

APRENDIZAGEM DE UMA DISCRIMINAÇÃO, COMO UM CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DE ABELHAS

ISAIAS PESSOTTI
Brasil

O vol. 17, no. 4, 1965, de "Ciência e Cultura" publica um trabalho de Kerr, W. E. e Esch, H. (1) no qual são resumidos e confrontados resultados obtidos em 15 anos de estudos sobre comunicação entre as abelhas. Nesse trabalho os processos de comunicação são utilizados como um critério de classificação filogenética e que, combinado com outros critérios baseados em características orgânicas, permite a elaboração de uma árvore filogenética das abelhas, na qual figuram espécies por nós estudadas com o objetivo de determinar um critério comportamental a ser usado juntamente com os mencionados.

Agora, após a publicação de Kerr e Esch, notamos que os resultados de nossos estudos sobre aprendizagem de discriminação conduzem a uma classificação que corresponde em linhas gerais a árvore filogenética mais recente de Kerr (pg. 536) que se baseia em diversos critérios combinados: tipos de comunicação, de ninhos, de saco de veneno, de glândulas da cabeça e torax, número de cromossomas, determinação de castas.

A nossa tentativa de classificação se fundamenta em medidas de rapidez de aquisição e de extinção de uma discriminação simples entre dois estímulos discriminativos, simultaneamente apresentados. As medidas empregadas foram de dois tipos: numéricas e temporais.

Para tôdas as espécies estudadas o aparelho de alimentação, os procedimentos experimentais, os estímulos discriminativos e as medidas efetuadas foram rigorosamente os mesmos.

1) *Sujeitos*. Dez *Apis mellifera ligustica*, dez *Melipona seminigra merrillae* e dez *Apis Mellifera Sicula*. As duas primeiras espécies foram estudadas nos Departamentos de Psicologia e de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, Brasil (3 e 5) — e o terceiro grupo foi estudado no Instituto de Entomologia Agrária da Universidade de Palermo, em 1964 (7). Em cada dia era treinada uma única abelha, marcada com pequena mancha pintada no dorso do torax. Em cada espécie estudada, para cinco abelhas SD era a côr amarela e S delta era a côr azul; para as outras cinco, SD era azul e S delta amarelo. Todos os sujeitos foram submetidos a "modelagem" e reforçamento regular de uma resposta antes de se iniciar o processo de discriminação e a subsequente extinção.

II) *Aparelho* a) fase de modelagem e condicionamento; o aparelho usado era uma vasilha de alumínio, com fundo retangular, de 14 cm. por 7 cm. A vasilha era coberta por uma tampa de alumínio, plana, retangular, paralela à superfície do fundo. Essa tampa, dividida em dois quadrados de 7 por 7 cm. tem no centro de cada quadrado um grupo de 5 orifícios, dispostos em cruz. Através desses orifícios os sujeitos podiam introduzir a glossa para sugar alimento líquido. Um mecanismo simples, sob a tampa, permitia tornar acessível o alimento sob um grupo de cinco orifícios enquanto permanecia inacessível sob o outro grupo de furos.

b) fase de aquisição e de extinção; usou-se o aparelho já descrito, com duas peças complementares: duas pequenas bandejas circulares de material plástico, uma azul e outra amarela. O fundo delas é de 6 cm de diametro e apresenta ao centro um furo circular de 2.5 cm. As bandejas eram colocadas sobre a tampa do aparelho de modo a que o furo circular de cada uma delimitasse uma area ("área de pouso") circular na tampa de alumínio. Cada uma das áreas de pouso resultantes continha um dos dois grupos de orifícios da tampa. As bandejas eram iguais entre si em material, luminosidade, forma e dimensões e diferiam somente em relação as cores, amarelo e azul, que correspondiam respectivamente a SD e Sdelta ou vice versa. Com esse aparelho foram asseguradas as seguintes condições experimentais: visibilidade do alimento líquido somente após o pouso em SD; facilidade de pouso e "decolagem" mesmo em vôos rasantes; visibilidade de SD e Sdelta antes do pouso e de qualquer direção de níveis mais altos ou mais baixos que a área de pouso; mudança rápida das posições de SD e Sdelta; apresentação e remoção fácil e rápida do alimento sob qualquer das áreas de pouso; igualdade de odores sob as duas áreas de pouso; facilidade de deslocamento do aparelho, que era progressivamente distanciado da colmeia até uma distância final de 1.5 metros. Essa distância foi estabelecida com o objetivo de evitar efeitos de fadiga, busca de alimento em outras fontes e efeitos de processos de comunicação entre as abelhas. Ademais, a uma curta distância é possível obter mais respostas por hora.

