às imperfeições da técnica.

SEGUNDA PARTE

"Um sábio antigo concluiu que as abelhas são, dentre os animais, os mais próximos do homem no desempenho das suas atividades..."

Maqrîzî, 49r (sec. XV d.C.)

(citado por Fahd, T. in Chauvin, R. – 1968).

Introdução

Estudos anteriores de Pessotti sobre discriminação simples em Apidae (1967a) mostraram que as abelhas adquirem rapidamente uma discriminação simples entre duas cores: azul e amarelo. Em outros trabalhos (1967, 1968) obtive pressão-à-barra em *Melipona* e um encadeamento de quatro operantes (1964, 1965). Mais tarde demonstrarei que as abelhas aprendiam a discriminar entre duas lâmpadas, uma acesa e outra apagada operando seletivamente duas alavancas (1968). Mostrei também que uma *Melipona rufiventris* é capaz de efetuar rápidas inversões de discriminação (1967d).

O presente estudo deriva de todos esses resultados e nele se mostra que em, pelo menos, 10 melíponas foi possível obter um comportamento complexo que consiste em: pressionar seletivamente, dentre duas alavancas, ora uma ou outra, discriminando entre dois estímulos luminosos, simultâneos (SD e SΔ) cujas funções são intercambiáveis, segundo uma sequência casual de apresentações sucessivas de dois estímulos de referência – SA e SB – peças de cor azul ou amarela. Assim, dado SA (amarelo) a luz acesa tem função de SD enquanto a luz apagada funciona como SΔ. Ao final, os estímulos de referência (SA e SB) são trocados a cada visita da abelha os *operanda* numa sequência casual. Simultaneamente, as funções dos estímulos luminosos são intercambiadas.

Este estudo parece ter atingido o nível mais alto de complexidade de um comportamento aprendido em Apidae, produzido sistematicamente, em laboratório. O equipamento, as propriedades dos estímulos de escolha (SD e SΔ) e dos estímulos de referência (SA e SB), as operações experimentais e os critérios de avaliação foram melhorados ao longo de 6 anos de verificações experimentais. Não se encontrou nenhum trabalho anterior sobre discriminação condicional em Apidae e é bastante sumária a bibliografia sobre a plasticidade do comportamento desses organismos. Em 1966, Bermant & Gary obtiveram inversão de uma discriminação de cores em grupo de operárias de *Apis mellifera* dentro de um corredor, com tampa de "*plexiglass*", ligado à colmeia. A resposta era entrar em um compartimento que continha uma vasilha de alimento ou no compartimento errado, vizinho ao primeiro e sem comida. A técnica desses autores não serviu, ao presente estudo, pois não inclui nenhuma resposta manipulativa; não permite uma análise do comportamento individual e não serve para uma situação experimental "aberta" em que o sujeito fica exposto a inúmeros estímulos discriminativos e reforçadores independentes das operações experimentais. Ademais não se emprega no mencionado experimento qualquer estimulo de referência, mas só os *discriminanda* de escolha cujas funções eram repetidamente intercambiadas. O estudo de Bermant & Gary (1966) representa, entretanto, o primeiro experimento sistemático desde 1950 sobre inversão de discriminação em Apidae. Diversas espécies foram submetidas a inversões antes e depois de tal estudo e em muitos experimentos colocou-se o problema que se convencionou chamar "*overtraining reversal effect"* ou *ORE*. A rapidez com que um sujeito inverte uma discriminação depende estreitamente do critério exigido para iniciar a inversão. Alguns critérios implicam um supertreinamento da discriminação simples antes de se iniciar o treino de inversão e acarretam um retardamento da aprendizagem de inversão, segundo alguns experimentos.

Outros estudos demonstram um efeito positivo do supertreinamento sobre a rapidez de aquisição da inversão. D'Amato & Jagoda (1961) obtiveram resultados que demonstram que ratos submetidos ao supertreinamento invertem mais depressa a discriminação do que outros ratos não submetidos à superaprendizagem da discriminação original.

Gollin (1964) concluiu que o supertreinamento dificulta a inversão, em crianças de 3 anos e meio a 4 anos, mas facilita a inversão em crianças de 4 e meio a 5 anos. Sitterley & Capehart (1966) em um estudo com sujeitos humanos, concluíram que o supertreinamento pode ter algum efeito sobre a inversão, mas uma quantidade maior de supertreinamento não implica efeito mais intenso sobre a rapidez de inversão.

Hooper (1967) obteve resultados de diversos grupos de ratos e os interpretou como evidência de que a superaprendizagem facilita a transferência da discriminação aprendida para situações em que se apresentam novos objetos, mas tal efeito depende da função discriminativa desses objetos. Para empregar a terminologia que será utilizada mais adiante, pois pode-se dizer que a facilitação da transferência encontrada por Hooper ocorre quando novos objetos funcionam como "*discriminanda* de referência" e não quando têm função de "*discriminanda* de escolha".

Em um experimento sobre discriminação de cores com pombos, Williams (1967) concluiu que o supertreinamento proporciona uma rápida redução de erros surgidos durante a inversão de discriminação, mas atribui tal efeito ao procedimento experimental empregado que não permitia correção de erro durante o treino. Por outro lado, vários experimentos demonstram que o supertreinamento retarda a aprendizagem da inversão. D'Amato (1962) observaram em ratos que o supertreinamento retarda a inversão quando o treinamento original inclui escolhas forçadas do estímulo discriminativo "positivo" a inversão subsequente não é facilitada. Hill & Spear (1963) submeteram ratos a 140 treinos além do critério de discriminação simples, em um labirinto em T e concluíram que esses animais necessitavam muito mais treinos na fase de inversão, do que outros ratos, não submetidos ao supertreinamento.

Também Clayton (1963a) em um estudo com ratos demonstrou que o supertreinamento da discriminação original retarda a inversão que tal efeito negativo é maior quando se apresentam estímulos irrelevantes durante a inversão. Em outro estudo, Clayton (1963b) observou, ainda em ratos, que o supertreinamento retarda significativamente a aquisição da inversão no início da mesma, embora não afete o número médio de treinos necessários para atingis o critério de inversão. Uma conclusão semelhante foi apresentada por Coleman & Havlena (1965) cujos resultados permitem atribuir ao supertreinamento um aumento do número de erros iniciais durante a fase de inversão. Igualmente D'Amato (1965) em um estudo com macacos chegou a resultados que mostraram um retardamento da aquisição de inversão, principalmente no seu início, na presença de uma dimensão de estímulos irrelevante, como efeito do supertreinamento da discriminação original. Foi observado, em pombos, por Schade & Bitterman (1965), que o supertreinamento retarda a inversão de discriminação de cores. Mackintosh & Mackintosh (1964) observaram, em polvo, que o supertreinamento, diante de um problema, dificulta a aprendizagem de um problema semelhante e que aumenta a tendência a responder aos estímulos relevantes.

Outros experimentos demonstraram que o supertreinamento não afeta a inversão da discriminação. Hughes (1964) estudando furões (*ferrets*) concluiu que o supertreinamento ou a superaprendizagem não tem efeito sobre o comportamento durante a inversão, mas quanto ao número de treinos para aquisição da inversão, nem quanto ao número de erros. O estudo de Uhl (1964) levou à conclusão de que o supertreinamento não afeta a inversão da discriminação e que a atuação deste poderia depender da importância que tem, na formação e no supertreinamento da discriminação, o comportamento de observação.

Tighe, Brown & Youngs (1965) notaram, em ratos, que a passagem (*shift*) de uma situação estimuladora à outra, não é afetada pelo supertreinamento na primeira. Concluíram também que a aprendizagem de uma situação em que o reforço é contingente a uma dimensão de estímulo, previamente irrelevante, é mais rapidamente que a obtida quando, na nova situação, o reforço é contingente a um estímulo previamente irrelevante.

Tighe & Tighe (1965), estudando crianças de 6 anos, concluíram que o supertreinamento não tem efeito sobre a passagem de uma situação estimuladora a outra em que se apresentam estímulos discriminativos diversos. Hyrayoshi & Warren (1967) realizaram um experimento no qual eram propiciadas condições que poderiam favorecer a ação do supertreinamento sobre a aquisição da inversão e concluíram que tal ação não se verificou.

Não encontramos na literatura especializada nenhum trabalho sobre discriminação condicional em Apidae e mesmo em Insecta, de 1950 a 1968 (agosto) e é pouco provável que antes de 1950 exista algum trabalho desta natureza. São poucos os trabalhos sobre discriminação condicional em sujeitos humanos ou em animais e mesmo na área de inversão de discriminação, um problema correlato, não é muito abundante a literatura.

North & Lang (1961) obtiveram discriminação condicional em nove dentre 12 ratos. Empregaram combinações de estímulos como *discriminanda* de funções constantes (estímulos de referência) e elementos dessas combinações como *discriminanda* de funções intercambiáveis (estímulos de escolha). Infelizmente, o emprego de combinações e elementos como estímulo é relativamente difícil quando se apresenta SD e SΔ simultâneos, como ocorre no presente estudo, e por isso a técnica dos mencionados autores não pode ser aplicada fielmente no estudo que se descreverá a seguir. Em um estudo com macacos *Rhesus*, Warren (1964) observou que alguns de seus sujeitos foram capazes de aprender uma discriminação condicional com pouquíssimos erros.

Gollin (1965) obteve discriminação condicional em crianças de "Jardim da Infância" e identificou alguns fatores que afetam o desempenho dos sujeitos: número de apresentações dos estímulos de referência, distribuição temporal dos procedimentos de treinamento e idade dos sujeitos. As crianças mais novas, de 3 e meio a 4 anos, não aprenderam a discriminação condicional embora houvessem superado a fase precedente de inversão de uma discriminação original. Em outro estudo, Gollin (1966) concluiu que crianças de 37 a 42 meses não aprenderam uma discriminação condicional e nem mesmo a inversão, de uma discriminação.

I – Problema

Verificar a eficácia das condições e procedimento experimentais abaixo descritos, para obter discriminação condicional em 10 *Melipona* (*Micheneria*) *rufiventris*.

II – Sujeitos

Dez abelhas operárias, adultas, campeiras, *Melipona* (*M.*) *rufiventris* marcadas com manchas coloridas sobre o dorso do tórax, treinadas uma por vez, escolhidas dentre as primeiras que vinham a uma bandeja de alimento colocada à porta da colmeia. Foi escolhida sempre uma abelha cujo tamanho não fosse inferior ao tamanho normal da espécie. Os sujeitos foram divididos em dois grupos: A e B, de cinco abelhas cada um. Os 10 sujeitos considerados são os que passaram por todas as fases do treinamento, até a prova final da discriminação condicional. Foram efetuadas tentativas com outras abelhas cujo treinamento foi interrompido em diferentes fases, sempre em razões independentes das operações experimentais (nota nº 2).

III – Definições

1) Respostas (R) – Pressão do sujeito a uma alavanca (*operandum*), com intensidade suficiente para fechar um circuito elétrico e seguido de parada do sujeito com a cabeça ou parte dela sobre ou dentro de um orifício designado *bebedouro*. A topografia da resposta era relativamente livre, mas, em geral, a pressão-à-alavanca era efetuada com mais de uma pata do animal e, em muitos casos, consistia em uma passagem sobre a alavanca. A duração da resposta era indefinida, mas sempre foi muito curta.

2) Resposta Certa (RD) – Resposta emitida na alavanca acompanhada pelo estímulo discriminativo positivo (SD), em cuja presença tal operante é reforçado.

3) Resposta Errada (RΔ) – Resposta emitida na alavanca acompanhada pelo estímulo discriminativo negativo (SΔ), em cuja presença o operante não é reforçado.

4) Visita – Período em que o sujeito está presente à situação experimental, entre a saída da colmeia e a subsequente volta à mesma e no qual ocorre pelo menos uma resposta.

5) RD Inicial – Resposta certa (RD) que é a única ou a primeira resposta de uma visita.

6) RΔ Inicial – Resposta errada (RΔ) que é a única ou a primeira resposta de uma visita.

7) Estímulo Discriminativo SD – Estímulo luminoso em cuja presença a resposta é reforçada. É propiciado por uma lâmpada de 6 V, acesa ou apagada, colocada sob a "superfície de pouso" de cada aparelho. Como essa superfície é de material plástico branco-leitoso, translúcido, fica iluminada ou não, dependendo de que esteja acesa ou apagada a lâmpada sob ela. SD pode ser ora a lâmpada acesa ora a lâmpada apagada.

8) Estímulo Discriminativo SΔ – Estímulo luminoso em cuja presença a resposta não é reforçada. Pode ser uma lâmpada acesa ou apagada, colocada sob a "superfície de pouso" de cada aparelho. SD e SΔ são designados como "*discriminanda* de escolha"; são simultâneos e de funções intercambiáveis (nota nº 3).

9) Estímulo de Referência SA – Peças de material plástico plano, opaco, de cor amarela. São dois discos com diâmetro de 10 cm, contendo um furo circular excêntrico com 5 cm de diâmetro; cada um é colocado sobre um dos aparelhos de modo a circundar uma área circular da superfície de pouso. Uma terceira peça, do mesmo material e cor é um retângulo com 13 cm de base por 6 de altura, que é colocado entre os dois aparelhos na posição de plano oblíquo.

10) Estímulo de Referência SB – Peças de material e dimensões iguais às SA e de cor azul-celeste. São dois discos e um retângulo. SA e SB são designados como *discriminanda* de referência, sendo sucessivos e de funções constantes (nota nº 4).

11) Estímulo Reforçador ou de Reforço SR – Gota de água açucarada, com volume de 1,5 mm^3, aproximadamente. A concentração de açúcar é variável, de 56 a 58%.

12) Custo da Resposta – Quantidade de força muscular necessária para emitir a resposta, que é determinada pelo grau de tensão na mola espiral ("cabelo" de relógio) que assegura o retorno de uma alavanca à posição normal após uma pressão do sujeito. O custo é mantido constante durante todo o treinamento.

13) Custo-erro – Quantidade de esforço necessário para passar de um *operandum* ao outro após uma resposta errada, que é determinada pela distância entre ambos e que exige voo do sujeito.

14) Unidade de Tempo – Período de tempo correspondente a uma visita.

IV – Aparelhos

Foram utilizados dois aparelhos. Ambos têm as características e os dispositivos descritos a seguir. Cada um é uma caixa de lata com forma semelhante à de um paralelepípedo, com base de 14 x 5 cm e altura de 5 cm (Figura 16). Parte da face superior, é coberta por uma tampa de lata e a parte restante, uma área de 6 x 5 cm, é coberta por um retângulo de material plástico, translúcido, branco-leitoso. Tal área é chamada superfície ou área de pouso. É perfurada por dois orifícios sendo que, um deles, circular, com diâmetro de 4 mm é chamado bebedouro e sob ele eleva-se a gota de alimento designada como reforço. O outro orifício é uma pequena fenda alongada através da qual passa a extremidade superior de uma alavanca vertical (*operandum*). Essa fenda permite que a alavanca se mova livremente. A distância entre a extremidade superior da alavanca (onde a abelha efetua a resposta) e o bebedouro é de 1,5 cm.

1) *Operandum* – A extremidade superior da alavanca tem a forma de uma pequena chapa oval, de 5 x 3 mm. A alavanca colocada em uma posição vertical mede 5 cm e é atravessada ao meio por um eixo transversal de relógio despertador com respectiva mola espiral ("cabelo") de retorno. A tensão dessa mola é regulada por um parafuso desse modo se pode aumentar ou reduzir a quantidade de força necessária para mover a alavanca até o ponto em que sua extremidade inferior toca um botão de platina e fecha um circuito elétrico. A distância entre a extremidade inferior da alavanca e esse botão é regulável e pode variar de 0 a 4 mm. Consequentemente a extensão do deslocamento que se deve efetuar na extremidade superior da alavanca, a fim de fechar o circuito, é também regulável. No presente estudo o deslocamento

necessário é de apenas 0,3 a 0,4 mm. A altura do *operandum*, a partir do nível da área de pouso, é de 0,5 cm.

2) Alimentador – O alimentador é uma pequena taça de fundo circular, com diâmetro de 4 mm, fixa a uma haste. A haste presa a um eixo transversal horizontal pode oscilar para cima e para baixo permitindo então que a taça mergulhe em um depósito de alimento ou se eleve até ao bebedouro. Um eletroímã produz a elevação da taça e outro assegura o mergulho da mesma após 15 s. Todo esse dispositivo é comandado por um circuito elétrico que é fechado pela pressão-à-alavanca. Quando taça de alimento é elevada, fica abaixo do orifício designado como bebedouro, a uma distância de 3 a 5 mm e assim não toca as bordas do mesmo. Essa distância permite fácil acesso do sujeito ao alimento e impede que resíduos deste permaneçam nas bordas do orifício ou na sua vizinhança, sob a face inferior da área de pouso. Para que os movimentos da taça, para cima e para baixo, não sejam muito violentos, o alimentador dispõe de um pequeno amortecedor a pistão. A quantidade de líquido elevada pela taça cada vez que o alimentador é operado, é invariável.

3) Estímulos Luminosos – Sob a área de pouso existe em cada aparelho uma lâmpada de 6 V, incolor e transparente. Quando se acende, toda a área de pouso se ilumina homogeneamente e assim a luz se difunde num plano horizontal. Sobre essa área é colocada uma peça de material plástico branco-leitoso, translúcido, com forma de uma torre cilíndrica, com altura e diâmetro de 2 cm a qual, ao se iluminar a área de pouso, também se ilumina. Desse modo a luz se difunde na vertical e, como a "torre" é cilíndrica, pode ser vista a partir de várias direções. A distância da periferia da torre até o bebedouro é de 4 mm, aproximadamente, e até ao *operandum* é de 12 mm.

V – Procedimentos

Para os sujeitos considerados neste trabalho, os procedimentos e a sequência dos mesmos seguiu o programa abaixo descrito:

1) Identificação do Sujeito

a) Coloca-se uma bandeja de material plástico branco-leitoso, contendo água açucarada à porta da colmeia. A margem da bandeja toca a porta sem impedir a saída ou entrada das abelhas; b) Quando algumas operárias começam a colher alimento na bandeja, marcam-se várias delas, quatro ou cinco, com manchas de tinta de diferentes cores. Cada abelha é marcada com uma cor. As manchas não feitas a pincel ou estilete sobre o dorso do tórax. Apenas uma das abelhas é submetida ao treinamento ulterior; c) As marcas são feitas enquanto as abelhas ingerem o alimento líquido; são pintadas em um ponto do tórax que não afeta a visão ou outras funções do organismo, como: voo, respiração e movimentos das patas ou da cabeça.

2) Modelagem do Pouso sobre o Aparelho (Figuras 17 e 18)

a) Afasta-se a bandeja de alimento deixando sua margem a 4 ou 5 mm de distância

da porta da colmeia; b) Espera-se que uma das abelhas marcadas vença essa distância saltando ou voando até a bandeja e enquanto ela ingere o líquido a bandeja é novamente afastada até uns 2 ou 3 cm da porta; c) Espera-se que uma das abelhas marcadas pouse sobre a margem da bandeja e enquanto ela sorve o alimento afasta-se mais um pouco a bandeja. Quando há mais de uma abelha pousada procura-se afastar a bandeja antes que elas levantem voo de retorno à colmeia; d) Quando a bandeja se acha à cerca de 15 a 20 cm de distância da porta, espera-se o pouso da primeira abelha marcada que a busque e, a partir de então, essa operária fica escolhida como sujeito do experimento. Se alguma outra das operarias marcadas tenta pousar é impedida de fazê-lo, pelo experimentador, através de sopros e movimentos das mãos. Desse modo, as abelhas não escolhidas deixam de voltar à bandeja após algumas poucas tentativas. Quando alguma delas persiste em retornar ao alimento espera-se que comece a ingeri-lo e então ela é capturada e isolada; e) Após estar assegurado que somente a abelha escolhida retorna à bandeja de alimento as mudanças de posição desta são mais rápidas e a cada mudança o aumento de distância é maior. Rapidamente a abelha passa a obter alimento na bandeja colocada sobre a mesa de experimentação a 150 cm da colmeia; f) Ao fim de 1 hora, aproximadamente, a bandeja é colocada sobre a superfície de pouso iluminada (SD) de um dos aparelhos descritos acima, mais precisamente o da direita, enquanto o da esquerda fica coberto por um pano branco; g) Espera-se que o sujeito pouse, colhe o alimento e retorne à colmeia. Durante a ausência do sujeito elimina-se todo o alimento existente na bandeja e colocam-se algumas gotas de água açucarada sobre a área de pouso do aparelho, principalmente ao redor do bebedouro. Colocam-se ainda as peças necessárias para a modelagem da pressão-à-barra, ou seja a *guia* e a *baliza*, como mostra a Figura19; h) Após um novo pouso do sujeito espera-se que encontre alguma das gotas esparsas sobre a área de pouso. Aguardam-se novos pousos e novas ingestões de alimento até o momento em que o sujeito ingere as gotas colocadas ao redor do bebedouro e procura, então, sorver através do orifício (bebedouro) a água açucarada (ou xarope) existente na taça do alimentador; i) Nas visitas subsequentes o sujeito encontra alimento na taça do alimentador, que é operado manualmente pelo experimentador toda vez que a abelha se dirige para o bebedouro; j) Após alguns retornos da abelha ao bebedouro ou, em outros termos, após cinco ou seis reforços inicia-se a modelagem de R.

3) Modelagem da Pressão-à-barra (R) (Figuras 19 a 24)

a) Após alguns reforçamentos, cerca de cinco, contingentes à atividade de dirigir-se ao bebedouro ou introduzir a glossa no mesmo, o alimentador passa a ser operado, ainda pelo experimentador, apenas quando o sujeito efetua alguma aproximação ao *operandum*, situado entre a *guia* e *baliza*; b) Sempre que tal aproximação ocorre o alimentador é operado repetidas vezes, para reduzir eventuais efeitos aversivos produzidos pelo solavanco do aparelho quando o alimentador mergulha ou quando é elevado até ai bebedouro; c) Quando o sujeito introduz a glosa ou parte da cabeça no bebedouro após alguma aproximação ao *operandum* o alimentador é imediatamente elevado e se espera que a abelha sorva parte do alimento. Antes que toda a dose de líquido seja ingerida o alimentador é subitamente mergulhado e o sujeito procura então penetrar através do bebedouro. Após alguns esforços a abelha começa a procurar alimento nas

vizinhanças do bebedouro e da alavanca ou barra; d) Quando o sujeito se aproxima novamente da alavanca e o bebedouro é acionado pelo experimentador e, a seguir, é removido o alimento enquanto a abelha o ingere. Esta operação se repete até cinco ou seis reforçamentos; e) O reforçamento passa a ser contingente à atividade *tocar* o *operandum*. Quando o alimento é removido enquanto a abelha o sorve ela passa a caminhar rapidamente nas proximidades da alavanca e do bebedouro. Nessas caminhadas a abelha retorna frequentemente ao bebedouro após afastar-se alguns centímetros do mesmo. Às vezes, o caminho mais curto para retornar ao bebedouro é a passagem existente entre a *guia* e *baliza*. Como essa passagem fica obstruída pelo *operandum* o sujeito passa sobre ele para retornar ao bebedouro. Tal atividade aciona o alimentador e, rapidamente, o sujeito adquire a resposta de caminhar até atrás da baliza, circundá-la e dirigir-se ao bebedouro passando sobre o *operandum* como mostram as Figuras 19 a 24; f) Mantém-se a contingência acima até cerca de cinco reforçamentos nos quais o alimento permanece acessível por 15 segundos. A seguir, descobre-se o outro aparelho, ilumina-se a sua área de pouso e cobre-se com um pano branco o aparelho utilizado até então. Daí em diante, cada vez que a R é reforçada o alimento fica acessível por 15 segundos; g) Espera-se que a abelha emita no aparelho da esquerda novas respostas de "passar sobre o *operandum*" até um total de cinco ou seis reforços; h) Descobre-se o aparelho da direita e doravante ambos os *operanda* não perfeitamente acessíveis, mas o alimento só é conseguido naquele que apresenta luz acesa sob a área de pouso. Desse modo, antes de melhorar as características topográficas da resposta, já se inicia o treino de discriminação simples, tendo luz acesa como SD. Colocam-se as "torres" sobre os aparelhos (Figuras 25 a 27). A cada visita do sujeito o estímulo discriminativo – luz acesa (SD) – permanece em um dos dois aparelhos, alternadamente. Após um total de cinco reforços em cada aparelho, retiram-se as balizas e, desse modo, o reforço não é mais contingente ao giro atrás da baliza seguido de passagem sobre o *operandum*, mas passa a depender de qualquer toque ou passagem sobre o mesmo, desde que tal atividade produza nele um deslocamento suficiente para fechar o circuito elétrico que aciona o alimentador. Tal situação é mantida até que o sujeito tenha obtido três reforços em cada aparelho, tendo-se o cuidado de alternar a posição de SD a cada visita; i) Retiram-se as *guias* e a partir de então o reforçamento é contingente à pressão-à-barra (R) independentemente de qualquer característica topográfica.

4) Discriminação Simples (Figuras 25 a 27)

a) A alternação da posição de SD a cada visita, iniciada no item h da fase precedente se prolonga até que o sujeito emita cinco respostas certas iniciais, consecutivas ou não, em cada aparelho; b) Liga-se o programador de fita que passa a mudar a posição de SD a intervalos variáveis de cerca de 30 segundos. As mudanças ocorrem tanto entre as visitas como no decurso delas. Espera-se que o sujeito emita seis respostas certas iniciais, *consecutivas*, sendo seis em cada *operandum* e sem que a sequência delas inclua três consecutivas no *operandum* da direita ou no da esquerda.

5) Inversão da Discriminação

a) Colocam-se as peças coloridas (SA ou SB, conforme o grupo no qual se inclui a

abelha, mediante sorteio) conforme mostram as Figuras 28 a 35; Para o Grupo A, na presença da cor amarela, a luz acesa era SD e a apagada SΔ. Na presença da cor azul a luz acesa era SΔ e a apagada SD. Para as cinco abelhas do Grupo B a situação era inversa: na presença da cor amarela a luz acesa era SΔ e a apagada tinha função SD, enquanto na presença da cor azul a luz acesa era SD e apagada era SΔ. b) Inverte-se o circuito elétrico para que então sejam reforçadas apenas as respostas no *operandum* acompanhado de luz apagada. Assim, as funções de SD e SΔ são intercambiadas, pois a luz acesa, que até então funcionava como SD, passa a ter função de SΔ. Desliga-se o programador de fita e passa-se ao comando manual das posições de SD e SΔ; c) Cobre-se com um pano o aparelho no qual se apresenta a luz acesa. Espera-se até que o sujeito emita uma ou mais respostas junto a SD e que retorne à colmeia; d) Muda-se a posição SD passando-o ao aparelho que esteve coberto até esse momento. Descobre-se o mesmo e coloca-se o pano sobre o que foi utilizado na visita precedente. Espera-se que o sujeito emita uma ou mais respostas no aparelho descoberto e retorne à colmeia após uma visita. Prossegue-se alternando a posição SD de um aparelho ao outro, a cada visita, com o cuidado de cobrir aquele que contém SΔ até um total de seis visitas, sendo três em cada aparelho; e) Deixam-se descobertos os dois aparelhos de modo que a cada visita a abelha possa emitir respostas, iniciais ou não, em qualquer um dos *operanda*. Prossegue-se até obter cinco respostas certas (RD) iniciais em cada *operandum*, mesmo que não sejam consecutivas. Em cada visita SD permanece fixo em um ou outro aparelho, alternadamente; f) Liga-se o programador de fite para que doravante as trocas de posição de SD e SΔ sejam feitas a intervalos variáveis, quer entre as visitas, quer no decurso delas. Em alguns momentos desliga-se o programador para evitar que, em mais de duas visitas consecutivas, SD esteja junto a um mesmo *operandum* no momento da resposta inicial; g) Prossegue-se até obter uma sequência de seis RD iniciais consecutivas, sendo três de cada *operandum* e sem que haja uma sequência ininterrupta de três, emitidas em um mesmo *operandum*. Uma vez atingido esse critério passa-se ao treino de discriminação condicional, propriamente dito.

6) Retorno à Discriminação Inicial

a) No período em que o sujeito está ausente da situação experimental troca-se as peças coloridas (estímulos de referência) por outras de outra cor; b) Inverte-se novamente o circuito elétrico de sorte que apenas o alimentador que estiver acompanhador por luz acesa pode ser ativado pela resposta do sujeito. Assim, com a nova cor, a luz apagada passa a funcionar como SΔ; c) Deixa-se ligado o programador de fita. As mudanças de posição de SD e SΔ ocorrem então, a intervalos irregulares. Dessa fase em diante não se aplica mais o recurso de manter SD fixo em um dos dois aparelhos, alternadamente, a cada visita; d) Cuida-se para que SD não se apresente junto a um mesmo *operandum* por ocasião das respostas iniciais em mais de duas visitas consecutivas.

7) Alternações Sucessivas de SA e SB

a) Repetem-se os procedimentos do item precedente, ora introduzindo SA ora SB e invertendo-se o circuito de modo a que, concomitantemente, o SD seja ora luz acesa ora a

apagada, ou vice-versa (Figuras 28 a 35); b) A passagem de SA a SB ou vice-versa é feita quando o sujeito completa uma série de seis RD iniciais consecutivos sendo emitidas três em cada *operandum* e sem que haja mais de dois RD iniciais emitidas em um mesmo *operandum* em visitas consecutivas; c) Alternam-se os períodos de SA e SB até se obter que: 1) em um período de SA (ou SB), ocorram seis RD iniciais em cada *operandum* e sem que haja mais de duas consecutivas em um mesmo *operandum*; 2) no período subsequente a SB (ou SA) haja quatro RD iniciais nas quatro primeiras visitas sendo dois RD iniciais em cada *operandum*.

8) Apresentação de SA e SB em Sequência Casual

a) A cada visita os *discriminanda* de referência podem ser trocados de modo que a uma visita com SA pode seguir-se uma com SB ou outra com SA, em uma sequência casual em que SA e SB se alternam assistematicamente em um total de 30 visitas (Anexo 3); b) Mantém-se a mesma sequência casual para todos os sujeitos; c) quando o sujeito completa a série de 30 visitas com um total de pelo menos 22 RD iniciais, considera-se aprendida a discriminação condicional; d) Para obter as curvas que serão expostas adiante a sequência casual de 30 visitas é repetida até a pausa final da abelha ao cair da noite. No dia seguinte recomeça-se a sequência mencionada e a mesma é repetida numerosas vezes durante todo um dia de trabalho da abelha.

VI – A Situação Experimental

Dada a inconveniência de se prender o sujeito em alguma espécie de gaiola ou câmara experimental, a situação se caracteriza pela contínua exposição do mesmo a estímulos discriminativos e reforçadores estranhos ao programa de operações experimentais acima descritas. Ademais, nenhuma atividade do sujeito sobre qualquer restrição e assim a exposição a estímulos estranhos ao experimento é ilimitada, pois a abelha pode caminhar ou voar em qualquer direção e a qualquer distância, dentro ou fora da sala do laboratório.

O comportamento do sujeito fica ainda exposto a outras condições cujo eventual efeito é praticamente incontrolável. Entre elas estão as seguintes:

1) Temperatura da Sala e da Colmeia – Muitas abelhas deixaram definitivamente o treinamento nos dias frios. Além disso, nesses dias o treinamento sempre se inicia mais tarde que nos dias quentes. As variações de temperatura no interior da colmeia afetam muito o ritmo de saída das operárias e assim alteram a frequência de visitas do sujeito ao *operanda*. Daí a conveniência de se empregar uma unidade de tempo que corresponda ao tempo de efetiva presença do sujeito à situação de treinamento.

2) Variações da Luz Solar – A luz do sol incide sobre a mesa de experimentação através de um vitral comum de vidros translúcidos. A localização dessa janela é tal que o ângulo de incidência da luz solar sobre a mesa varia muito durante o ano e durante o dia. Como SD ou SΔ são luzes de reduzido brilho, o contraste entre ambas pode ficar consideravelmente reduzido quando a luz solar intensa incide diretamente sobre os aparelhos.

3) Condições Meteorológicas – Várias abelhas interromperam seu trabalho por causa das repentinas alterações meteorológicas, tais como: ventos, chuvas e céu encoberto. Várias das abelhas consideradas neste trabalho passaram por interrupções mais ou menos longas do treinamento que coincidiam com instabilidades de tempo ou com períodos de excessivo calor, comuns na região em que se realizou o experimento.

4) Floradas – A dificuldade de manter o comportamento de vir aos *operanda* em busca de alimento é sensivelmente aumentada quando desabrocham, em grande quantidade, flores ricas em néctar nas vizinhanças da colmeia. O terreno adjacente é rico em plantas cujas flores são abundantes em néctar de alto teor de açúcar justamente para alimentação de numerosas colmeias.

5) Desorganizações Temporárias na Colmeia – As atividades de limpeza e de construção no interior da colmeia afetam o ritmo de visitas do sujeito, pois impede o livre trânsito da abelha no interior da colmeia e, por vezes, a saída da mesma. Em outros casos o trabalho dos sujeitos é perturbado, porque a colmeia se mobiliza para enfrentar riscos de invasão por formigas ou outras espécies de abelhas.

6) Variações na Concentração de Açúcar do Alimento – O alimento era colocado nos depósitos dos aparelhos pela manhã e ali permanecia durante todo o dia, sujeito à evaporação. Com isso, parte da água se perdia e o alimento se tornava mais doce. Essa alteração na concentração do açúcar não tem efeitos indesejáveis quando não é excessiva a ponto de aumentar muito a densidade do líquido e assim dificultar a ingestão. Ao fim de um dia quente a concentração de açúcar aumenta aproximadamente 1%. Em parte, esse aumento da proporção de açúcar ocorria por causa do calor produzido pela lâmpada existente sob a área de pouso dos aparelhos. O calor produzido por elas não chega a afetar em nada o trabalho do sujeito, pois não ficam acesas ininterruptamente por mais de 20 segundos, aproximadamente. Sabe-se, ademais que as abelhas não têm órgãos de sensibilidade térmica nos tarsos.

