

Instituto Superior de Psicologia Aplicada

Tese de Mestrado em Etologia

Edição 1999/2002

**Análise de Duas Experiências de Competência Numérica
em Golfinhos-Rozes (*Tursiops truncatus*)**

Aluna: Ana Paz Gonçalves Martins nº 1410

Orientador: Prof. Dr. Manuel Eduardo dos Santos

Lisboa, Abril de 2002

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	3
RESUMO	4
I. INTRODUÇÃO	5
1. A COGNIÇÃO NOS ANIMAIS NÃO-HUMANOS	6
2. ESTUDOS DE LINGUAGEM ANIMAL	9
3. COMPETÊNCIA NUMÉRICA	11
4. OS ORGÃOS SENSORIAIS – A VISÃO	15
5. OS ORGÃOS SENSORIAIS – A AUDIÇÃO	17
6. MÉTODOS E TÉCNICAS DE TREINO	20
7. OBJECTIVOS	21
II. DELFINÁRIO DO SAM – FASE I	
A. MATERIAL E MÉTODOS	
1. ÁREA DE ESTUDO	22
2. ANIMAIS UTILIZADOS	23
3. DESIGN EXPERIMENTAL	24
4. PERÍODO DE ESTUDO	24
5. SESSÕES DE TREINO	25
6. SESSÕES DE TESTE	29
7. ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
B. RESULTADOS	32
C. DISCUSSÃO	37

III. LAGOA AZUL – FASE II

A. MATERIAL E MÉTODOS

1. ÁREA DE ESTUDO	42
2. ANIMAIS UTILIZADOS	42
3. <i>DESIGN</i> EXPERIMENTAL	43
4. PERÍODO DE ESTUDO	44
5. SESSÕES DE TREINO	45
6. SESSÕES DE TESTES	47
7. ANÁLISE ESTATÍSTICA	49

B. RESULTADOS

50

C. DISCUSSÃO

54

IV. DISCUSSÃO GERAL

59

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

68

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Manuel Eduardo dos Santos por ter aceite orientar esta tese e por se ter lembrado dos números.

Ao Srs. Pedro Lavia, Óscar Cardoso e Arlindo Simões por terem permitido a realização deste trabalho no Zoomarine.

Ao Dr. Élio Vicente pelo Sim decisivo e por ter respondido sempre a todas as minhas perguntas.

Ao Cosme e à Márcia, chefes dos treinadores quando iniciei o trabalho e que também se envolveram pessoalmente nos treinos. Espero que tenha valido a pena.

Um obrigada muito especial a todos os treinadores do Delfinário e da Lagoa Azul. Sem vocês esta tese não teria sido possível: Celine, Ângelo, Yuri, Tania, Nuno, Fábio, Costa, Miguel, Rafaela.

À Karina, por tudo isto e mais alguma coisa.

A todos os treinadores que referi atrás e a todos os outros das restantes áreas, pela boa disposição, pela curiosidade e por tudo o que me ensinaram sobre os animais e as técnicas de treino.

À Sarita, sem dúvida quem mais me ajudou e acompanhou, nos bons e maus momentos, durante o período em que estive no Zoomarine.

À Ana Galantinho, a principal vítima quando voltei para Lisboa e precisei de uma escrava.

Às minhas companheiras do primeiro grupo de observadoras voluntárias, pelas ideias, cumplicidade e apoio incondicional: Rita, Telma e, mais uma vez, Sarita e Ana, vocês tornaram tudo mais especial. Ao Bruno, acima de tudo, pela paciência.

À Renata pela ajuda na Lagoa Azul, durante a segunda fase.

Aos Departamentos Educacional e da Interação na Lagoa Azul, por todo o material que me emprestaram ou cederam. Pelo interesse demonstrado, pela boa disposição e por terem partilhado comigo a vossa sala: Belinha, Marco, Duarte, Rita, Nádea, Micael, Vítor.

Ao Sr. Gilberto por ter feito as argolas.

Ao Sr. David que cedeu as madeiras para a primeira parte do trabalho.

Ao Marcelo por me ter emprestado a coluna e o amplificador.

Ao Sr. José Rocha pelas informações sobre as piscinas.

Ao Manuel Santiago pelo CD e pela ajuda informática.

Durante o período em que estive no Zoomarine, envolvi-me noutras “histórias” para além daquela que originou esta Tese. Sendo assim, não posso deixar de agradecer a todos os que, de um modo geral, tornaram a minha estadia muito mais agradável e inesquecível, apesar de não terem participado directamente neste trabalho.

Ao Chico e Gonçalo pelo *Cool Edit* 2000.

À Ana Cláudia, “companheira de estrada”, por toda a ajuda e apoio, principalmente na fase final.

À Tania, à Sílvia, às Filipas e à Suze pelos mails, telefonemas e, principalmente, pela força.

Aos meus pais por terem apoiado mais uma aventura e pela ajuda na fase final do trabalho. À minha mana pela capa, pelas *fonts* e por tudo o resto.

Por todas as razões do mundo: ao Júnior, ao Lucky, à Charlote, à Missy e ao Sammy, à Colby, à Xinana, à Lua, ao King, à Luna, ao Gorky, ao Marko, ao Hamlet, ao Harpo e à Joyce.

Por último, MUITO OBRIGADA Cher, Sam, Hugo e Hipólita, golfinhos contadores de velocidade super-sónica.

Análise de Duas Experiências de Competência Numérica em Golfinhos-roazes (*Tursiops truncatus*)

Ana Paz Gonçalves Martins

nº 1410

Instituto Superior de Psicologia Aplicada

RESUMO

Nos últimos anos, a capacidade de discriminar estímulos diferindo na numerosidade começou a ser estudada em espécies filogeneticamente distantes. Com o objectivo de determinar a capacidade de competência numérica em *Tursiops truncatus*, quatro destes animais foram treinados a associar um determinado sinal ao número de argolas que deveriam recolher da piscina.

Numa Fase I dois golfinhos foram treinados diariamente a discriminar dois estímulos visuais, constituídos por figuras geométricas bidimensionais representadas numa placa, correspondentes aos números 2 e 4. De modo a testar a sua capacidade de distinguir os dois sinais foram efectuados treinos de *Delayed matching-to sample* (DMTS) entre as placas, aliados aos treinos com argolas. Estes consistiram numa sequência de *trials* durante as quais, após a apresentação do estímulo, o animal deveria trazer o número de argolas correspondente. A análise aos resultados das sessões de teste mostra que não ocorreu uma discriminação entre as placas, nem uma associação entre o sinal visual e o número de argolas.

Posteriormente, na Fase II, aos restantes golfinhos-roazes foram apresentados estímulos acústicos, representando os números 1 e 2. A utilização de sons como estímulos é geralmente caracterizada por uma aprendizagem rápida e, aparentemente, com pouco esforço por parte do animal. Tal como na Fase anterior o animal deveria trazer o número de argolas dependendo do som emitido e apenas as respostas positivas eram recompensadas. Os resultados obtidos nas sessões de teste, mostraram que, de um modo geral, o número de argolas recolhido foi independente do som emitido.

Pode-se concluir que os animais tiveram uma grande dificuldade em interpretar os estímulos apresentados, não tendo efectuado uma associação entre o sinal emitido e o número de argolas a recolher. São apresentadas e discutidas as variáveis que deverão ser controladas em trabalhos futuros, assim como os aspectos metodológicos que poderão ter enviesado os resultados.

I. INTRODUÇÃO

O processamento de relações aritméticas é considerada uma capacidade cognitiva bastante complexa, que começa a ser estudada num certo número de animais não-humanos. As descobertas mais recentes, apontam para a existência de um certo grau de competência numérica em espécies filogeneticamente distantes, como chimpanzés, pombos, orcas, etc.

Em termos evolutivos e ecológicos, se os recursos são temporalmente incertos, de difícil previsão ou espacialmente dispersos, a selecção natural tende a favorecer um aumento, em percentagem, nos animais do tempo de vida que os juvenis passam numa situação de aprendizagem social. Isso resulta numa selecção crescente de um maior tamanho relativo do cérebro, um aumento em proporção do neocórtex, expresso num maior coeficiente de encefalização (Eisenberg, 1981 *in* Eisenberg, 1986). A aquisição deste nível de organização neural exige a evolução de uma capacidade homeotérmica crescente, uma maior taxa metabólica basal e um crescimento do sistema nervoso (Eisenberg, 1986).

Neste último estágio de sociabilidade, se ocorrer uma selecção que favoreça a existência de um grupo de membros temporariamente não reprodutor, em que os jovens são incorporados no grupo como ajudantes dos elementos reprodutores, reúnem-se as condições para o aparecimento de um grupo social complexo, interdependente, com um elevado grau de coordenação de movimentos e um sistema de comunicação expressivo e subtil, que caracteriza os mamíferos de grande cérebro, grande longevidade e de reprodução lenta. Desse modo, mamíferos terrestres como os elefantes, os grandes primatas e os grandes carnívoros sociais exibem atributos em comum com os cetáceos, em particular com os delfínidos (Eisenberg, 1981 *in* Eisenberg, 1986).