III) *Definições*: Considerava-se uma resposta (R) o pouso do sujeito em qualquer ponto da tampa do aparelho, precedido de vôo e seguido de introdução da glossa em qualquer dos orifícios da tampa. Considerava-se uma RD a resposta que ocorria na área de pouso delimitada ao centro da bandeja de cor SD e Rdelta a resposta (R) emitida na área de pouso circundada pela cor Sdelta.

IV) *Procedimentos*: a) "Shaping": colocava-se o aparelho encostado a porta da colmeia, com algumas gotas de alimento (água açucarada, concentrada a 40%) sobre a tampa. Depois que essas gotas eram consumidas, algumas abe-

lhas começavam a procurar alimento através dos orifícios da tampa. Dessas, 5 eram marcadas a pincel com diferentes côres. O aparelho era distanciados da colmeia gradualmente e algumas das abelhas marcadas continuavam a buscar alimento, vando da colmeia até o aparelho. Tôdas as R eram reforçadas imediatamente, durante duas horas. b) *Discriminação*: colocavam-se sôbre a tampa do aparelho as duas bandejas coloridas. Apenas uma das abelhas marcadas emitia uma resposta, RD ou Rdelta, as demais eram impedidas de pousar sôbre o aparelho e pouco a pouco desistiam de tentá-lo. Apenas as repostas da primeira abelha eram dêse então consideradas. Tôdas as RD (respostas na área de pouso de côr SD) eram reforçadas automaticamente com alimento e nenhuma Rdelta era reforçada. As posições das duas côres alternadas segundo uma sucessão casual de períodos de 10 e 15 minutos. As RD e Rdelta eram registradas em intervalos de 1 minuto até um total global de setenta repostas. c) *Extinção*: tornava-se inacessível o alimento líquido sob a côr SD e continuava inacessível também sob a côr Sdelta. As repostas do sujeito eram registradas e tôdas as repostas emitidas sôbre a côr anteriormente usada como SD eram consideradas repostas de resistência à extinção (RE). Após um periodo de 20 min. sem emissões de RE concluia-se o estudo de uma abelha.

V) *Medidas*: as medidas efetuadas foram: freqüência de RD por unidade de tempo (intervalos de 5 minutos); tempo em minuto, desde o início da aquisição até a primeira RD sucessiva à última R delta; essa medida se abrevia como T.A. ou tempo de aquisição; tempo em minutos desde o início da extinção até a última RE, abreviado como T.E. ou tempo de extinção; retardo-freqüência ou seja a relação entre tempo de aquisição e freqüência de RD. Ademais foram registradas tôdas as RD, as Rdelta, os totais de RD emitidas após a última Rdelta.

VI) *Resultados*: os dados principais obtidos nos dois estudos são resumidos nas tabelas seguintes. A primeira contem médias de repostas corretas que cada grupo obteve nas sete séries sucessivas de dez tentativas. Êses dados compõem a curva da figura 1 onde se ilustra grâficamente a fase de aquisição de RD. A tabela no. 2 registra medidas, convertidas em médias, relativas à rapidez de aquisição de RD. A tabela No. 3 contem notas, que a imitação de Kerr (1965), foram dadas aos três grupos para compor a figure 2 onde cada grupo é colocado à altura que lhe cabe, numa tentativa de classificação comportamental das abelhas estudadas. Nas tabelas e figuras são incluídos outros grupos de abelhas submetidos a estudos anteriores. Os dados sobre *Trigona postica* foram obtidos em 1963 em um experimento conduzido precisamente com os mesmos controles e operações descritos acima. Os resultados sobre *Apis Mellifera (ligustica, mellifera e adansonii)* (1961) foram obtidos em um estudo no qual os controles experimentais eram consideravelmente inferiores aos descritos acima.