7) Vibrações Produzidas pelo Movimento do Alimentador – Embora dotado de um dispositivo de amortecimento de choque, os alimentadores produzem vibrações e ruídos ao serem elevados ou mergulhados nos depósitos de líquido. Não se conhece muito sobre o problema da audição em Apidae, embora se saiba que as abelhas são sensíveis a vibrações do ar. No presente experimento se as vibrações dos aparelhos e os ruídos causados pelos movimentos dos alimentadores tivessem algum efeito, esse seria análogo ao do "*clic*" dos alimentadores convencionais usados com ratos.

No presente estudo só teriam efeito reforçador secundário positivo, pois estão permanentemente associados por contiguidade temporal à apresentação do reforçamento primário.

8) Posições dos Aparelhos em Relação à Porta da Colmeia – No início dos estudos preliminares procuravam-se colocar os aparelhos em posições tal que uma reta imaginária

na qual se colocava os *operanda* fosse perpendicular à outra reta imaginária que iria da porta da colmeia ao ponto central da primeira, entre os dois *operanda*. Essa precaução parece desnecessária, porque o voo da abelha a partir da colmeia não segue uma reta, mas é muito oscilante. Ademais é frequente observar-se que a abelha sobrevoa ambos os aparelhos uma ou mais vezes antes de pousar sobre um deles. Parece que a única disposição dos aparelhos que introduziria preferência por um deles seria a que colocaria um aparelho muito longe do outro de modo que um deles ficasse em um ponto intermediário entre a colmeia e o outro que restou. Assim haveria uma substancial diferença de distância a ser percorrida até um ou outro *operandum*.

VII – Resultados

No Anexo 4 é reproduzido o registro das atividades de um dos sujeitos ao longo de todo o treinamento com SA e SB em sequência casual e nele se exemplifica o registro efetuado para todos os sujeitos do Grupo A e do Grupo B. Os dados que compõem as tabelas e gráficos abaixo expostos referem-se à fase final do treinamento a partir do momento em que SA e SB são apresentados de acordo com uma sequência casual. A Tabela 1A resume os dados relativos aos cinco sujeitos do Grupo A, obtidos durante a primeira sequência de apresentação casual em que SA e SB podiam ser trocados ou mantidos após cada visita. A Tabela 1B contém dados equivalentes, dos sujeitos do Grupo B.

As Tabelas 2A, 3A e 4A reúnem os dados referentes a todas as sequencias casuais consecutivas completadas pelas abelhas do Grupo A; a Tabela 2A contém as RD e RΔ iniciais acumuladas emitidas nas visitas em que estava presente SA (amarelo); na Tabela 3A estão RD e RΔ iniciais acumuladas emitidas em visitas nas quais estava presente SB; a Tabela 4A contém as RD e RΔ iniciais emitidas na presença de qualquer um dos *discriminanda* de referência – SA ou SB.

Os Gráficos 2A, 3A e 4A correspondem, respectivamente, às Tabelas 2A, 3A e 4A.

Para os sujeitos do Grupo B foram elaboradas tabelas e gráficos semelhantes. Assim, a Tabela 2B registra as RD e as RΔ iniciais acumuladas emitidas na presença de SA (amarela); a Tabela 3B apresenta as RD e as RΔ iniciais acumuladas emitidas durante os períodos de SB (azul); a Tabela 4B mostra as RD e RΔ iniciais acumuladas emitidas em presença de SA ou de SB.

Os dados dessas Tabelas estão ilustrados, respectivamente, pelos Gráficos 2B, 3B e 4B.

Cada número nas Tabelas (exceto nas de número 1A e 1B) e cada ponto na abscissa dos Gráficos refere-se a um total de 10 visitas nas quais ora se apresentava SA, ora SB.

Embora em cada visita os sujeitos emitissem mais de uma resposta e obtivessem mais de um esforço só foram consideradas neste trabalho as respostas iniciais, pois são elas que demonstram evidentemente o efeito dos vários estímulos discriminativos, sejam os *discriminanda* de escolha, sejam os de referência. As respostas subsequentes à RD ou a RΔ iniciais podem ser devidas também a condições outras que não as contingências de estímulos discriminativos e que por ora são difíceis de determinar. Como pode observar-se no Anexo 4 é muito

frequente que após uma resposta certa (RD) inicial o sujeito emita pelo menos mais uma resposta no mesmo *operandum*.

De todo modo à visibilidade dos *discriminanda* de escolha e de referência é total no momento do pouso que antecede a resposta inicial e talvez não o seja quando a abelha se acha pousada sobre um dos aparelhos ou enquanto ingere alimento no bebedouro. Por essas razões resolvemos considerar nas tabelas e gráficos somente as respostas iniciais.

As Tabelas 6A e 6B expressam em números a relativa estabilidade do ritmo de aceleração das curvas incluídas nos Gráficos 4A e 4B. As visitas foram agrupadas em blocos de cinquenta, a partir da primeira série de 30 visitas com apresentação de SA e SB alternados ao acaso.

As primeiras porcentagens de cada sujeito, em ambas as tabelas, indicam o seu rendimento ao fim da primeira sequência de prova da discriminação condicional.

As demais linhas das tabelas registram as porcentagens de RD ao fim dos outros blocos de visitas sucessivas. O total de 50 visitas por bloco foi escolhido arbitrariamente, de modo a que cada um não correspondesse a uma sequência de alterações casuais de SA e SB, mas incluísse partes de diferentes sequências sucessivas.

Dada a diferença de quantidade de treino e de porcentagens de RD iniciais entre os sujeitos torna-se difícil comparar a coluna referente a cada um deles com uma coluna de valores que representassem o rendimento médio de cada grupo de cinco abelhas.

A diferença de ritmo de aceleração nas curvas de RD, entre os vários sujeitos de cada grupo, impede, ademais, calcular as variações que as porcentagens de RD de cada sujeito apresentam, em relação a uma probabilidade esperada de acertos iniciais, única para cada grupo.

A determinação de índices de rendimento padrão para cada grupo seria relativamente arbitrária e encobriria as naturais diferenças entre os comportamentos individuais, e praticamente inevitáveis em uma situação experimental "aberta". Isto porque o rendimento individual de cada sujeito é determinado em grau e modo diferente pelas condições de estimação estranhas às operações experimentais.

VIII – Discussão

A) Sobre os Procedimentos

1) As operações de modelagem apresentaram notável eficiência e correspondem aos procedimentos usuais empregados em estudos com outras espécies. Entretanto, convém salientar duas características da técnica empregada. Primeiramente, a técnica descrita implica numa restrição temporária de atividades incompatíveis com a pressão-à-barra: a guia e a baliza restringem o espaço de livre movimento do sujeito. Seria possível modelar R sem recorrer a esses dispositivos, mas o tempo necessário seria então mais longo. Com a exigência de uma resposta intermediária como a de *passar sobre o operandum* a modelagem da R final fica consi-

deravelmente abreviada. Essa resposta intermediária supõe, porém, o uso de peças que reduzem as possibilidades de acesso ao bebedouro; com o uso da guia e da baliza o sujeito se defronta com duas alternativas: ir ao bebedouro passando sobre o *operandum* ou sem passar sobre ele. Como só no primeiro caso ocorre o reforçamento, a modelagem é abreviada (nota nº 5).

Outra razão para a modelagem da resposta intermediária é o baixo nível operante de "levantar-a-parte anterior do corpo" e apoiar-se com as patas a uma placa vertical (extremidade superior da alavanca). A pressão-à-barra deve resultar da diferenciação de uma atividade mais fácil e de nível operante mais alto como é a de circundar obstáculos (baliza) e introduzir-se em passagens estreitas. Desse modo, a restrição de movimentos determinada pela baliza e pela guia na realidade criam condições para emissão de uma resposta mais frente na vida das abelhas.

Uma segunda peculiaridade da técnica consiste na remoção do alimento durante a atividade de ingestão. Esse recurso abrevia a modelagem porque reduz a probabilidade de busca de alimento em ponto do aparelho, distantes do bebedouro. Quando o alimento é removido para baixo o sujeito faz esforços para atravessar o orifício do bebedouro e não o conseguindo passa a efetuar giros à volta do mesmo; eventualmente esses giros se alargam até que a abelha se aproxime da baliza ou da alavanca. Por outro lado, a abelha não chega a esgotar toda a dose do alimento a cada reforçamento e, em consequência, não recebe qualquer SD para abandonar o bebedouro e sair em busca do néctar em outra fonte, ao contrário do que acontece quando uma abelha esgota o néctar de uma flor e passa então imediatamente a outra.

As duas variáveis mais importantes na fase de modelagem foram o custo da resposta e a quantidade de reforçamento. Em uma situação restrita, por exemplo, em uma "caixa experimental" ou "caixa de Skinner", pode-se obter um dado comportamento mesmo que a quantidade de SR não seja ótima. Numa situação irrestrita, como a deste trabalho, é imprescindível dispor de uma resposta de custo mínimo e de um reforçador de quantidade ótima. De outro modo, o sujeito não retorna à situação experimental, pois dispõe de outras fontes de reforço e de outros operantes adequados para obtê-lo. O custo da resposta era regulado de dois modos: reduzindo-se a tensão da mola do *operandum* e encurtando o percurso da alavanca desde a posição normal até o ponto de contato. A quantidade de reforçamento foi regulada em dois aspectos: volume de alimento a cada reforçamento e quantidade de açúcar no líquido. Esta foi calculada de modo a superar o teor de açúcar das flores mais procuradas pelas abelhas na região naquela época.

Seria conveniente que se modelasse uma R com topografia mais precisamente definida, mas com os *operanda* empregados parece difícil impedir uma grande variabilidade topográfica da R (Figuras 36 a 41). Como as alavancas são verticais e mais altas que o sujeito a topografia varia desde a resposta de pendurar-se na alavanca ou puxá-la com uma das patas dianteiras, até a atividade de galgar o *operandum* subindo por um lado e descendo por outro. Para evitar essa variabilidade seria necessário um *operandum* (vertical ou horizontal) que ficasse inserido entre pequenas paredes que impedissem o acesso a ele exceto em uma direção. Mas em tal caso o processo de modelagem seria consideravelmente mais longo, pois se poderia contar com uma resposta intermediária fácil como a de percorrer uma passagem estreita.

2) Os procedimentos da fase de discriminação simples mostram-se eficazes e não apresentaram novidades técnicas. A operação de ocultar SΔ com um pano no início da aquisição de RD destinava-se a impedir que o sujeito deixasse de retornar à situação experimental como efeito do não reforçamento das respostas que emitiria em SΔ. Numa situação irrestrita essa precaução é útil no início da aquisição de RD quando não se conta com uma razão de extinção e se exige uma atividade de custo relativamente alto após um período de reforçamento regular.

A utilização de luz *acesa* como primeiro SD permitiu reduzir uma etapa do processo total de treinamento. A modelagem do pouso ao bebedouro foi feita com uma bandeja de material igual ao das áreas de pouso dos aparelhos quando não iluminados.

Seria, portanto, mais fácil começar a fase de discriminação simples adotando luz apagada como o primeiro SD. Mas então, na fase subsequente de inversão o sujeito se defrontaria com uma dificuldade adicional: a presença de um SD nunca visto anteriormente jamais associado a SR.

Como a primeira inversão apresenta dificuldades consideráveis para manter o comportamento de retornar aos *operanda*, convém efetuá-la com um SD solidamente associado ao reforço desde o início do treinamento tal como era a bandeja de material plástico leitoso em que se apresentava o alimento. Como tal material é igual ao das áreas de pouso quando não estão iluminadas, convém que no período de inversão o SD seja luz apagada ou, mais precisamente, a área de pouso sem luz acesa. Por isso, o primeiro SD na fase da discriminação inicial foi luz acesa.

Na fase de discriminação simples e nas subsequentes foram necessárias algumas operações destinadas a evitar efeitos nocivos de certas contingências de reforçamento. Para evitar que as RD ou RΔ fossem devidas à posição (direita ou esquerda) dos *operanda* dois recursos foram empregados com sucesso. Um consistiu em cobrir inicialmente o aparelho em que se apresentava SΔ com um pano de modo que o sujeito era impedido de pousar ora sobre o aparelho da esquerda, ora sobre o da direita; assim, os dois aparelhos, ou seja, os dois *operanda* ficaram igualmente associados ao reforço.

O outro recurso foi o de fixar SD em um dos aparelhos alternadamente em cada visita: desse modo nenhum deles se tornou preferido e se estabeleceu a luz acesa como o único SD associado invariavelmente a SR.

Outro risco que foi necessário evitar foi o de se estabelecer uma *razão-variável* quando as mudanças de posição de SD eram comandadas pelo programador de fita a intervalos variáveis. Para evitar esse risco bastou o recurso de manter SD fixo em um ou outro aparelho, alternadamente, durante cada visita, por algum tempo.

A possibilidade de se estabelecer um *encadeamento* no qual o sujeito aprenderia a pressionar ambos os *operanda* em cada visita antes de ir ao bebedouro foi evitada graças à acurada manipulação da distância entre os dois *operanda*. Com uma adequada distância entre eles aumenta-se a probabilidade do sujeito dirigir-se ao bebedouro logo após a primeira resposta. Entretanto, a distância entre os aparelhos torna mais custosa a emissão sucessiva de duas respostas, uma em cada aparelho. Quando a resposta inicial é correta (RD) o sujeito tende a emitir

outra no mesmo *operandum*. Quando a resposta inicial é errada, a emissão da segunda exige um custo adicional que chamamos custo-erro representado pelo voo necessário para passar de um *operandum* ao outro. Esse custo-erro além de dificultar encadeamentos parasíticos contribuiu, decisivamente, para a redução da frequência RΔ inicial.

O critério par a passagem da discriminação à inversão e desta para uma repetição da discriminação mostrou-se relativamente adequado para assegurar que essas passagens não fossem efetuadas sem suficiente aprendizagem em cada fase e para impedir uma superaprendizagem de qualquer delas, o que viria comprometer terminantemente a possibilidade de aquisição da discriminação condicional. Dois sujeitos, porém, mostraram haver superaprendido uma das contingências de discriminação condicional, como se discutirá adiante.

3) Na fase de inversão os procedimentos foram os convencionais, e as únicas novidades foram: o recurso acima descrito de cobrir inicialmente o aparelho que apresentava SΔ de modo a atenuar os efeitos do processo de extinção das respostas emitidas na presença de luz acesa (que fora o SD até o início da inversão) e o emprego do primeiro *discriminandum* de referência já no início da inversão. Dado que os estímulos de escolha já haviam sido aprendidos pelo sujeito nas fases anteriores, não havia razão para esperar o término da inversão para introduzir o primeiro estímulo de referência. Com isso, suprimiu-se uma etapa do treinamento.

4) Na fase de discriminação condicional os procedimentos consistiram em trocar repetidamente os estímulos de referência e intercambiar as funções de SD e SΔ, simultaneamente. A única alteração substancial em relação a faz-se precedente (inversão na presença do primeiro estímulo de referência) foi a omissão da atividade de, no início da fase, ocultar o aparelho em que se apresentava SΔ. Assim, ambos os *operanda* eram acessíveis imediatamente após a colocação do segundo estímulo de referência. Por outro lado, suprimiu-se também a operação de manter SD fixo em cada visita, ora em um ora em outro aparelho no início da fase. Esses recursos eram supérfluos a esta altura do treinamento, pois então já não havia o risco de referência por um dos lados, nem o de se condicionar uma razão-variável nem o de abandono da situação experimental pelo sujeito. Isto é possível porque, após a primeira inversão, a resposta já está estabelecida e pode suportar altas razões de extinção. Ademais, depois da primeira inversão não se introduz nenhuma condição ou operação à qual o sujeito não foi submetido anteriormente, exceto a cor do segundo estímulo de referência.

Em resumo, os procedimentos desta fase consistiram em apresentar os *discriminanda* de escolha simultaneamente e os de referência em sucessão. A apresentação simultânea de SA e SB poderia acelerar a aprendizagem, mas introduz um importante risco, ou seja, um dos pares de estímulos pode se tornar neutro. De fato, se não apresentados amarelo e azul simultaneamente e associados, respectivamente, a SD e SΔ (luz acesa e luz apagada, ou vice-versa) o sujeito pode aprender que o reforço pode ser obtido no aparelho que apresentar a cor azul (ou amarela) independentemente da presença da luz acesa ou apagada. Inversamente, pode estabelecer-se o comportamento de preferir o *operandum* que apresenta luz acesa (ou apagada) independentemente da presença de uma ou outra cor junto ao mesmo. Desse modo consegue-se

uma discriminação aparentemente *condicional,* mas na realidade trata-se de uma discriminação simples. Daí a importância de manter SD e SΔ simultâneos e com funções intercambiáveis e SA e SB sucessivos e com funções constantes. Para evitar a neutralização de algum estímulo é importante a troca de posições de SD (e SΔ) no decurso das visitas, pois em tal caso elimina-se o risco de uma discriminação entre dois contextos ou dois padrões de estímulo. De fato, quando o sujeito emite uma RD inicial e a seguir SD é mudado ao outro *operandum* a possibilidade de obter novo reforço exige nova emissão no outro *operandum*. Desse modo, assegura-se que a resposta seja contingente a SD (e não a uma combinação de SD com SA ou com SB), embora tal SD seja ora a luz acesa ora a apagada.

A sucessão de SA e SB na fase final obedecia a uma sequência casual para evitar que a regularidade das trocas, a cada visita, determinasse acertos ou erros devidos a outros estímulos que não as cores de SA e SB. As cores podiam tornar-se neutras se o sujeito aprendesse que após cada visita com SA ocorria uma com SB. Em tal caso se estabeleceria uma discriminação condicional, mas independente das cores.

O critério de aprendizagem da discriminação condicional, 75% de RD iniciais, pelo menos, em uma séria de 30 visitas nas quais se apresenta SA e SB alternados segundo um a sequência casual, mostrou-se sensível e fidedigno, pois o desempenho observado durante essa primeira sequência mantém-se quase inalterado nas demais sequências de 30 visitas, posteriores à inicial. Isto mostra que basta a primeira para se verificar a aquisição da discriminação condicional.

Um procedimento diverso que se poderia utilizar para produzir a discriminação condicional seria o de iniciar o treinamento com os estímulos de referência e só mais tarde de introduzir os *discriminanda* de escolha. Concretamente o procedimento consistiria em colocar as peças coloridas de SA (ou de SB) nos dois *operanda* mantendo SD em ambos de modo a que tal SD ficasse associado a uma das cores; em seguida a cor seria trocada e se manteria outro SD em ambos os aparelhos para que um novo SD fosse associado à segunda cor. A partir de então, na presença de cada estímulo de referência seriam apresentados SD e SΔ, simultaneamente, um em cada aparelho. Esse procedimento envolve algumas dificuldades: em primeiro lugar, não se pode dispor de uma medida precisa de quanto cada SD fica associado a cada estímulo de referência; em segundo lugar, a presença de SD nos dois aparelhos simultaneamente pode produzir facilmente uma preferência por um dos *operanda*. Por isso, parece conveniente iniciar o treinamento com discriminação simples entre os *discriminanda* de escolha apresentados simultaneamente; passar depois à inversão da discriminação já com o primeiro estímulo de referência e, a seguir, alternar SA e SB intercambiando concomitantemente as funções de SD e SΔ.

B) Sobre os Resultados

As tabelas e gráficos referem-se somente às RD e RΔ iniciais. As respostas não iniciais não foram consideradas porque as condições de estimulação antes do pouso são diferentes das que se apresentam quando o sujeito já está pousado sobre um dos aparelhos. Antes do pou-

so, portanto antes da RD ou RΔ inicial, tanto os *discriminanda* de escolha como os de referência são perfeitamente visíveis, mas não o são quando a abelha se acha pousada. Neste caso é difícil considerar a segunda resposta, certa ou errada, como contingente aos estímulos discriminativos. Nos registros do Anexo 4, pode-se notar que após emitir um R em um *operandum* o sujeito dificilmente passa ao outro *operandum* sem antes emitir, pelo menos, mais umas resposta no aparelho escolhido ao chegar da colmeia. Às vezes, essa segunda R é um acerto, mas frequentemente é uma RΔ. A explicação para a insistência em repetir a resposta no *operandum* escolhido inicialmente pode ser a de que a passagem de um *operandum* ao outro implica um custo maior que o da emissão de uma nova resposta no aparelho em que a abelha já se encontra. O período em que SD permanece junto a um dos *operanda* é tal que na maior parte das visitas o sujeito consegue emitir ao menos duas RD num mesmo aparelho antes que SD passe ao outro. Esse fato também pode explicar porque normalmente a abelha emite mais de uma resposta no *operandum* escolhido no início da visita.

Essas peculiaridades das respostas não iniciais tornam difícil aceitá-las como medida de aprendizagem da discriminação condicional. Além de ser, eventualmente, deficiente a visibilidade dos estímulos discriminativos no momento de sua emissão, essas são devidas a fatores que não afetam as respostas iniciais. Quando o sujeito emite uma resposta errada inicial e, a seguir, emite uma RD no outro *operandum* não se sabe ao certo quanto essa última é função de aprendizagem anterior das contingências de estímulos discriminativos e, portanto uma verdadeira correção do erro e quanto ela é função de não reforçamento à resposta imediatamente precedente. Por outro lado, quando o sujeito emite uma segunda RD em um *operandum* após um RD inicial no outro, pode-se entender a segunda RD como evidência da ação de SD (mudado do primeiro ao segundo *operandum* e seguido pela abelha); mas mesmo nesse caso, é difícil entender a segunda RD como evidência de uma discriminação *condicional*: ela mostra a ação de SD, mas não evidencia a de SA ou SB. Apenas a primeira RD de uma visita Prece inequivocamente determinada por SD e por SA (ou SB), ou melhor, por um SD escolhido em função de um estímulo de referência.

Computando-se as RD e RΔ não iniciais a diferença de aceleração entre as curvas acumuladas de RD e de RΔ seria consideravelmente maior em favor das primeiras para todos os sujeitos estudados, como exemplifica o Anexo 4.

A definição da R como pressão a um *operandum* seguida de parada do sujeito com a cabeça sobre o bebedouro ou dentro dele, visa a excluir da categoria das respostas algumas pressões às alavancas, efetuadas pelo S ao deixar o bebedouro após o último SR de algumas visitas, quando alça o voo de retorno à colmeia. Essa definição é necessária dada a grande variabilidade topográfica das respostas: algumas são emitidas a caminho do bebedouro e outras a caminho da colmeia. Algumas são seguidas de imediata procura de alimento no bebedouro, outras são seguidas por giros não redor da alavanca ou em torno da torre e subsequente ida ao bebedouro.

Em estudos ulteriores convém exigir uma topografia menos variável, pois os con-

troles do custo da resposta não têm um efeito absoluto, mas relativo à maneira pela qual a abelha pressiona a alavanca. Tanto a tensão da mola de retorno como a quantidade de deslocamento da alavanca da posição normal até o ponto de contato significam um determinado custo da R. Mas esse custo é diferente quando o S pressiona a barra apenas com uma das patas ou com o tarso de uma delas e quando a abelha arremete contra a alavanca com todo o seu peso ou quando sobe sobre o *operandum* ou ainda quando o pressiona com as patas traseiras que são mais potentes que as dianteiras.

A variabilidade topográfica introduz ainda a dificuldade de automatização do registro das respostas já que algumas maneiras de responder produzem apenas um impulso elétrico e outras produzem dois ou três contatos.

Por isso as curvas apresentadas não são produzidas por registrador automático, mas construídas a partir de anotações do experimentador.

1) Sobre as Tabelas 1A e 1B. Verifica-se, nessas tabelas, que a porcentagem de acertos iniciais sobre o total de R iniciais é suficientemente alta para todos os sujeitos e evidencia que a discriminação condicional já está adquirida quando se introduz a sequência casual de apresentações de SA e SB. Entretanto, é nessa sequência que se realiza a prova de que as RD iniciais são função da apresentação de SA ou de SB e não de estímulos associados à alteração regular desses estímulos após cada visita ou após séries iguais de visitas. A média de R delta iniciais é ligeiramente maior para os sujeitos do Grupo B, que se mostra mais homogêneo que o Grupo A; enquanto os totais de RΔ iniciais variam de um a sete no Grupo A, no Grupo B oscilam entre quatro e sete. O Grupo A se defrontava com uma situação em que, dado SA, a luz apagada era SD e, em presença de SB, a luz acesa era SD; para o grupo B a situação era inversa: com amarelo, SA, a luz acesa era SD e com azul (SB) a luz apagada era SD. As pequenas diferenças entre os dois grupos nos resultados das Tabelas 1A e 1B poderiam indicar, ao primeiro exame, que as combinações entre os *discriminanda* de escolha e os de referência favorecem os sujeitos do grupo A. Entretanto, nesse grupo três sujeitos estão entre os que apresentaram maior número de RΔ iniciais, dois deles com seis e um com sete, enquanto que no grupo B há um sujeito com sete erros iniciais e um com seis.

A média geral de RΔ iniciais para os 10 sujeitos é bastante baixa: 4,9 para um total de 30 visitas e mostra que os procedimentos e sua sequência funcionaram satisfatoriamente. O próprio critério adotado para introduzir a sequência de visitas com SA ou SB, alternados ao acaso, poderia ser admitido como evidência de aquisição da discriminação condicional. Desse modo, o treinamento de cada sujeito poderia terminar quando desde o início de um período de SA (ou SB) ocorressem seis RD iniciais consecutivas, três em cada *operandum*, sem que houvesse mais de duas emitidas seguidamente, em um mesmo *operandum* e, quando no período subsequente, com SB (ou SA) as quatro primeiras visitas se iniciassem com RD, sendo duas em cada *operandum*. Deve-se notar que a primeira série e apresentações de SA e SB em sequência casual eram completadas pelos vários sujeitos em períodos diferentes do dia e, portanto, sob condições de luz solar não equivalente. Como a luz solar intensa poderia reduzir o contraste

entre SD e SΔ, é possível que os sujeitos que atingiram o critério citado em tardes ensolaradas tenham sido ligeiramente prejudicados por esse fato. De qualquer modo, essa dificuldade é inevitável na situação em que se realizou o experimento. Entretanto, os dados mostram que, independentemente desse fato e de outros fatores de perturbação, todos os cinco sujeitos, de cada grupo, aprenderam a discriminação condicional sem grandes diferenças entre grupos ou entre sujeitos. Os dois últimos sujeitos estudados foram "Lucilia V" e "Lucilia VI", do grupo B. Seus treinamentos constaram de procedimentos idênticos aos empregados com os demais sujeitos, mas poderiam ter sido facilitados como efeito da maior experiência do experimentador após o estudo dos oito sujeitos precedentes. Apesar disso foram esses os sujeitos do grupo B que emitiram mais RΔ iniciais na sequência de prova, como mostra a Tabela 1B.

Os controles experimentais asseguram que os acertos iniciais não se devem a contingências de reforçamento diversas das programadas no início do treinamento; o reforçamento era diferencial e dado somente às R emitidas diante da luz acesa ou diante da luz apagada dependendo de estar presente SA ou SB.

De fato as RD iniciais não se devem à posição ou lado em que se achava um ou outro *operandum* já que o esforço era dado ora em um aparelho, ora no outro, já desde a fase de modelagem. Nem se pode atribuir os acertos iniciais à preferência do sujeito pelo *operandum* junto ao qual deixou odores característicos, pois a área em que são deixados esses odores ora coincide com SD ora com SΔ, de modo que muitos acertos são efetuados na área em que a abelha não pousou na visita precedente.

O odor só teria uma função discriminativa incontrolada se ao se mudar SD de um aparelho ao outro, fosse mudado juntamente o odor deixado pela abelha por ocasião da RD anterior e também se a abelha não deixasse os odores característicos, nas duas áreas de pouso.

O odor agiria como fator de *preferência* por um dos *operanda*: e os dados mostram que não existe preferência por um ou outro. Como se pode ver no Anexo 4, o sujeito passa de um aparelho ao outro com grande frequência, mesmo no decurso de uma visita.

A troca de posição de SD e SΔ a intervalos variáveis e alternação casual de SA e SB asseguram que as RD iniciais não se devem também à aprendizagem de certa regularidade quer nas trocas dos estímulos de escolha, quer nas substituições dos *discriminanda* da referência.

Os controles experimentais impediam que a mesma cor (SA ou SB) estivesse presente no mesmo aparelho no início de maus de duas visitas consecutivas; também se impedia que maus de dois períodos de SA (ou SB) fossem iniciados com SD numa mesma posição (esquerda ou direita). Além disso, evitava-se a troca de posição de SD ou a substituição dos *discriminanda* no momento do repouso do sujeito em um dos aparelhos e assim se evitava acertos ou erros devidos à alteração inoportuna das condições discriminativas ocorridas entre o pouso e a resposta inicial do sujeito ou imediatamente antes do pouso.

2) Sobre o Gráfico 2A. Esse gráfico ilustra a Tabela 2A e se refere às RD e RΔ emitidas pelos sujeitos do grupo A diante de SA (amarelos) em cuja presença SD era constituída

pela luz apagada e SΔ pela luz acesa. Nesse e nos demais gráficos os três pontos iniciais das curvas, após o ponto 0, correspondem aos dados das Tabelas 1A ou 1B. O traçado geral em cada curva corresponde a todo o desempenho do sujeito respectivo, a partir do momento em que SA e SB eram alternados nas sucessivas visitas, segundo uma sequência casual.

Do início, chama atenção a notável estabilidade do ritmo de aceleração das curvas. Entre dois quaisquer pontos sucessivos delas deveriam constar mais nove pontos caso se pretendesse ilustrar cada resposta. Decidiu-se agrupar as respostas iniciais (RD e RΔ) em séries ou blocos sucessivos de dez para facilitar a leitura do gráfico e porque, como se nota em todas as curvas, a acumulação por blocos de dez R iniciais (ou 10 visitas) permite a mesma ilustração, já que as oscilações mínimas do ritmo de RD ou RΔ de cada sujeito não alterariam substancialmente o traçado geral das curvas.

Infelizmente, as curvas são iniciadas em diferentes horas do período diurno, de acordo com o momento em que cada sujeito atingiu o critério exigido para ser submetido à prova da discriminação condicional, com a sequência casual de períodos de SA ou SB, alternados de maneira irregular.

Como se disse anteriormente, depois de completada a primeira sequência casual, a mesma era apresentada, sucessivamente, numerosas vezes até terminar o dia de treinamento e ao longo de todo o dia subsequente. Com isso se pretendia não apenas verificar se a prova inicial de 30 visitas era fidedigna, mas também estudar o comportamento de discriminação condicional em um período mais longo de tempo, no qual se intercalava uma noite. Dado que alguns sujeitos só atingiam o critério para serem submetidos à prova, ao fim de uma tarde e outros chagavam a esse nível durante a manhã, o trecho da curva que se interrompe o trabalho do sujeito por uma noite ocorre em pontos muito diversos da abscissa. Esses pontos estão assinalados no gráfico, mas serão discutidos mais amplamente um pouco adiante, em relação aos Gráficos 4A e 4B.

Entretanto, pode-se notar no Gráfico 2A que a passagem de uma noite não produz nenhuma alteração substancial no desempenho dos cinco sujeitos, diante da cor amarela (SA). A estabilidade do ritmo de aceleração aparece ao longo de toda a curva de cada sujeito, já que as alterações que esse ritmo sofre são mínimas. É interessante observar que após as 10 séries de 10 visitas, as curvas mantêm praticamente o mesmo grau de inclinação: os sujeitos que até então se revelam superiores, com maior índice de RD iniciais, continuam mantendo tal superioridade até o final da curva. A única exceção é a da curva de "Flavia V" que sobre uma ligeira deflexão após a 32ª série de 10 visitas.

"Lucilia III", o sujeito que se revelou mais eficiente já na 2ª série de visitas, mantém sua superioridade de rendimento ao longo de toda a curva de RD. A partir da 15ª série essa abelha demonstra um claro processo de extinção, na curva das RΔ, ilustrado também pelo ligeiro aumento de aceleração na curva de RD. Mas esse processo de extinção já se manifesta no início da curva de RΔ até a 9ª série.

"Lucilia I" também apresenta claramente o processo de extinção de RΔ praticamente ao longo de toda a curva de respostas erradas e, como e vê, foi o sujeito do grupo A que emitiu maior número de acertos iniciais na presença da cor amarela (SA).

"Flavia V", ao contrário dos outros sujeitos mencionados, apresenta um rendimento relativamente deficiente. Sua curva de erros (RΔ) iniciais não apresenta sinais inequívocos de extinção, embora, a exemplo das demais abelhas do grupo, apresente ritmos nitidamente diferentes de aceleração na curva de RD entre as séries 13ª e 17ª ocorreu no final do primeiro dia de apresentação de SA e SB em sequência casual, mas foi seguida logo após, por um acentuado aumento do ritmo de aceleração na curva. A passagem de uma noite antes da 20ª série não produziu deflexão algum nessa curva. A curva das RΔ que parece indicar um processo de extinção, no início do 2º dia de registro revela, a seguir, considerável estabilidade que talvez se possa explicar como efeito de uma superaprendizagem da situação SB em detrimento da situação SA. Tal ideia encontra fundamento no Gráfico 3B que será discutido mais adiante. De todas as abelhas desse grupo "Flavia V" foi o sujeito que apresentou menor diferença entre os totais finais de RD e de RΔ, mas, mesmo assim, o seu desempenho permite afirmar que a discriminação foi atingida, dada a tendência geral de suas curvas no Gráfico 2A. Na verdade, o seu rendimento geral dever ser avaliado com referência ao desempenho apresentado também nas visitas em que se fazia presente SB (cor azul) e nas quais SD era a luz acesa.

Foi esta a única abelha, dentre as dez consideradas, cujo rendimento na presença de um estímulo de referência foi notavelmente diverso do exibido nas visitas em que se apresentava o outro *discriminandum* de referência.

"Flavia VII" apresenta uma curva construída diversamente das demais. Esse sujeito atingiu o critério para ser submetido às sequências casuais no final de uma tarde e seu ritmo de trabalho no dia seguinte foi perturbado por grande instabilidade das condições meteorológicas, notadamente por chuvas intermitentes; por isso o total de visitas que efetuou foi sensivelmente menor que o das outras abelhas do grupo A. Por esse motivo foi prolongado por mais um dia o seu trabalho na situação experimental. Assim, suas curas foram interrompidas em dois pontos, por duas noites, conforme se assinala no gráfico, ao fim da 4ª série e no fim da 19ª série.