Os cetáceos são mamíferos marinhos, conhecidos por apresentarem cérebros grandes e convolutos (Chirighin, 1987; Reynolds *et al.* 2000), com um córtex cerebral aparentemente bastante desenvolvido (Kruger, 1959 *in* Chirighin, 1987). Tais factores são, muitas vezes, considerados indicativos de elevados níveis de inteligência e de desenvolvimento psicológico (McPhail, 1982 *in* Chirighin, 1987), conferindo um interesse especial ao estudo destes animais. A sua esperança média de vida é elevada, podendo ir dos 13 aos 50 anos, nalguns casos até aos 60 consoante as espécies, vivendo alguns indivíduos da espécie *Tursiops truncatus* até aos 50 anos. A longevidade, associada à sua inteligência, permite a ocorrência de processos de aprendizagem de tradições e transmissão de conhecimentos, que possibilitam, entre outras coisas, a existência de culturas únicas dentro da comunidade ou grupo (Chirighin, 1987).

1. A COGNIÇÃO NOS ANIMAIS NÃO HUMANOS

Griffin foi pioneiro na investigação sobre a possibilidade de ocorrência de processos mentais nos animais, tais como pensamentos e sentimentos (Griffin, 1981), sendo por muitos considerado o pai da Etologia Cognitiva. Este autor lançou o desafio da investigação dos processos mentais complexos em organismos não-humanos. A questão é difícil, dado que o nosso sistema principal de comunicação, o sistema verbal, não nos permite um acesso fácil às mentes das outras espécies, obrigando-nos a utilizar métodos indirectos para demonstrar a existência dos processos acima referidos (Eisenberg, 1986).

O estudo dos processos cognitivos nos animais fornece uma oportunidade única de investigar a ontogenia e filogenia da cognição. Além disso, são extremamente importantes na nossa compreensão dos processos de cognição humana que não pressupõem linguagem (Terrace, 1993).

O fosso existente entre a análise experimental e teórica da cognição humana, por um lado, e por outro a análise experimental e teórica da cognição animal, não é consistente com uma perspectiva evolutiva (Gallistel & Gelman, 1992). De acordo com estes autores, as fundações da cognição pré-verbal humana assentam provavelmente na sua maior parte na cognição animal, isto é, em processos mentais que já se encontravam presentes em ancestrais remotos não-humanos de onde os humanos e outros géneros distantes, como de roedores e aves, descendem.

No quadro seguinte (Tab. I) apresenta-se uma lista de comportamentos que indicam capacidades de aprendizagem mais “elevadas”, ou por outras palavras, “capacidades cognitivas” estudadas nalgumas espécies animais (Eisenberg, 1986).

Tab. I: Lista de capacidades cognitivas em várias espécies (adaptado de Eisenberg, 1986)

Taxa	A	B	C	D	E	F	G
Proboscidea							
<i>Elephas maximus</i>	3	2	3	4	?	2	4
Pinnipedia							
<i>Zalophus californianus</i>	4	?	3	4	2	?	2
<i>Phoca hispida</i>	2	?	?	3	?	3	?
Primates							
<i>Macaca mulatta</i>	4	?	3	4	2	1	3
<i>Cercopithecus aethiops</i>	4	?	3	4	2	1	3
<i>Pan satyrus</i>	4	3	4	4	4	1	4
Cetacea							
<i>Tursiops truncatus</i>	4	?	3	4	4	2	3

1 = Pouco desenvolvido
 4 = Muito desenvolvido
 ? = desconhecido

- A. Manipulação de Objectos (*Object Manipulation*)
- B. Aprendizagem de conceitos – números (*Concept Learning – Numbers*)
- C. Memória de conceitos (*Concept Memory*)
- D. Diversidade no repertório (*Repertoire Diversity*)
- E. Uso de referenciais (*Use of referentia*)
- F. Mímica vocal (*Vocal Mimicry*)
- G. Dependência de Tradição Social (*Dependency on Social Tradition*)

Os golfinhos¹, socialmente complexos, são comparáveis cognitivamente e socialmente aos primatas não-humanos, em memória, compreensão de linguagem, e outras capacidades cognitivas (Herman, 1980).

O estudo das capacidades cognitivas dos golfinhos fornece um contraponto útil aos estudos de cognição com primatas. A história evolutiva, a ecologia e neurologia dos golfinhos são tão diferentes das dos primatas, que demonstrações de capacidades cognitivas semelhantes nestas espécies é muito surpreendente. Tais paralelos sugerem que os cérebros dos mamíferos analisam as características ambientais usando processos básicos que são antigos em termos evolutivos e, como consequência, muito comuns numa grande variedade de espécies de mamíferos (Mercado *et al.*, 2000). Outra possibilidade é ter ocorrido uma convergência evolutiva entre mamíferos marinhos e primatas, por acção da selecção natural (Herman, 1980).

As capacidades cognitivas já estudadas em diferentes espécies incluem as capacidades de formar representações mentais, a formação de conceitos, aquisição de conhecimentos, discriminação sequencial, memória e reconhecimento (Herman *et al.*, 1993).

Grande parte das experiências efectuadas com golfinhos e outros animais são no sentido de verificar se têm a capacidade de formar conceitos abstractos, envolvendo a generalização de uma estratégia de resolução de problemas, com base na experiência com vários exemplos de um problema particular. A estratégia aprendida em certas situações deverá transcender a especificidade dos problemas em si. Se um animal conseguir organizar certos estímulos como membros de uma única classe, ocorre uma grande economia no processamento de informação (Kastak & Schusterman, 1992). Este tipo de aprendizagem é denominada de "transposição" pelos psicólogos e envolve a aprendizagem de relações entre objectos, por oposição a respostas, ou seja, o animal aprende uma regra que aplicará mais tarde a estímulos novos. Já foram efectuadas várias experiências com diferentes espécies para demonstrar a ocorrência de transposição, que mostraram a aprendizagem de relações inter-estímulos (Griffin, 1981).

Muitos autores defendem que os golfinhos e chimpanzés (provavelmente devido aos seus grandes cérebros), formam facilmente conceitos, enquanto animais de cérebros mais pequenos (como pombos) têm muito mais dificuldade em fazê-lo (Kastak & Schusterman, 1994).

Por outro lado, as diferenças no treino, na capacidade de manipulação e nos procedimentos experimentais poderão explicar as grandes diferenças encontradas entre as espécies nas suas capacidades cognitivas. Se a capacidade de formar regras gerais para resolver classes inteiras de problemas for altamente adaptativa, então deverá ser encontrada numa grande variedade de taxa. Além disso, se os comportamentos testados nas diferentes espécies forem considerados semelhantes, as capacidades que explicam esses comportamentos serão gerais e não exclusivas de certas espécies (Kastak & Schusterman, 1994).

¹ Ao longo do texto, excepto se houver indicação em contrário, onde aparecer golfinho, trata-se sempre da espécie *Tursiops truncatus*.

O procedimento experimental mais comum para estudar a existência de conceitos é o paradigma de Emparelhar-com-a-amostra (*Matching-to-sample paradigm*, MTS) e a tarefa do “igual-diferente” (*sameness-difference tasks*). O MTS é uma discriminação condicional do tipo “Se...então”, com várias características que o tornam apropriado para estudar muitos aspectos da cognição animal, como a memória a curto prazo, a formação de conceitos ou categorização perceptual, a contagem, abstracção e alguns aspectos da linguagem, especialmente a compreensão semântica (Schusterman *et al.*, 1993). Numa experiência de MTS visual, o sujeito tem de escolher um estímulo que é visualmente idêntico à amostra. Geralmente são-lhe apresentadas duas hipóteses de escolha. Se escolher a opção correcta é reforçado, se escolher a opção alternativa não é recompensado (Kastak & Schusterman, 1992). No segundo caso, a situação é semelhante, mas o sujeito deverá responder a um par de estímulos emparelhados e evitar responder a pares de estímulos que não são semelhantes (Kastak & Schusterman, 1994). A capacidade de classificar estímulos como igual ou diferente é considerado uma tarefa cognitiva básica sobre a qual muitas outras capacidades cognitivas se baseiam (Mercado, 2000).

A maneira mais indicada de mostrar que o comportamento de um animal é controlado por uma determinada variável (por ex. numerosidade) e não por qualquer outra característica (ex.: densidade, cor, etc.) é analisar as primeiras respostas do animal a *trials* novos, com amostras que nunca tenham sido apresentadas (Brannon & Terrace, 1998).

Uma das variações ao MTS tradicional é o “*Delayed matching-to-sample*” (DMTS) em que o sujeito tem de discriminar entre dois estímulos e escolher o alvo apropriado, com base na informação obtida da amostra apresentada previamente, que não se encontra presente. O DMTS tem sido muito utilizado para estudos de memória e processos relacionados em muitas espécies como pombos, ratos, macacos e golfinhos (Roitblat *et al.*, 1990).