Os dados são incluídos aqui porque o problema estudado, as contingências de reforçamento e as medidas efetuadas foram praticamente iguais as descritas no presente trabalho, com exceção das medidas temporais que, por isso, são omitidas aqui.

A inclusão desses dados suplementares visa somente mostrar relações entre os dados de estudos diversos.

TABELA 1

NÚMERO MÉDIO DE RD EM CADA SÉRIE DE DEZ TENTATIVAS CONSECUTIVAS
DADOS EXTRAÍDOS DE VÁRIOS ESTUDOS

Séries sucessivas	Fontes (2)e(4)			Fontes (3)e(5)		Fonte (7)	Fonte (6)
	ligust	mellif	adans	merrillae	ligust	sicula	postica
1	6.75	5.25	5.00	8.0	6.6		
2	7.75	7.00	7.00	8.8	7.4	6.1	
3	8.25	8.50	7.25	9.8	8.3	7.6	6.8
4	9.50	9.00	7.50	9.7	9.1	8.4	7.3
5	9.75	9.75	7.50	9.8	9.1	8.5	7.1
6	9.75	10.00	7.75	9.9	9.7	9.3	8.0
7	10.00	10.00	7.50	10.0	9.4	9.7	8.0
						10.0	8.8
							8.9

TABELA 2

MEDIDAS DE AQUISIÇÃO DE RD PELOS VÁRIOS GRUPOS DE ABELHAS

Médias	Fontes(2)e(4)			Fontes(3)e(5)			Fonte(7)	Fonte(6)
	Lig.	Mell.	Adans.	merrillae	ligustica	t	sicula	postica
no. de Rdelta	8.8	10.4	20.5	4.0	10.8			
no. de RD finais	59.5	48.3	42.5	46.4	41.2	-3.538 (+)	10.4	15.0
no. de Raté aquisição	10.5	21.7	27.5	23.6	28.8	0.488	36.6	27.0
						-0.488	33.4	43.0

(+) t significante a 1%

Na tabela 3 são reunidas várias medidas que compõem as notas de aprendizagem de uma discriminação, nos vários grupos. Cada nota resulta da soma algébrica das várias medidas. Têm sinal negativo as medidas relativas a erros cometidos. Os números da 1ª linha são médias gerais de RD efetuadas por cada

grupo durante toda a fase de aquisição (tab. 1 e fig. 1). Os dados das outras linhas são extraídos da tabela 2. A linha inferior apresenta os totais referentes as várias espécies e subespécies.

TABELA 3

NOTAS DE AQUISIÇÃO DE RD PELOS VÁRIOS GRUPOS EM QUATRO ESTUDOS

Medidas	Fontes (2) e (4)			Fontes (3) e (5)		Fonte (7)	Fonte (6)
	Ligust.	Mellif.	Adans.	merrillae	ligustica	sicula	postica
média de RD	61.7	59.5	49.5	66.0	59.2	59.6	54.9
média de Rdelta	-8.8	-10.4	-20.5	-4.0	-10.8	-10.4	-15.0
médias de RD finais	59.5	48.3	42.5	46.4	41.2	36.2	27.0
no. médio de R até aquis.	-10.5	-21.7	-27.5	-23.6	-28.8	-33.4	43.0
nota geral de aquisição	101.9	75.7	44.0	84.8	60.8	52.4	23.9