Mas no traçado geral suas curvas parecem não ter sofrido qualquer alteração substancial com tais interrupções. No 3º dia de registro o número de visitas foi praticamente o dobro do total completado anteriormente e após a 35ª série, o processo de extinção das RΔ se acentuou com uma correspondente aceleração positiva na curva dos RD já no final do 3º dia. Mesmo que se considere em cada curva só a parte correspondente ao dia de início à sequência casual de apresentações de SA e SB até o fim do dia subsequente, ao final da 19ª série, as curvas apresentam as mesmas características gerais, com uma ligeira deflexão na curva das RΔ a partir da 16ª série até o final do dia, na 19ª série de 10 visitas.

3) Sobre o Gráfico 3A. Se um sujeito apresentasse evidências de que discrimina entre SD e SΔ na presença de apenas um dos *discriminanda* de referência não se poderia admitir que aprendesse a discriminação condicional pretendida, mas sim uma discriminação simples

entre SD e SΔ colocados ambos em um mesmo contexto ou junto a um estímulo adicional que seria neutro. A evidência da aquisição da discriminação condicional é o fato de que o sujeito responde seletivamente a um par de estímulos discriminativos intercambiáveis entre si e de acordo com a presença de um ou outro de dois estímulos adicionais, que funcionam como referenciais para os intercâmbios de funções entre dado SD e um dado SΔ. Por isso é importante que a seletividade das respostas seja evidente tanto na presença de SA como na de SB. O Gráfico 3A mostra que as abelhas do grupo A respondem seletivamente também diante de SB quando o estímulo que tinha função de SD, diante da cor SA, passa a ter função de SΔ, e vice-versa.

O aspecto geral do gráfico mostra maior homogeneidade no desempenho dos vários sujeitos, assegurada pelo rendimento ligeiramente superior de "Flavia VII" e pelo evidente processo de extinção das RΔ de uma curva de RΔ indicativa de uma considerável resistência à extinção. De um modo geral, as demais abelhas mantêm um rendimento bastante semelhante ao que observa no Gráfico 2A.

As interrupções entre um dia e outro também aqui parecem não ter efeito sobre o desempenho geral das abelhas, com exceção da primeira interrupção nas curvas de "Flavia VII" que, mesmo assim, não sofrem alterações consideráveis.

"Lucilia I", que evidenciou excelente aquisição no gráfico anterior, também neste mostra completo domínio do problema da discriminação condicional, sua curva de RΔ é uma curva típica de extinção até a 43ª série após a qual apresenta um aumento de aceleração, acompanhado por deflexão na curva das RD. A explicação desse fato bastante estranho se deve a um notável escurecimento da sala no final da tarde (19 de setembro de 1968) e simultâneo a variações na corrente elétrica que aumentaram o brilho das lâmpadas dos aparelhos. Como SD era luz acesa o contraste entre o disco azul e a luz acesa era muito forte uma vez que a visibilidade do disso era bastante reduzida, dado o escurecimento da sala.

Na última visita desse dia o sujeito sobrevoou longamente o parelho em que estava SD e ao pousar errou o alvo e caiu sobre a mesa; a seguir arremeteu de novo violentamente contra a mesa e caiu o solo tendo então levantado voo em direção à colmeia. Os registros assinalam forte redução da luz solar às 16:50h, aumento de brilho das lâmpadas às 17:03h e o fim da sessão experimental às 17:54h. Esse período corresponde às cinco últimas séries das curvas de "Lucilia I".

"Lucilia III" apresenta na curva das RΔ um típico traçado de extinção e um ritmo bastante estável na curva das RD iniciais. Mas tal estabilidade é menor que a observada no gráfico anterior; seu desempenho é ligeiramente inferior neste último gráfico, dado o maior número de RΔ apresentadas.

"Flavia V" apresenta curvas muito semelhantes às comentadas há pouco. Neste gráfico, é menos evidente o processo de extinção na curva de RΔ a partir da 32ª série. No aspecto geral sua curva de RD acompanha de muito perto a de "Lucilia I" tal como ocorre no gráfico anterior. A semelhança de rendimento entre esses dois sujeitos é bastante evidente principalmente nas curvas RD dos dois gráficos.

"Flavia VI", nas curvas deste gráfico, mostra um rendimento muito superior ao que se observa nas curvas precedentes referentes à situação SA. É um dos dois sujeitos que demonstram diferenças acentuadas entre um gráfico e outro (o outro é "Lucilia VI" do grupo B). Seu rendimento excelente em SB mostra uma superaprendizagem desta situação estimuladora que compromete a flexibilidade de comportamento indispensável a uma discriminação condicional. Sua curva de RΔ mostra no presente gráfico um perfeito processo de extinção que não aparece na curva de RΔ do Gráfico 2A. Simultaneamente, a curva RD apresenta uma aceleração quase linear. Sem dúvida alguma, a discriminação condicional desse sujeito, que se verá ilustrada no Gráfico 4A, é menos perfeita se comparada à dos demais sujeitos.

"Flavia VII" tem neste gráfico as curvas que evidenciam uma aquisição ligeiramente superior à demonstrada no Gráfico 2A. Além da maior estabilidade do ritmo de RD mostra um número menor de RΔ iniciais se considerar-se a curva total de RΔ.

4) Sobre o Gráfico 2B. As abelhas do grupo B mostram maior semelhança no rendimento geral nas visitas com SA do que a encontrada entre as abelhas do grupo A (Gráfico 2A), embora as diferenças entre dois grupos sejam mínimas. O aspecto que mais distingue este gráfico e a evidência do processo de extinção das RD para todas as abelhas. No Gráfico 2A um dos sujeitos, "Flavia VI" apresentava forte resistência à extinção e os demais sujeitos nas respectivas curvas de RΔ um processo lento de extinção. No Gráfico 2B, as curvas de RΔ mostram um processo mais perfeito e mais rápido de extinção para os sujeitos do grupo B, com exceção de uma abelha, "Lucilia V", que revela uma extinção mais lenta que as demais.

De um modo geral, as diferenças entre os totais finais de RD e de RΔ nestas curvas do Gráfico 2B, são maiores que as observadas entre as abelhas do Grupo A (Gráfico 2A) onde dois sujeitos apresentaram rendimento relativamente inferior aos demais. As curvas de RD do presente gráfico apresentam estabilidade considerável no ritmo de aceleração, a exemplo do que se observou nos dois precedentes. Não se nota qualquer efeito das interrupções do treinamento durante a noite que antecede o segundo dia, em todas as curvas de RD.

"Lucilia II" mostra em sua curva RΔ um perfeito processo de extinção e um número final de erros iniciais extremamente baixos. Foi o sujeito do Grupo B que apresentou aquisição mais perfeita da discriminação condicional, pois seu rendimento é o mais elevado do grupo em qualquer das duas combinações entre estímulos de escolha e *discriminada* de referência. Esta afirmação se fundamenta também no exame do Gráfico 3B que será comentado a seguir.

"Lucilia VI" apresenta curvas muito parecidas com as de "Lucilia II". Diferem apenas quanto à regularidade de processo de extinção das RΔ que é menor para "Lucilia VI".

"Lucilia V" distingue-se pela relativa resistência de RΔ à extinção até a 39ª série. Sua curva de RD apresenta uma ligeira aceleração negativa desde a 23ª até a 39ª série quando recupera a aceleração linear, simultânea a uma rápida extinção de RΔ.

"Flaminia II" apresenta alguma resistência à extinção dos erros iniciais, até à 17ª série seguida de uma aceleração praticamente nula da curva de RΔ até a 29ª série. A curva de RD desse sujeito apresenta ligeira aceleração positiva no traçado geral e particularmente a partir da 17ª série.

"Flaminia VI" apresenta curvas bastante semelhantes às de "Flaminia II", mas na curva de RΔ seu desempenho mostra-se ligeiramente superior – o processo de extinção começa antes e é mais regular que o de "Flaminia II".

Comparando-se este gráfico com o de número 2A nota-se que as abelhas do Grupo B têm rendimento ligeiramente superior às do Grupo A na presença de SA (amarelo). Diante dessa cor o SD era luz apagada para os sujeitos do Grupo A enquanto para os do Grupo B o SD era luz acesa. As Tabelas 4A e 4B mostram em números essa ligeira superioridade do Grupo B, que se discutirá adiante.

5) Sobre o Gráfico 3B. Neste gráfico pode-se notar, logo de início, que somente um dos sujeitos, "Lucilia II", mantém um alto nível de rendimento enquanto os demais, em conjunto, demonstram um desempenho inferior ao que mostrava no gráfico precedente.

A aquisição dos sujeitos, excetuando-se "Lucilia II", mostra-se menos regular nas visitas em que se apresenta a cor azul (SB) do que nos períodos de SA, ilustrados no gráfico anterior. O ritmo de aceleração das curvas de RD é, em geral, mais baixo e algumas curvas de é, em geral, mais baixo e algumas curvas de RΔ denotam um processo de extinção mais lento.

As interrupções do trabalho após o primeiro dia de registro mais uma vez demonstram não afetar o ritmo de RD, em qualquer das curvas.

"Lucilia II" demonstra a mesma regularidade de comportamento exibida no gráfico anterior e, à vista do baixo número de RΔ emitidas, pode-se dizer que seu rendimento se apresenta aqui ligeiramente mais perfeito.

"Lucilia VI" tem, neste gráfico, curvas que revelam desempenho inferior ao visto no gráfico precedente. A curva de RD é menos regular e a das RΔ mostra uma considerável resistência à extinção, que se prolonga até a 55ª série. Esses resultados parecem corroborar a interpretação de que independentemente da cor apresentada o número de acertos é maior quando SD é luz acesa. Mas, os resultados de "Lucilia II" não são compatíveis com essa explicação já que também quando SD é luz apagada seu rendimento é igualmente alto. Tal fato indicaria que a explicação mais conveniente para a superioridade da discriminação quando SD é luz acesa, é a que o processo de treinamento implica uma superaprendizagem da contingência, *luz acesa – R – SR* e que implicaria aumento de dificuldade nos momentos em que SD é constituído por luz apagada.

"Lucilia V" revela uma resistência ainda mais acentuada à extinção das RΔ, numa curva de aceleração praticamente linear. Mas seu desempenho foi bastante semelhante nas curvas do Gráfico 2B o que mostra uma flexibilidade menor do comportamento desse sujeito independentemente da presença de SA ou SB. Também aqui parece difícil aceitar a ideia de que o rendimento dos sujeitos é superior quando SD é a luz acesa.

"Flaminia II", embora apresente uma curva de RD com ritmo de aceleração mais baixo, nessa mostra acentuada estabilidade e, ademais, um processo de extinção mais perfeito do que no gráfico anterior, como se observa na curva das RΔ do Gráfico 3B. Tal curva é a mais baixa do grupo, executando-se a de "Lucilia II" e constitui mais uma evidência de um rendimento superior, desse sujeito na presença de SD constituído por luz apagada.

"Flaminia VI", ao contrário do sujeito precedente, apresenta nesse gráfico mais erros iniciais eu no anterior. A curva de RΔ mostra um processo de extinção mais lento e a regularidade do ritmo de RD aprece ligeiramente menor que a demonstrada no Gráfico 3A.

6) Sobre o Gráfico 4A. As curvas desse gráfico correspondem à soma dos pontos das curvas incluídas nos Gráficos 2A e 3A e registram, portanto, acertos e erros iniciais acumulados por séries de 10 visitas nas quais estavam presentes SA ou SB, indistintamente. Nota-se entre as curvas RD muita semelhança na regularidade do ritmo de aceleração e no ângulo de inclinação.

Praticamente em todo o decurso das curvas cada um dos sujeitos mantém um mesmo ritmo: apenas "Lucilia I" e "Flaminia VI" apresentam alguma instabilidade até a 22ª série.

Os totais finais de RD e RΔ são diferentes para cada sujeito: como se vê, somente até a 34ª série é possível comparar as curvas das cinco abelhas, pois nessa série termina o registro de "Flaminia VI", a que efetuou menos visitas.

Observando-se o ritmo de aceleração das curvas nota-se que desde a 17ª série a ordem dos vários sujeitos, quanto ao nível de rendimento, permanece praticamente inalterada até a 34ª série e mesmo depois destapara os sujeitos cujos registros não terminam nessa série. De um modo geral, as curvas de RD apresentam certa resistência à extinção que não se apresentava tão clara nos Gráficos 2A e 3A. Tal fato deve-se a que curvas do Gráfico 4A registram totais de RΔ por série de 10 visitas, em SA ou SB. Desse modo, a baixa resistência que se notava em cada um dos gráficos precedentes constituía uma parte da efetiva resistência apresentada por ocasião do experimento e registrada diretamente no Gráfico 4A.

As curvas de RΔ revelam que certa probabilidade de erro perdura mesmo após um treinamento de vários dias e após uma exposição demorada a repetidas trocas de estímulos de referência, em sequência casual.

A explicação não é muito precisa, pois ela pode ser atribuída a vários fatores. Como primeiro fator está a possibilidade do sujeito haver superaprendido uma dada contingência de discriminação condicional; em consequência, seu rendimento ficaria seriamente comprometido quando se apresentasse uma contingência inversa. Assim, o sujeito que superaprende a responder diante de um SD, apresenta notáveis dificuldades e atrasos na inversão da discriminação quando tal estímulo é manipulado como SΔ. No presente experimento são possíveis dois tipos de superaprendizagem: de um dado estímulo de escolhe e de certo *discriminanda* de referência. Em outros termos, o sujeito poderia apresentar uma superaquisição de uma discriminação simples, talvez a primeira, em que SD é a luz acesa, ou uma superaprendizagem de um tipo de discriminação condicional. Esta poderia ser: SA implica que SD é luz acesa, ou SB implica que SD é luz apagada (ou vice-versa). No primeiro caso teríamos mais erros quando SD é luz apagada; no outro, o sujeito emitiria mais RΔ na presença de SA ou diante de SB. Em qualquer dos casos a curva de RΔ apresentaria resistência à extinção.

Um segundo possível fator da resistência das RΔ à extinção pode ser a probabilidade de generalização entre os estímulos de escolha ou estímulo de referência, ou ainda entre as

duas contingências da discriminação condicional. Particularmente no último caso, a generalização é bastante provável, pois, embora se troque SA por SB ou vice-versa, em cada visita, várias dimensões dos estímulos de escolha e de referência são constantes. Assim, a forma, tamanho ou posição de certo estímulo luminoso podem ser os mesmos da visita anterior, embora, entre uma visita e outra, sua função tenha sido mudada de modo que de SD passa a SΔ ou vice-versa. Tal intercâmbio é acompanhado de um *discriminandum* de referência, constante e específico, por exemplo: as peças de cor amarela. Mas tais peças são colocadas junto aos dois estímulos de escolha em cada visita e, assim, poderiam ser mais um fator de semelhança entre os dois aparelhos (o que apresenta SD e o que contém SΔ).

Um terceiro fator pode ser a variação de contraste entre SD e SΔ ao longo do dia, como efeito de alterações na luz solar que incide sobre os *operanda.* Com a redução do contraste a diferença entre SD e SΔ poderia ficar um pouco reduzida e, assim, as RΔs tornariam mais prováveis, principalmente quando o sujeito pousa muito apressadamente sobre um dos aparelhos. Isto ocorre raramente e acontece, em geral, após alguma pausa do sujeito devida às alterações na organização da colmeia. Parece, porém, à vista das curvas que a possibilidade de RΔ devida à redução do contraste de SD e SΔ não é muito grande, pois, em geral, o ritmo de respostas (RD ou RΔ) é relativamente constante mesmo no período final dos registros que coincide sempre com diminuição da luz solar e, nos quais, se deveria esperar um maior número de RD por série, já que o contraste entre os *discriminanda* de escolha aumenta no período próximo ao pôr do sol. De qualquer modo, é possível que algumas RΔ sejam devidas a variações *repentinas* no contraste entre os estímulos discriminativos. Nos dias de vento em que o céu apresenta nuvens densas em movimento, é frequente observar-se rápidas alterações no contraste entre os estímulos luminosos, ao menos para a visão humana. A dificuldade de registro e medidos dessas variações impedem uma análise das RΔ com referência a elas (nota nº 6).

O quarto fator da resistência decorre do tipo de situação experimental em que se efetuou o experimento. A resposta considerada é uma fração de uma cadeia de operantes que se inicia e termina na colmeia. Como a situação experimental é aberta, os operantes antecedentes e subsequentes à R considerada são muito variáveis e não sofrem qualquer operação de diferenciação por meio de reforçamento seletivo. Desse modo, o pouso do sujeito sobre um dos aparelhos é sempre precedido de um voo que pode ser mais ou menos sinuoso e muito variável. Assim, ao chegar o momento do pouso o sujeito pode encontrar-se mais próximo de SD que de SΔ ou vice-versa. Quando, no momento do pouso, o sujeito se acha mais próximo do aparelho que contém SΔ a atividade de voar até o aparelho que apresenta SD implica um esforço maior e, nesse caso, há uma probabilidade maior de RΔ. Ao longo do treinamento, o sujeito aprende a não pousar, exceto raramente, junto a SΔ, mas não se pode excluir a possibilidade de ocorrerem respostas erradas devidas à proximidade de SΔ no momento do pouso, mesmo após uma aquisição satisfatória da discriminação condicional. Neste caso, a variável responsável por algumas RΔ seria um custo adicional ao da emissão de R e representado pelo voo – mais longo ou mais curto – necessário para pousar junto a outro *operandum*.

"Flavia VIII" apresenta uma curva relativamente regular de resistência à extinção

e um ritmo bastante estável de RD. Não se nota qualquer efeito evidente da passagem da noite nos dois momentos da curva em que o registro se interrompeu entre um dia e outro. Como se vê no gráfico, foi o sujeito que apresentou maior número de erros ao final da curva, mas foi também a abelha que mais RS apresentou, excetuando-se "Lucilia I".

"Lucilia I" tem uma curva bastante irregular em de RΔ, que demonstra tendência à extinção, mas termina por recuperação acentuada já explicada anteriormente na discussão do Gráfico 3A. Já antes, na 14ª e na 21ª séries, esse sujeito demonstra alguma resistência à extinção e é nesses momentos da curva que o ritmo de RD sofre as deflexões mais acentuadas de todo o gráfico. Não se pode atribuir tais "rajadas" de RΔ a alguma sequência particular, dentro da série de 30 troncas casuais de SA e SB, que se repetem ao longo de toda a curva. Isto porque os aumentos de aceleração ocorrem em momentos diversos da série casual de 30 trocas. Como os demais sujeitos, "Lucilia I" não altera seu desempenho após a passagem de uma noite.

"Lucilia III" apresenta de início, um ritmo de aceleração mais alto que o do sujeito precedente, mas, logo após a 14ª série, ambas as abelhas têm curvas de RD muito semelhantes e praticamente paralelas. A curva de RΔ é a que mostra um processo de extinção mais seguro, principalmente após a 25ª série. Já no fim da 1ª série esse sujeito demonstra o desempenho superior que o caracteriza no seu grupo. Esse sujeito é o único que, dentro do Grupo A, demonstra uma acentuada tendência à extinção das RΔ.

"Flavia V" demonstra a maior resistência à extinção das RΔ, dentro do Grupo A. Na sua curva de erros aparece uma oscilação cíclica a partir de um ritmo básico relativamente alto, quando comparado com os dos outros sujeitos do grupo, com exceção de "Flavia VII". Essas oscilações após a 15ª série dão à curva um aspecto curioso de razão fixa mal estabelecida. É difícil admitir que as RΔ tenham seguido tal esquema, pois, entre uma e outra "pausa" da curva, ocorrem mais de 50 visitas.

"Flavia VI" mostra uma curva de RD menos estável que as dos demais sujeitos. A curva de RΔ denota uma resistência irregular à extinção.

7) Sobre o Gráfico 4B. As curvas de RD são bastante homogêneas em seu traçado geral quanto ao ritmo de aceleração, embora sejam bastante diversas quanto aos totais de RD que cada uma inclui. Neste aspecto o Gráfico 4B é bem diverso do precedente. Entretanto, mesmo que se considerem as curvas apenas até a 36ª série, à qual todas as abelhas atingiram as relações entre os sujeitos, quanto aos níveis de rendimento apresentados, são praticamente as mesmas que se depreendem do exame das curvas totais. Nota-se em todas as curvas que a passagem de uma noite não altera o desempenho dos sujeitos.

Comparando com o Gráfico 3B, o presente mostra maior estabilidade no ritmo das curvas. A resistência à extinção, cujos possíveis fatores foram discutidos há pouco, aparece claramente também neste grupo.

"Lucilia II" é o sujeito desse grupo que apresenta o melhor desempenho com uma curva de RD estável e altamente acelerada. Tem ainda o maior total de RD e o menor de RΔ. Sua curva de RΔ mostra um processo de extinção mais rápido que o das demais curvas, embora

considerando-se isoladamente esse sujeito, a extinção apresenta-se lenta dado o grande número de visitas efetuadas.

"Flaminia II" demonstra uma extinção incipiente de RΔ, ao lado de considerável estabilidade no ritmo das RD.

"Flaminia VII" apresenta certa irregularidade no ritmo de RD até a 22ª série, a partir da qual a curva se estabiliza. Ao mesmo tempo, a curva de RΔ apresenta uma clara deflexão que a torna paralela à de "Lucilia II", a abelha que demonstrou melhor rendimento no Grupo B.

"Lucilia V" apresenta duas fases em sua curva de RD: uma vai do início à 23ª série e caracteriza-se por um ritmo alto e regular, a outra, da 23ª série, até o final da curva mostra um ritmo mais baixo que se mantém até o fim do registro.

É durante essa 2ª fase que, logicamente, a curva de RΔ mostra um notável aumento da resistência à extinção. É uma resistência estável e a mais alta do Grupo B. Para explicar essa curva, basta um exame dos registros da sessão experimental que assinalam anormalidades excepcionais nas condições meteorológicas e estimuladoras, durante o período de deflexão na curva RD. Os registros marcam, durante esse período – "10h35min – tempo encoberto; 12h20min – colmeia parada, tempo em mudança e o sujeito demora-se em retornar aos aparelhos; 13h22min – luzes de SD e SΔ estão muito fracas; 15h12min – ameaça de chuva, ventos, penumbra na sala; 15h54min – luzes muito fracas; 16h04min – energia elétrica insuficiente, lâmpadas são vistas com dificuldade, ficam avermelhadas e os alimentadores funcionam mal por falta de energia elétrica suficiente; 17h04min – penumbra, céu nublado ameaçando chuva; 17h30min – muito escuro trovões".

"Lucilia VI" tem uma curva RD que apresenta pequenas oscilações em torno de um ritmo geral estável. Sua curva de RΔ mostra resistência à extinção somente nas seis últimas séries evidencia a deflexão característica de extinção.

8) Sobre as Tabelas 5A e 5B. Os resultados do experimento são resumidos nas Tabelas 5A e 5B. A Tabela 5A mostra que todas as abelhas do Grupo A têm, ao fim do experimento, alta porcentagem de acertos. Apenas em SA dois sujeitos têm menos de 75% de RD, enquanto os demais superam de muito esse índice, exigido anteriormente como critério para submeter os sujeitos ao registro final que se acha incluídos nos gráficos. Como critério refere-se indistintamente a SA e SB não se pode entender essas porcentagens mais baixas como expressões de uma redução do ritmo geral de RD entre o início e o fim dos registros. Um desses sujeitos, "Flavia VI", é o que apresenta maior porcentagem de RD em SB e o outro é "Flavia VII" que manteve uma baixa porcentagem de RD em todo o tempo, tanto em SA como em SB.

Em SB, como nos dados gerais referentes à SA e SB, todas as abelhas apresentam porcentagens superiores à do critério inicial. Confrontando-se as porcentagens de RD do grupo total em SA com a obtida em SB, nota-se que o grupo acerta mais na situação SB, com 82,1%, que nas visitas efetuadas em SA, nas quais a porcentagem de RD foi de 79,8. A diferença entre esses resultados é de apenas 2,3% e é devida ao desempenho de "Flavia VI" que apresenta em SB uma porcentagem de RD de 90,6, consideravelmente maior que em SA, em que atingiu

67,2%. Esses dados mostram claramente uma superaprendizagem da situação SB em detrimento do desempenho de SA.

Como SB implica que o SD é luz acesa, o desempenho superior de "Flavia VI" em SB poderia ser atribuído, à primeira vista, a uma preferência do sujeito por luz acesa, mas o exame dos resultados dos demais sujeitos mostra que três abelhas, no total de cinco, acertam mais em SA quando SD é luz apagada. Por isso é mais aceitável a explicação do resultado excepcional de "Flavia VI" com efeito de superaprendizagem em SB. As porcentagens atingidas por "Flavia VII" nas duas contingências, SA e SB foram respectivamente, 72,6 e 78,5, muito próximas entre si e corroboram a explicação de que os resultados de "Flavia VI" não evidenciam uma probabilidade maior de acertos quando SD é luz acesa ou quando o *discriminandum* de referência é a cor azul, SB, a menos que o treinamento induza tal aumento de probabilidade em uma das contingências de discriminação condicional, por defeitos dos critérios de passagem de uma fase a outra ou por deficiências de controle.

O número de visitas em SA e SB não é igual em nenhuma linha da tabela porque a série de 30 visitas, repetidas ao longo de todos os registros inclui 26 visitas com SA e 14 com SB. Ademais, quando um dia de treinamento termina com uma visita situada antes da metade da série, um grande número de visitas em SB não chega a efetuar-se. Basta que se repita a série por 10 vezes para que o número de visitas inclua 20 visitas mais em SA do que em SB.

A série deveria ser composta diversamente para evitar essa distorção em não chega a comprometer os resultados, pois as porcentagens de RD alcançadas diante de SA ou SB pelas várias abelhas e pelo grupo mostram que não existe grande diferença de rendimento em um e outro caso, exceto para "Flavia VI".

A Tabela 5B mostra que todos os sujeitos do grupo mantiveram ao fim dos registros uma porcentagem de RD superior à do critério inicial de 75%. Tanto na coluna referente à SA como na relativa à SB e na dos dados sobre as duas contingências a menos porcentagem é 76,9. A porcentagem de RD do grupo total em SA é 87,3, ligeiramente superior à obtida em SB. A diferença se deve, principalmente, ao desempenho de "Lucilia VI" que em SA acerta 92,5% das escolhas iniciais e em SB apresentou apenas 79,2% de RD. Também neste caso a porcentagem maior de acertos ocorre na situação em que SD é a luz acesa (na presença de SA). Também aqui, os resultados das demais abelhas no grupo tornam difícil atribuir o maior número de acertos (de "Lucilia VI") em SA a uma probabilidade maior de acerto quando SD é luz acesa, a menos que tal probabilidade seja aumentada durante o processo de treinamento ou como efeito dele. Na realidade, no grupo de cinco sujeitos, dois certaram mais quando SD era a luz apagada. Ademais, considerando o total de 10 abelhas nota-se que cinco delas, duas do Grupo A e três do Grupo B, têm maiores porcentagens de RD diante da luz acesa; as outras cinco apresentam mais certos diante de luz apagada, independentemente de apresentar-se um ou outro *discriminandum* de referência. Tal resultado indica que os desempenhos excepcionais de "Flavia VI" no Grupo A e "Lucilia VI" no Grupo B são devidos a fatores outros que as propriedades dos estímulos de escolha ou dos *discriminanda* de referência.

Enquanto oito sujeitos apresentam diferenças inferiores a dez entre porcentagens de acertos, em SA e a que atingiram em SB, apenas dois, um de cada grupo, mostram diferenças muito altas. “Flavia VI” atingiu 67,2% de RD iniciais em SA e 90,6% em SB; “Lucilia VI” teve em SA 92,5% e em SB alcançou 79,2%.

Não houve nenhum caso de superaprendizagem quando a luz acesa tinha função de SΔ. Como o primeiro SD introduzido no treinamento era luz acesa, existe a possibilidade da discriminação simples inicial afetar todo o processo de aquisição da discriminação condicional.

O critério para a introdução da sequência casual de apresentações de SA ou SB exige um total de seis RD iniciais consecutivas nas seis primeiras visitas, diante de SA ou SB e, a seguir, mais quatro RD iniciais consecutivas num total de quatro visitas, diante de SB ou SA. Até ser atingido esse critério os períodos de SA e SB são alternados muitas vezes. Quando um sujeito consegue emitir seis RD iniciais consecutivas em SA, mas não chega a emitir a série de quatro RD iniciais consecutivas no período subsequente de SB, a presença desse *discriminandum* prolonga-se até que se obtenha seis acertos iniciais consecutivos e, a seguir, espera-se um total de quatro acertos iniciais no período ulterior diante de SA. Se nas quatro primeiras visitas o sujeito não atinge o critério, o período é prolongado até que sejam obtidas seis RD iniciais consecutivas.

Com esse procedimento é muito fácil que um dos *discriminanda* de referência permaneça durante um total de visitas muito maior que as efetuadas diante de outra cor. Consequentemente, um dado SD pode, por assim um supertreinamento diante de uma dada contingência.

Comparando-se as Tabelas 5A e 5B, nota-se uma alta porcentagem geral de RD nos dois grupos, 80,9 e 85,7. O número total de visitas efetuadas pelos sujeitos do Grupo A foi consideravelmente menor que o do Grupo B, no qual estão dois sujeitos que efetuaram maior número de visitas, “Lucilia II” e “Lucilia VI”. No Grupo A está “Flavia VI” cujo registro inclui menor total de visitas, 340. Se todos os gráficos fossem interrompidos após a 34ª série as posições relativas dos dois grupos e entre os sujeitos de cada grupo seriam, fundamentalmente, as mesmas como se pode notar nos Gráficos 4A e 4B. De fato, depois desse ponto, as curvas de RD dos 10 sujeitos não apresentam alterações consideráveis no ritmo de aceleração e na estabilidade do mesmo.

As Tabelas 6A e 6B mostram que as porcentagens de RD ao longo das curvas variam pouco, após a 34ª séries. Efetivamente, as maiores variações na porcentagem de RD ocorrem nas primeiras séries, antes da 34ª, tanto para os sujeitos do Grupo A como para o do Grupo B.

Tabela 1A

RD e RΔ iniciais dos sujeitos do Grupo A na primeira série de 30 visitas, com alternação de SA e SB em sequência casual.

		Sujeitos - Grupos A				
Visitas Sucessivas	SA ou SB	Flavia V	Flavia VI	Flavia VII	Lucilia I	Lucilia III
1	SA	D	e	E	D	D
2	SA	d	e	E	E	E
3	SB	D	D	e	E	E
4	SB	E	E	E	D	e
5	SA	E	E	D	D	D
6	SA	D	D	e	D	E
7	SA	E	d	D	E	D
8	SA	D	D	E	D	E
9	SB	E	E	E	D	D
10	SB	D	D	e	E	E
11	SB	E	E	e	D	D
12	SA	E	d	D	E	D
13	SB	e	E	E	D	E
14	SA	e	D	E	D	E
15	SB	D	E	D	E	D
16	SA	e	D	D	D	E
17	SA	D	D	E	d	E
18	SA	d	E	e	e	D
19	SB	d	e	D	D	D
20	SB	E	E	E	E	E
21	SA	E	D	D	E	D
22	SA	D	E	E	D	E
23	SB	D	D	E	D	E
24	SB	E	E	D	E	E
25	SB	D	E	D	D	D
26	SA	D	d	E	E	E
27	SB	E	D	E	E	E
28	SA	D	e	D	E	E
29	SB	E	E	E	E	D
30	SA	D	E	e	E	D
Total de RD		24	23	24	28	29
% de RD		80,0	76,6	80,0	93,3	96,6

Tabela 1B

RD e RΔ iniciais dos sujeitos do Grupo B na primeira série de 30 visitas, com alternação de SA e SB em sequência casual.

		Sujeitos - Grupos B				
Visitas Sucessivas	**SA ou SB**	**Flaminia II**	**Flaminia VII**	**Lucilia II**	**Lucilia V**	**Lucilia VI**
1	SA	e	E	E	E	d
2	SA	D	D	D	D	D
3	SB	D	E	D	D	E
4	SB	d	D	E	d	e
5	SA	D	E	D	d	D
6	SA	E	D	E	E	E
7	SA	E	E	D	D	D
8	SA	E	D	E	E	E
9	SB	D	E	d	d	e
10	SB	E	D	e	E	E
11	SB	D	E	E	D	D
12	SA	E	D	E	E	D
13	SB	E	D	D	E	D
14	SA	E	D	E	D	d
15	SB	D	E	E	d	E
16	SA	D	E	E	D	E
17	SA	E	e	D	d	D
18	SA	e	D	E	D	E
19	SB	E	D	D	E	e
20	SB	D	E	E	E	D
21	SA	e	D	D	D	D
22	SA	D	E	E	E	d
23	SB	E	D	E	d	E
24	SB	E	d	D	D	D
25	SB	D	e	E	E	E
26	SA	e	E	d	D	D
27	SB	D	d	e	D	D
28	SA	D	E	D	D	E
29	SB	E	E	D	E	D
30	SA	E	e	D	d	E
Total de RD		25	25	26	23	24
% de RD		83,3	83,3	86,6	76,6	80,0

Tabela 2A

Totais de RD e RΔ iniciais, em blocos sucessivos de 10 visitas e emitidas pelos sujeitos do Grupo A, diante de SA (amarelo).