Em testes de *Matching-to-sample*, um golfinho-roaz foi capaz de reconhecer imediatamente uma variedade de objectos de formas diferentes recorrendo à visão, à ecolocalização e através de ambos os sentidos (o animal observava o estímulo exclusivamente através da ecolocalização e fazia a escolha recorrendo à visão) (Pack & Herman, 1995). A rapidez do reconhecimento indica que a informação da forma é imediatamente registada na percepção dos objectos pelos animais, seja através da visão ou da ecolocalização e que essa percepção é integrada e partilhada através dos sentidos (Herman *et al.*, 1998; Pack & Herman, 1995).

Mercado *et al.* (2000) condicionaram dois golfinhos a classificar pares de objectos tridimensionais como sendo iguais ou diferentes entre si. Quando lhes foram apresentados novos estímulos constituídos por objectos planos, que diferiam apenas na forma, foram capazes de os classificar correctamente. Numa outra experiência, com conjuntos de três objectos todos diferentes ou dois iguais e um diferente,

ambos mostraram ser capazes de classificar conjuntos “todos diferentes” como diferentes e “nem todos diferentes” como iguais.

Outro trabalho de Mercado *et al.* (1998) consistiu no treino de dois golfinhos-roazes a responder a uma determinado comando gestual repetindo o último comportamento executado, tendo estes sido capazes de generalizar esta regra a novos comportamentos e situações. Estes resultados sugerem que os indivíduos da espécie *Tursiops truncatus* conseguem facilmente aceder às memórias das suas acções recentes e que essas representações são suficientemente detalhadas de modo a permitir repetições. Além disso, os animais mostraram ser capazes de realizar acções em objectos quando o intervalo de tempo entre o comando e a introdução do objecto na piscina era de 30 segundos (Herman & Richards, 1984).

Pack & Herman (1995) referiram a facilidade dos animais reconhecerem objectos fossem eles apresentados ao “vivo” ou através de imagens numa televisão. Noutro trabalho, Herman *et al.* (1993) mostraram a capacidade dos golfinhos de reconhecer e interpretar gestos mostrados num monitor de televisão debaixo de água. A imagem foi progressivamente degradada até não restar mais do que uns pontos luminosos em movimento e, apesar do desempenho ter decaído, os animais foram capazes de responder acertadamente às instruções com valores superiores ao acaso.

Outra experiência mostrou que os golfinhos são capazes de interpretar correctamente o gesto de apontar com o dedo indicador feito pelos treinadores numa determinada direcção. Os animais desta espécie poderão estar preparados para compreender este sinal se forem capazes de localizar objectos captados por ecolocalização por outro animal próximo (Herman *et al.* 1993). Tschudin *et al.* (2001) replicaram este estudo e demonstraram que os indivíduos da espécie *Tursiops truncatus* apresentam a capacidade de interpretar sinais de comunicação relativamente aos quais não foram treinados.

2. ESTUDOS DE LINGUAGEM ANIMAL

Os Gardner (1969 *in* Eisenberg, 1986) e Savage-Rumbaugh (1986 *in* Eisenberg, 1986) foram pioneiros no ensino de sinais formais de comunicação a animais. Os primeiros trabalhos efectuados nesta área envolveram o estudo da capacidade de processamento de frases em chimpanzés. Estas experiências enfatizaram a produção de linguagem em vez da sua compreensão, e na sua grande maioria foram muito criticadas devido a falhas no *design* experimental, insuficiências e deficiências na análise dos dados, falhas no controlo de variáveis que forneciam pistas e, finalmente, interpretações demasiado especulativas dos resultados (Savage-Rumbaugh *et al.*, 1980 *in* Herman *et al.*, 1984).

A demonstração de competência na linguagem animal pode ajudar na compreensão de certos aspectos da competência linguística humana, ao sugerir que os subconjuntos de modelos particulares

das espécies podem derivar de mecanismos cognitivos gerais, em vez de mecanismos específicos da linguagem (Herman & Uyeyama, 1999).

Parece existir uma assimetria básica entre a produção e compreensão nos animais, incluindo nos humanos (Herman *et al.*, 1993), o que permite que as crianças pré-verbais também forneçam uma oportunidade para estudar a ontogenia do pensamento e, em particular, do pensamento antes de ser influenciado pela linguagem (Terrace, 1993).

Herman & Richards (1984) mostraram que os golfinhos são capazes de responder a frases no imperativo, recorrendo às suas componentes semânticas e sintáticas. Os dois golfinhos estudados conseguiram lidar cada um com diferentes linguagens, acústica e visual, e com diferentes gramáticas, respectivamente linear e não-linear (inversa). Ambos reagiram positivamente a alterações na ordem das palavras, no sentido de que diferentes ordens estavam relacionadas com diferentes significados e à diferente localização que do advérbio, que alterava o significado das palavras. Outra das conclusões do seu trabalho aponta para a capacidade que os animais têm de responder correctamente a frases novas, a partir de palavras aprendidas previamente noutros contextos. Uma outra abordagem indicou a capacidade de lidar com novas estruturas linguísticas, ou seja, com uma construção sintáctica nova, que é uma tarefa mais complexa que o processamento de novos léxicos.

Herman & Forestell (1985) mostraram que um golfinho treinado numa linguagem artificial era capaz de indicar a presença ou ausência de objectos na piscina, pressionando uma de duas pás à sua disposição (Sim ou Não). Os resultados mostraram a compreensão pelo animal de referências a objectos presentes ou ausentes, a sua capacidade de inventariar o ambiente envolvente para recolher informação sobre esses objectos e a capacidade de transmitir esse conhecimento a outros.

Gisiner & Schusterman (1992) replicaram muitos aspectos dos trabalhos de Herman usando leões marinhos californianos (*Zalophus californianus*), que também interpretaram sequências de comandos correctamente. Os autores concluíram que as respostas do animal demonstraram que ele tinha aprendido um certo número de relações sintáticas após exposição a um conjunto limitado de formas combinatórias padrão.

No entanto, apesar de usarem paradigmas de treino semelhantes, Herman e Schusterman dão diferentes interpretações às suas experiências. A abordagem de Herman é mais linguística, enquanto Schusterman defende que esse tipo de interpretação, baseada nas relações lógicas e semânticas entre os sinais, não é consistente com algumas das respostas dos animais (Gisiner & Schusterman, 1992; Tyack, 1999).

Por outro lado, estes estudos de linguagem animal em mamíferos marinhos nos quais Herman e Schusterman foram pioneiros, levantam uma série de questões relativas à complexidade das relações estabelecidas e dos conceitos envolvidos.

Uma das maneiras mais convincentes de mostrar se os primatas não humanos e os mamíferos marinhos apresentam a capacidade de utilizar abstrações, que permitem pelo menos em parte, o sistema de linguagem humano seria demonstrar inequivocamente que estão aptos a utilizar o significado de números em sentido puro (Rumbaugh, 1970).

3. COMPETÊNCIA NUMÉRICA

Uma questão fundamental na ciência cognitiva é se os animais são capazes de representar numerosidades e usar as representações numéricas computacionalmente (Brannon & Terrace, 1998). Devido ao facto da numerosidade ser considerada uma dimensão complexa e abstracta, aliada ao “incidente” Clever Hans do início do séc. XX, a questão do pensamento numérico em animais tem gerado muito debate e cepticismo (Brannon & Terrace, 2001).

Em anos mais recentes, um conjunto de estudos sugerem que as características culturais, linguísticas e simbólicas do sistema numérico humano mascara um sistema numérico não-simbólico e mais rudimentar, que pode ser encontrado em animais não-verbais, crianças pré-verbais e mesmo em adultos (Brannon & Terrace, 2001).

Animais de vários *taxa* diferentes são capazes de discriminar estímulos diferindo na numerosidade, como por exemplo os pombos (Honig & Stewart, 1989 *in* Brannon & Terrace, 1998), papagaios (Pepperberg, 1993), ratos (Capaldi & Miller, 1988 *in* Brannon & Terrace, 1998), macacos-rhesus (Brannon & Terrace, 1998) e chimpanzés (Matsuzawa, 1985). O significado desta capacidade tem gerado grande controvérsia. Alguns investigadores argumentam que os animais têm uma capacidade natural para discriminar numerosidades (Gallistel & Gelman, 1992), enquanto outros defendem que estes recorrem à numerosidade como último recurso, *i.e.*, apenas se todas as outras bases de discriminação forem eliminadas (ex.: a forma, cor, brilho, tamanho, frequência ou duração de um estímulo) (Davis & Pérusse, 1988 *in* Brannon & Terrace, 1998).

Os primeiros trabalhos de investigação nesta área surgiram por volta de 1920, mas só nos últimos anos é que aumentou o interesse por este tópico (Capaldi, 1998).