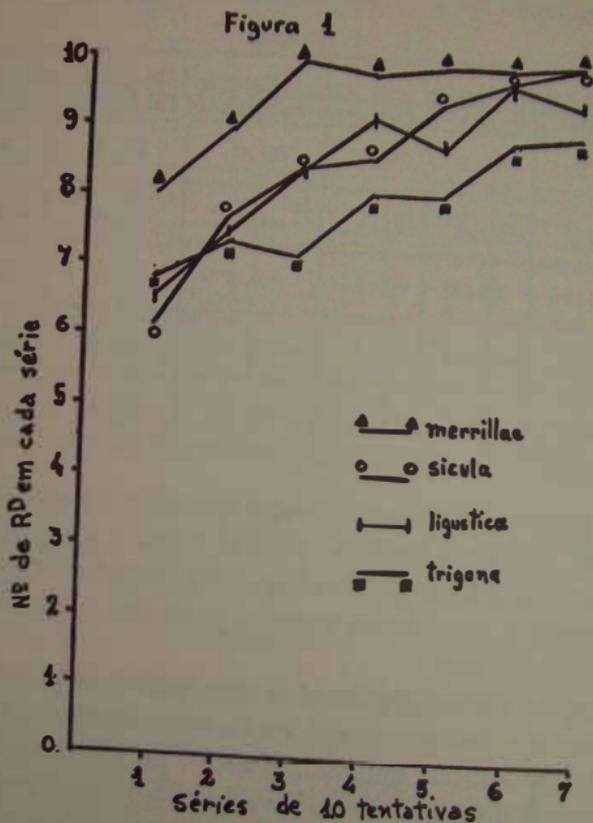
Na gráfico pode-se notar que o grupo *merrillae* é superior aos demais em todo o decurso da fase de aquisição de RD e que o grupo *postica* é inferior a todos os outros a partir da segunda série de 10 tentativas. Os grupos *ligustica* e *sicula*, pertencentes a uma única espécie, mostram-se muito semelhantes no processo de aquisição de RD.

As linhas verticais delimitam 3 faixas possíveis nas quais se podem, por hipótese, distribuir outras subespécies correspondentes às espécies e gêneros considerados. A distribuição gráfica dos dados de Kerr e Esch (coluna C) é adaptada. A coluna A deriva de experimentos nos quais a aquisição de RD era muito facilitada pelos procedimentos experimentais. Uma precisão maior foi introduzida nos experimentos resumidos na coluna B, onde a nota das *ligustica*, representando a espécie *mellifera*, é notavelmente mais baixa que na coluna A. As posições dos vários grupos são marcadas com asterisco.

VII) *Discussão*: Os estudos 2 e 4 incluíam 80 tentativas para cada abelha e os demais experimentos compreendem apenas 70 escolhas entre SD e Sdelta; por isso na tabela 1 os dados (2 e 4) são calculados ignorando-se a oitava de dez tentativas. Tal adaptação alteraria apenas a significação dos dados sobre extinção, não considerados neste trabalho. Portanto, em relação ao número de escolhas sucessivas consideradas, todos os grupos incluídos na tabela 1 são equivalentes: a diferença entre o estudo de 1961 e os demais está nas condições em que tais escolhas foram efetuadas pelas três sub-espécies de *Apis Mellifera*

FIGURA 1

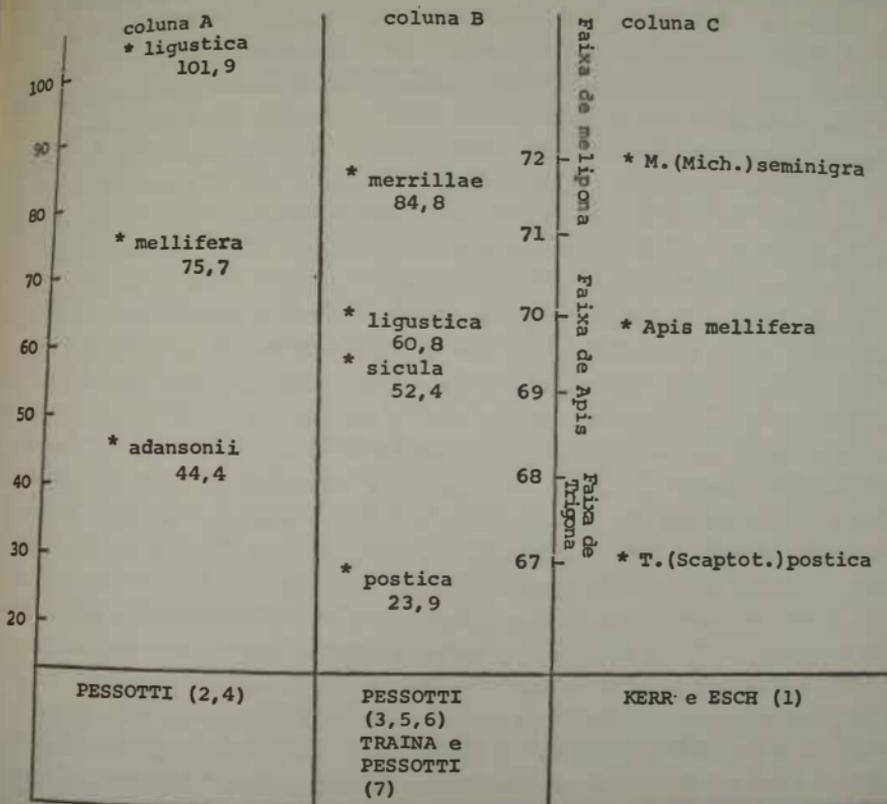
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS DADOS DA TABELA 1 RELATIVOS AOS QUATRO ESTUDOS COM PROCEDIMENTOS E MEDIDAS IGUAIS: FONTES (3, 5, 7, 6)