Lucilia I		Flavia VI		Flavia V		Lucilia III		Flavia VII	
6	0	3	3	5	1	6	0	5	1
9	2	7	4	7	4	11	0	9	2
14	2	10	6	12	4	15	0	13	3
18	3	14	7	15	6	21	0	17	4
23	4	20	8	20	7	26	0	20	8
27	5	22	11	25	7	30	0	23	10
32	5	28	11	29	8	36	0	26	11
38	5	29	14	34	9	42	0	30	13
40	7	34	15	38	10	45	2	35	14
42	10	38	17	43	10	47	5	39	14
47	11	41	18	49	10	52	5	43	16
51	11	42	22	54	10	57	5	46	18
57	11	46	24	59	10	61	6	49	19
58	15	47	28	64	10	63	9	55	20
64	15	50	30	67	12	68	10	59	21
66	18	53	33	71	12	71	11	62	22
70	19	56	35	74	14	76	11	67	24
73	20	61	35	78	14	82	11	71	25
77	21	64	38	84	16	86	11	74	25
83	21	68	38	88	17	90	13	78	26
85	23	73	38	93	18	95	13	83	27
91	23	79	38	97	18	100	13	85	30
95	24	82	39	100	20	103	16	90	30
100	24	87	40	105	21	108	16	94	32
104	25	90	42	107	23	113	17	98	33
108	26	93	44	111	25	118	18	102	34
114	26	96	46	115	26	122	18	104	38
117	27	100	47	120	26	128	18	108	38
122	27	104	49	125	26	133	18	111	40
127	28	108	50	128	28	136	19	115	42
130	30	113	51	132	30	142	19	118	43
135	30	116	53	135	32	147	19	121	45
141	30	120	54	138	34	152	19	123	49
145	31	121	59	144	34	156	19	126	51
150	31			147	35	162	19	130	52
156	31			152	35	167	19	136	52
161	31			158	36	172	19	139	54
165	31			163	36			143	55
171	32			167	36			149	55
175	33			174	36			150	58
179	33			179	36			154	60
185	33			183	36			157	64
189	34			189	36			160	65
192	35			194	36			163	67
197	36							167	69
202	37							171	69
207	37							176	70
212	37							182	70
216	39							183	73
								189	73
								194	73

Tabela 2B

Totais acumulados de RD e RΔ iniciais, em blocos sucessivos de 10 visitas e emitidas pelos sujeitos do Grupo B, diante de SA (amarelo).

Lucilia VI		**Flaminia II**		**Lucilia V**		**Flaminia VII**		**Lucilia II**	
5	1	5	1	5	1	6	0	6	0
9	2	9	2	8	3	10	1	11	0
13	3	13	4	11	4	15	2	15	1
18	3	17	5	17	4	19	3	19	2
24	3	22	6	21	5	25	3	24	3
29	3	25	9	26	5	30	4	28	4
33	4	29	10	30	6	35	4	32	5
39	4	33	12	36	6	39	6	37	6
43	4	37	13	40	7	44	6	41	6
48	4	41	15	43	9	48	7	44	8
54	4	46	16	48	10	54	7	40	8
58	5	50	17	52	11	57	8	53	9
63	5	54	18	57	11	62	9	58	10
69	5	61	18	62	12	66	10	63	10
72	6	65	18	66	12	68	12	67	13
78	6	69	20	71	13	73	12	72	11
83	6	72	23	73	16	78	12	77	11
88	6	75	24	78	17	82	14	82	12
93	6	81	24	82	17	85	16	85	14
98	6	87	24	86	18	89	17	90	15
103	7	91	25	92	18	95	17	96	15
107	7	96	25	96	19	99	18	101	15
112	7	102	25	101	19	103	18	105	15
118	8	107	26	106	20	109	19	112	15
122	8	112	26	109	21	114	19	116	16
127	9	117	27	113	23	118	19	120	16
132	9	123	27	117	24	123	20	124	16
137	9	128	27	121	24	127	21	130	16
141	9	133	27	125	26	130	22	135	16
147	10	139	28	130	26	136	22	140	16
152	10	144	28	133	29	141	22	146	16
156	10	147	29	136	30	146	22	149	17
162	10	153	30	140	32	150	23	154	17
166	11	156	32	144	34	155	24	159	18
170	12	158	35	148	35	160	24	163	18
176	12	162	36	151	36	165	24	168	18
180	13			156	38	170	25	173	19
184	13			159	39			176	20
191	13			161	42			182	20
196	13			168	42			186	21
200	13			171	44			191	21
205	14			174	45			195	22
209	15			178	46			199	23
212	16			182	46	Continuação da Tabela		204	24
218	16			187	46	Lucilia II		209	24
223	16					273	27	214	24
227	16					278	27	220	24
230	19					284	27	225	24
235	19					288	28	229	24
238	21					293	28	236	24
243	21					298	29	241	24
249	21					301	30	245	24
253	22					306	30	251	24
258	22					311	31	256	24
264	22					314	32	258	26
268	22					320	32	264	26
273	22							269	26

Tabela 3A

Totais acumulados de RD e RΔ iniciais, em blocos sucessivos de 10 visitas e emitidas pelos sujeitos do Grupo A, diante de SB (azul).

Lucilia I		Flavia VI		Flavia V		Lucilia III		Flavia VII	
4	0	4	0	4	0	3	1	2	2
8	0	8	1	7	2	8	1	6	3
14	0	13	1	12	2	14	1	11	3
19	0	15	4	16	3	16	3	12	7
23	0	16	6	19	4	21	3	14	8
26	2	20	7	22	6	27	3	18	9
30	3	24	7	26	7	29	5	23	10
34	3	30	7	29	8	32	6	27	10
38	5	33	8	34	8	37	6	31	10
42	6	37	8	38	9	42	6	36	11
45	7	43	8	41	10	46	7	40	11
49	9	47	9	45	11	51	7	44	12
52	10	50	10	48	13	56	7	49	13
54	13	54	11	51	15	61	7	50	15
56	15	59	11	53	18	64	8	54	16
61	15	62	12	57	20	68	10	60	16
66	15	67	12	61	21	72	11	61	18
72	15	72	12	65	23	75	12	64	20
77	15	76	12	67	23	79	14	68	23
81	15	82	12	71	24	83	14	73	23
84	18	87	12	75	24	87	15	77	23
88	18	91	12	81	24	91	16	81	24
93	18	97	12	85	25	95	16	86	24
96	20	101	12	89	25	99	17	89	25
100	21	106	12	93	27	100	20	94	25
103	23	111	12	96	28	103	21	98	26
106	24	115	13	101	28	108	22	101	27
112	24	119	14	106	28	111	23	105	29
117	24	123	14	109	30	116	23	108	31
120	25	128	14	114	30	121	24	110	33
125	25	132	14	118	30	124	25	115	34
129	26	137	14	122	31	129	25	118	36
133	26	142	14	126	32	134	25	121	37
138	26	145	15	130	32	140	25	126	37
143	26			133	34	143	26	130	38
147	26			138	35	148	26	132	40
151	27			140	36	152	27	136	41
157	27			143	38			141	41
159	28			148	39			145	41
164	28			149	41			150	42
170	28			151	44			153	43
174	28			155	46			156	43
178	29			159	46			161	44
183	30			161	48			165	45
184	33							169	45
187	34							173	47
190	36							175	49
192	39							179	49
194	41							183	51
								186	52
								190	52

Tabela 3B

Totais acumulados de RD e RΔ iniciais, em blocos sucessivos de 10 visitas e emitidas pelos sujeitos do Grupo B, diante de SB (azul).

Lucilia VI		Flaminia II		Lucilia V		Flaminia VII		Lucilia II	
2	2	3	1	2	2	4	0	3	2
6	3	8	1	7	2	9	0	7	2
11	3	12	1	12	3	10	3	11	3
16	3	15	3	15	4	13	5	16	3
20	3	19	3	18	6	16	6	20	3
25	3	23	3	21	8	18	8	24	4
30	3	27	4	23	11	23	8	29	4
34	3	30	5	27	11	25	10	33	4
39	4	34	6	31	12	28	12	39	4
44	4	38	6	35	13	32	13	44	4
47	5	42	6	39	13	34	15	48	4
50	7	45	8	44	13	40	15	54	4
54	8	48	10	48	14	42	17	58	4
58	8	50	11	51	15	45	19	63	4
63	9	56	11	56	16	50	20	68	4
67	9	60	11	59	17	53	22	73	4
71	10	64	11	63	18	58	22	78	4
74	12	70	11	67	18	61	23	82	4
76	15	71	14	71	19	65	24	87	4
81	15	74	15	74	21	67	27	91	4
84	17	79	15	76	23	71	27	94	5
89	17	84	15	81	23	74	29	99	5
91	20	88	15	86	23	80	29	105	5
95	20	92	15	90	24	83	29	107	6
97	23	96	16	95	25	86	31	112	6
100	25	98	18	97	27	92	31	118	6
103	26	101	19	101	27	95	32	124	6
108	26	106	19	106	28	100	32	127	7
114	26	110	20	110	28	106	32	136	8
116	27	113	20	114	30	110	32	140	8
120	28	118	20	118	30	116	32	145	9
122	32	124	20	121	32	120	32	149	10
124	34	127	20	126	32	124	33	153	10
128	35	132	20	130	32	127	34	159	10
135	37	137	20	134	33	129	37	163	11
138	39	142	20	138	35	134	37	166	12
143	40			139	37	137	38	172	12
146	40			142	39			176	12
151	40			147	40			181	12
156	41			149	41			186	12
159	42			152	43			191	12
161	45			157	44			196	12
166	46			161	45			200	12
170	46			165	47			205	12
174	47			167	50			210	12
179	48							213	13
182	49							218	13
185	51							224	13
189	52							227	13
192	54							232	13
195	55							238	13
200	55							242	13
204	56							245	15
207	57							251	15
213	57							255	15
218	57							260	15
								263	17
								267	18
								270	19
								273	21
								278	21

Continução da tabela

Lucilia II	
282	21
288	21
293	21
297	21
303	21
307	21

Tabela 4A

Totais acumulados de RD e RΔ iniciais, em blocos sucessivos de 10 visitas e emitidas pelos sujeitos do Grupo A, diante de SA (amarelo) ou SB (azul).

Lucilia I		Flavia VI		Flavia V		Lucilia III		Flavia VII	
10	0	7	3	9	1	9	1	7	3
18	2	15	5	14	6	19	1	15	5
28	2	23	7	24	6	29	1	24	6
37	3	29	11	31	9	37	3	29	11
46	4	36	14	39	11	47	3	34	16
53	7	42	18	47	13	57	3	41	19
62	8	52	18	55	15	65	5	49	21
72	8	59	21	63	17	74	6	57	23
78	12	67	23	72	18	82	8	66	24
84	16	75	25	81	19	89	11	75	25
92	18	84	26	90	20	98	12	83	27
101	19	89	30	99	21	108	12	90	30
109	21	96	34	107	23	117	13	98	32
112	28	101	39	115	25	124	16	105	35
120	30	109	40	120	30	132	18	113	37
127	33	115	45	128	32	139	21	122	38
136	34	123	47	135	35	149	22	128	42
145	35	133	47	143	37	157	23	135	45
154	36	140	50	151	39	165	25	142	48
164	36	150	50	159	41	173	27	151	49
169	41	160	50	168	42	182	28	160	50
179	41	170	50	178	42	191	29	166	54
188	42	179	51	185	45	198	32	176	54
196	44	188	52	194	46	207	33	183	57
204	46	496	54	200	50	213	37	192	58
211	49	204	56	207	53	221	39	200	60
220	50	211	59	216	54	230	40	205	65
229	51	219	61	226	54	239	41	213	67
239	51	227	63	234	56	249	41	219	71
247	53	236	64	242	58	257	43	225	75
255	55	245	65	250	60	266	44	233	77
264	56	253	67	257	63	276	44	239	81
274	56	262	68	264	66	286	44	244	86
283	57	266	74	274	66	296	44	252	88
293	57			281	69	305	45	260	90
303	57			290	70	315	45	268	92
312	58			298	72	324	46	275	95
322	58			306	74			284	96
330	60			315	75			294	96
339	61			323	77			300	100
349	61			330	80			307	103
359	61			338	82			313	107
367	63			348	82			321	109
375	65			355	84			336	114
381	69							344	116
389	71							351	119
397	73							361	119
404	76							366	124
410	80							375	125
								384	125

Tabela 4B.

Totais acumulados de RD e RΔ iniciais, em blocos sucessivos de 10 visitas e emitidas pelos sujeitos do Grupo B, diante de SA (amarelo) ou SB (azul).

Lucilia VI		Flaminia II		Lucilia V		Flaminia VII		Lucilia II	
7	3	8	2	7	3	10	0	8	2
15	5	17	3	15	5	19	1	18	2
24	6	25	5	23	7	25	5	26	2
44	6	32	8	32	8	32	8	35	5
54	6	41	9	39	11	41	9	44	6
63	7	48	12	47	13	48	12	51	8
73	7	56	14	53	17	58	12	61	9
82	8	63	17	63	17	64	16	70	10
92	8	71	19	71	19	72	18	80	10
101	9	79	21	78	22	80	21	88	12
108	12	88	22	87	23	88	22	98	12
117	13	95	25	96	24	97	23	107	13
127	13	102	28	105	25	104	26	116	14
135	15	111	29	113	27	111	29	126	14
145	15	121	29	122	28	118	32	135	15
154	16	129	31	130	30	126	34	145	15
162	18	136	34	136	34	136	34	155	15
169	21	145	35	145	35	143	37	164	16
179	21	152	38	154	36	150	40	172	18
187	23	161	39	161	39	156	44	181	19
196	24	170	40	169	41	166	44	190	20
203	27	180	40	178	42	173	47	200	20
213	27	190	40	188	42	183	47	210	20
219	31	199	41	196	44	192	48	219	21
227	33	208	42	204	46	200	50	228	22
235	35	215	45	210	50	210	50	238	22
245	35	224	46	219	51	218	52	248	22
255	35	234	46	227	53	227	53	257	23
263	37	243	47	236	54	236	54	266	24
272	38	252	48	244	56	246	54	276	24
278	42	262	48	252	58	256	54	286	24
286	44	271	49	258	62	266	54	294	26
294	46	280	64	266	64	274	56	303	27
302	48	288	52	274	65	282	58	312	28
311	49	295	55	282	68	289	61	322	28
318	52	304	56	289	71	299	61	331	29
327	52			295	75	307	63	339	31
337	53			301	79			348	32
347	53			308	82			358	32
356	54			317	83			367	33
364	56			323	87			377	33
370	60			331	89			386	34
378	62			339	91			395	35
388	62			347	93			404	36
397	63			354	96			414	36
406	64							424	36
412	68							432	37
420	70							442	37
427	73							452	37
435	75							463	37
444	76							473	37
453	77							483	37
462	78							493	37
471	79							501	39
481	79							509	41
491	79							519	41
536	44							529	41
545	45							536	44
554	46							545	45
561	49							554	46
571	49							561	49

Continução da tabela

Lucilia VI		Lucilia II	
580	50	571	49
589	51	580	50
599	51	589	51
608	52	599	51
617	53	608	52
627	53	617	53
		627	53

Tabela 5A
Totais e porcentagens de RD e totais de RΔ - Grupo A.

Sujeitos	SA (amarelo)			SB (azuis)			SA e SB		
	RD	% do RD	RΔ	RD	% do RD	RΔ	RD	% do RD	RΔ
Flavia V	194	84,3	36	161	77,0	48	355	80,8	84
Flavia VI	121	67,2	59	145	90,6	15	266	78,2	74
Flavia VII	194	72,6	73	190	78,5	52	384	75,4	125
Lucilia I	216	84,7	39	194	82,5	41	410	83,6	80
Lucilia III	172	90,0	19	152	84,9	27	324	87,5	46
Total	897	79,8	226	842	82,1	183	1739	80,9	409
Total de Visitas		1123			1025			2148	

Tabela 5B
Totais e porcentagens de RD e totais de RΔ - Grupo B.

Sujeitos	SA (amarelo)			SB (azuis)			SA e SB		
	RD	% do RD	RΔ	RD	% do RD	RΔ	RD	% do RD	RΔ
Flaminia II	162	81,8	36	142	87,6	20	304	84,4	56
Flaminia VII	170	87,1	25	137	78,2	38	307	82,9	63
Lucilia II	320	90,9	32	307	93,5	21	627	92,2	53
Lucilia V	187	80,2	46	167	76,9	50	354	78,6	96
Lucilia VI	273	92,5	22	218	79,2	57	491	86,1	79
Total	1112	87,3	161	971	83,9	186	2083	85,7	347
Total de Visitas		1273			1157			2430	

Tabela 6A
Porcentagens de RD do Grupo A sobre totais acumulados de visitas em blocos de 50, a partir da 30ª visita.

Visitas	Sujeitos				
Acumuladas	Flavia	Flavia VI	Flavia VII	Lucilia II	Lucilia III
30	80,0	76,6	80,0	9,3	96,6
80	78,7	73,7	71,2	90,0	92,5
130	82,3	73,8	75,3	83,8	90,0
180	79,4	73,8	75,0	80,5	87,2
230	80,4	77,8	76,5	81,7	86,0
280	80,7	78,2	76,0	81,7	85,3
330	80,0	79,3	73,9	83,0	86,6
380	80,5		74,7	84,7	85,2
430	80,9		74,6	85,3	
480			74,2	84,1	

Tabela 6B
Porcentagens de RD do Grupo B sobre totais acumulados de visitas em blocos de 50, a partir da 30ª visita.

Visitas	Sujeitos				
Acumuladas	Flavia	Flavia VI	Flavia VII	Lucilia II	Lucilia III
30	87,3	83,3	86,6	76,6	80,0
80	78,7	80,0	87,5	78,7	91,2
130	78,4	80,0	89,2	80,7	90,0
180	80,5	79,4	91,1	80,5	90,0
230	82,6	79,5	91,3	81,7	88,2
280	83,5	81,0	91,7	81,0	87,5
330	84,8	83,0	91,8	80,6	86,6
380		80,7	91,5	79,2	86,0
430			91,8	78,8	86,0
480			92,2		85,8
530			93,0		85,6
580			92,4		
630			92,0		
680			92,2		

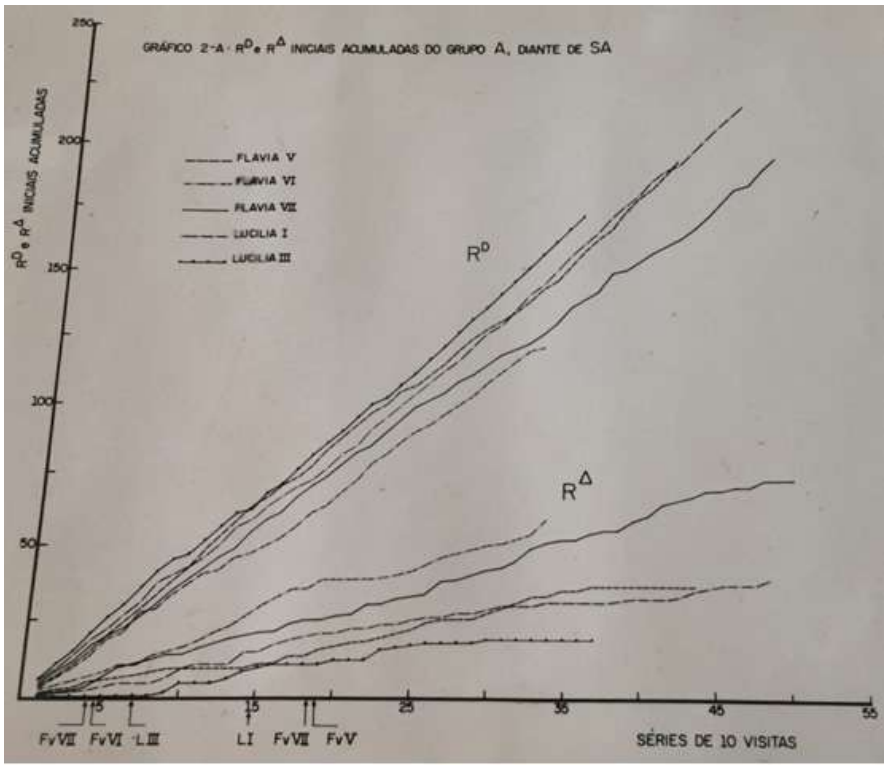


Gráfico 2A. RD e RΔ iniciais acumuladas, dos sujeitos do grupo A, nas visitas em que se apresentava SA (amarelo). As setas na abscissa indicam o momento em que o registro de cada sujeito foi interrompido durante uma noite. As curvas são discutidas no texto.

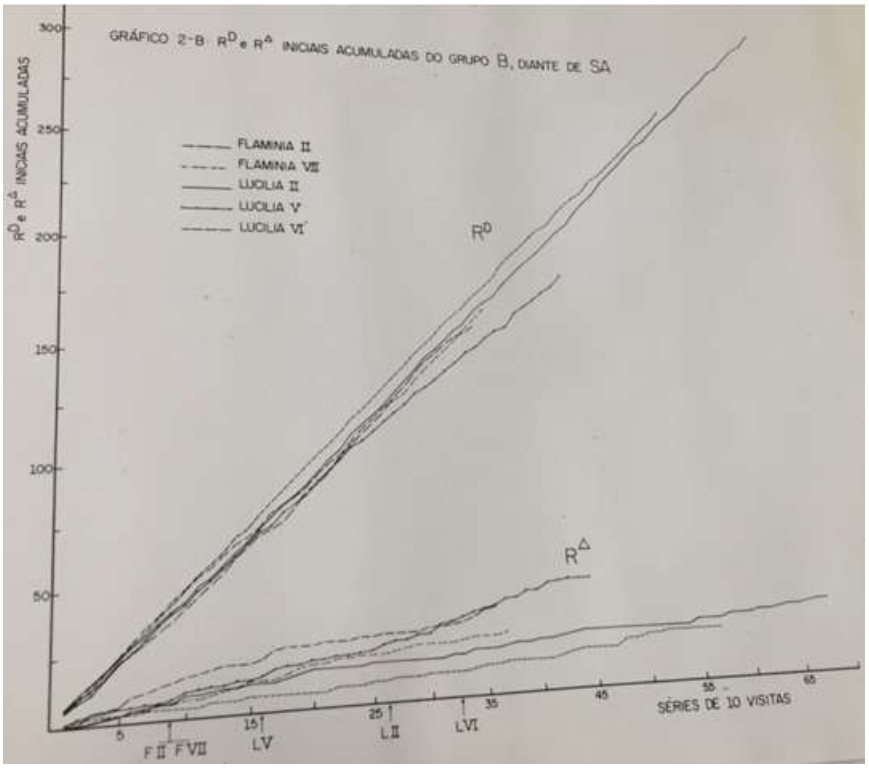


Gráfico 2B. RD e RΔ iniciais acumuladas, dos sujeitos do grupo B, nas visitas em que se apresentava SA (amarelo). As setas na abscissa indicam o momento em que o registro de cada sujeito foi interrompido durante uma noite. As curvas são discutidas no texto.

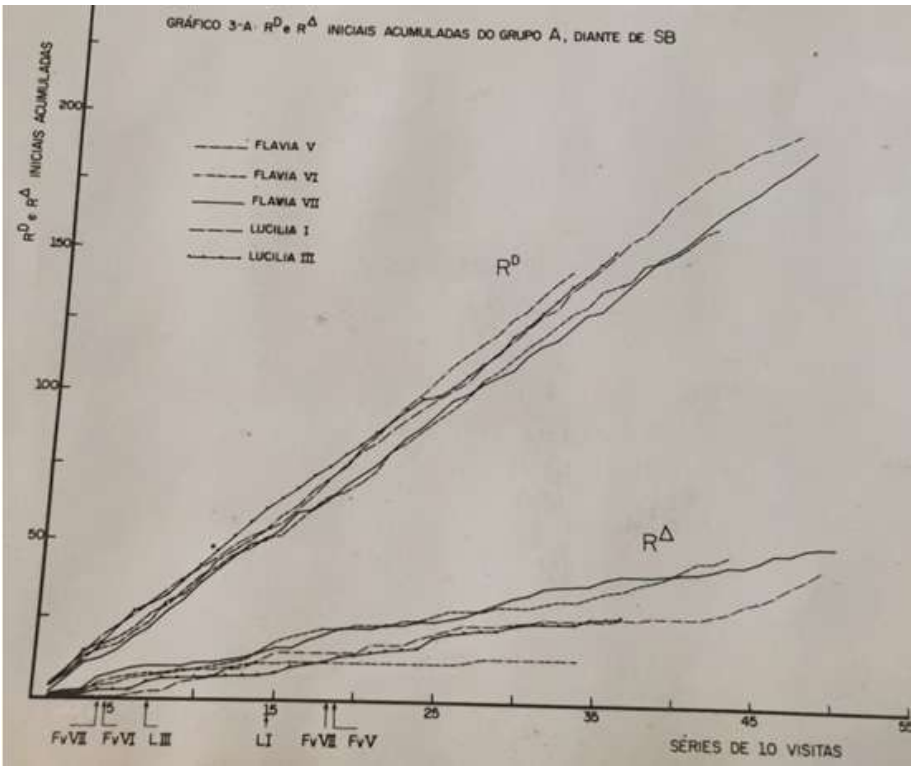


Gráfico 3A. RD e RΔ iniciais acumuladas, dos sujeitos do grupo A, nas visitas em que se apresentava SB (azul). As setas na abscissa indicam o momento em que o registro de cada sujeito foi interrompido durante uma noite. As curvas são discutidas no texto.

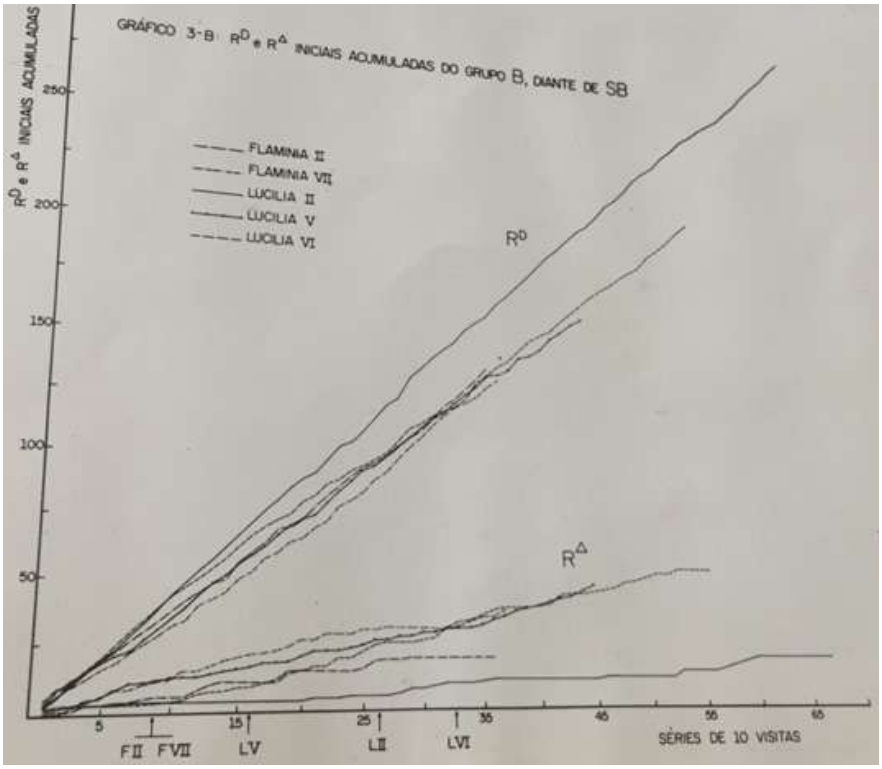


Gráfico 3B. RD e RΔ iniciais acumuladas, dos sujeitos do grupo B, nas visitas em que se apresentava SB (azul). As setas na abscissa indicam o momento em que o registro de cada sujeito foi interrompido durante uma noite. As curvas são discutidas no texto.

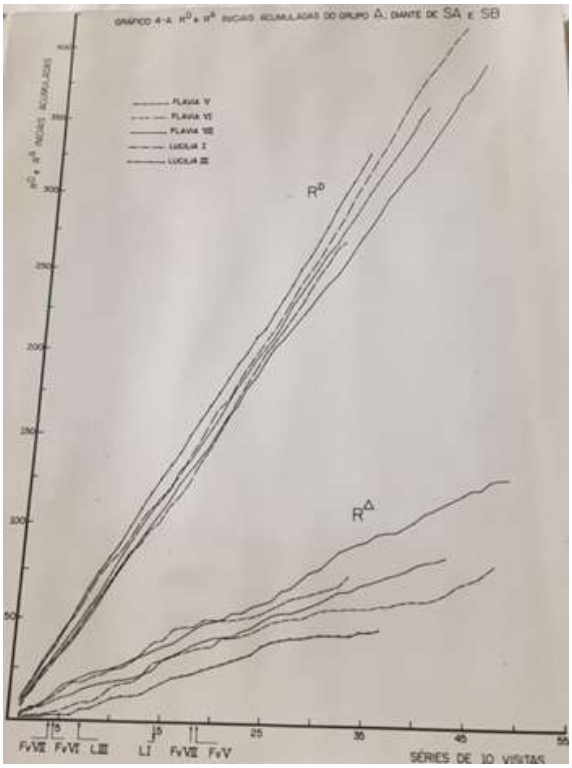


Gráfico 4A. RD e RΔ iniciais dos sujeitos do grupo A, acumuladas por séries de dez visitas, nas quais se apresentavam alternadamente SA e SB. As setas na abscissa indicam o momento em que o registro de cada sujeito foi interrompido durante uma noite. As curvas são discutidas no texto.

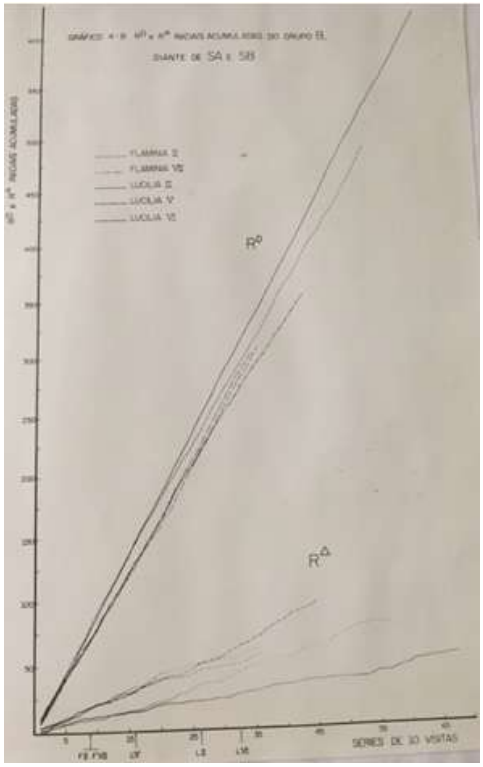


Gráfico 4B. RD e RΔ iniciais dos sujeitos do grupo B, acumuladas por séries de dez visitas, nas quais se apresentavam alternadamente SA e SB. As setas na abscissa indicam o momento em que o registro de cada sujeito foi interrompido durante uma noite. As curvas são discutidas no texto.

As Tabelas 6A e 6B expressam em números a relativa estabilidade do ritmo de aceleração das curvas incluídas nos Gráficos 4A e 4B. As visitas foram agrupadas em blocos de cinquenta, a partir da primeira série de 30 visitas com apresentação de SA e SB alternados ao acaso.

As primeiras porcentagens de cada sujeito, em ambas as tabelas, indicam o seu rendimento ao fim da primeira sequência de prova da discriminação condicional.

As demais linhas das tabelas registram as porcentagens de RD ao fim dos outros blocos de visitas sucessivas. O total de 50 visitas por bloco foi escolhido arbitrariamente, de modo a que cada um não correspondesse a uma sequência de alterações casuais de SA e SB, mas incluísse partes de diferentes sequências sucessivas.

Dada a diferença de quantidade de treino e de porcentagens de RD iniciais entre os sujeitos torna-se difícil comparar a coluna referente a cada um deles com uma coluna de valores que representassem o rendimento médio de cada grupo de cinco abelhas.

A diferença de ritmo de aceleração nas curvas de RD, entre os vários sujeitos de cada grupo, impede, ademais, calcular as variações que as porcentagens de RD de cada sujeito apresentam, em relação a uma probabilidade esperada de acertos iniciais, única para cada grupo.

A determinação de índices de rendimento padrão para cada grupo seria relativamente arbitrária e encobriria as naturais diferenças entre os comportamentos individuais, e praticamente inevitáveis em uma situação experimental "aberta". Isto porque o rendimento individual de cada sujeito é determinado em grau e modo diferente pelas condições de estimação estranhas às operações experimentais.

IX – Sumário

1) Problema

Verificar a eficácia das condições experimentais e procedimentos abaixo descritos para obter discriminação condicional em 10 abelhas.

2) Sujeitos

Dez abelhas *Melipona* (*Micheneria*) *rufiventris* divididas em dois Grupos A e B, de cinco sujeitos cada um. As abelhas eram operárias em serviço de coleta de alimento, marcadas com manchas coloridas, feitas sobre o dorso do tórax enquanto ingeriam alimento de uma pequena bandeja colocada à porta da colmeia. A colmeia acha-se instalada sobre o peitoril de uma janela (vitral) dentro da sala em que foi realizado o experimento. As 10 abelhas foram treinadas separadamente.

3) Definições

Usou-se um par de estímulos discriminativos "de escolha" constituído por duas lâmpadas pequenas de 6 V, uma acesa e outra apagada, alternadamente. SD podia ser a lâmpada (luz) acesa ou a apagada. Para o Grupo A empregou-se luz acesa como SD quando se apresentava a cor azul (SB) e, nesse caso, a luz apagada tinha função de SΔ. Quando se apresentava a cor amarela (SA) a luz acesa era SΔ e a apagada era SD. Para os sujeitos do Grupo B, quando se apresentava a cor azul (SB) à luz acesa era SΔ e a apagada era SD; quando era apresentado SA, a luz acesa era SD e a luz apagada tinha função de SΔ. SD e SΔ eram apresentados simultaneamente e tinham, portanto, funções intercambiáveis. As duas cores, amarelo-limão (SA) e azul-celeste (SB) – *discriminanda* de referência – eram apresentadas sucessivamente. SA corresponde a dois discos planos de material plástico (colocados cada um sobre um dos dois aparelhos descritos a seguir), em posição de plano horizontal e a um retângulo de igual material e cor, colocado entre os dois aparelhos em posição de plano oblíquo. SB corresponde às peças semelhantes, de cor azul. Aos estímulos coloridos designa-se como "*discriminanda* de referência" e esses eram apresentados sucessivamente e tinham funções constantes.

O reforço, SR, era constituído por uma pequena gota de água açucarada, com uma concentração de açúcar que variava entre 56 e 58%.

A resposta (R) é definida como pressão exercida pelo sujeito a um dos *operanda*, suficiente para fechar um circuito elétrico e, seguida de parada do sujeito com a cabeça sobre o bebedouro ou dentro do mesmo. As respostas certas (RD) eram as emitidas no *operandum* junto ao qual estivesse presente SD; as respostas erradas (RΔ) eram emitidas no *operandum* acompanhado de SΔ.

Uma RD ou RΔ pode ser inicial ou não. É inicial quando é a única ou a primeira emitida pelo sujeito durante uma visita.