Davis & Memmott (1982 *in* Capaldi, 1998) defendem que a contagem é um acontecimento raro nos animais, baseados num conjunto de experiências em que usaram as pistas numéricas só após um treino considerável. Capaldi & Miller (1988 *in* Capaldi 1998) sugerem, por outro lado, que a contagem é algo que os animais fazem rotineiramente. Apoiando esta teoria está o sucesso de um modelo que assume que os animais usam o número de acontecimentos como uma pista discriminante num conjunto variado de situações de aprendizagem. Em duas experiências diferentes o número de acontecimentos encontrava-se associado à duração da sequência e à quantidade de comida ingerida. Quando estas variáveis foram eliminadas os animais continuaram a responder com base na pista numérica (Capaldi, 1998).

Geralmente a duração de uma sequência está correlacionada com a sua numerosidade em treinos de discriminação. Meck & Church (1983 *in* Gallistel, 1989) mostraram que os ratos utilizam ambas as pistas, temporal e numérica, isoladamente quando a outra se mantém constante.

Entre os tópicos incluídos na categoria geral das capacidades numéricas encontram-se as operações numéricas (adição, subtração, divisão e multiplicação), estimação (utilizada com números grandes) e a contagem (enumeração específica de *itens*). Uma característica interessante da contagem é que esta corresponde a um processo cognitivo complexo que pode ser investigado sem grandes dificuldades numa grande variedade de organismos não-verbais, incluindo crianças humanas, chimpanzés, macacos, ratos e aves (Capaldi, 1998).

Os trabalhos sobre contagens são, necessariamente, “investigações de aprendizagem discriminante” (*discrimination-learning investigations*) em que um número de acontecimentos serve de pista discriminante na resposta. Os *itens* a ser contados podem ser apresentados sucessiva ou simultaneamente. No entanto, outras variáveis como por ex. o tempo, influenciam sempre a variável numerosidade (Capaldi, 1998). Apesar dos esforços levados a cabo por numerosos investigadores no sentido de eliminar essa e outras variáveis parasitas, e deste tipo de experiências estar entre as que têm melhor controlo na área da aprendizagem animal, têm sido criticadas por vários autores em termos metodológicos (Thomas & Lorden *in* Capaldi, 1998).

Os animais podem contar as suas respostas ou os estímulos. Estudos mais recentes tendem a realçar a contagem de estímulos em vez de respostas. Uma das principais razões é que é mais fácil controlar os primeiros que as últimas. Os estímulos utilizados nas investigações de contagem envolvem sons, *flashes* luminosos, formas geométricas e comida (Capaldi, 1998).

Podemos considerar que os animais representam os números mentalmente como categorias, se se mostrar que baseiam o seu comportamento na numerosidade de um estímulo independentemente dos seus outros atributos. Isso permite uma resposta semelhante a todas as situações com a mesma numerosidade, mesmo aquelas com que se depara pela primeira vez. Por outro lado, os animais podem representar os números como conceitos se os manipularem em processos isomórficos a alguns, ou todos os sistemas que definem a aritmética: ordenação, adição, subtração, divisão e multiplicação (Gallistel & Gelman, 1992).

Diferentes paradigmas experimentais foram desenvolvidos para testar a capacidade de um animal discriminar com base na numerosidade de um conjunto (Gallistel & Gelman, 1992). Várias experiências feitas com ratos mostraram que estes animais são capazes de responder a um estímulo recorrendo exclusivamente à numerosidade como o factor discriminante. Num desses trabalhos concluiu-se, no entanto, que mesmo com numerosidades tão pequenas como 4, a probabilidade de o rato a confundir com outra numerosidade próxima não é negligenciável. Por outro lado, quanto maior a numerosidade referenciada, mais imprecisamente o rato a distingue dos valores mais próximos. Esta

última característica encontra-se também em humanos. Outros estudos mostraram que a numerosidade de um conjunto é independente dos atributos sensoriais dos seus elementos (Gallistel & Gelman, 1992).

Por outro lado, a taxa de ocorrência de um acontecimento (taxa=número/tempo) pode ser utilizada como pista discriminante. Por exemplo, a distribuição relativa do tempo de procura de alimento por diferentes áreas reflecte a proporção relativa de ocorrência de alimento nesses locais (Gallistel, 1989; Gallistel, 1990 *in* Capaldi, 1998). Outros resultados laboratoriais concluíram que os animais são capazes de utilizar o número de vezes que ocorre um determinado acontecimento (por ex. recompensa *vs* não recompensa) como pistas que influenciam a sua resposta (Capaldi, 1998).

Enquanto a maioria dos trabalhos lida com numerosidades baixas, ratos e pombos discriminam o número de respostas que os próprios deram entre os valores 16-50. Por exemplo, um pombo discrimina 45 picadas de 50 com uma taxa de 70%, e 40 de 50 perto de 90%. O limite máximo de numerosidades que os animais laboratoriais conseguem discriminar ainda não foi determinado (Gallistel, 1989).

Noonan *et al.* (2001), com o objectivo de verificar a existência de um nível elementar de processamento numérico em orcas (*Orcinus orca*), treinaram dois indivíduos desta espécie a indicar qual de duas placas apresentava um maior número de quadrados. O tamanho dos quadrados, o seu padrão de distribuição nas placas e a posição da placa correcta variavam pseudo-aleatoriamente dentro de cada sessão de modo equilibrado. Um dos animais discriminou correctamente conjuntos de comparações até 8 *vs* 7, enquanto o outro, apesar de não ter respondido tão bem a 8 *vs* 7 quadrados, discriminou positivamente com valores entre os 70 e 80%, 9 *vs* 8 e 10 *vs* 9. O passo seguinte consistirá na verificação da sua capacidade de fazer discriminações de quantidades “absolutas” (por ex. descobrir “5”, independentemente de outros números), colocar estímulos com conteúdo quantitativo em relações ordinais e processar combinações (adições) ou separações (subtracções) de quantidades de estímulos. Estes resultados mostraram que os indivíduos desta espécie são capazes de processar quantidades limitadas de quantidades com estímulos apresentados visual e simultaneamente (comunicação pessoal).

Um golfinho foi treinado a discriminar entre objectos com base na quantidade de comida associada a cada um deles. No final do período de condicionamento escolhia, de entre agrupamentos simultâneos de 2 a 5 objectos, aquele que representava um maior valor alimentar (Mitchell *et al.*, 1985).

Dois macacos rhesus foram treinados a tocar num écran que dispunha de 1, 2, 3 ou 4 elementos abstractos (círculos, elipses, quadrados, etc...) numa ordem ascendente. Posteriormente, e para testar se compreendiam as relações entre os números, foram testados sem recompensa, na sua habilidade para ordenar pares de estímulos compostos das novas numerosidades 5 a 9, que nunca tinham visto antes, tendo ambos respondido com uma ordem ascendente. Para controlo das possíveis pistas não-numéricas, variaram-se os exemplares no que respeita ao tamanho, à forma e à cor. Os resultados

obtidos levou-os a concluir que os animais reagem à numerosidade, mesmo que isso os prejudique, como em situações em que chegariam à resposta correcta se não usassem os números (Brannon & Terrace, 1998). Meck & Church (1983 *in* Brannon & Terrace, 1998) explicaram que se um animal recorrer à numerosidade juntamente com outra pista, não está a preferir a outra variável ao número, e portanto não utilizam a discriminação de números como estratégia de último recurso.

Noutra experiência, Kawai & Matsuzawa (2000) mostraram que chimpanzés são capazes de se lembrar da sequência de pelo menos 5 números, o que demonstra uma forma rudimentar de competência numérica em primatas não-humanos. Estes autores concluíram também que o animal planeava as suas acções antes de efectuar a sua primeira escolha, dado o maior tempo de latência de resposta ao primeiro número.

Os dados recolhidos por Strauss & Curtis (1984 *in* Bideau, 1997) indicam que entre os onze e os doze meses as crianças humanas pré-verbais distinguem entre colecções de dois e três elementos, quaisquer que sejam a natureza ou disposição dos objectos, mas falham na situação de 4 *vs* 5. Apenas as raparigas tiveram sucesso quando se tratava de 3 *vs* 4. Bideau conclui que as crianças de 12 meses são capazes de diferenciar e comparar colecções de 1 a 4 elementos e de se aperceber, relativamente aos objectos utilizados, das modificações quantitativas.

A maior parte dos nossos conhecimentos sobre cognição humana provém de estudos intensivos feitos com adultos humanos. A aprendizagem de séries (*serial learning*) é um exemplo da dificuldade em controlar todas as variáveis que afectam as escolhas dos sujeitos, dada a nossa experiência em memorizar listas de números (por ex. números de telefone). Investigações mais recentes de aprendizagem de séries até seis *itens* em pombos e macacos fornecem uma nova perspectiva nesta tarefa fundamental, que não está dependente da linguagem e parece ser filogeneticamente muito velha (Terrace, 1993). Esta pesquisa mostrou também diferenças qualitativas no modo como os pombos e macacos representam as listas que reproduzem posteriormente. Os macacos são capazes de formar modelos mentais de toda a sequência, definindo uma posição ordinal a cada *item*, enquanto os pombos fazem uma associação entre itens adjacentes, não formando representações lineares das listas (Terrace *et al.*, 1995; Terrace *et al.*, 1996).