de um lado, e pelos demais grupos de outro lado. De fato, nos estudos 2 e 4 treinavam-se quatro ou cinco abelhas simultaneamente de modo tal que a presença de uma delas na área de pouso de côr SD poderia servir como um SD adicional, que facilitaria muito a redução do número de Rdelta e, em consequência, um alto número de RD finais após a última Rd? De fato as ligusticas mais curta de acertos (RD) consecutivos finais e um maior número de tentativas até o início dessa série. Assim, esses estudos (2 e 4) servem para um confronto das três subespécies de Apis entre si mais que para um confronto com os demais grupos, em que cada sujeito foi estudado isoladamente. Ademais, nestes últimos grupos foi mais segura a eliminação de odôres que poderiam

FIGURA 2

CONFRONTO ENTRE DUAS CLASSIFICAÇÕES DE 4 GRUPOS DE ABELHAS, UMA BASEADA EM MEDIDAS DE APRENDIZAGEM (coluna B) E OUTRA EM VÁRIOS CRITÉRIOS BIOLÓGICOS COMBINADOS (coluna C). A COLUNA "A" MOSTRA A ORDEM ATRIBUÍDA A TRÊS SUBESPÉCIES DE APIS MELLIFERA ESTUDADAS COM PROCEDIMENTOS MENOS PRECISOS QUE OS RELATIVOS À COLUNA "B".



favorecer a emissão de RD. Comparadas entre si, as três sub-espécies se colocam numa escala em que o posto mais alto cabe as *ligusticas*, seguidas das *melliferas* e das *adansonii* que ocupam o último posto. Essa superioridade das *ligusticas* aparece também quando são comparadas as *siculas* (7) estudadas com procedimentos iguais de controle experimental, superiores aos de 1962 (2 e 4), nota-se que nas várias medidas de tabela 1 as *ligusticas* apresentam um sucesso muito inferior ao de 1962 (2 e 4), mas suficiente para dar-lhes uma superioridade ligeira em relação as *Apis Mellifera sicula* (7), e evidenciada pelo

maior número de RD consecutivas finais. As trigonas postica na tabela 1 apresentam resultados inferiores a todos os demais grupos estudados (3, 5 e 7): maior número de erros, mais tentativas até adquirir RD e série mais curta de acertos consecutivos finais. O confronto de 1963 entre merrillae e ligustica dá ao primeiro grupo uma vantagem nítida que aparece no menor número de erros, na maior extensão da série de acertos finais e no menor número de tentativas até o início dessa série. Pelos dados da tabela 2 pode-se verificar que as merrillae são superiores aos demais grupos, não apenas nos índices da tabela 1, mas também no curso de toda a fase de aprendizagem: em todas as séries de dez tentativas as merrillae obtiveram médias de acertos mais altas que a ligustica e muito mais altas que as sicula; estas muito próximas das ligustica, pertencentes a mesma espécie. Também nesta tabela as *Trigona Scaptotrigona postica* ocupam o posto mais baixo, praticamente em toda a fase de aprendizagem.