Uma visita é o período que vai desde que o sujeito sai da coleia até o seu retorno a ela e no qual ocorre, pelo menos, uma resposta.

O custo de R é a quantidade de esforço necessário para mover o *operandum* até o ponto em que o mesmo fecha um circuito elétrico. O custo é regulado pela tensão de uma mola de retorno e pela quantidade de deslocamento da alavanca, desde a posição normal até o ponto de contato, em que se fecha o circuito elétrico.

Chama-se "custo-erro" ao esforço necessário para voar de um *operandum* a outro. É regulado pela distância entre os dois aparelhos.

4) Aparelhos

Foram empregados dois aparelhos, praticamente, iguais. Cada um deles é uma caixa metálica em forma de um paralelepípedo de 14 x 5 cm de base por 5 cm de altura e que contém três dispositivos: a) ***operandum*** – que é uma minúscula alavanca vertical montada em um eixo transversal e horizontal, ao qual se prende a extremidade central de uma mola espiral de relógio despertados; esta assegura o retorno da alavanca à posição original, depois que o sujeito a pressiona a tensão da mola e a quantidade de deslocamento da alavanca são reguláveis. b) ***alimentador*** quando o sujeito emite uma pressão à alavanca e assim fecha um circuito elétrico, aciona-se um dispositivo de alimentação que consiste, basicamente, em uma pequenina taça metálica de fundo circular, com 4 mm de diâmetro e presa a uma haste metálica. Tal haste prende-se a um eixo horizontal, transversal a ela, de modo a lhe permitir mover-se para cima e para baixo. Esse movimento permite que a taça seja mergulhada em um alimento líquido ou que seja elevada até quase ao nível da face superior da caixa metálica. Esta face divide-se em duas partes, uma delas é coberta por uma taça metálica e outra por uma placa de material de plástico, translúcido, branco-leitoso, retangular, com área de 6 x 5 cm. Tal área, chamada superfície ou área de pouso, contém dois orifícios. Um deles – o bebedouro – permite o acesso do sujeito ao alimento que é elevado pelo alimentado a cada resposta certa (RD); o outro orifício permite que a extremidade superior da alavanca, ou *operandum* atravesse a área de pouso, de modo a ficar 0,5 cm acima da mesma. Os movimentos do alimentador são assegurados por um circuito elétrico. Um eletroímã eleva a taça ao bebedouro e outro a retira para baixo. c) ***estímulo luminoso*** – sob a área de pouso, que é de material translúcido, existe uma lâmpada incolor de 6 V que quando se acende, ilumina a área de pouso. Esta área , quando iluminada, ora tem função SD, ora SΔ.

No curso de treinamento coloca-se a área de pouso uma peça de material plástico branco-leitoso, translúcido com forma de torre cilíndrica, com 2 cm de altura e de diâmetro. A torre difunde no plano vertical a luz que se acende sob a área de pouso.

Os discos correspondentes a SA ou SB são colocados sobre a área de pouso e como cada disco tem um furo excêntrico de 5 cm de diâmetro, a área de pouso fica transformada em um círculo de plástico branco, iluminado ou apagado e circundado por um anel plano de cor amarela ou azul.

5) Procedimentos

a) Identificação do sujeito – Coloca-se uma pequena bandeja de material plástico

branco-leitoso contendo alimento, junto à porta da colmeia e, algumas abelhas começam a colher alimento na bandeja, marcam-se quatro ou cinco delas com tintas de várias cores. A marca é feita sobre o dorso do tórax, em um ponto que não impede a visão, os movimentos e a respiração das abelhas. As marcas são feitas enquanto as abelhas ingerem alimento.

b) Modelagem do pouso sobre o aparelho – Afasta-se da porta da colmeia a bandeja até que fique entre ambas um espaço de 4 a 5 mm. As abelhas marcadas continuam a buscar alimento na bandeja e esta é novamente afastada da porta da colmeia até a uns 6 cm, enquanto as abelhas sorvem o alimento. Quando a bandeja se acha a cerca de 15 cm de distância espera-se que uma abelha marcada pouse e, a partir de então tal abelha será submetida ao treinamento subsequente. As demais são impedidas de pousa sobre a bandeja a partir desse momento. Novos afastamentos da bandeja são efetuados até que o sujeito escolhido passe a alimentar-se sobre a mesma a cerca de 1,5 m de distância a partir da porta da colmeia, e junto ao aparelhos, colocados sobre uma mesa. A seguir, a bandeja é colocada sobre um dos dois aparelhos enquanto o outro fica coberto por um pano branco. Após algumas visitas do sujeito a bandeja é retirada e deixam-se algumas gotas de alimento sobre a área de pouso e, particularmente, ao redor do bebedouro. Nas visitas seguintes o sujeito ingere essas gotas e passa a sorver alimento junto ao bebedouro. Nesse preciso momento, o alimentador é acionado repetidas vezes pelo experimentador e a abelha passa a ingerir alimento na taça do alimentador, através do orifício designado como bebedouro. Nas visitas seguintes o sujeito dirige-se imediatamente ao bebedouro ao chegar da colmeia e recebe prontamente uma nova gota de alimento.

c) Modelagem de R (pressão-à-barra) – Enquanto o sujeito obtém alimento no bebedouro, o alimentador é rapidamente retirado e a abelha passa a efetuar caminhadas de alguns centímetros sobre a área de pouso e, frequentemente, retorna ao bebedouro e esforça-se para passar através dele e assim chegar ao alimento. Colocam-se sobre a área de pouso, duas peças, uma guia e uma baliza, que reduzem o espaço de livre movimento do sujeito.

Como as peças são colocadas junto ao *operandum*, formando uma passagem estreita que fica obstruída por ele, o sujeito retorna ao bebedouro por meio dessa passagem, ou sem passar entre a guia e a baliza. Como a partir desse momento, o reforço é contingente a qualquer aproximação ao *operandum* a abelha aprende rapidamente a preferir a primeira alternativa. Assim, ela se introduz entra a guia e a baliza, passa sobre o *operandum* e depois caminha até o bebedouro e ingere o alimento que se eleva automaticamente sob o mesmo, graças ao movimento produzido na alavanca pela passagem do sujeito sobre ela. Nas visitas seguintes, o sujeito se dirige imediatamente ao *operandum*, logo após pousar sobre o aparelho. Desse modo, fecha o circuito elétrico e aciona o alimentador automático que lhe apresenta prontamente nova gota de alimento. Posteriormente, a guia a baliza são progressivamente afastadas e, por fim, retiradas definitivamente. O sujeito passa então a pressionar livremente o *operandum* de qualquer maneira que permita movê-lo até fechar o circuito elétrico, acionando o alimentador. Todo o processo de modelagem da R é efetuado na presença de luz acesa (área de pouso iluminada). Ao longo da modelagem procura-se utilizar, alternadamente, os dois aparelhos mantendo sempre coberto o que não estiver em uso.

d) Discriminação simples – Deixam-se descobertos os dois aparelhos, colocados lado a lado, separados por uma distância de 14 cm. Colocam-se as duas torres para que doravante a luz que se acende em um ou outro aparelho seja difundida também no plano vertical. A luz acesa, empregada como SD é mantida, ora no aparelho da esquerda, ora no da direita, durante cada visita do sujeito e na qual este emite duas respostas ou mais. Taça do alimentados eleva uma quantidade de alimento insuficiente para encher o papo da abelha. Por isso, após cada elevação da taça o alimento permanece acessível por 15 segundos e então a taça é mergulhada novamente no depósito de alimento no interior de cada aparelho. Assim, somente uma nova pressão ao *operandum* permite obter uma nova dose de alimento. SD permanece fixo em um dos aparelhos até que o sujeito, plenamente abastecido, retorne à colmeia. Na visita seguinte SD permanece no outro aparelho. Prossegue-se assim, alternando a posição de SD a cada visita, até que se tenha obtido cinco respostas certas (RD) iniciais em cada *operandum*. A partir de então a posição de SD (e de SΔ) é comandada automaticamente por um programador de fita que muda SD de um aparelho a outro aos intervalos variáveis de cerca de 30 s. Prossegue-se o treinamento até obter seis respostas certas iniciais consecutivas sendo três delas emitidas em um aparelho e três no outro e sem que haja mais de duas emissões no mesmo aparelho em visitas sucessivas.

e) Inversão da discriminação – Colocam-se as peças coloridas do primeiro *discriminandum* de referência, SA ou SB, conforme o grupo em que se inclui o sujeito, mediante sorteio. A partir desse momento, inicia-se o treino de discriminação condicional, mas as operações mais importantes referem-se à inversão de função entre os estímulos de escolha. A luz acesa que era SD até então, passa a funcionar como SΔ e vice-versa para a luz apagada. Cobre-se o aparelho em que se apresenta SΔ e se mantém SD fixo no outro, até que o sujeito emita, pelo menos, uma RD e obtenha o reforço. Cobre-se o aparelho em que ocorreu tal resposta e se descobre o outro, com o cuidado de apresentar SD junto ao *operandum* do mesmo. Espera-se uma RD reforçada e o retorno do sujeito à colmeia. Nas visitas ulteriores SD pertence fixo em um ou outro aparelho, alternadamente, deixando-se sempre inacessível àquele que contém SD (coberto por um pano). Após três RD iniciais em cada *operandum* os dois aparelhos são descobertos, mas se mantém SD fixo em um ou outro em cada visita, alternadamente. Prossegue-se até obter cinco RD iniciais em cada *operandum* e então liga-se o programador de fita para que SD não permaneça fixo em qualquer dos aparelhos por mais de 30 segundos, aproximadamente. O treinamento continua com SD móvel até se atingir uma série de seis RD iniciais consecutivas, sendo três em cada *operandum* e sem que haja mais de duas emitidas em série num mesmo aparelho.

f) Reversão da discriminação – Nesta fase, SD volta a ser a luz acesa e o *discriminandum* de referência é trocado: para o Grupo A tiram-se as peças amarelas e colocam-se as azuis; para os sujeitos do Grupo B removem-se as azuis e colocam-se as amarelas. Invertem-se o circuito elétrico empregado na fase precedente para que, doravante, somente as pressões junto à luz acesa sejam reforçadas. Já não se fixa SD em um ou outro aparelho, mas deixa-se que o programador de fita mude SD (e SΔ) a intervalos variáveis, de um lado para outro. Prossegue-se até obter seis RD iniciais consecutivas, três em cada aparelho, e sem que haja mais de duas visitas consecutivas com RD inicial em um mesmo *operandum*.

g) Alterações sucessivas de SA e SB – Prossegue-se alternando SA e SB com intercâmbios concomitantes de função entre os estímulos de escolha. Cada alternação é feita quando o sujeito atinge o critério citado de seis RD iniciais consecutivas, distribuídas entre os dois operanda. Quando, em um período de SA (ou SB), as seis primeiras visitas começarem por RD e, no período seguinte de SB (ou SA), as quatro primeiras visitas também começarem por RD sem que haja mais de duas emitidas num mesmo *operandum* em visitas sucessivas, passa-se à fase final, de prova de discriminação condicional.

h) Apresentações de SA e SB em sequência casual – Nesta fase, SA e SB são apresentados segundo uma sequência em que, após uma visita efetuada diante de SA (ou SB), o sujeito deve efetuar mais uma ou duas nas quais ainda está presente SA (ou SB) ou uma visita ou mais em que o estímulo de referência é SB (ou SA). Com tal sequência, as funções dos estímulos de escolha são intercambiadas frequentemente e sem que haja nenhum estímulo indicativo do intercâmbio, exceto dos *discriminanda* de referência, SA ou SB. A sequência consta de 30 intercâmbios, dos quais 16 são acompanhados de SA e 14 são associados a SB. Considera-se que o sujeito adquiriu a discriminação condicional, quando na sequência de 30 intercâmbios, pelo menos 75% das visitas começaram por RD. A sequência de 30 intercâmbios em série casual é repetida numerosas vezes até o fim de um dia de treinamento e durante todo o dia seguinte.

6. Outras condições da situação experimental

A situação experimental é tipicamente uma situação *aberta*, na qual o sujeito é permanentemente exposto a um número indefinido de estímulos discriminativos e reforçadores e pode efetuar inúmeros operantes estranhos ao problema experimental, sem que sejam manipuladas as respectivas contingências de reforçamento. Entre as condições que poderiam ter efeitos competitivos com os que são assegurados pelas operações experimentais descritas, estão as seguintes:

a) Temperatura da sala e da colmeia, cujos efeitos se evidenciam sobre o ritmo de visitas e determinam maior ou menor espaçamento reforçamentos consecutivos.

b) Variação da luz solar, cujo efeito principal é alterar o contraste entre os estímulos de escolha, SD e SΔ. Tais variações afetam também a visibilidade dos *discriminanda* de referência.

c) Condições meteorológicas, tais como chuvas, ventos e tempestades, cujo efeito mais importante se faz sentir sobre a probabilidade de retorno do sujeito à situação experimental ou, mais precisamente, ao *operanda*.

d) Floradas de plantas próximas cujas flores são ricas em néctar. O efeito mais importante dessa condição é sobre o poder reforçador de SR que deve ter propriedades ótimas para competir com o poder reforçador do néctar das flores.

e) Desorganizações temporárias na colmeia, cujo principal efeito se verifica so-

bre o ritmo de visitas aos *operanda*, e consequentemente sobre a densidade do reforçamento.

f) Variações na concentração de açúcar no alimento, cujo efeito de verifica no poder reforçador de SR: uma concentração exagerada, após um dia de muita evaporação nos depósitos de alimento dos aparelhos, poderia tornar difícil a sucção do líquido e transformá-lo em um reforçador negativo, ou reduzir a probabilidade de RD.

g) Vibrações produzidas pelos alimentadores que no início do treino poderiam ter efeitos aversivos e no decurso do experimento podem adquirir função de reforçador positivo secundário.

h) Posições dos aparelhos em relação à colmeia que poderiam induzir a preferência pelo *operandum* mais próximo da colmeia; isto, entretanto não ocorre, pois o voo do sujeito só segue aproximadamente uma linha reta no início do processo de modelagem de R. Após a discriminação inicial é mais frequente observar-se um voo oscilante e com direções variáveis.

7. Resultados

Os resultados estão resumidos nas Tabelas 5A, 5B, 6A, 6B, e nos Gráficos 4A e 4B.

A Tabela 5A mostra que todas as abelhas do Grupo A adquiriam a discriminação condicional e apresentam porcentagens semelhantes de RD iniciais diante de SA ou de SB. Apenas um sujeito, "Flavia VI" demonstrou rendimento menos eficiente em SA, o que se deve a uma superaprendizagem da situação SB, em que o SD era a luz acesa. A Tabela 5B mostra que todos os sujeitos do Grupo B aprenderam a discriminação condicional, e apresentam porcentagens semelhantes de RD iniciais diante dos dois estímulos de referência. Apenas uma abelha desse grupo, "Lucilia VI", teve um desempenho muito superior na presença de um dos *discriminanda* de referência, SA, que era acompanhado de luz acesa como SD e luz apagada como SΔ.

Apesar dessas diferenças de rendimento entre a situação SA e a que apresentava SB "Flavia VI" e "Lucilia VI", bem como os demais sujeitos adquiriram uma discriminação satisfatória em ambas as situações. As Tabelas 5A e 5B mostram que no Grupo A, três sujeitos tiveram rendimento superior, quando a luz acesa era SD e dois quando a luz apagada tinha essa função. Similarmente, no Grupo B, dois sujeitos mostraram melhor rendimento quando SD era a luz acesa e três o demonstraram quando SD era a luz apagada. Assim, no total de 10 abelhas, cinco tiveram desempenho melhor quando a luz acesa era SD e as outras cinco acertaram mais escolhas iniciais quando SD era a luz apagada.

As Tabelas 6A e 6B indicam que ao longo de todo o registro final de RD e RΔ, a porcentagem de RD iniciais não varia muito para a maior parte dos sujeitos. Os Gráficos 4A e 4B mostram alto ritmo de RD acumuladas, para todos os sujeitos, considerável estabilidade desse ritmo e certa resistência à extinção de RΔ na maior parte das curvas, embora todos os sujeitos de cada grupo apresentem acelerações consideravelmente diversas quando se compraram as respectivas curvas de RD com as de RΔ. Os Gráficos mostram também que a interrupção do treinamento durante uma noite não altera o desempenho subsequente de cada sujeito.

8. Discussão

a) Sobre os procedimentos – As operações de modelagem do voo ao aparelho não apresentam qualquer novidade. A modelagem de R apresenta dois aspectos interessantes: 1) a exigência de uma resposta intermediária que consistia em enfiar-se numa passagem estreita e passar sobre o *operandum*; é uma atividade que embora pareça mera restrição de respostas incompatíveis, tem alto nível operante na vida normal do sujeito e é facilmente diferenciável, até ser transformada em pressão-à-barra; 2) a retirada do alimento enquanto o sujeito o ingere; serve para assegurar uma alta probabilidade de busca de alimento no bebedouro ou em pontos vizinhos a ele.

Na discriminação simples, foi muito útil o recurso de cobrir com um pano o aparelho que apresentava SΔ até que estivesse bem estabelecida a associação entre SD e R. Na fase de inversão, o aspecto mais interessante é o da introdução do primeiro *discriminandum* de referência simultaneamente ao intercâmbio de funções entre os estímulos de escolha. Com tal recurso, salta-se uma etapa no processo de treinamento da discriminação condicional.

Durante as apresentações de SA e SB em sequência casual assegurou-se que RD e RΔ não estavam associadas a algum SD desconhecido e devido à eventual regularidade de apresentações dos *discriminanda*.

Os problemas mais importantes no processo de treinamento foram devidos à variabilidade topográfica da resposta e à necessidade de evitar alguns condicionamentos parasíticos, tais como: encadeamentos, nos quais o sujeito aprenderia a pressionar os dois *operanda* em série, antes de procurar alimento no bebedouro, quando de um RD; razões variáveis, nas quais se estabeleceria o comportamento de pressionar repetidamente um dos *operanda* até que SD fosse mudado para junto do mesmo.

Dentre as variáveis manipuladas, as mais importantes foram o custo da resposta, quantidade do reforço e o "custo-erro".

b) Sobre os resultados – As tabelas e gráficos mostram que os procedimentos são adequados para condicionar a discriminação condicional. O desempenho final de ambos os grupos denota aquisição satisfatória das duas contingências, SA e SB, por todos os sujeitos, embora dois deles, um de cada grupo, tenham demonstrado superaprendizagem de uma das contingências em detrimento da flexibilidade necessária para um desempenho ótimo diante da outra contingência.

Os critérios de passagem de um período de SA a em de SB ou vice-versa, bastante rigorosos, tiveram efeitos satisfatórios, tanto que bastaria a primeira série de 30 visitas com SA e SB trocados ao acaso, para determinar que a discriminação está aprendida. As curvas de RD mostram grande estabilidade no ritmo de aceleração para todos os sujeitos e uma considerável resistência à extinção das RΔ. Vários fatores podem determinar a resistência, entre eles estão: 1) a probabilidade de generalização entre os discriminada de escolha e entre os de referência; 2) as variações no contraste de SD e SΔ e na visibilidade de SA e SB, devidas a alterações na intensidade e na direção da luz solar que incide sobre os aparelhos; 3) o custo adicional da RD,

quando ao pousar o sujeito se acha mais próximo do *operandum* que contém SΔ, ou após emissão de uma RΔ em outro *operandum*.

As tabelas e gráficos mostram que a probabilidade de RD não é diferente quando está presente um dado estímulo de escolha, ou uma dada cor, ou certa combinação de uma cor com um estímulo luminoso. Pois diante de SA, algumas abelhas acertam mais na presença de luz acesa e outras quando SD é luz apagada. O mesmo ocorre quando se apresenta SB. A passagem se uma noite na qual se interrompe o treinamento durante a fase final, não afeta o desempenho dos sujeitos no dia seguinte.

X – Conclusões

1) Os procedimentos e as condições experimentais mostraram-se adequados para produzir discriminação condicional nos dez sujeitos.

2) Dentre os dez sujeitos, dois apresentaram superaprendizagem de uma das contingências de discriminação condicional, o que mostra a conveniência de se redefinir o critério de passagem de SA a SB vou vice-versa (durante o treino da discriminação condicional), de modo a evitar tal superaprendizagem.

3) As variáveis mais importantes no treinamento (dada as propriedades adequadas de SD e SΔ, como de SA e SB), foram o custo da R, a grandeza do SR e o "custo-erro".

4) Para os sujeitos e a situação experimental considerados SD e SΔ devem ser simultâneos e ter funções intercambiáveis; SA e SB devem ser sucessivos e ter funções constantes.

ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

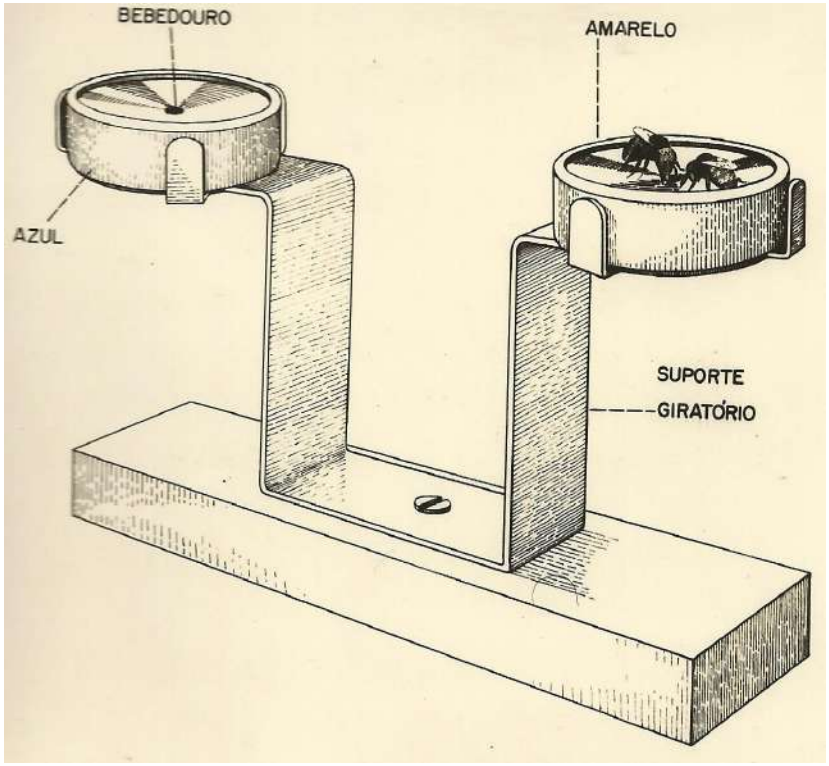


Figura 1. Esquema do primeiro aparelho para análise de aquisição de uma discriminação simples em Apis mellifera. Ao pousar uma abelha pode deixar odores sobre a superfície colorida. Tais odores podem ser um estímulo discriminativo na ocasião do pouso subsequente. A presença de uma abelha sobre um dos alimentadores pode também funcionar como SD para outra abelha.

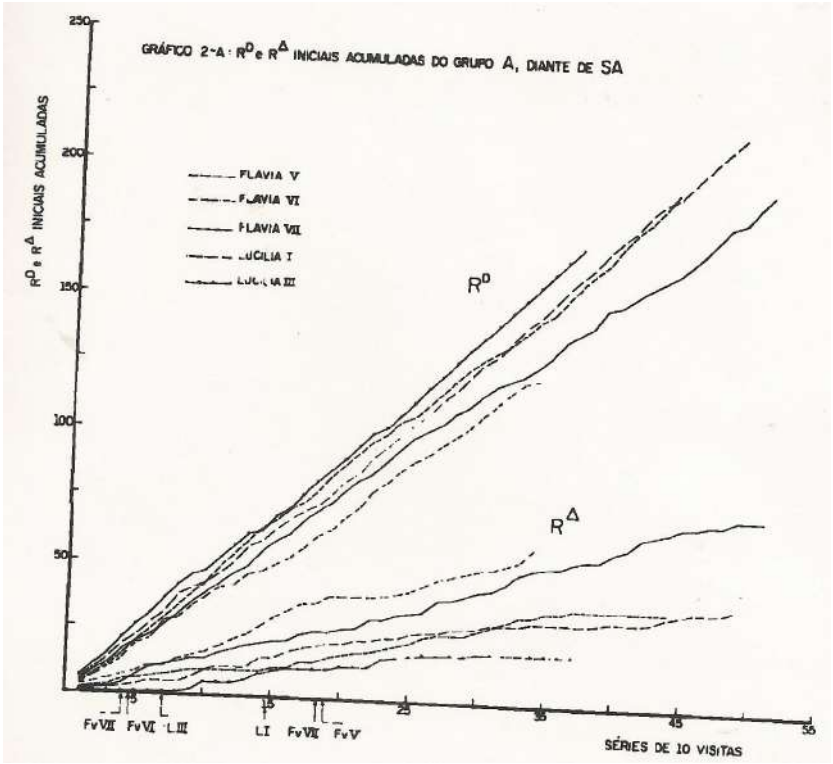


Figura 2. Curvas obtidas no experimento com o aparelho da Figura 1. O número de escolhas certas tende a aumentar como efeito do aumento do número de tentativas. A abscissa registra séries sucessivas de 10 tentativas. Em cada série o número máximo de acertos possíveis é 10 como mostra a ordenada, em cada gráfico (Pessotti, 1962, 1964).

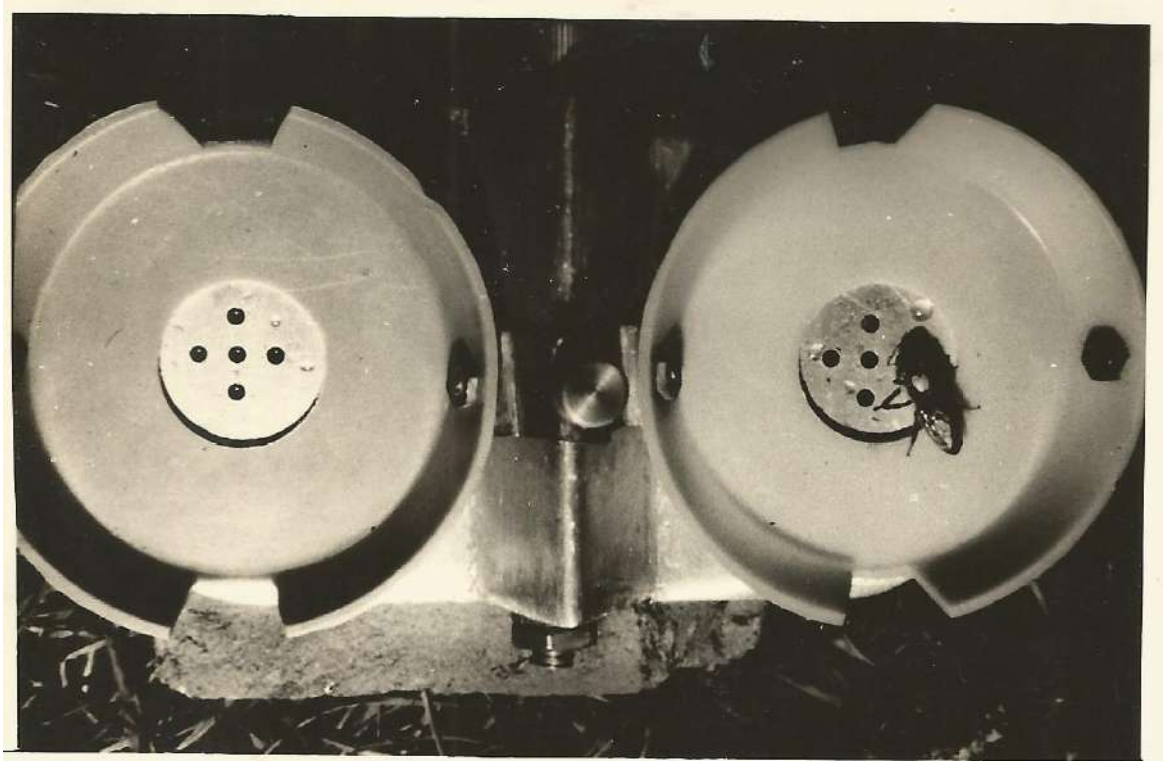


Figura 3. Uma abelha pousada no lado de cor SΔ (vê-se o alimento sob os orifícios do lado não escolhido). A área de pouso permanece fixa quando se inverte a posição das core, para evitar que odores deixados junto a uma cor não induza a probabilidade maior de escolha dessa cor, em tentativas subsequentes. Treina-se uma abelha por vez para evitar que uma abelha pousada sirva de SD para o pouso de outra (Pessotti, 1961/3, 1964/5, 1967a,b,c).

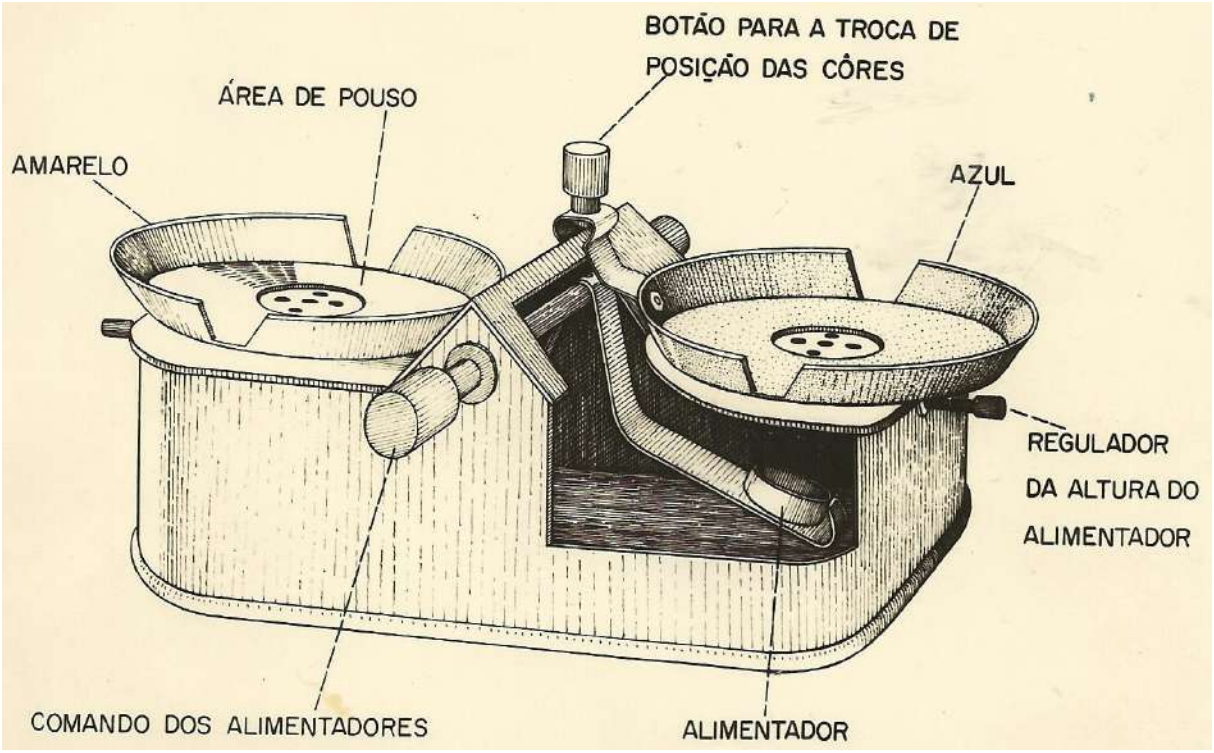


Figura 4. Esquema do aparelho fotografado na Figura 3.

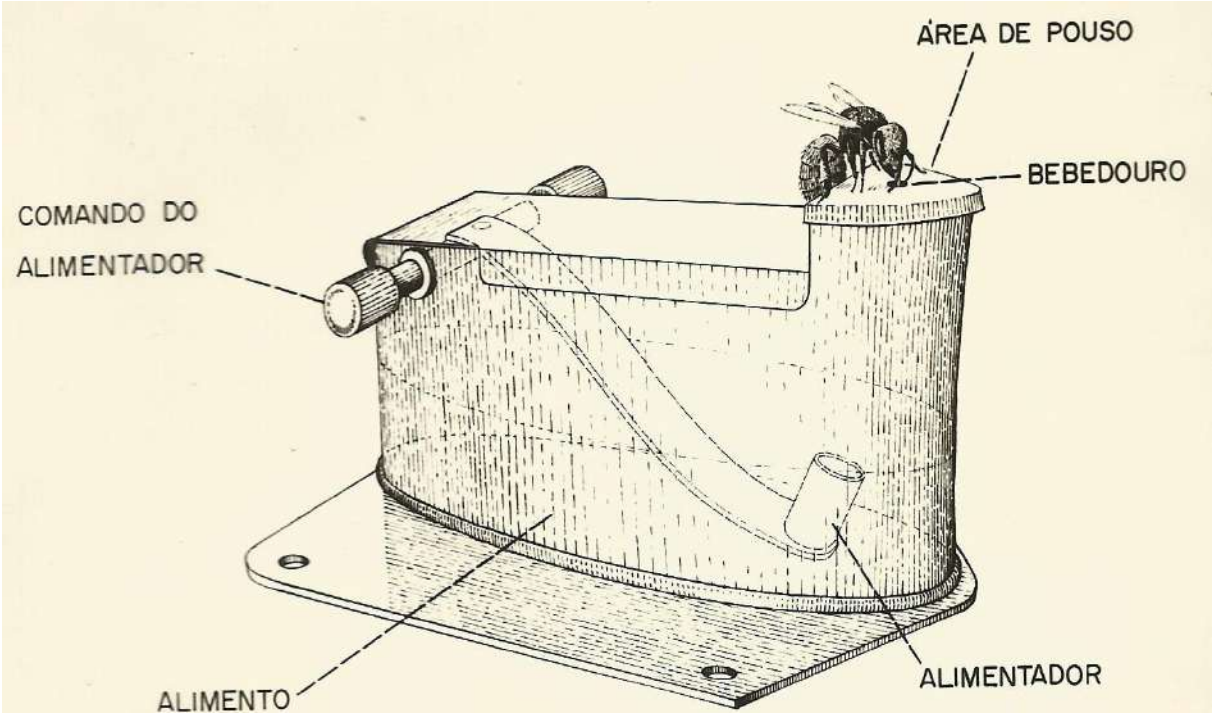


Figura 5. Esquema do aparelho utilizado no estudo sobre razões *Melipona (S.) merrillae*.