Chen *et al.* (1997) num trabalho efectuado com macacos-rhesus também concluíram que os animais codificavam a posição ordinal dos itens de uma lista arbitrária, sem o benefício da linguagem, da experiência na aprendizagem de listas em série, ou instruções explícitas.

Estas diferenças na desempenho entre pombos e macacos representam uma excepção clara à hipótese nula de Macphail de que os processos cognitivos em animais não humanos diferem em grau mas não em tipo (Macphail, 1985, *in* Terrace, 1993; Terrace, 1995).

É um erro considerar o desempenho intelectual dos animais, sem o relacionar com os órgãos sensoriais que recolhem a informação sobre o meio físico e social envolvente. As capacidades cognitivas de uma espécie estão directamente relacionadas com o grau de complexidade e de especialização dos seus sistemas sensoriais.

4. OS ÓRGÃOS SENSORIAIS – a visão

Todos os animais se encontram adaptados às condições químicas, osmóticas e mecânicas do meio em que vivem. Os olhos não fogem a esta regra, existindo dois tipos básicos de sistemas ópticos, o aéreo e o aquático perfeitamente adaptados aos respectivos meios (Dral, 1987).

Várias experiências feitas com animais em cativeiro mostraram que os golfinhos vêem bem na água, assim como no ar (Dral, 1987), apesar dos mecanismos que o permitem ainda não serem bem compreendidos (Litwiler & Cronin, 2001). Essa situação, aparentemente contraditória, foi conseguida através de um equilíbrio entre as estruturas que maximizam a visão na água e no ar (Dral, 1987).

Os olhos dos golfinhos são semelhantes em estrutura aos olhos terrestres dos vertebrados. Durante o processo de evolução que conduziu os seus ancestrais de volta para o mar, ocorreram processos de adaptação, em que a forma da lente e a sua localização se tornaram mais próximas das dos peixes, conferindo-lhes uma visão caracteristicamente aquática. Por conseguinte, é indispensável a ocorrência de um mecanismo que compensa a diferença de meios quando o animal levanta a cabeça para fora de água. Várias teorias foram avançadas para explicar o método através do qual os delfínidos conseguem efectuar essa correcção, processo que não se encontra em mais nenhum grupo (Dral, 1987).

O sistema visual dos mamíferos marinhos tem de estar bem adaptado a níveis de luz baixos, porque com o aumento da profundidade a luminosidade vai sendo mais reduzida. O número de cones (células fotoreceptoras que melhoram a acuidade em circunstâncias com boa luz) e bastonetes (para visão em ambientes de pouca luz) na retina dos olhos varia com as espécies. No caso dos golfinhos esse arranjo permite-lhes utilizar a visão em diferentes alturas do dia e a diferentes profundidades (Reynolds *et al.*, 2000).

Uma das características que distingue os olhos dos cetáceos é que em vez de serem esféricos, como na maioria dos mamíferos, são marcadamente achatados anteriormente (Fig. 1) (Berta & Sumich, 1999). Além disso, apresentam uma “pupila dupla” que é uma extensão da margem superior da íris, o opérculo, que desce sobre a pupila na presença de luz forte, deixando apenas duas pequenas aberturas em cada um dos dois quadrantes laterais inferiores do olho (Herman *et al.*, 1975).

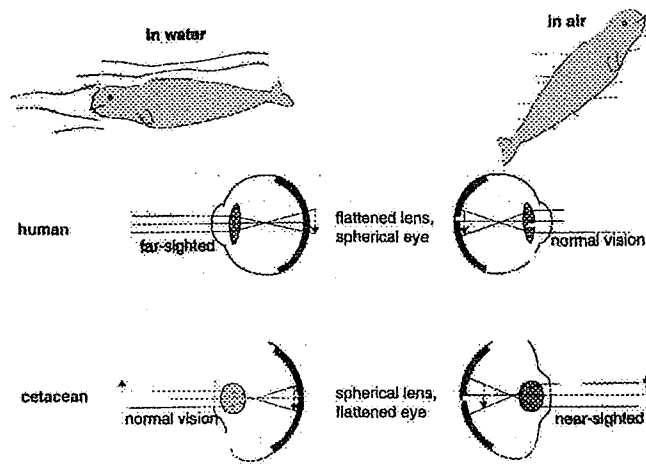


Fig. 1: Diagrama comparativo entre os olhos de humanos e cetáceos (adaptado de Reynolds *et al.*, 2000)

Nos cetáceos, os olhos estão localizados nos lados da cabeça mas dirigidos para a frente (Berta & Sumich, 1999), fornecendo ao animal um certo grau de visão binocular dirigido para a frente, uma visão lateral óptima e abaixo do plano corporal, assim como caudal (Reynolds *et al.*, 2000). Em simultâneo, pode ocorrer um movimento convergente dos olhos, extremamente móveis (Dawson *et al.*, 1987), que permite uma boa visão igualmente para a frente e atrás do animal (Reynolds *et al.*, 2000).

A existência dos dois tipos de células luminosas sensíveis, é condição necessária mas não suficiente para a visão cromática (Berta & Sumich, 1999). Por exemplo, a presença de cones pode apenas servir para fornecer boa acuidade quando os níveis de luz são elevados (Reynolds *et al.*, 2000). Vários estudos comportamentais apontam para a incapacidade dos golfinhos discriminarem cores (Madsen & Herman, 1980). Numa outra experiência conduzida para o efeito, Simons & Huiger (1977) não conseguiram provar a existência, nem confirmar a ausência, da visão a cores em golfinhos-roazes, apesar destes apresentarem retinas predominantemente constituídas por bastonetes (Simons & Huiger, 1977).

Peichl *et al.* (2001), mostraram recentemente que os Cetáceos e os Pinípedes não possuem cones fotorreceptores azuis, apenas verdes, o que não lhes permitiria discriminar cores (padrão monocromático), nem detectar contrastes e brilhos na zona azul do espectro.

A demonstração da discriminação de cores por pinípedes e cetáceos tem sido difícil. Apesar da presença de dois tipos de células receptoras em pinípedes e golfinhos-roazes, não é claro se isso permite a discriminação cromática ou se apenas possibilita ao animal utilizar sistemas de pigmentação múltipla para melhorar as suas capacidades de detecção de objectos (Watkins & Wartzok, 1985 *in* Berta & Sumich, 1999). Experiências comportamentais com o leão marinho californiano mostraram que eles possuem visão a cores dicromática. Indivíduos desta espécie conseguiram discriminar azul e verde de uma série de verdes, mas não distinguiram vermelho e azul-esverdeado de certas sombras de cinzento (Griebel & Schmid, 1992 *in* Berta & Sumich, 1999)

Estudos comportamentais confirmaram uma boa capacidade de discriminação cromáticas nalguns peixes. As cores brilhantes de algumas espécies sugerem que a visão a cores tem um papel importante na comunicação intra-específica (Yager & Thorpe, 1970 *in* Madsen & Herman, 1980). Estudos com humanos mostraram que em águas turvas os laranjas são vistos a um maior alcance que as outras cores, enquanto em águas límpidas o amarelo esverdeado tem maior alcance. No caso dos mamíferos marinhos, os padrões de pigmentação estão principalmente limitados aos pretos, sombras de cinzentos ou castanho, e branco, sozinhos ou em combinações (Madsen & Herman, 1980), o que constitui um argumento à sua provável incapacidade de discriminação cromática.

O sistema visual dos golfinhos é extremamente importante para a descoberta das presas e evitar predadores, assim como para comunicação social e sinalização (Madsen & Herman, 1980).

Herman *et al.* (1975) apresentaram resultados comportamentais que sugerem que a acuidade visual do golfinho-roaz é igualmente boa na água como no ar. O sujeito do estudo foi capaz de distinguir grelhas visuais de grande contraste (preto-branco) no ar e na água, a distâncias variando entre 1 e 2.5 m. Apesar da distância a que os objectos se encontravam ter influenciado a acuidade nos dois meios, os resultados sugerem a presença de um certo mecanismo de correcção da visão no ar. Outro estudo indicou que acuidade visual é melhor a distâncias maiores no ar (2.5 m ou mais) do que na água (1m ou menos) (Herman, 1980).

5. OS ÓRGÃOS SENSORIAIS - a audição

Vários estudos têm mostrado que o principal modo dos golfinhos recolherem informações sobre o meio é recorrendo principalmente aos sistemas auditivos ou acústicos (Reynolds *et al.*, 2000).