A soma das médias obtidas em cada série de dez escolhas é a medida que resulta da tabela 2. Tal medida porém permite que a maior ou menor demora de cada grupo até atingir um alto nível de aprendizagem (100% de acertos por série exigido de cada sujeito individualmente, dentro de um máximo de setenta tentativas) pode ser ocultada por um grande sucesso nas últimas tentativas. Por isso as notas que compõem a tabela 3 combinam as somas das médias de acertos nas várias séries (tabela 2) com os escores da tabela 1, nos quais se dá importância também a aspectos negativos do processo de aquisição da discriminação: número de erros (em qualquer momento da aprendizagem) e número de tentativas até atingir 100% de RD por série. Os escores (médios) obtidos pelos vários grupos em relação a esses aspectos são subtraídos da nota total, referente aos aspectos positivos da aprendizagem: médias de RD emitidas pelo grupo nas sete séries de dez tentativas (tabela 2) e tamanho da série de RD consecutivas finais (tabela 1). Assim as notas da tabela 3 refletem o número médio de RD independentemente do momento do processo em que são emitidas e também as medidas relativas a maior ou menor demora de cada grupo até atingir a série de RD consecutivas finais. Segundo tal tabela as merrillae confirmam a sua superioridade em relação aos demais grupos. Somente as ligustica do primeiro experimento (2 e 4) apresentam uma nota mais alta, devida as condições muito vantajosas em que essa subespécie foi estudada; uma vantagem que se vê também na nota das mellifera sumbetidas a iguais procedimentos. As sicula estudadas em 1964 (7) tem, na tabela 3, uma nota que as aproxima consideravelmente as ligustica, o que é coerente com o fato de serem da mesma espécie, e muito semelhantes entre si em relação à morfologia e anatomia. Também através destas notas combinadas as postica apresentam-se nitidamente inferiores aos demais grupos estudados, com uma nota que as coloca em nível inferior ao das adansonii que embora estudadas em condições mais "favoráveis" ocupam o último posto no estudo de 1962 (2 e 4). A figura 2 ilustra a tabela 3

Pode-se notar nessa figura as diferenças entre as três subespécies de *Apis Mellifera* estudadas em 1962 e os efeitos das condições favoráveis em que foram estudadas. Com procedimentos mais precisos o pôsto das ligusticas é revisto no estudo de 1963, que, ademais, revela a clara superioridade das merrillae. Com os mesmos procedimentos determinou-se em 1963 (6) o pôsto das uostica, muito abaixo das ligustica e das sicula. Essas acompanham de perto as ligustica e foram estudadas em 1964, também com os mesmos procedimentos e condições utilizadas no estudo de 1963 que confrontou merrillae e ligustica. A árvore filogenética de Kerr (em Kerr e Ech, 1965 (1)) apresenta os seguintes graus evolutivos (aproximadamente, a partir do gráfico da página 563 de *Ciência e Cultura*, Vol. 17, No. 4, 1965): M (*Micheneria*) seminigra, 72; *Apis Mellifera*, 70; T (*Scaptotrigona*) postica, 67. A última coluna da figura 2 mostra como êsses valôres correspondem as notas obtidas por essas espécies nos nossos estudos sôbre aprendizagem. Cada ponto da escala de Kerr corresponde a 12 pontos na escala que apresentamos na margem esquerda da figura 2. Colocando a mesma altura a espécie central (dentre as três consideradas) que é *Apis Mellifera*, representada em nosso estudo pelas ligustica, vemos que o ponto extremo superior (*Melipona Seminigra merrillae*) e o ponto extremo inferior (*Trigona Scaptotrigona postica*) correspondem aos graus evolutivos dados por Kerr e Esch a êsses dois grupos. Essa Correspondência indica que as três espécies por nós classificadas através de um critério comportamental (aprendizagem de uma discriminação entre SD e Edelta simultâneos) obtiveram notas equivalentes as que lhes deram Kerr e Esch combinando vários critérios biológicos. Tal equivalência, se confirmada em novas espécies, poderá significar que as abelhas mais evoluídas biologicamente, aprendem de modo mais econômico uma resposta discriminativa.