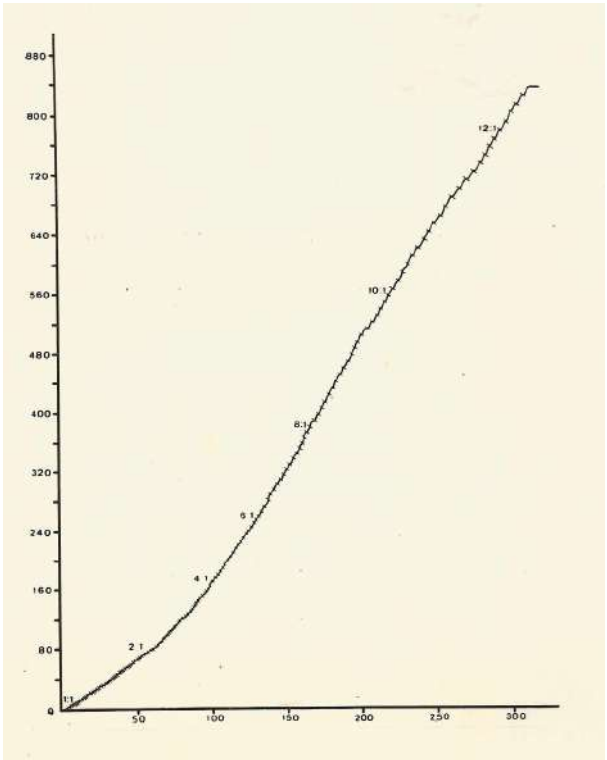


Figura 6. Curva de razões fixas crescentes, obtidas com o parelho ilustrado na Figura 5. A ordenada registra respostas acumuladas. A abscissa tempo em minutos. Os traços oblíquos que cortam a curva indicam reforços obtidos ao fim de cada razão fixa. As razões estão indicadas ao longo da curva. A curva tem aspectos que lembram os que Keller & Schoenfeld (1950) consideram típicos de reforçamento periódico.

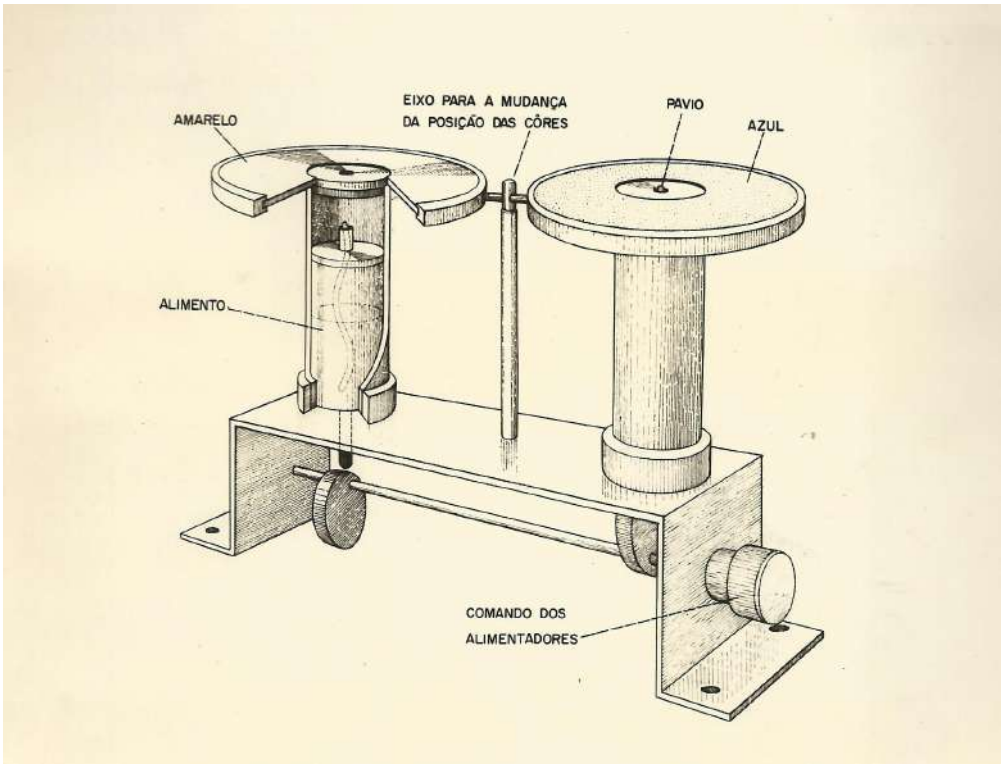


Figura 7. Esquema de aparelho utilizado para evitar que fiquem resíduos de alimento junto ao bebedouro. O alimento era sorvido de um pavio impregnado de água açucarada. As melíponas puxam o pavio para cima com as mandíbulas e o desfiam em ramos que secam ao contato com o ar livre e o sol. Por isso o aparelho foi recusado, mas a reposta de morder-e-puxar propiciou a primeira tentativa de obter uma resposta "manipulativa" em Apidae.

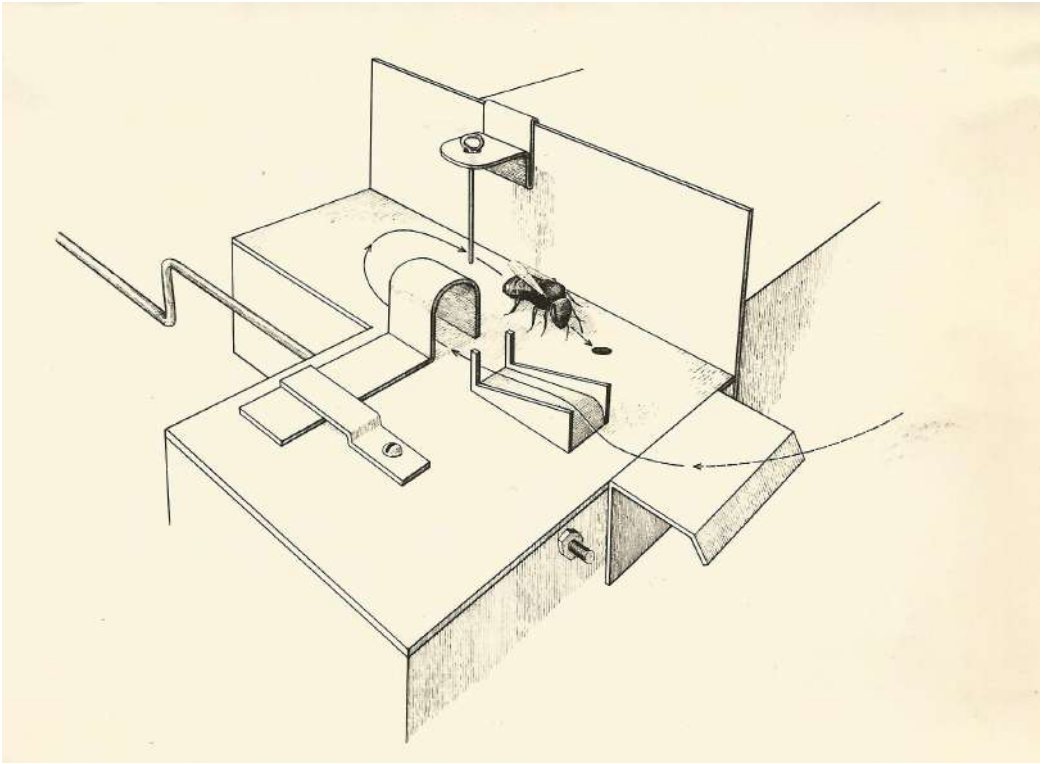


Figura 8. Esquema de aparelho para estudo de encadeamento e da cadeia de respostas efetuadas por "Bambinella I". As setas indicam a sequência de operantes: galgar a rampa, atravessar o túnel, tocar no pêndulo e introduzir a glossa no bebedouro. O alimentador era operado manualmente por meio da manivela que se vê à esquerda. O toque ao pêndulo foi a primeira resposta "manipulativa" obtida em Apidae, em laboratório, com procedimento sistemático de modelagem (Pessotti, 1964/5).

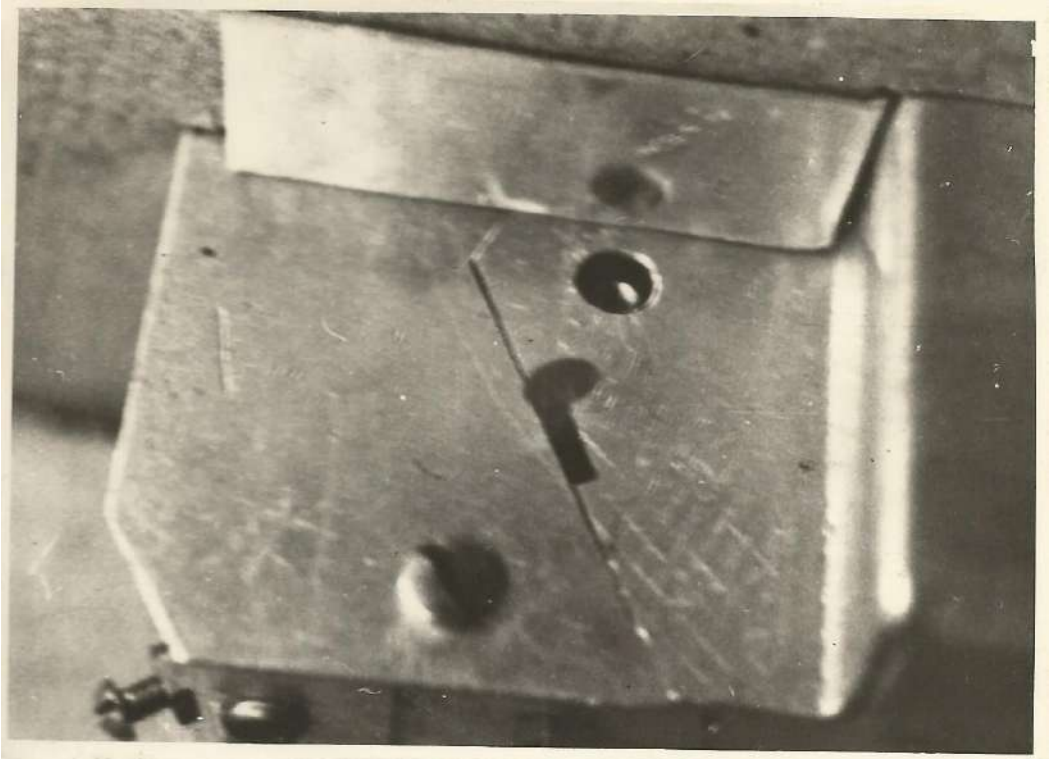


Figura 9. Ilustração do primeiro aparelho com alavanca (*operandum*), empregado para análise do comportamento em Apidae, com reforçamento automático produzido diretamente pela reposta do sujeito. O bebedouro é um orifício largo e a taça do alimentador não toca a tampa do aparelho nem a borda do bebedouro e assim se evita a obtenção de reforços não contingentes à resposta, pois não ficam resíduos de alimento no bebedouro.

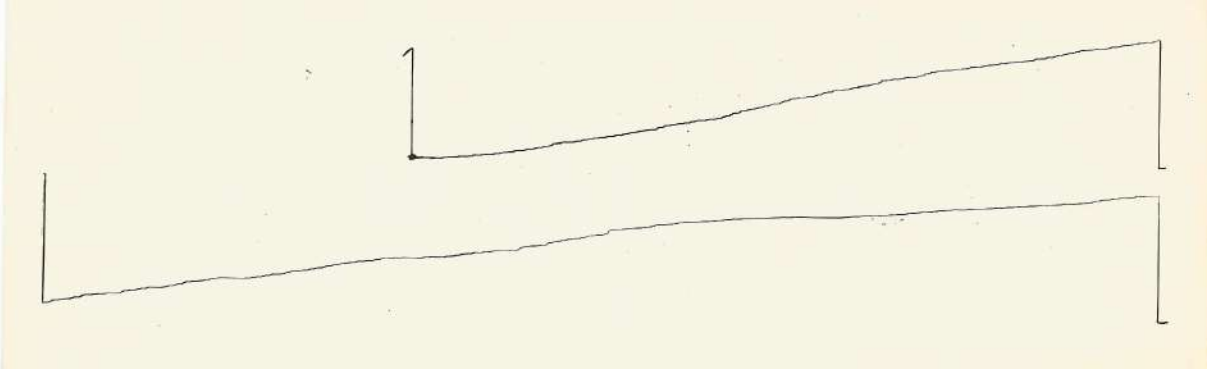


Figura 10. Curva acumulada de respostas emitidas sob reforçamento regular. A curva compreende mais de 900 respostas reforçadas abundantemente. Os traços verticais indicam quedas da pena do registrador após 480 respostas. A parte inferior da figura é continuação da superior. A duração do registro é de 8 horas e 30 minutos, ininterruptas e a frequência de respostas é de 2 por minuto, aproximadamente (Pessotti, 1967/8).

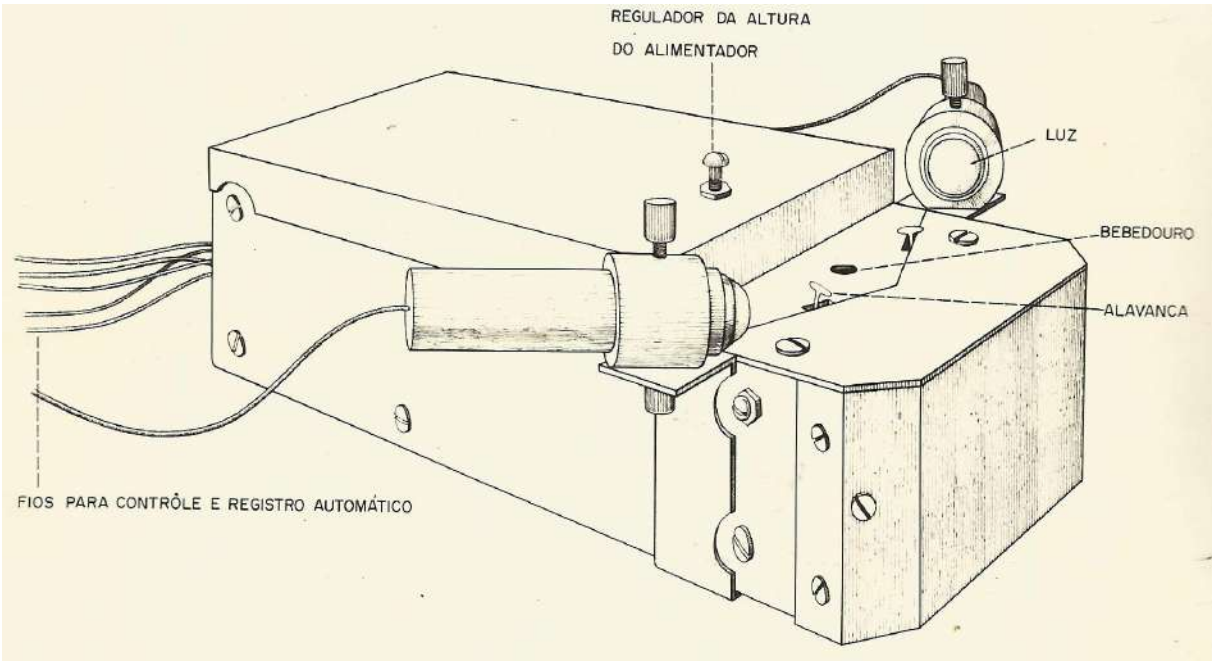


Figura 11. Esquema de aparelho para estudo de discriminação de estímulos luminosos (luzes) com dois *operanda* (alavancas) em Apidae. As luzes são colocadas num suporte em forma de U e os comandos dos estímulos e do alimentador, bem como os registros de RD e RΔ são automáticos (Pessotti, 1967/8).



Figura 12. Aparelho para discriminação simples ou condicional em Apidae, com dois *operanda*. Os dois estímulos luminosos são apresentados sobre fundo escuro. Os botões laterais que aparecem em primeiro plano servem para regular a força (tensão) das molas de retorno das duas alavancas. Os visores ("olhos de boi") que filtram as luzes foram substituídos por "janelas" planas de material translúcido (Figura 15). Nota-se que os *operanda* são muito próximos entre si (Pessotti, 1968).

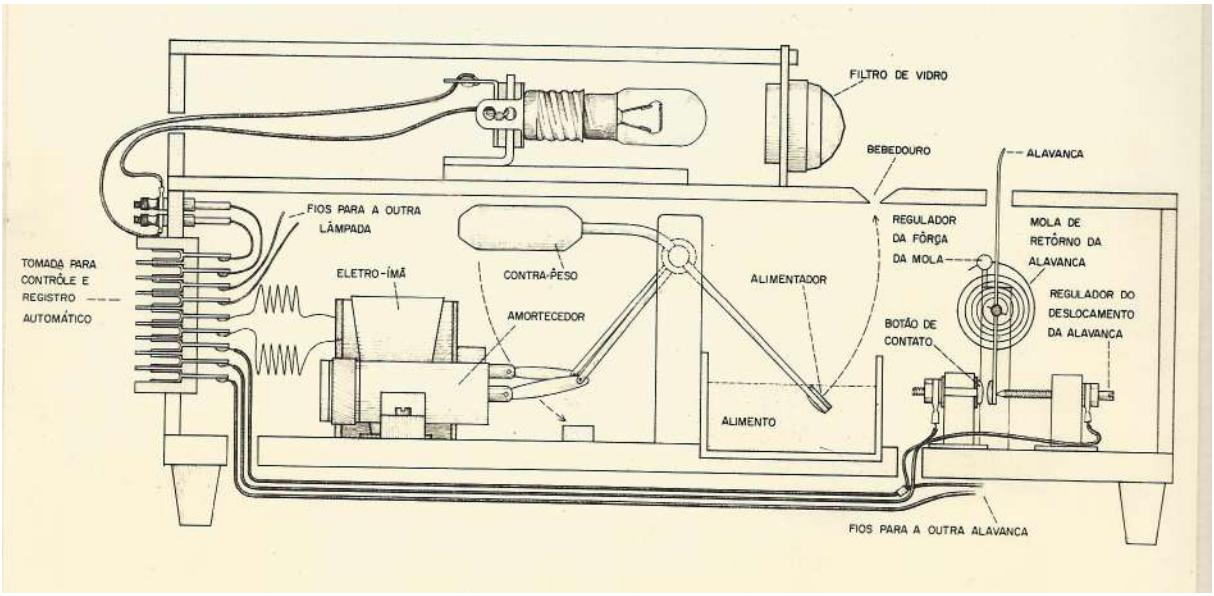


Figura 13. Esquema do funcionamento do aparelho da Figura 12. O sistema de alimentação foi, mais tarde, alterado, com a substituição do contrapeso por um eletroímã que produz a elevação do alimentador até o bebedouro.

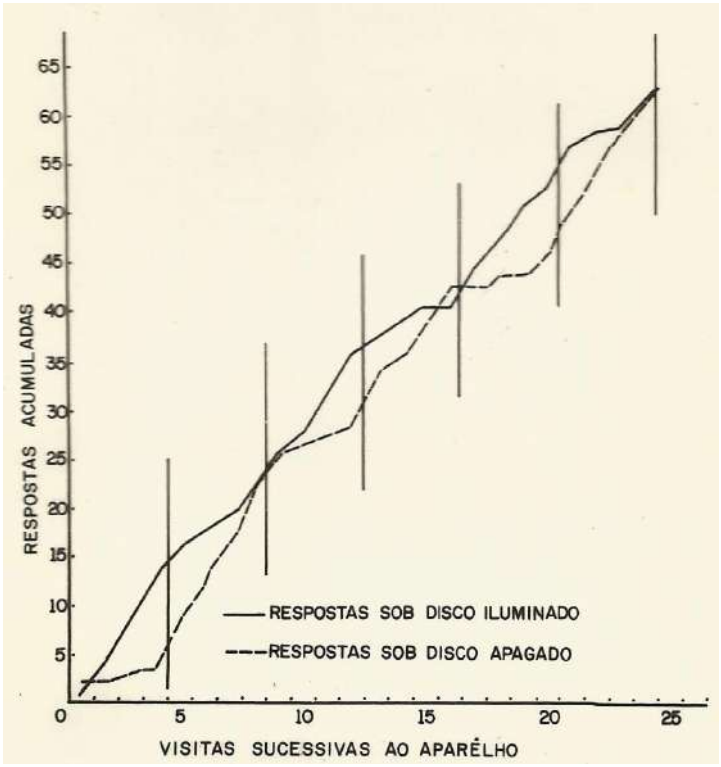


Figura 14. Curvas de inversões sucessivas de uma discriminação simples em *Melipona*, obtida com o emprego do aparelho da Figura 12. Os traços verticais que cortam as curvas indicam intercâmbios sucessivos de funções entre SD e SΔ. Antes do primeiro intercâmbio o disco iluminado (aceso) é SD e o apagado é SΔ. Entre um intercâmbio e outro transcorre um tempo de 5 minutos, aproximadamente.



Figura 15. Aspetos externos do aparelho da Figura 12 após a substituição dos visores ("olhos de boi") por "janelas" planas, de material plástico branco-leitoso, translúcido. Vê-se entre as "janelas" (SD e SΔ) o arco em forma de cumeeira, empregado para acelerar a modelagem da pressão-à-alavanca. O arco impede giros em torno dos *operanda* e torna mais provável o acesso ao bebedouro mediante a passagem sobre as alavancas (Pessotti, 1967d).

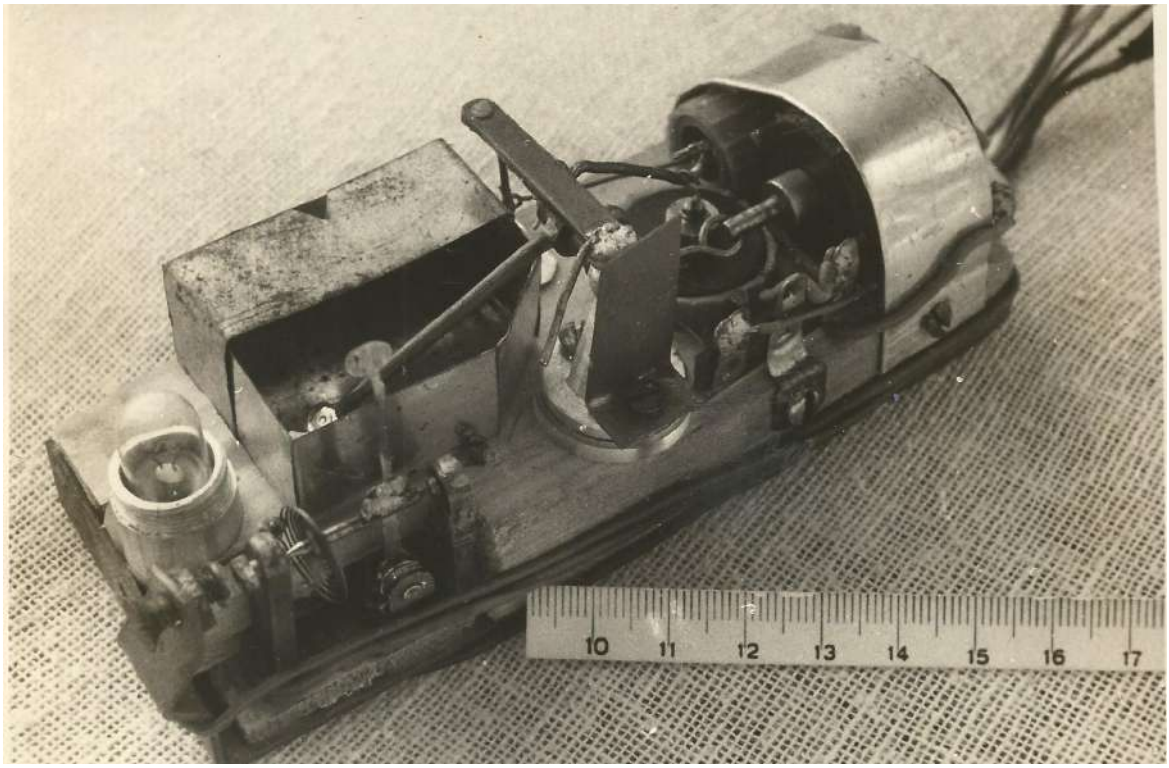


Figura 16. Pormenores de um dos dois aparelhos utilizados no experimento sobre discriminação condicional. Os elementos principais são: o *operandum*, alavanca vertical, com a extremidade superior em forma ovalada e com mola espiral (esquerda, primeiro plano); o alimentador, com a taça mergulhada no depósito de alimento, acionado por dois eletroímãs (um vertical outro horizontal), dotado de amortecedor cilíndrico, horizontal (direita, no alto); estimulo luminoso constituído por uma lâmpada de 6 V (esquerda).



Figura 17. Início de treinamento. Várias abelhas ingerem alimento de uma bandeja colocada à porta da colmeia. Três delas estão marcadas por manchas de tinta no dorso do tórax.



Figura 18. Uma das abelhas é escolhida para sujeito do experimento. A bandeja do alimento é progressivamente afastada da colmeia até aos aparelhos colocados sobre uma mesa no interior do laboratório.

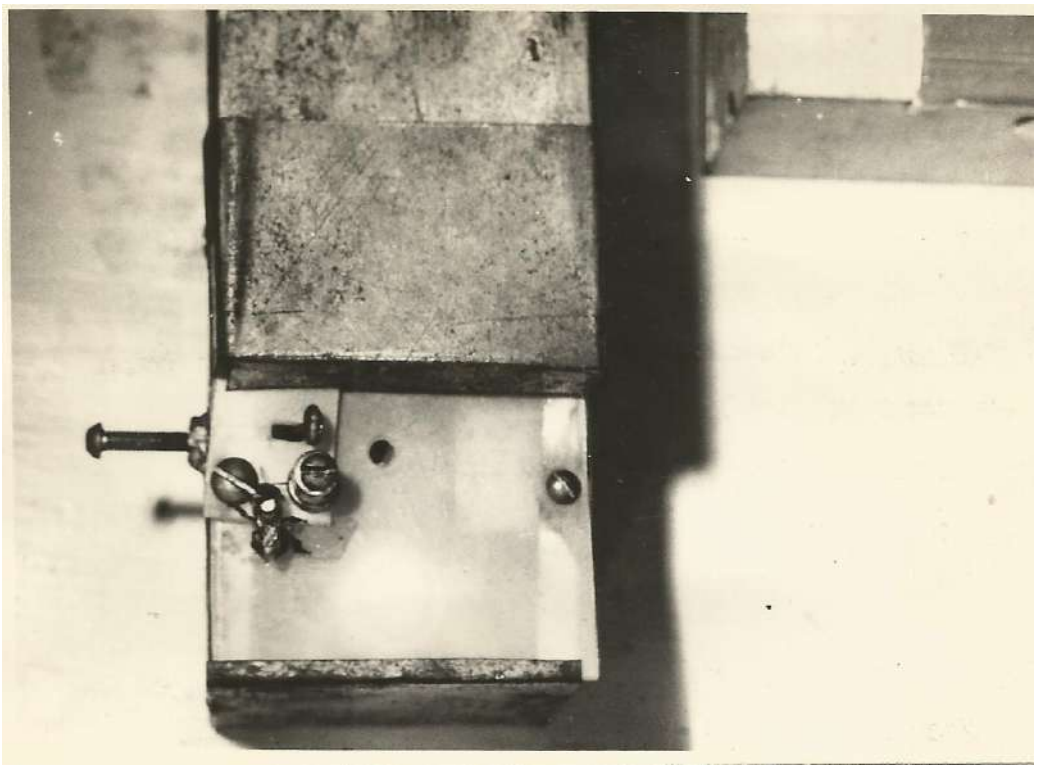


Figura 19. Modelagem de R à esquerda. A abelha escolhida inicia um giro à baliza (peça cilíndrica vertical) para passar sobre o *operandum*, entre a baliza e a guia (peça de lata dobrada nas margens) que reduz o espaço livre sobre a área de pouso, de material plástico branco-leitoso.

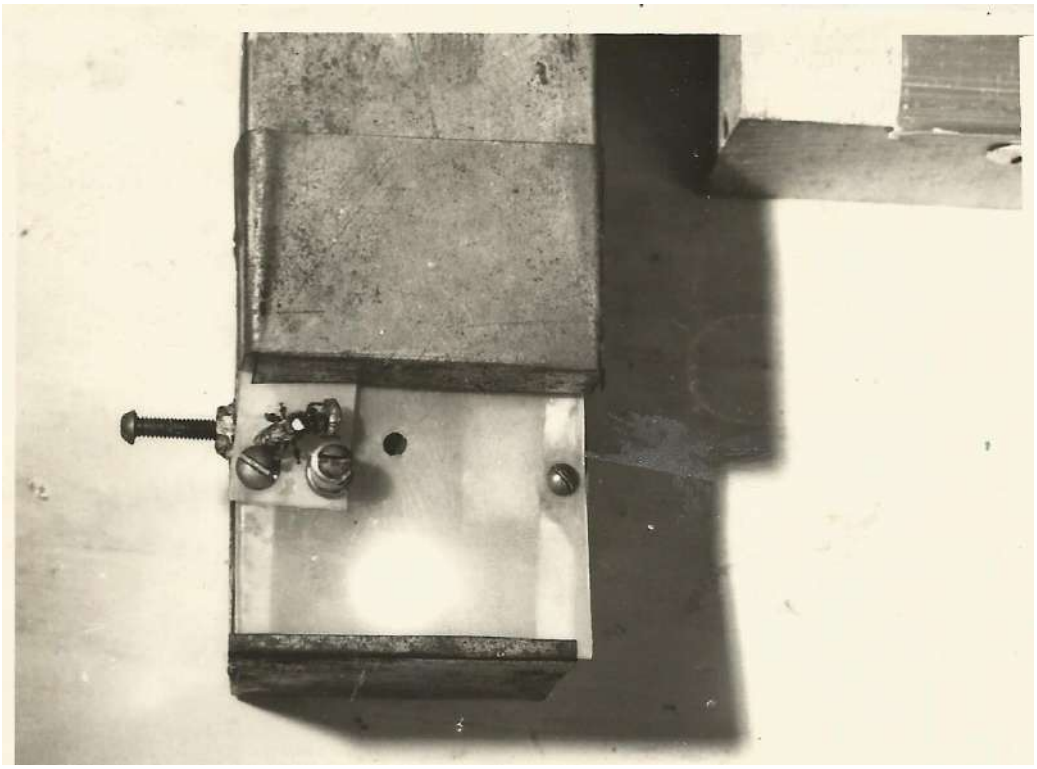


Figura 20. Modelagem de R, à esquerda. O sujeito toca o *operandum* para galgá-lo, passando entre a baliza e a guia, em direção ao orifício designado como bebedouro.

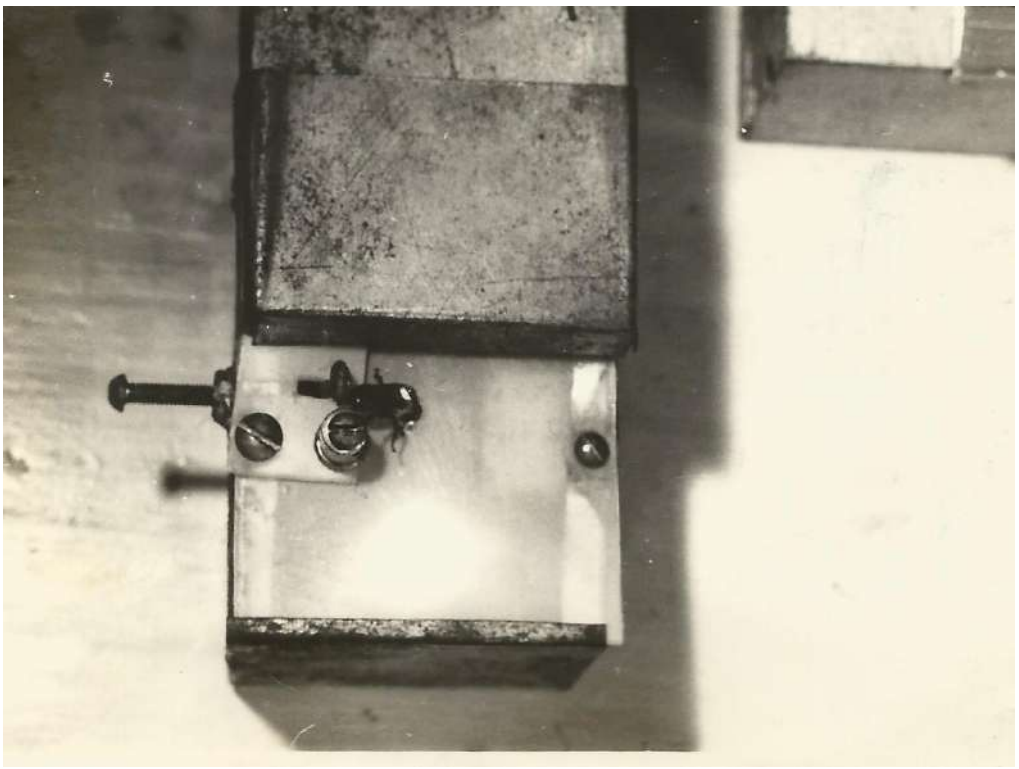


Figura 21. Modelagem de R, à esquerda. Após galgar o *operandum*, o sujeito ingere alimento (reforço) no bebedouro, mantendo as patas traseiras apoiadas sobre a alavanca. A área de poso está iluminada, pois sob ela a luz está acesa.