Os golfinhos-roazes e muitos outros membros dos Cetáceos, estão entre mamíferos não-humanos mais vocais e exibem um desenvolvimento notável nos sistemas auditivos e de produção de som (Herman & Tavolga, 1980). A sensibilidade auditiva e discriminação de frequências estão excepcionalmente bem desenvolvidas nestes golfinhos (Yunker & Herman, 1975) e sem dúvida contribuem para a extrema eficiência do seu sistema de ecolocalização.

Os resultados de vários estudos laboratoriais suportam a ideia de que as estruturas cognitivas para classificar, armazenar, organizar, interpretar e manipular informação auditiva estão muito desenvolvidas nos golfinhos (Herman, 1980).

O primeiro audiograma completo de *Tursiops truncatus* foi obtido por Johnson nos finais dos anos 70, que mostrou que os golfinhos-roazes são sensíveis a frequências entre os 75 Hz e os 150 KHz, apresentando uma sensibilidade mais elevada entre os 40-70 KHz (Fig. 2). É nesta banda que o limiar de detecção é mais baixo, aproximadamente entre os 50 e 60 dB. As regiões entre os 15-40 KHz e 70-100 KHz são apenas ligeiramente menos sensíveis (Johnson, 1966 *in* Herman, 1980). Os indivíduos da espécie *Tursiops* têm uma maior amplitude de sensibilidade que os peixes teleósteos ou o homem. A

sua sensibilidade é semelhante ao de todos os pinípedes, excepto *Zalophus*. Abaixo dos 10 KHz a sensibilidade absoluta dos golfinhos e pinípedes é comparável; acima desse valor e, principalmente dos 30 KHz, os primeiros são consideravelmente mais sensíveis que os pinípedes (Herman, 1980).

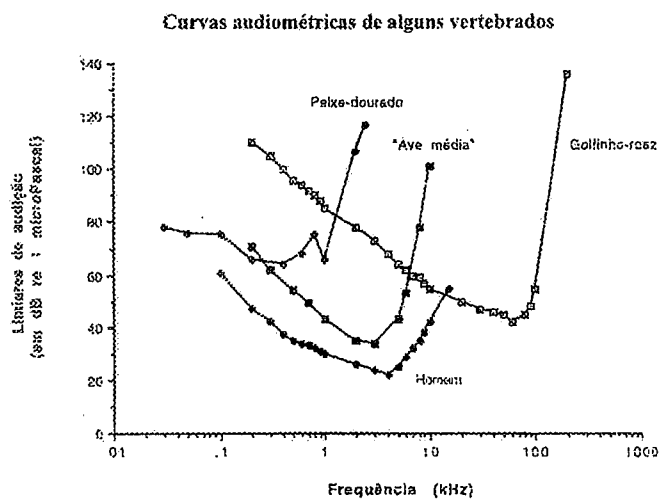


Fig. 2: Gráfico com curva audiométrica de várias espécies de vertebrados (adaptado de dos Santos, 1998)

A discriminação de frequências tem uma grande importância na comunicação entre os delfinídeos permitindo o reconhecimento dos diferentes assobios, por exemplo. Pode também contribuir para a detecção e processamento dos sinais de ecolocalização (Herman, 1980). Dados comportamentais permitiram determinar os limiares relativos de variação na frequência, isto é, a razão mínima detectável pelo animal entre a largura da banda de modulação de frequências e a frequência portadora (dos Santos, 1998). Entre as frequências 1 e 140 KHz os limiares encontravam-se entre os 0.28 e 1.4% com os valores mais baixos de 0.3 e 0.4% a ocorrerem entre os 2 e 53 KHz (Herman, 1980).

Relativamente à discriminação entre intensidades de som, Evans (1973 *in* Herman 1980) mostrou que os golfinhos-roazes apresentavam limiares de detecção de diferenças de 1 dB.

Yunker & Herman (1974) descobriram que os golfinhos-roazes conseguiam discriminar entre sons puros de frequências padrão (300, 600 ou 1200 segundos) e outros que eram no mínimo 8% mais longos. Ou seja, um tom de 25 KHz de 324 ms de duração, ou mais, era correctamente classificado de longo pelo golfinho, enquanto outro, com a mesma frequência, mas de 300 ms, era correctamente classificado de curto.

Tal como o aparelho visual, também o auditivo se adaptou às condições aquáticas tendo ocorrido alterações significativas em regiões específicas do aparelho auditivo. Apesar dos golfinhos não apresentarem ouvido externo, possuem as mesmas partes fundamentais dos ouvidos médios e internos dos mamíferos terrestres (Reynolds *et al.*, 2000). Não existem canais cheios de ar nos ouvidos dos golfinhos, dado que estas estruturas seriam muito sensíveis às diferenças de pressão resultantes dos

mergulhos profundos. Em vez disso são utilizadas estruturas lipídicas para conduzir o som (Reynolds *et al.*, 2000).

Os animais não reagem do mesmo modo aos diferentes estímulos a que estão expostos. Os sistemas sensoriais funcionam como filtros selectivos que impedem que as espécies sejam “inundadas” por estímulos (Reynolds *et al.*, 2000).

Depois de ouvir uma lista de até seis sons diferentes com a duração de 2 segundos, um golfinho foi capaz de classificar um novo som como sendo “velho” (da lista) ou “novo”. A probabilidade de reconhecer uma amostra antiga era próximo de 1.0 se correspondia ao último som da lista, reduzindo sigmoidalmente para sons da lista sucessivamente mais antigos. O alcance da memória foi calculado em 4 sons (Thompson & Herman, 1977). Estes resultados são semelhantes a outros obtidos a partir de sujeitos humanos em tarefas de reconhecimento de sons e revelaram muitas das mesmas capacidades e constrangimentos observados no desempenho humano (Thompson & Herman, 1977).

Um outro estudo, descrito em Herman (1980), que também explorava a capacidade de um animal indicar entre dois sons aquele que tinha ouvido anteriormente, mostrou que aquele continuava a responder bem, mesmo quando o atraso na emissão dos dois sons relativamente ao primeiro era de vários minutos. Numa outra experiência, em que era recompensada a escolha inversa (*i.e.* o som que não era repetido), o animal rapidamente alterou a sua resposta (Herman, 1986).

Lilly (1965) e, mais recentemente, Herman (1980) e Richards *et al.* (1984) mostraram que os golfinhos podem exibir mímica vocal. Neste último trabalho, um golfinho foi treinado a imitar sons-modelo gerados em computador, recorrendo ao modo de vocalização de assobio. Nenhum dos sons utilizados correspondia a formas utilizadas pelo animal. Em treinos adicionais esses sons foram transferidos para objectos mostrados ao animal, de modo a que associasse a cada objecto um som específico. Esta capacidade é comparável à das aves mímicas mais versáteis, contrastando marcadamente com a aparente inaptidão dos mamíferos terrestres, com excepção do homem.

Apesar da existência de vários trabalhos que mostram que os golfinhos respondem igualmente bem a comandos visuais ou auditivos, existem diferenças substanciais nas capacidades de processamento da informação auditiva e visual nestes animais (Herman, 1980). A aprendizagem através de pistas visuais – com excepção das pistas de movimento – é caracteristicamente lenta, instável, e de nível de desempenho final relativamente baixo. Além disso, a períodos de progresso encorajador podem suceder períodos de regressão no desempenho e uma estabilidade duradoura na resposta é rara. As possibilidades de aprendizagem conceptual complexa através da visão, especialmente através da forma, parecem muito limitadas. Em contraste, a aprendizagem auditiva é geralmente rápida e estável, e caracterizada por um elevado nível de desempenho, mesmo quando a diferença entre os sons é pequena

ou estes são de curta duração ou de amplitude fraca. A resolução de novos problemas auditivos pode por vezes decorrer sem o mínimo de esforço (Herman, 1980).

Os indivíduos da espécie *Tursiops truncatus* processam informação visual e auditiva na memória a curto prazo, mas parecem possuir uma memória auditiva desse tipo mais sofisticada (Lacinak & McHugh, 1990).

Os autores que estudam a comunicação tendem a categorizar os sinais pelo canal sensorial primário envolvido, mas na realidade são utilizados simultaneamente canais múltiplos, especialmente em indivíduos altamente sociais que vivem em grupos (Partan & Marler, 1999). Neurocientistas do comportamento mostraram que a integração de informação de canais sensoriais múltiplos é crucial para a atenção e percepção em humanos, macacos, aves e insectos, particularmente no processamento de estímulos associados com a postura e movimento (Partan & Marler, 1999).

6. MÉTODOS E TÉCNICAS DE TREINO

Experiências efectuadas em cativeiro apresentam algumas vantagens devido ao seu ambiente confinado e facilmente controlado. No entanto, levantam-se algumas questões relativas à potência e validade desse tipo de dados. É muito provável que o cativeiro, ao colocar diferentes pressões nos animais, altere o seu comportamento (Chirighin, 1987).