BIBLIOGRAFIA

1. Kerr W. E. e Esch H., "Comunicação entre as abelhas sociais brasileiras e sua contribuição para o entendimento da sua evolução." *Ciência e Cultura*, Vol. 17, No. 4, 1965.
2. Pessotti I., "Discriminação em *Apis Mellifera* sob CRF e sob Extinção Experimental." Comunicação A XIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Curitiba, Brasil, 1962.
3. Pessotti I., "Aprendizagem e Extinção de uma Discriminação em duas espécies de Abelhas Sociais." Comunicação a XV Reunião de Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Campinas (SP), Brasil, 1963.
4. Pessotti I., "Estudo sôbre Aprendizagem e Extinção de uma Discriminação em *Apis Mellifera*." *Journal Brasileiro de Psicologia*, Vol. 1, No. 1, São Paulo, Brasil, 1964.
5. Pessotti I., "Alcune misure di Relazioni Temporali in una Discriminazione in *Melipona Semmigra merrillae*." *Rassegna di Psicologia Generale e Clinica*, Vol. VI, Ed. G. Denaro, Palermo, Italia. 1961-1963.

6. Pessotti I., Dados sôbre aprendizagem em Trígona postica. Realizado na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, de Rio Claro, (SP), Brasil. Não publicado, 1963.
7. Traina, F. e Pessotti, I., "Esperienze di Discriminazione e di estinzione di un comportamento operante in *Ape Nera di Sicilia*." *Rassegna di Psicologia Generale e Clinica*, Vol. VII, Ed. G. Denaro, Palermo, Italia. 1964-1965.
8. Jonkheere, A., "Modeles estochastiques et théories de l'apprentissage". In *Etudes Epist. Génét.*, VIII, P.U.F., Paris, 1959.
9. Pereira, J. S. de Camargo, *Contribuição do Estudo Experimental do Problema da Percepção*. Univ. de São Paulo, Brasil, Anexo 1, 1955.
10. Traina, S., "L'ape nera di Sicilia in confronto della linguistica." *Boll. Ist. Zool. Univ. Palermo*, Vol II, fase 4-5., 1933.
11. Von Frish, K., *The Dancing Bees*; Methuen and Co. Ltd., London, 1954.

RESUMO

Um estudo sôbre classificação de abelhas usando-se como critério a aprendizagem de uma discriminação.

Três grupos de abelhas, representando três espécies diferentes, foram condicionados através do processo de discriminação. Os resultados indicam que existe uma correspondência entre a nossa classificação das três espécies, obtida através de um critério comportamental (aprendizagem de uma discriminação entre SD e Sdelta simultâneos), e a classificação proposta por Kerr e Esch combinando vários critérios biológicos. Tal equivalência, se confirmada em novas espécies, poderá significar que as abelhas mais evoluídas biologicamente, aprendem de modo mais econômico uma resposta discriminativa.

ABSTRACT

A study concerning the classification of bees using as criterion a discrimination learning task.

Three groups of bees, representing three different species, were conditioned by a process of discrimination. The results indicate that there is a definite degree of correspondence between our classification of the three species, attained through the use of a behavioral criterion (learning to discriminate between simultaneous SD and Sdelta), and the classification proposed by Kerr and Esch through a combination of several biological criteria. Such equivalence if confirmed in other species, could mean that bees at higher levels of biological evolution learn a discriminatory response in a more economic fashion.

RESUMEN

Un estudio sobre la clasificación de las abejas, usándose como criterio el aprendizaje de una discriminación.

Por medio de un proceso de discriminación se acondicionó a tres grupos de abejas, representando tres especies diferentes. Los resultados indican que existe una correspondencia entre nuestra clasificación de las tres especies, obtenida a través de un criterio comportamental (aprendizaje de una discriminación entre SD y Sdelta en forma simultánea), y la clasificación propuesta por Kerr y Esch combinando varios criterios biológicos. Si tal equivalencia, se confirma en nuevas especies, podría significar que las abejas más desarrolladas biológicamente aprenden una respuesta discriminativa con mucho más facilidad.