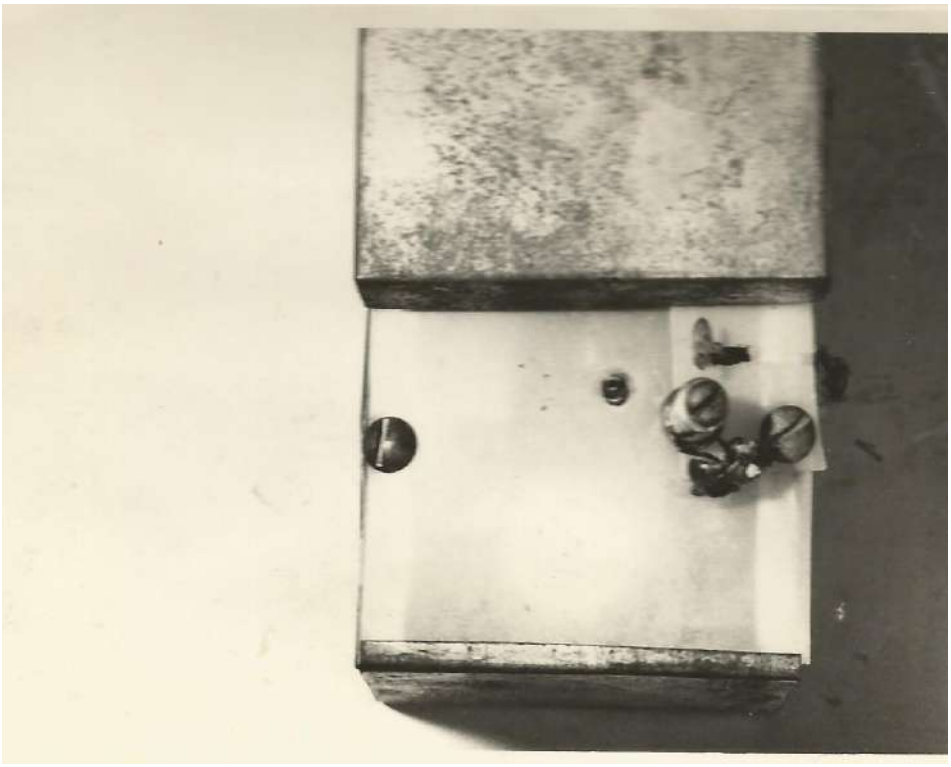


Figura 22. Modelagem de R, à direita. O sujeito inicia um giro em volta da baliza, sobre a área de pouso do *operandum* da direita.

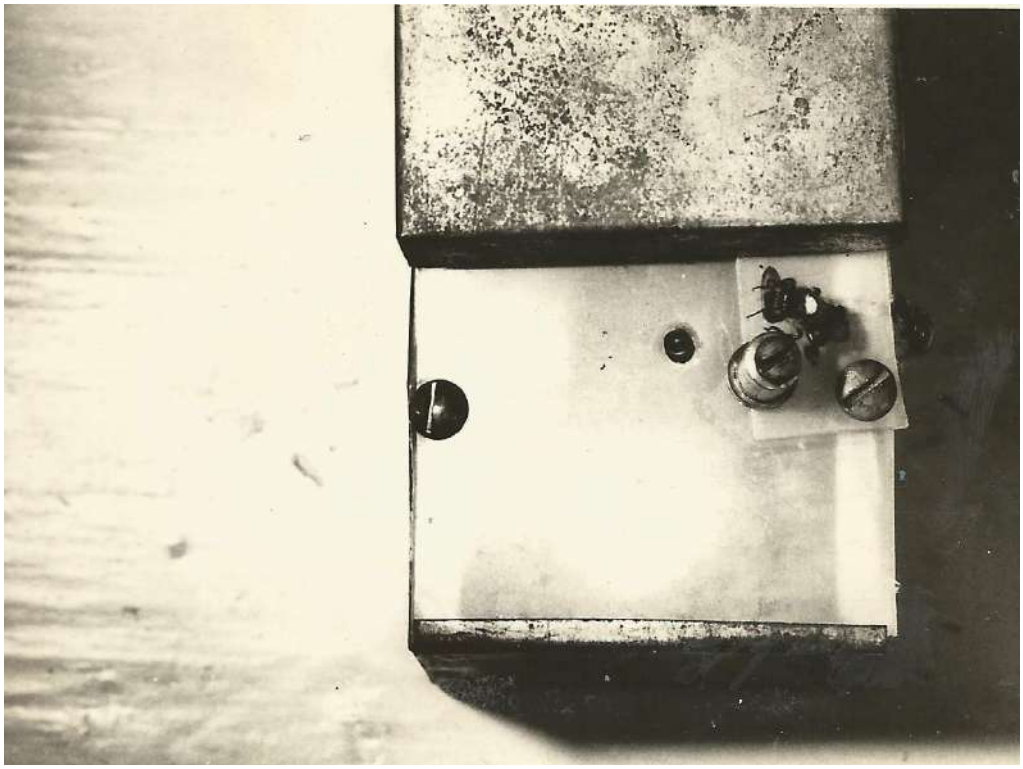


Figura 23. Modelagem de R, à direita. A abelha sobe sobre o *operandum* e apoia-se à baliza com a pata esquerda dianteira.

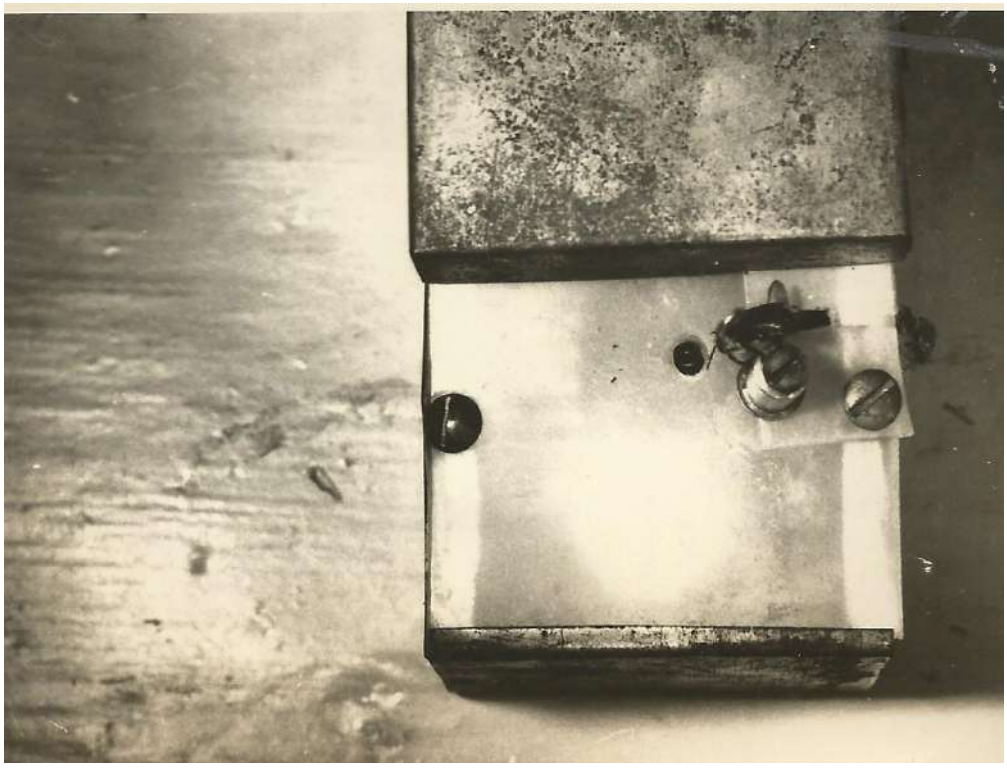


Figura 24. Modelagem de R, à direita. Após galgar a alavanca, o sujeito se encaminha para o bebedouro.

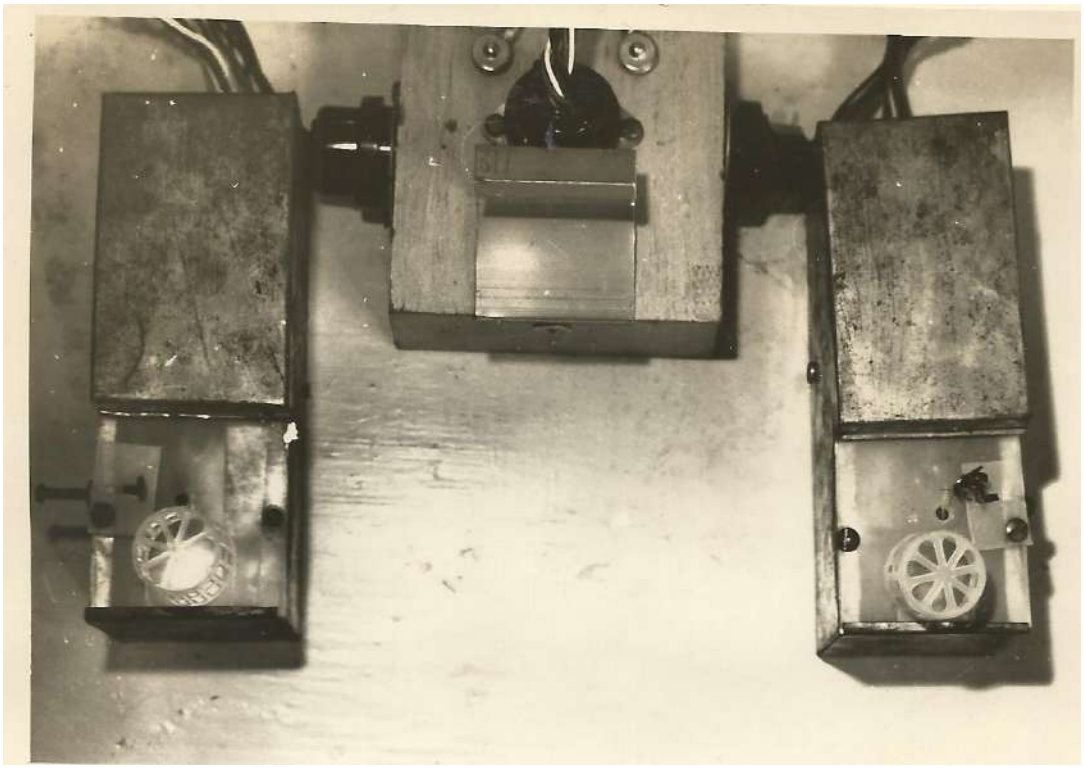


Figura 25. Discriminação simples. Os dois aparelhos já sem as guias e balizas estão paralelos a alguns centímetros de distância um do outro. Sobre as áreas de pouso estão as "torres" (peças cilíndricas que difundem no plano vertical a luz que se acende sob as tais área). O sujeito pressiona o *operandum* da direita, mas SD está junto ao da esquerda. A distância entre os aparelhos é de 14 cm e entre os *operanda* é de 22 cm.

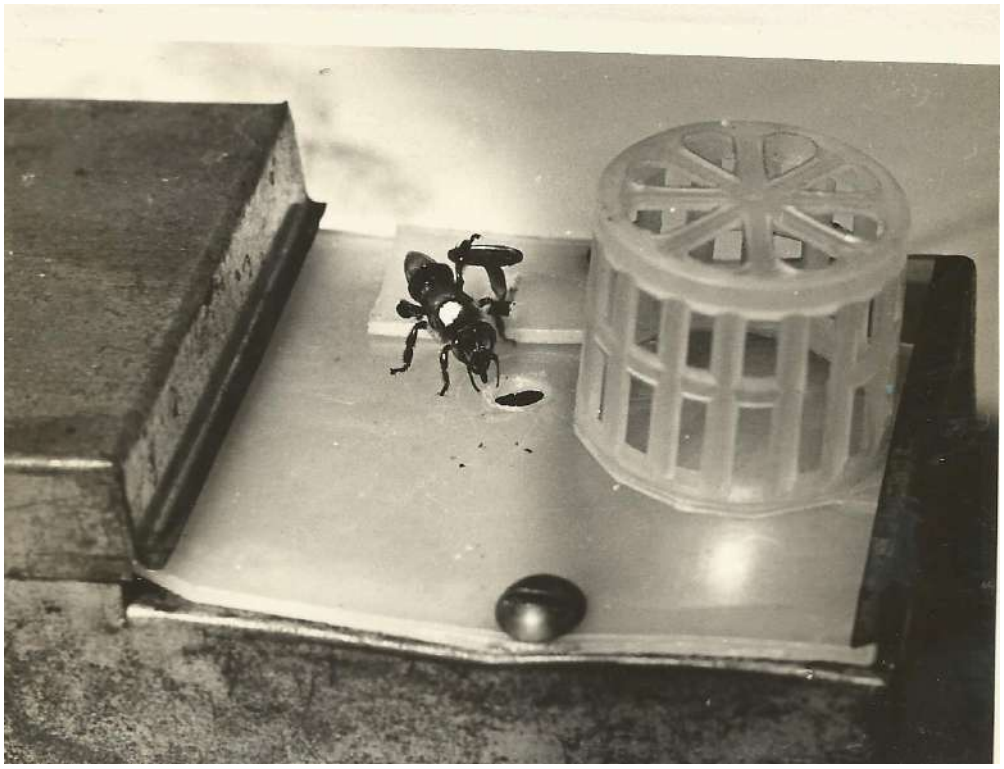


Figura 26. Discriminação simples. Pormenor de uma RD à direita (no *operandum* do aparelho colocado à direita). A luz acesa sob a "torre", sob a área de pouso.

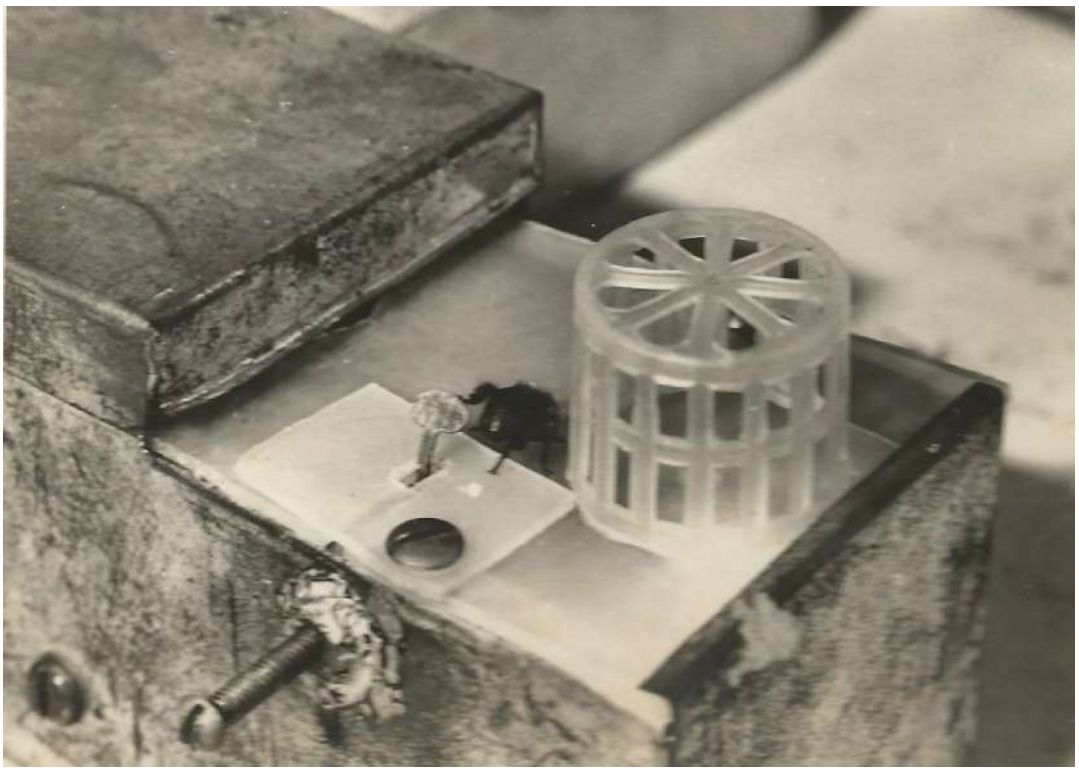


Figura 27. Discriminação simples. O sujeito ingere p alimento após emitir RD no *operandum* da esquerda, sobre o qual apoia a pata traseira.

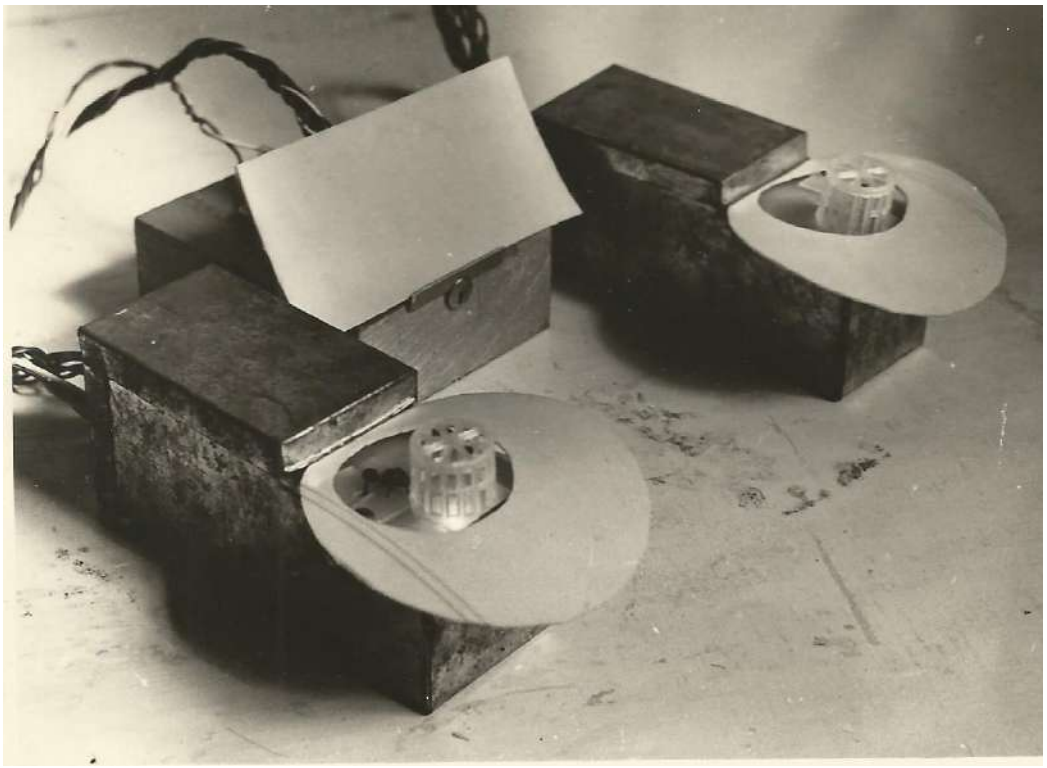


Figura 28. Discriminação condicional. Após a discriminação simples invertem-se as funções de SD e SΔ e são colocadas as peças de cor amarela (SA) designadas como *discriminandum* de referência. São dois discos com recorte circular colocados, cada um sobre uma das áreas de pouso, e um retângulo, colocado entre os dois aparelhos. Na presença de SA a luz apagada é SD, para o sujeito fotografado. Portanto, a foto ilustra uma RΔ (emitida no *operandum* junto ao qual se apresenta a SΔ).

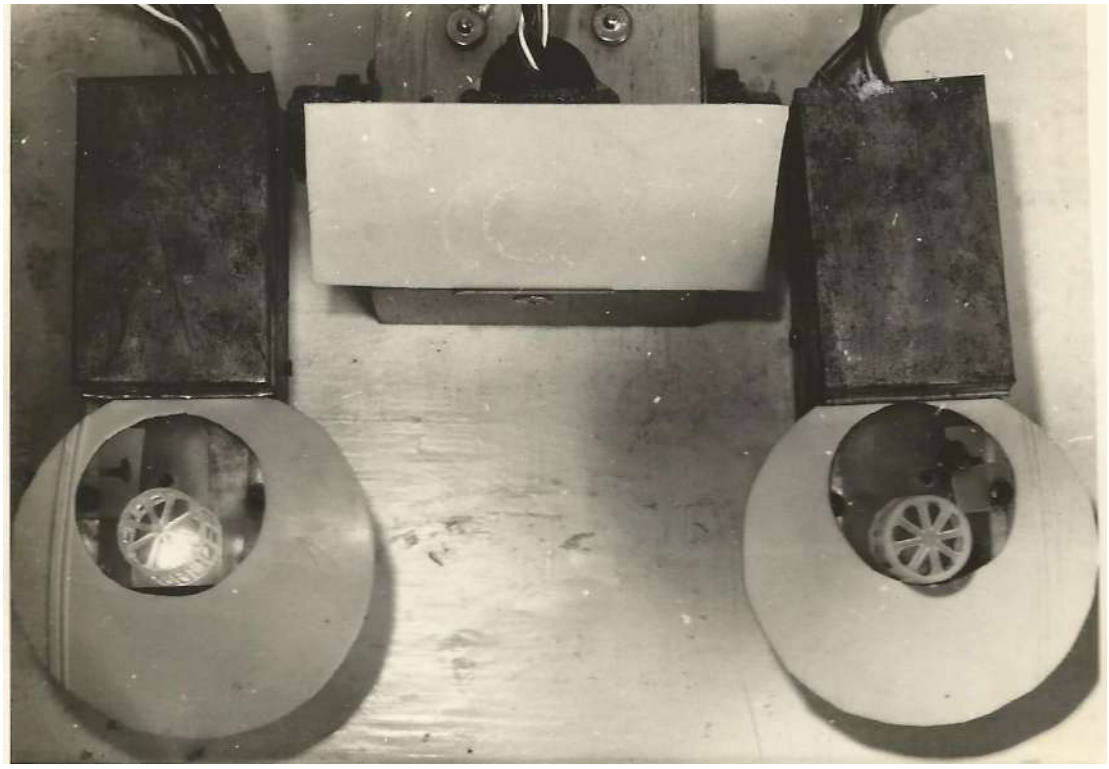


Figura 29. Discriminação condicional. O sujeito emite uma RD no *operandum* da direita (SΔ está no aparelho da esquerda).

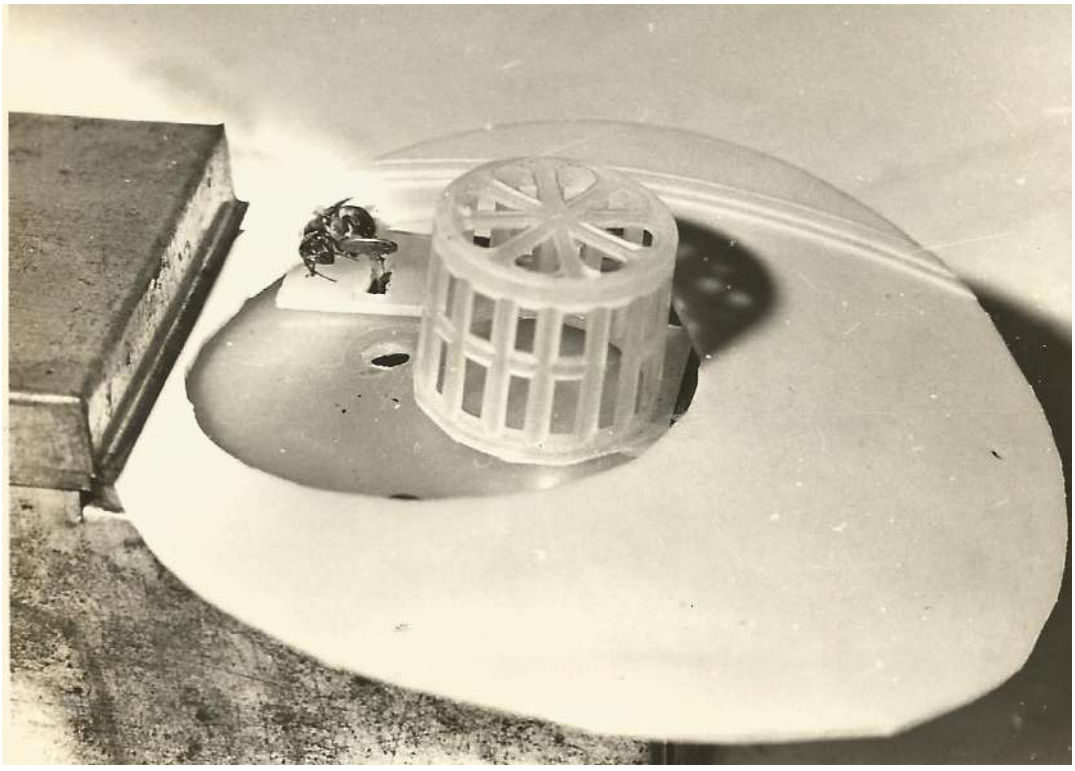


Figura 30. Discriminação condicional. Emissão de uma resposta no *operandum* da direita, na presença de SA.

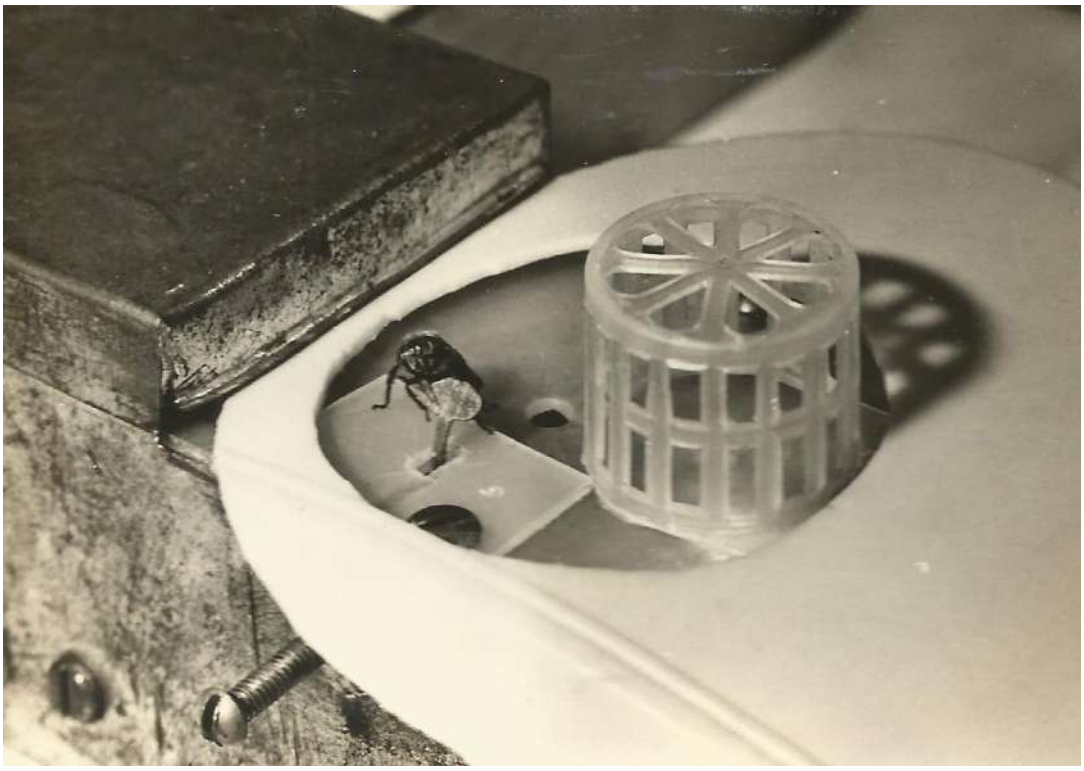


Figura 31. Discriminação condicional. Emissão de uma resposta no *operandum* da esquerda, na presença de SA.

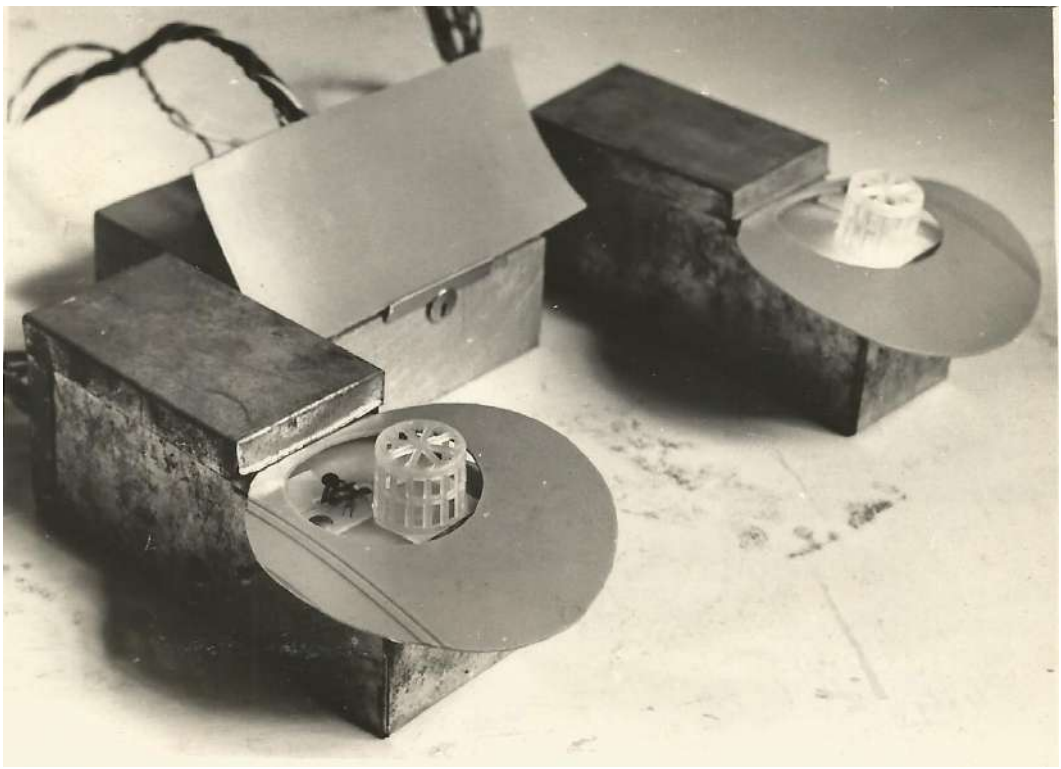


Figura 32. Discriminação condicional. As peças de cor amarela (SA) são substituídas por dois discos e um retângulo de cor azul e concomitantemente são intercambiadas as funções de SD e SΔ. A fotografia mostra uma RΔ, pois o sujeito emite a reposta no *operandum* acompanhado de SΔ.

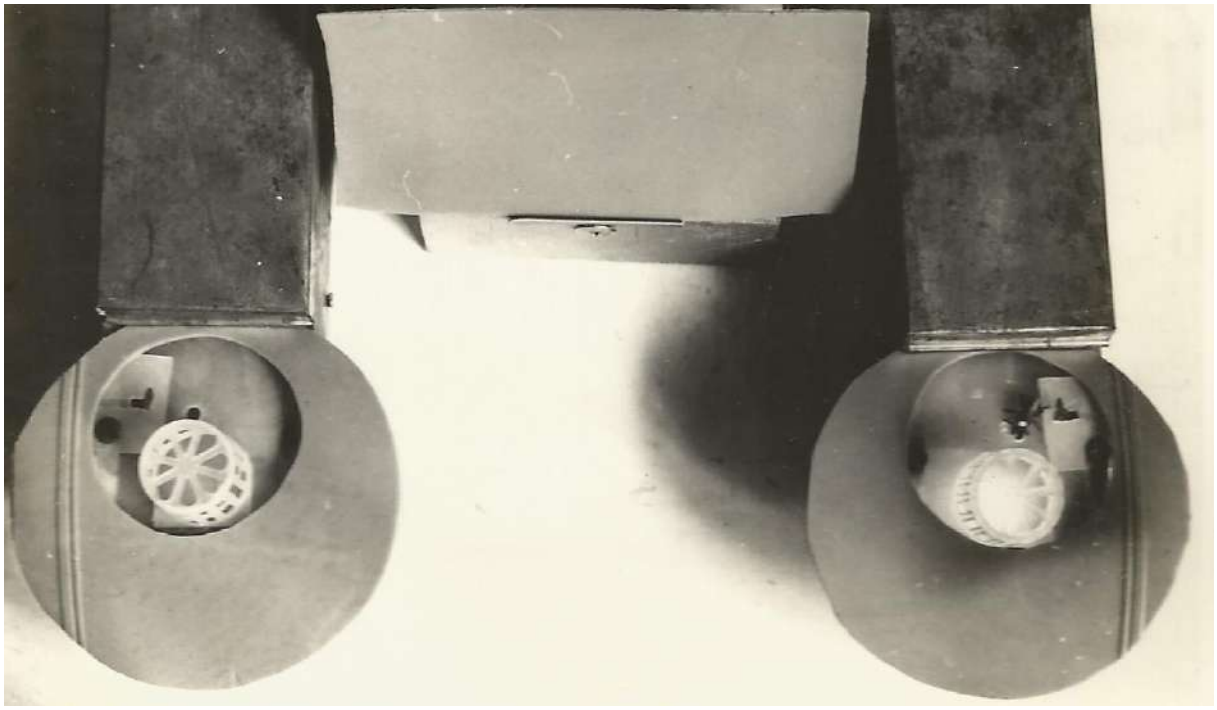


Figura 33. Discriminação condicional. Diante da cor azul SD é a luz acesa. O sujeito ingere o alimento após uma RD no *operandum* da direita.

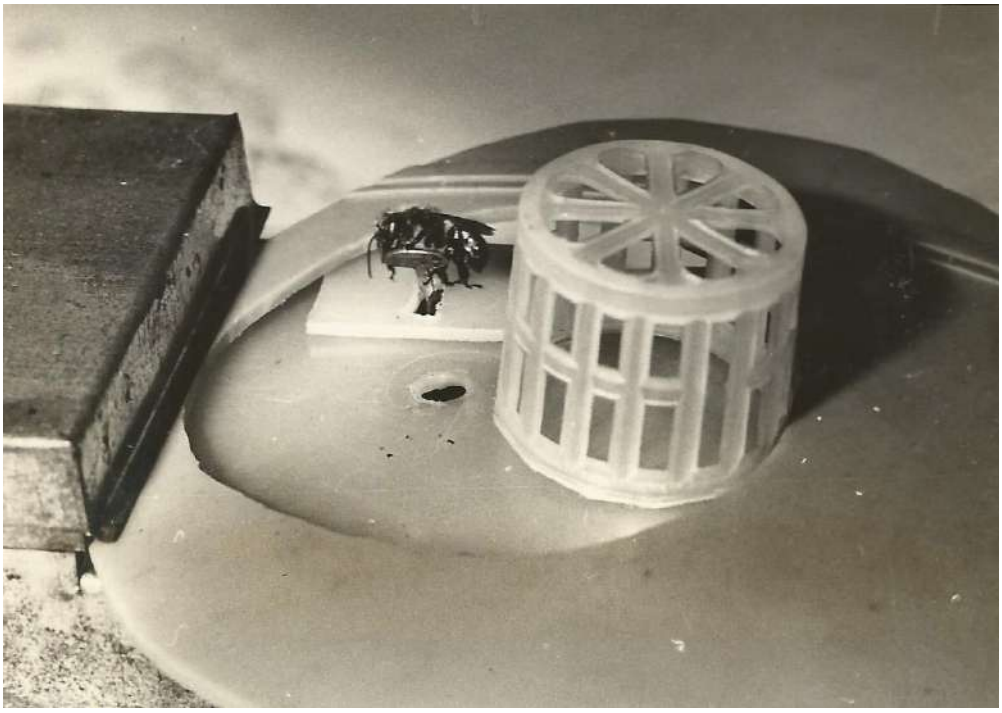


Figura 34. Discriminação condicional. Emissão de uma resposta no *operandum* da direita na presença de SB.