Os estudos de comportamento animal conduzidos no estado selvagem tendem a apresentar uma validade externa grande, dado que os comportamentos recolhidos serão aqueles exibidos num ambiente natural, mas baixos em validade interna, devido à crescente dificuldade em recolher sistematicamente dados concisos. Por outro lado, estudos conduzidos em cativeiro tendem a ser mais precisos e sistemáticos, no que diz respeito à recolha de dados tornando-os elevados em termos de validade interna, apesar de apresentarem uma validade externa mais baixa, devido às alterações comportamentais provocadas pela presença em ambiente confinado (Chirighin, 1987).

Desde 1940, os estudos de comportamento social em vários oceanários e parques aquáticos, produziram resultados relativamente consistentes. Estes trabalhos geralmente incidem sobre as características da estrutura social, comportamento sexual, desenvolvimento e sobrevivência das crias e brincadeiras (Shane & Wells, 1986). Além disso, estudos de bioacústica, fisiologia, genética e de cognição, são mais facilmente realizáveis nestes locais, onde todas as variáveis podem ser controladas.

O treino da maioria dos animais domésticos terrestres é efectuado recorrendo quase exclusivamente ao castigo, e à coerção agravada com a punição. No entanto, o golfinho não é facilmente treinado usando esses métodos negativos. Não é possível a utilização de um chicote, uma trela ou mesmo o punho num animal que se pode afastar nadando. Desse modo, estes animais tornaram-se um dos

poucos mamíferos de grande porte com os quais o homem tem uma grande experiência na modelação de comportamentos, recorrendo principal e quase exclusivamente ao reforço positivo (Pryor, 1986).

As técnicas de manutenção e treino de golfinhos, foram sendo desenvolvidas durante aproximadamente as mesmas décadas em que os psicólogos experimentais começaram a entender as leis do comportamento operante, e o modo como o comportamento podia ser alterado usando o reforço positivo (Pryor, 1986). Isso conduziu a um conjunto de contribuições mútuas entre investigadores e treinadores, que permitiu o avanço das técnicas de treino, aliado a um crescente conhecimento das capacidades cognitivas dos animais.

O treinador pode treinar um comportamento num animal sem fazer qualquer tentativa de ajudar ou fornecer pistas ao animal, mas apenas observando, reagindo e reforçando o comportamento quando ele ocorre. Desse modo, o animal descobre que várias das suas acções resultam num reforço. Por outro lado, a ausência de interacção por parte do treinador, é visto pelo animal como um castigo. Pode-se afirmar que enquanto o treinador trabalha num comportamento, o golfinho treina o treinador a dar-lhe peixe (Pryor, 1986). Recorrendo ao sistema de interacção e reforço mútuos (a resposta correcta do animal é o reforço do treinador), é possível comunicar um conjunto variável e detalhado de informação ao golfinho, permitindo-nos observar os seus estados emocionais e processos cognitivos (Pryor, 1986).

7. Objectivos

Pretendeu-se com este trabalho, treinar golfinhos-roazes em cativeiro num paradigma experimental conducente aos testes de determinação da capacidade de competência numérica na espécie. A abordagem escolhida consistiu no treino da associação de um determinado sinal ao número de argolas que o animal deveria recolher da piscina.

O trabalho foi dividido em duas fases, cada uma com dois animais, que foram treinados:

- a) a discriminar dois estímulos visuais constituídos por figuras geométricas bidimensionais, correspondentes aos números 2 e 4.
- b) a discriminar dois estímulos acústicos correspondentes aos números 1 e 2.

Pretendeu-se indicar um caminho para outros trabalhos nesta área, referindo as variáveis que deverão ser controladas, assim como discutir aspectos metodológicos que poderão enviesar os resultados.

II. DELFINÁRIO DO SAM – FASE I

A. MATERIAL E MÉTODOS

1. ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado no Zoomarine, um Parque Oceanográfico de Entretenimento Educativo situado na Guia, em Albufeira, em duas áreas diferentes: o Delfinário e a Lagoa Azul. A primeira fase decorreu no Delfinário do Sam, que apresentava no início do trabalho 8 golfinhos treinados para executar um conjunto de números utilizados nos espectáculos diários.

Os animais encontram-se num complexo de 4 piscinas ligadas entre si por canais. Os treinos decorreram na piscina de show, a maior, e nas piscinas auxiliares I e II. Este complexo contém um total de 3,3 milhões de litros de água. No quadro seguinte (Tab. II) indicam-se as dimensões, profundidade e volume de água das piscinas e no esquema que se segue (Fig. 3) está representado um diagrama do complexo de piscinas do Delfinário.

Tabela II Quadro com dados relativos às dimensões, profundidade e volume de água das piscinas do Delfinário

	P. Show	P. Aux. I	P. Aux. II	P. Aux. III	P. Aux. IV
Dimensões	25 x 15 m	8 m diâmetro	10 m diâmetro	8 x 6.2 m	2 x 3.5 m
Profundidade	4-6 m (máx. 6.5)	4-6 m	4-6 m	5 m	1.2 m
Volume de água	1550 m ³	317 m ³	475 m ³		

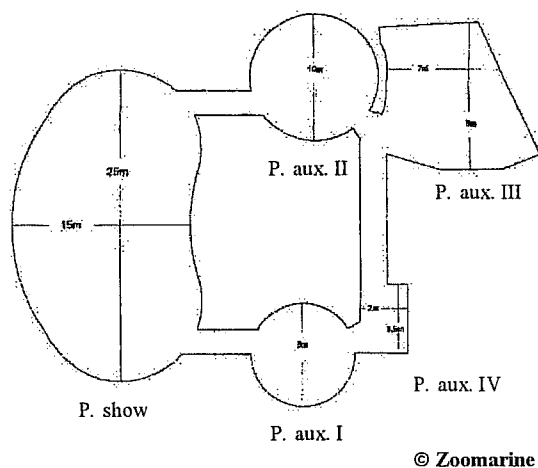


Fig. 3: Esquema das piscinas do Delfinário do Sam

2. ANIMAIS UTILIZADOS

Como já foi referido anteriormente, no início do trabalho encontravam-se no Delfinário do Sam oito animais: Cher (F, nascida em 1967), Sam (M, n. 1960), Colby (F, n. 1977), Missy (F, n. 1977), King (M, n. 1992), Lucky (M, 1995-2002), Lua (F, n. 1996) e Xinana (F, n. 1999). A Colby é mãe da Lua, a Cher do King e a Missy da Xinana e do Lucky. O ano de nascimento do Sam, da Missy, da Cher e da Colby é aproximado dado que são animais que foram capturados; os mais jovens nasceram todos no Zoomarine. Todos os golfinhos participam nos shows diários.

Os dois animais disponibilizados para este trabalho foram o Sam (Fig. 4) e a Cher (Fig. 5), que nunca participaram em qualquer treino ou experiência cognitiva com estas características. O Sam é o macho dominante e pai de todas as crias do Delfinário, com excepção do Lucky. A Cher, fêmea dominante é mãe do King e encontrava-se grávida de 7 meses no início do trabalho.

Não foi possível utilizar animais mais jovens porque aqueles encontravam-se a ser treinados para os novos números dos shows diários. O Sam e a Cher, devido à idade e à gravidez, respectivamente, foram poupados a esses treinos e puderam ser utilizados neste trabalho.

A partir de 14 de Agosto a Cher, devido ao seu estado, foi fechada na piscina auxiliar II (ou Maternidade) e os treinos decorreram com os dois animais separados, sem possibilidade de ocorrer aprendizagem por imitação.

O Sam já tinha sido treinado, em anos anteriores, a procurar na piscina, de olhos vendados e recorrendo à ecolocalização, duas argolas de dimensões mais pequenas e de cor diferente daquelas utilizadas neste trabalho. A Cher nunca efectuou este treino, mas assistiu aos dos outros animais. Com esta excepção os animais nunca fizeram nenhum treino semelhante àquele que foi efectuado.

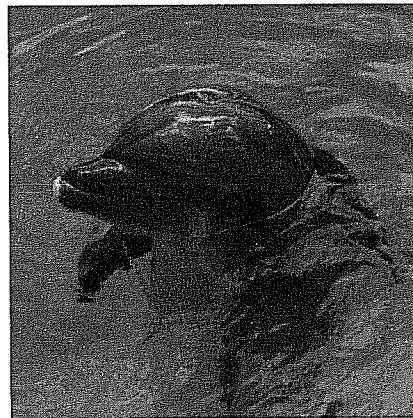
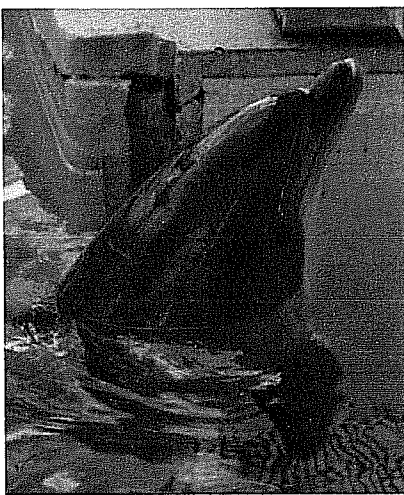


Fig. 4 e 5 : Fotografias dos dois animais utilizados nesta fase: Sam e Cher

Todos os animais do Zoomarine são alimentados, mais do que uma vez por dia, consoante a sua idade e estado físico com quantidades diferentes e variáveis de arenque (*Clupea harengus*), carapau (*Trachurus trachurus*), cavala (*Scomber japonicus*), espadilha (*Sprattus sprattus*) e lula (*Loligo sp*).