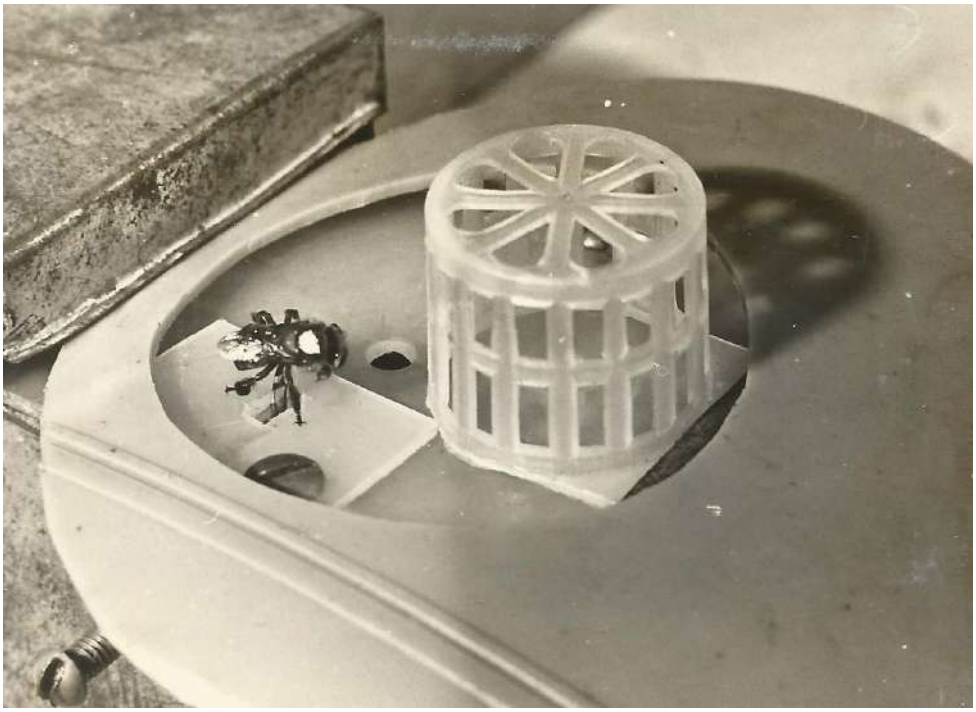


Figura 35. Discriminação condicional. Emissão de uma resposta no *operandum* da esquerda, na presença de SB.

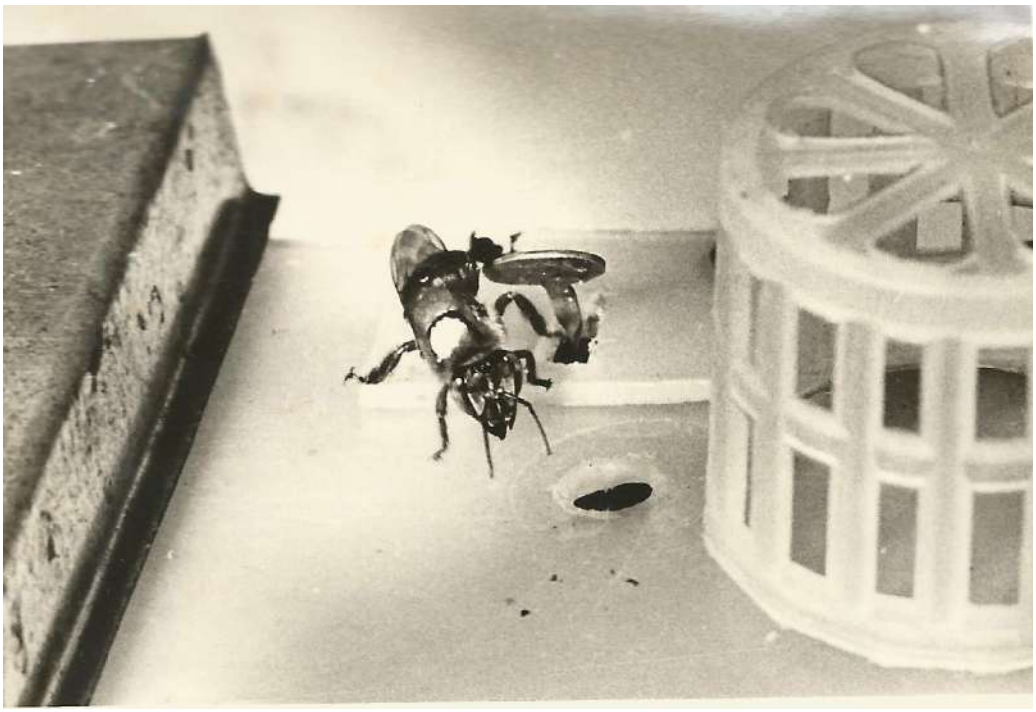


Figura 36. Variabilidade topográfica da resposta. Emissão à direita com a tíbia da perna posterior.

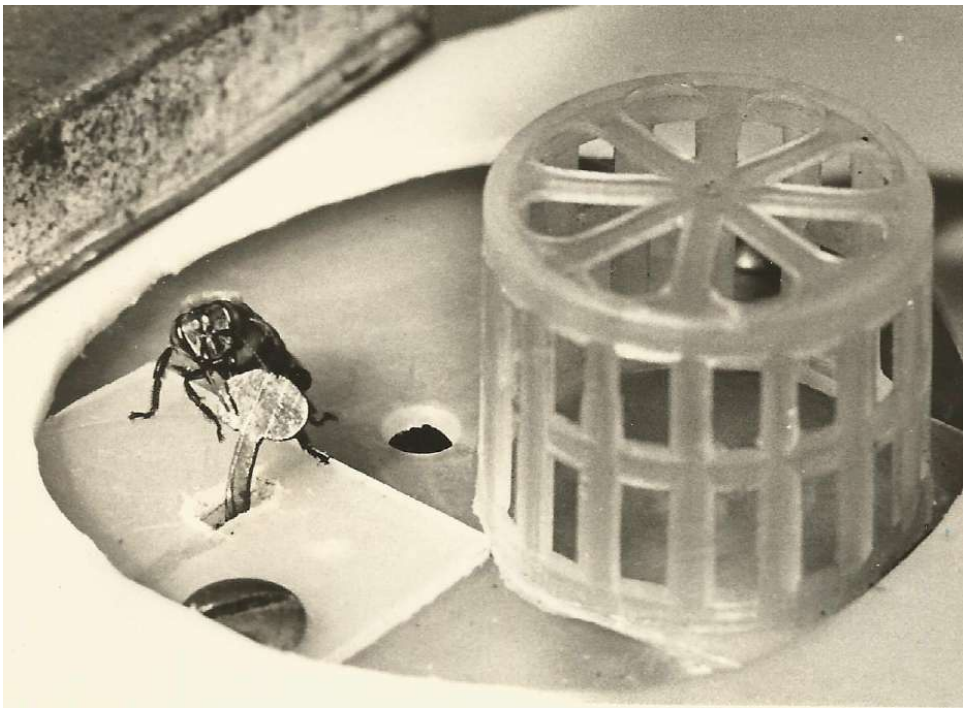


Figura 37. Variabilidade topográfica da resposta. Emissão à esquerda com as patas anteriores.

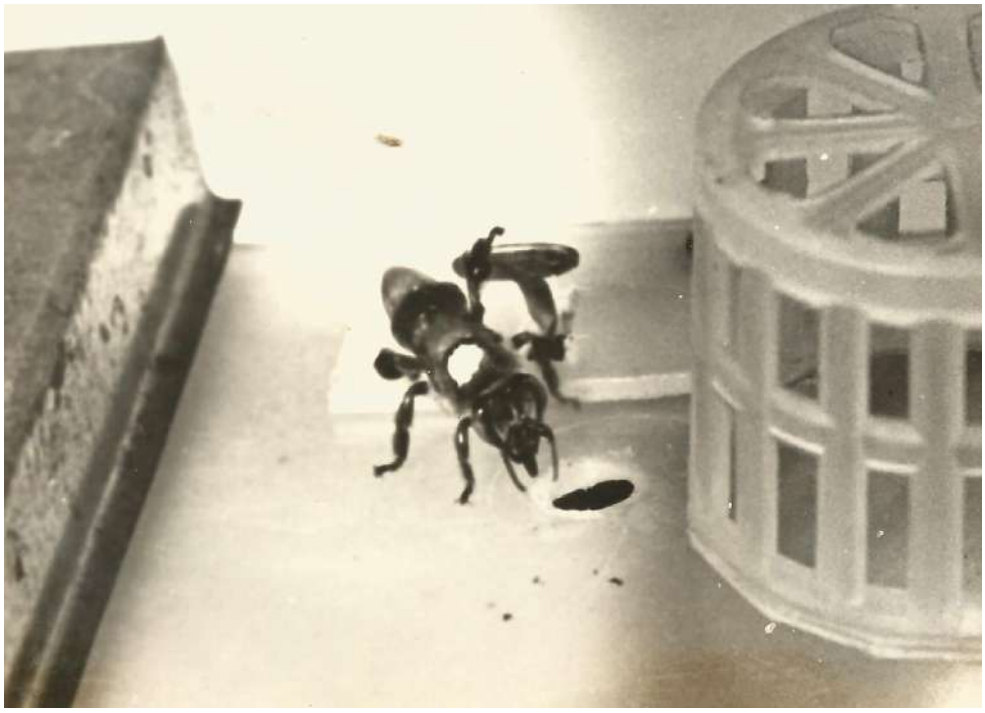


Figura 38. Variabilidade topográfica da resposta. Emissão à direita com o tarso da perna posterior.

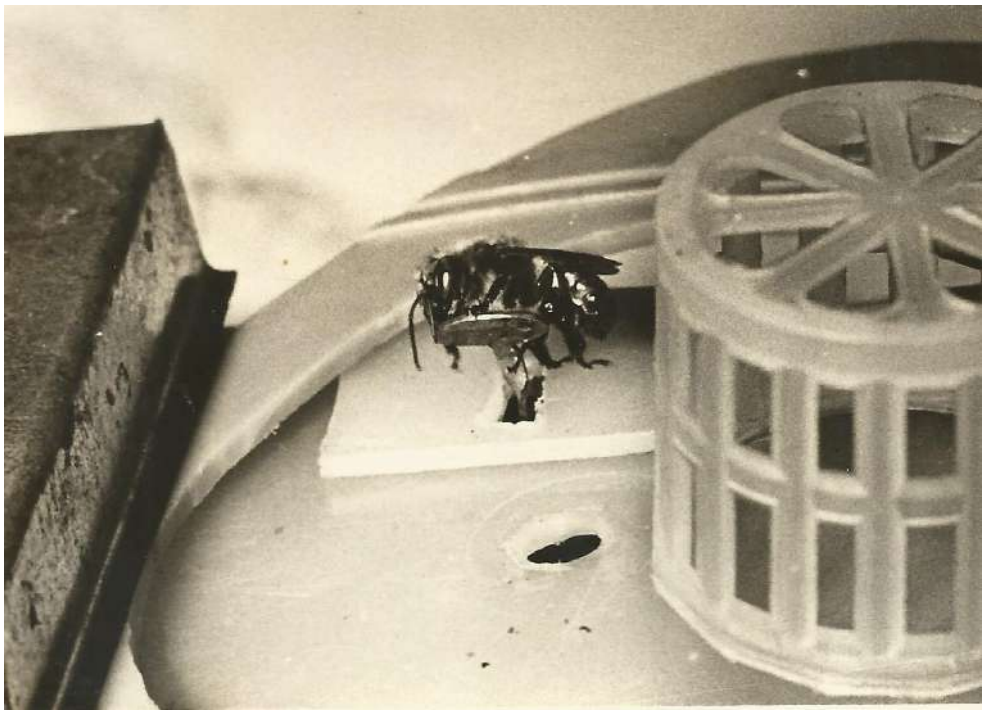


Figura 39. Variabilidade topográfica da resposta. Emissão à direita com as pernas anteriores e com o tarso da perna mediana (sob a placa oval do *operandum*).

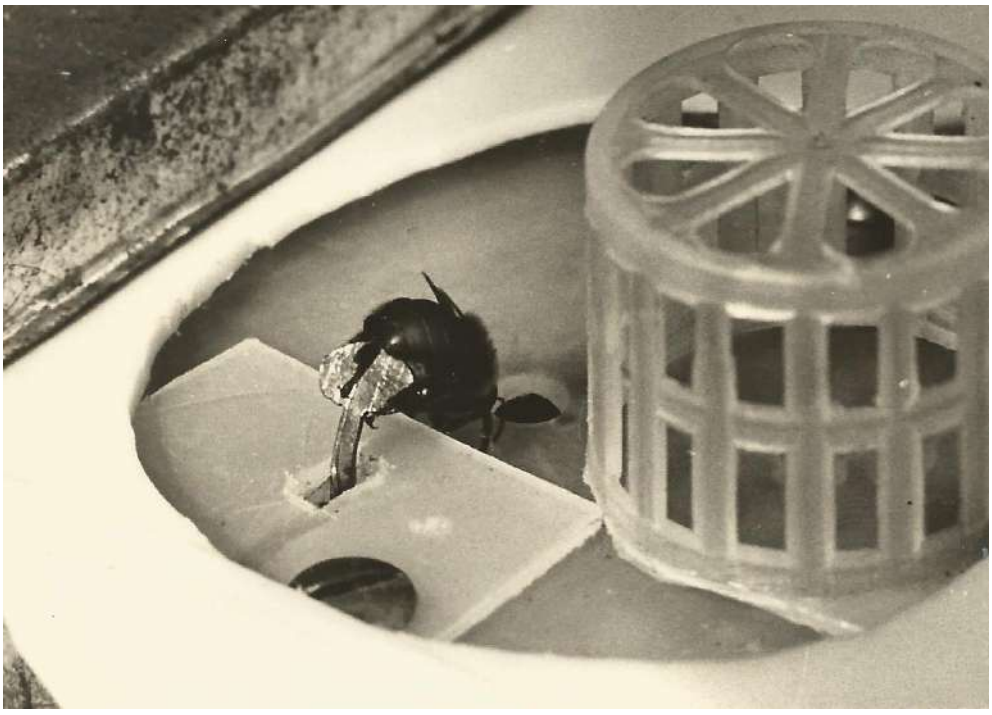


Figura 40. Variabilidade topográfica da resposta. Emissão à esquerda com as duas patas posteriores.



Figura 41. Variabilidade topográfica da resposta. Emissão à direita com as patas anterior e mediana e com o tarso da perna posterior (sob a placa oval do *operandum* à direita).

NOTAS

NOTAS

Notas nº 1 – A espécie *Melipona rufiventris* foi descrita por Schwarz (1932). O subgênero *Micheneria* foi descrito por Kerr, Pisani & Aily (1967).

Nota nº 2 – Nove sujeitos escolhidos para o experimento final deixaram o treinamento em diferentes fases do mesmo. "Flaminia III" foi eliminada porque teve seu abdômen cortado por outra abelha da mesma espécie, durante uma luta sobre i parapeito da janela. "Flaminia IV" abandonou o treinamento na tarde do 3º dia, às 15h38min, quando a temperatura da sala era de apenas 19ºC. "Flaminia V"

Foi recusada porque no 2º dia de treinamento conseguiu entrar através do bebedouro até o depósito de xarope. "Flaminia VI" deixou o treinamento durante a modelagem R, provavelmente em consequência da baixa temperatura da sala, que era de 17ºC. "Flaminia I" foi recusada no 3º dia de trabalho, quando outros compromissos assim exigiram, por ocasião de reuniões para reestruturação da Universidade. "Flaminia II" foi recusada no 3º dia, pois seu trabalho foi interrompido muitas vezes por chuvas e ventania. "Flaminia III" foi recusada no 3º dia de treinamento por haver perdido parte da mancha colorida que a identificava. "Flaminia IV" não voltou aos aparelhos na manhã do 4º dia, quando a temperatura era muito baixa. "Lucilia IV" foi rejeitada após haver superado a primeira inversão da discriminação, pois seu treinamento foi perturbado por chuvas intermitentes, períodos de excessivo calor e presença de formigas em um dos aparelhos.

Nota nº 3 – Os *discriminada* de escolha, luminosos, apresentam algumas dificuldades, embora tenham funcionado adequadamente, como mostram os dados. A dificuldade mais importante resulta da variação no contraste entre SD e SΔ em consequência da intensidade direção da luz solar. As oscilações da voltagem da corrente elétrica também alteram a luminosidade dos estímulos.

Nota nº 4 – Os *discriminanda* de referência apresentam propriedades adequadas de tamanho, forma, cor e posição nos aparelhos. As abelhas não demonstram preferência por uma das cores. Quando uma cor é substituída por outra é frequente observar-se que o sujeito efetua voo de reconhecimento sobre os dois aparelhos, antes de pousar sobre um deles. Os dados mostram que a combinação SA com luz acesa e de SB com luz apagada, ou vice-versa, são equivalentes. Para um ulterior controle do efeito de tais combinações pode-se apresentar SA ou SB com certa separação espacial ou temporal em relação à apresentação de SD e SΔ. No segundo caso, é possível efetuar um controle da memória, se graduar-se antecedência temporal de SA e SB. Mas tal controle exibe que se leve em conta a possiblidade de efeitos perturbadores de respostas e estímulos discriminativos que ocorrem entre a apresentação dos *discriminanda* de referência e a dos *discriminanda* de escolha.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

BACHRACH, A. J. (1962). *Psychological Research – an Introduction*. New York: Random House.

BERMANT, G.; & GARY, N. E. (1966). Discrimination training and reversal in groups of honey bees. *Psychonomic Science*, 5(5):179-180.

CHAUVIN, R. (1968). *Traité de Biologie de l'abeille*. Paris: Masson et Cie, (5vol.), cap. 6.

CLAYTON, K. N. (1963a). Reversal performance by rats following overlearning with and without irrelevant stimuli. *The Journal of Experimental Psychology*, 66(3):225-259.

CLAYTON, K. N. (1963b). Overlearning and reversal of a spatial discrimination by rats. *Percept and Motor Skills*, 17(1):83-85.

COLEMAN, E.; & HAVLENA, J. (1965). Effects of overlearning and apatial delay of reinforcement upon a discrimination reversal. *Psychological Reports*, 16(1):79-83.

CRUZ-LANDIM, C.; & STAURENGO, M. A. (1965). Glande tarsale das abeilles sans aiguillon. *Actes du Ve Congress UIESIS Toulouse*, 219-225.

D'AMATO, M. R. (1962). Overlearning and position reversal. *The Journal of Experimental Psychology*, 64(2):117-122.

D'AMATO, M. R. (1965). The overlearning reversal effect in monkeys provided a salient irrelevant dimension. *Psychonomic Science*, 3(7):283-284.

D'AMATO, M. R.; & JAGODA, H. (1961). Analysis of the role overlearning in discrimination reversal. *The Journal of Experimental Psychology*, 61:45-50.

FAHD, T. (1968). L'abeille en Islam, in Chauvin R. (1968).

GOLLIN, E. S. (1964). Reversal learning and conditional discrimination in children. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 58(3):441-445.

GOLLIN, E. S. (1965). Factors affecting conditional discrimination in children. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 60(3):422-427.

GOLLIN, E. S. (1966). Solution of conditional discrimination problems by young children. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 62(3):454-456.

HERTZ, M. (1936). Color vision in bee: technique. *The Journal of Experimental Biology*, 16:1-8. Citado por Wigglesworth, V. B. (1950).

HILL, W. F.; & SPEAR, N. E. (1963). A replication of overlearning and reversal in Tmaze. *The Journal of Experimental Psychology*, 65(3):317.

HYRAYOSHI, I.; & WARREN, J. M. (1967). Overlearning and reversal learning by experimentaly naive kittens. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 64(3):507-510.

HOOPER, R. (1967). Variables controlling the overlearning reversal effect (ORE). *The Journal of Experimental Psychology*, 73(4,Pt.1):612-619.

HUGHES, R. N. (1964). Spatial discrimination reversal and overlearning in effects. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 19(3):817-818.

KELLER, F. S.; & SCHOENFELD, W. N. (1950). *Principles of Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.

KERR, W. E. (1969). Aspects of evolution of social bees. *Evolutionary Biology*, vol. III, no prelo.

KERR, W. E.; & KRAUSE, W. (1950). Contribuição para o conhecimento da bionomia dos meliponini. *Dusenia*, I(5):275-282.

KERR, W. E.; PISANI, J. F.; & AILY, D. (1967). Aplicação de princípios modernos à sistemáti-

ca do gênero *Melipona* Illiger, com a divisão em dois subgêneros (*Hymenoptera*, Apoidea). *Papéis Avulsos de Zoologia (S. Paulo)*, 20(13):135-145.

KÜHN, A. (1927). Colour sense of honey-bee. *Zeitschrift Fur Vergleichende Physiologie*, 5:762-800. Citado por Wigglesworth, V. B. (1950).

LOPES, C. L. (1961). Evolução do cérebro nas abelhas sociais. *Ciência e Cultura*, 13(3):172.

MACKINTOSH, N. J.; & MACKINTOSH, J. (1964). The effect of overtraining on a non-reversal shift in octopus. *The Journal of Genetic Psychology*, 105(2):373-377.

MAZOKHIN-PORSHNYAKOV, G. A.; & VICHNEVSKAYA, T. M. (1967). On the capacity of insects to distinguish color from color for illumination (em russo). *Zhurnal Obshchei Biologii*, 28(1)105-109. Resumo em inglês em *Psychologycal Abstracts*, vol. 41, 13390, 1967.

NORTH, A. J.; & LANG, P. (1961). Conditional discrimination in rats. *The Journal of Genetic Psychology*, 98:113-118.

PESSOTTI, I. (1961/3). Alcune insure di relazioni temporali in una discriminazione, in *Meipona seminigra merrillae*. *Rassegna di Psicologia Generale e Clinica*, vol. VI.

PESSOTTI, I. (1962). Discriminação em *Apis mellifera* sob CRF e Extinção Experimental. Comunicação à XIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Curitiba.

PESSOTTI, I. (1964). Estudo sobre aprendizagem e extinção de uma discriminação em *Apis mellifera*. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, vol. I(1):76-93.

PESSOTTI, I. (1964/5). Studio sull'incatenamento in *Melipona* (*M.*) *rufiventris*. *Rassegna di Psicologia Generale e Clinica,* vol. II.

PESSOTTI, I. (1967a). Aprendizagem de uma discriminação como um critério para classificação de abelhas. *Revista Interamericana de Psicologia*, 1(3):177-187.

PESSOTTI, I. (1967b). Aprendizagem e extinção de discriminação em *Apis mellifera ligustica*. *Revista de Psicologia Normal e Patológica*, 1-2:3-17.

PESSOTTI, I. (1967c). Algumas medidas de aprendizagem e extinção de uma discriminação em duas espécies de abelhas sociais. *Revista de Psicologia Normal e Patológica*, 1-2:51-59.

PESSOTTI, I. (1967d). Inversões de discriminação com dois *manipulanda* em *Melipona* (*M.*) *rufiventris*. *Revista de Psicologia Normal e Patológica*, 3-4:171-182.

PESSOTTI, I. (1967/8). Riforzo regolare senza sazietá in un'ape. *Rassegna di Psicologia Generale e Clinica*, no prelo.

PESSOTTI, I. (1968). Pressão-à-barra em *Melipona*, sob reforçamento diferencial. Aceito para publicação no *Jornal Brasileiro de Psicologia*.

SCHADE, A. F.; & BITTERMAN, M. E. (1965). The relative difficulty of reversal and dimension al shifting as a function of overlearning. *Psychonomic Science*, 3(7):283-284.

SCHWARZ, H. F. (1932). The Genus *Melipona*. New York, *Bulletin of the American Museum of Natural History*, vol. 63 (IV):231-460, fig. I-X.

SIDMAN, M. (1960). *Tatics of Scientific Reserach*. New York: Basic Books.

SITTERLEY, T. E.; & GAFEHART, J. E. (1966). Human sucesessive discrimination reversal: effects of overtraining and reinforcemnt. *Psychonomic Science*, 4(8):293-294.

SKINNER, B. F. (1956). A case history in scientific method. *American Psychologist*, II:221-223.

TIGHE, T. J.; BROWN, P. L.; & YOUNGS, E. A. (1965). The effect of overtraining in the shift behavior of albino rats. *Psychonomic Science*, 2(5):141-142.

TIGHE, T. S.; & TIGHE, T. J. (1965). Overtraining and discrimination shift behavior in children. *Psychonomic Science*, 3(1):21-22.

UHL, C. N. (1964). Effects of overtraining on reversal and nonreversal discrimination shifts in a free operant situation. *Percept and Motor Skills*, 19(3):927-934.

von FRISCH, K. (1915). *The dancing bees***.** London: Methuen and Co..

von FRISCH, K. (1950). *Bees, their vision, chemical senses and language.* New York: Cornell Univ. Press, Ithaca.

WARREN, J. M. (1964). Additivity of cues in conditional discrimination learning by rhesus monkey. *Journal Of Comparative And Physiological Psychology*, 58(1):124-126.

WILLIAMS, D. I. (1967). The overtraining reversal effect in the pigeon. *Psychonomic Science*, 7(7):261-262.

ANEXOS

Anexo 1

Reprodução dos registros de RD e RΔ iniciais de "Cleopatra I", que resultaram nas primeiras curvas de discriminação condicional em Apidae, com alteração regular dos *discriminanda* de referência (SA e SB), a cada visita. As letras *E* e *D* significam RD inicial emitida no *operandum* da esquerda ou no da direita, respectivamente; os traços significam RΔ iniciais.

Dia 25/08/1967		**Dia 27/08/1967**		
Início	-	Início	D	E
E	-	E	D	E
D	-	-	E	-
D	E	-	-	E
D	-	-	D	D
-	-	-	-	E
D	D	D	-	E
E	E	D	-	-
-	E	-	E	E
D	E	E	D	-
-	D	D	E	D
-	D	D	E	-
D	-	D	E	D
-	D	-	-	E
-	-	-	E	-
E	D	D	-	D
-	-	D	D	E
-	-	D	-	E
D	D	D	-	E
-	-	E	D	D
D	-	-	D	E
-	D	D	-	D
E	-	E	E	E
E	-	-	D	-
E	E	-	D	E
-	-	D	-	-
E	D	D	-	D
E	-	-	D	-
-	D	-	E	-
E	-	E	E	D
E	D	-	D	D
E	-	D	D	E
		-	-	-
		-	D	E

Anexo 2

Reprodução dos registros de RD e RΔ iniciais de "Jezebel IV", que resultaram nas primeiras curvas de discriminação condicional, obtidas com um programa sistemático de operações, no qual SA e SB eram alternados regularmente a cada visita. As letras *E* e *D* indicam RD inicial emitida no *operandum* da esquerda ou no da direita, respectivamente; os traços significam RΔ iniciais.

Dia 23/01/1968		**Dia 24/01/1968**	
Início	E	Início	D
E	-	E	-
E	D	E	E
-	-	-	-
D	-	E	E
D	D	D	-
-	-	D	-
D	D	D	E
E	-	D	D
-	-	E	-
-	-	E	D
E	E	D	E
D	-	-	D
-	-	-	-
-	E	D	E
-	D	E	E
E	E	E	E
E	-	E	E
E	D	E	E
-	D	-	D
-	D	E	D
E	-	D	E
D	-	D	D
-	E	-	D
D	-	D	-
E	E	-	E
D	E	-	-
-	E	E	E
-	D	D	E
E	D	D	D
E	D	-	FIM
D	-		
E	E		
-	E		
E	D		
E	-		
-	D		
E	E		
-	E		
E	-		
-	FIM		

Anexo 3

Ordem de apresentações de SA e SB em sequencia casual e SD luminosos, correspondentes, apresentados para cada grupo de sujeitos. A sequência foi obtida por sorteio de "cara ou coroa".

SA ou SB	SD luminoso correspondente	
SA	Grupo A	Grupo B
SA	Apagado	Aceso
SB	Apagado	Aceso
SB	Aceso	Apagado
SA	Apagado	Aceso
SA	Apagado	Aceso
SA	Apagado	Aceso
SA	Apagado	Aceso
SB	Aceso	Apagado
SB	Aceso	Apagado
SB	Aceso	Apagado
SA	Apagado	Aceso
SB	Aceso	Apagado
SA	Apagado	Aceso
SB	Aceso	Apagado
SA	Apagado	Aceso
SA	Apagado	Aceso
SA	Apagado	Aceso
SB	Aceso	Apagado
SB	Aceso	Apagado
SA	Apagado	Aceso
SA	Apagado	Aceso
SB	Aceso	Apagado
SB	Aceso	Apagado
SB	Aceso	Apagado
SA	Apagado	Aceso
SB	Aceso	Apagado
SA	Apagado	Aceso
SB	Aceso	Apagado
SA	Apagado	Aceso

Anexo 4

Reprodução do registro de todas as RD e RΔ emitidas por "Lucilia V" desde o início da sequencia de 30 visitas com SA e SB alternados ao acaso e repetida até o fim do registro. As letras *E* e *D* indicam RD emitida no *operandum* da esquerda ou no da direita, respectivamente. As letras *e* e *d* significam RΔ emitida no *operandum* da esquerda ou no da direita, respectivamente. Cada letra representa uma resposta e nas colunas, cada linha indica uma visita.

INÍCIO	DdEE	EED	EE	EEe	EdE	dEE	EE
EE	EE	DeDD	EE	EeeeD	DDEE	DEE	EE
DDD	dEEE	eDD	DE	DD	DeeE	DdE	dEeeddEE
DD	ED	DE	DDDE	DDE	EE	EE	DD
dEEe	E	DddE	DE	dEE	EE	EE	dEdddE
ddEdE	dEeE	EE	ddEE	EEe	EE	DD	EEeD
EeD	dEeE	DDE	EE	DD	ED	EEeD	eDD
DDE	DD	EE	DE	DD	deeDD	dEE	dEE
EEeD	dEE	EdE	EdE	dedED	dEE	DDE	DeD
dEEeDD	EE	EeD	DdddDE	EDDD	DD	DDDee	ddeeDD
EE	EEeD	EE	EeD	DdE	EE	EED	DdE
DD	DE	DDD	DDD	DE	Ee	dEED	EED
EE	EE	DeeDE	DDE	EED	DDE	DEE	DE
EeeD	dEE	EE	EE	EeeD	EeeD	EE	EE
DD	EEdD	dEeD	DD	DD	EeD	eDDE	EeeD
dEE	EE	EeD	DD	DDD	EEeD	EED	eeddEE
DdEE	EE	dEeDD	EE	eeDD	eDdE	EeD	EE
ddEE	DE	eDD	Ed	DE	DD	DeDD	EE
DdEE	EDD	DeD	dEeeD	DeE	dED	DdD	eDD
EEE	EeD	EE	DD	EE	DDdE	EEE	DE
EE	EeD	DD	EEeeD	DDdE	DEE	DedE	EeD
DD	EE	DdE	DD	deEE	DEE	dEE	D
EeD	EdD	EE	deedEdE	DDDEE	EED	EEdE	EE
dEE	DD	DDD	eeeeDDdE	ddEE	eDdE	eDDE	d
DDeeD	dEEE	DD	DddE	E	DDeD	E	EE
EE	DDE	EE	EEDD	eDD	ED	eDD	EDD
DDE	ddEE	ED	DDE	deedEE	EeD	dEE	DE
DdE	DdE	DE	deeEE	EE	eDE	EE	DE
DddE	EEE	dEeeE	EEeedE	DD	dEED	DD	EE
EE	DDddE	EE	EE	EE	eDE	DdEE	DD
dEEe	DD	EE	E	deedddEE	DE	dEEE	DDD
EE	EE	DDdEdE	DddE	DDdE	EEeD	eDED	dEE
DD	EdEE	DE	EE	EE	DeDE	DD	DdE
DDeEE	EeD	DeEEd	EE	dEEe	EDD	DDEE	EE
EE	dEEE	EED	DD	DDdE	DdE	eDDEE	dEeD
EED	EED	EdE	EE	EeD	ED	deEeD	DdE
DD	DDD	EeD	deeeeDD	ED	EE	DEEE	EeD
EE	ED	EdEdEeD	ddEE	DdE	DD	DdE	EeeeD
DeD	dEE	DD	EE	EE	eDDe	dEE	DD
dEED	DD	eDD	DDddE	EDDD	ddED	EED	EE
DDE	EE	DdE	DEE	DD	DE	EeD	DD
EE	EE	EE	EE	EE	DD	EE	eDddE
DDE	DD	DDD	EededE	EED	EdE	DDD	EED
DdE	dEE	dEE	EeD	EeD	EddE	eeeDE	EE
EE	EeeDDe	EE	DD	EEeD	EE	DE	EeD
EE	DD	Pausa de	DD	DD	EdeD	DD	eDDDD
eeDDeD	DD	uma noite	DDEE	DD	DE	DD	EEDeDDE
DeeDDD	EE	DD	dEE	DDEE	DE	EE	DDd
Ee	eDD	dEeeD	EE	DDEE	EeD	EeDD	EDD
dEE	DeE	DD	EE	dEeE	DD	edeEE	EE
dEeE	EeeDeD	dEE	DDE	EE	DE	EdE	EE
EE	EE	EE	DE	dEE	dE	EED	eeDD
DD	DDE	eDeD	EE	DD	EeDe	DEe	
dEE	DD	ED	DeeeeD	EE	eDD	EdE	FIM DO
EeeD	EE	eeDD	EE	eDE	DE	DDD	REGISTRO
DEE	EEE	DDE	EE	DE	dEE	DE	
DdE	DD	DDdD	DD	EDD	DD	EE	
	EEdE		EE	EE	EE		