3. DESIGN EXPERIMENTAL

Os símbolos correspondentes aos dois números foram desenhados com tinta branca em placas de madeira pintadas de preto, com as dimensões 50 x 40 cm, para o número 2, e 40 x 40 cm a do 4. Na figura seguinte estão representadas as placas utilizadas (Fig. 6 e 7). As duas riscas brancas apresentam uma dimensão real de 6 x 22 cm e o quadrado tem 28 cm de lado.



Fig.6 e 7 Esquema das duas placas utilizadas no Delfinário do Sam, a primeira correspondente ao número 2 e a segunda ao número 4.

As 7 argolas foram construídas a partir de um tubo de mangueira, de cor verde, com areia no seu interior, de modo a permanecerem na posição vertical à superfície (Fig.8). Apresentam um diâmetro médio aproximado de 23 cm, tendo a maior 25 cm. O seu peso ronda as 400g .

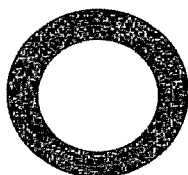


Fig.8 Esquema de uma argola utilizada nos treinos do Delfinário do Sam

4. PERÍODO DE ESTUDO

De um modo geral as sessões decorreram todos os dias, com excepção do dia livre dos animais, uma vez por semana, em os golfinhos não efectuem quaisquer treinos. Por vezes, devido a procedimentos médicos ou outros factores relativos ao treino e manuseamento dos animais não era possível efectuar as sessões previstas.

O trabalho decorreu entre os meses de Maio e Agosto de 2001. O primeiro treino foi efectuado no dia 8 de Maio e o último a 22 de Agosto. As sessões de teste ocorreram entre 24 e 31 de Agosto (excepto no dia 25, dia livre dos animais).

De um modo geral, os dois animais fizeram sempre os treinos um a seguir ao outro, alternadamente, com excepção dos últimos dias de Agosto, em que o Sam durante três dias apenas fez uma sessão, ao contrário das duas da Cher, que nessa altura já se encontrava isolada do resto do grupo. No total a Cher efectuou 127 sessões e o Sam 124.

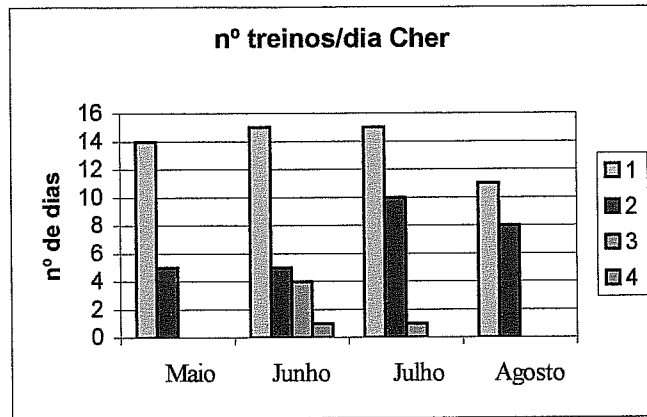


Fig. 9 Gráfico para o Delfinário, com indicação do número de sessões de treino por dia para a Cher, ao longo dos quatro meses. A única diferença para o Sam é que este em Agosto fez duas sessões durante 5 dias e uma sessão durante 14 dias.

Nos dois primeiros meses foi geralmente efectuado um treino por dia, enquanto que nos meses seguintes (Julho e Agosto) o número de vezes em que se efectuaram dois treinos aumentou. Apenas em Junho foi possível efectuar em 4 dias três sessões e num dia quatro sessões (Fig. 9).

5. SESSÕES DE TREINO

O trabalho foi dividido em duas fases: a de treino e a de teste. A primeira decorreu num período mais longo, até que fosse verificado que os golfinhos já tinham aprendido a tarefa proposta.

Numa primeira abordagem foram treinados apenas dois números, o 2 e o 4. Inicialmente o treino do segundo número só seria iniciado quando o anterior tivesse sido perfeitamente assimilado pelo animal.

Estes números foram escolhidos por não serem consecutivos, o que aumentaria a dificuldade da tarefa, nem demasiado elevados, de modo a permitir que os animais pudessem transportar as argolas sem que isso provocasse desconforto ou exigisse um esforço suplementar da parte deles.

De um modo geral, o processo de treino decorreu do seguinte modo: um treinador permanecia de pé com a placa voltada para si e o animal em frente dele. De seguida, um determinado número de argolas era lançado para dentro de água e o treinador virava a placa de modo a que o animal visse o sinal nela representado, correspondente ao número de argolas que deveria trazer. O sujeito ia buscar as argolas e se trouxesse o número correcto era recompensado com comida ou interacção social por parte

do treinador, caso contrário poderia ser ignorado durante alguns segundos, repetindo-se de seguida o processo.

Os golfinhos do Zoomarine estão treinados, entre outras coisas, para ir buscar qualquer objecto que se encontre na piscina, mediante o sinal “go” efectuado pelo treinador (dedo indicador apontado na direcção do objecto). Para que os animais comesçassem a associar os sinais visuais às argolas na água, os treinadores viravam a placa ao mesmo tempo que efectuavam o sinal de “go”. Não foram necessárias muitas sessões para que o “go” pudesse ser retirado dos treinos.

Mais tarde, por vezes quando os animais não iam buscar as argolas quando era mostrada a placa os treinadores incentivavam-nos. Nestas situações podiam repetir o movimento de virar a placa, dar-lhe impulso para a frente e/ou incentivá-los vocalmente.

Uma das pistas fornecidas aos animais, para facilitar o processo de aprendizagem, dizia respeito à posição das argolas na piscina. Durante o treino do 2 foram colocadas quatro argolas na água em grupos de dois, para que animal trouxesse um dos grupos. Ao ser colocado dos dois lados o mesmo número de argolas, o animal tinha uma maior probabilidade de responder acertadamente. A posição dos dois grupos podia variar entre duas posições: linha recta ou de ambos os lados do animal (Fig.10 e 11). A primeira destas posições era muito mais fácil, sendo por isso privilegiada a última durante os treinos.

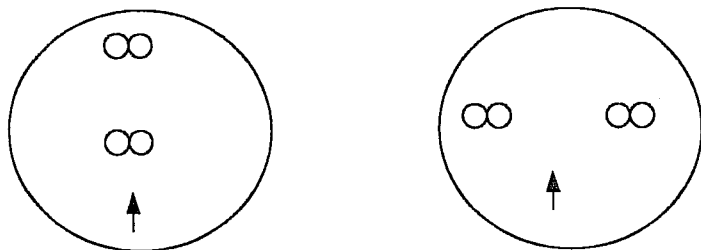


Fig. 10 e 11 Diagramas com as duas possíveis posições das argolas dentro de água, ao longo do trabalho.

Os dois grupos iam sendo aproximados entre si, conforme os animais traziam o número de argolas pedido. Se falhavam, as argolas eram de novo afastadas. O objectivo era conseguir juntar as quatro argolas num único grupo e os animais trazerem apenas duas. Numa fase mais avançada do treino, verificou-se que se as argolas estavam muito próximas umas das outras, os animais pareciam ter alguma dificuldade em separá-las, acabando invariavelmente por trazer todas. Optou-se por criar uma situação que permitisse continuar o treino sem que as argolas estivessem juntas, dando ao animal a possibilidade de responder correctamente. A 22 de Junho, começou-se a atirar as argolas para dentro

de água de forma aleatória, e a 28 deste mês o número de argolas presentes passou a ser determinado ao acaso por quem as atirava para dentro de água.

A partir de 4 de Julho foi introduzida, nas sessões de treino, uma placa vermelha (Enter) assente num suporte e colocada ao lado do treinador, na qual o animal tinha de tocar com o rostro quando trazia as argolas, como indicação de tarefa terminada. Só depois o treinador recolhia as argolas e recompensava, ou não, o golfinho consoante o número de argolas trazido.

A 23 de Julho, com o objectivo de facilitar a discriminação das placas decidiu-se efectuar treinos de *Matching-to-sample* (MTS) com as placas. O tipo de MTS utilizado foi o DMTS (*Delayed-Matching-to-sample*), em que os dois estímulos eram mostrados simultaneamente após a amostra, com um intervalo mínimo entre as duas exposições. Considerou-se que o animal escolhia a placa quando se inclinava para tocar nela com o rostro.

No dia seguinte, 24, iniciou-se o treino do número 4. Depois dessa data, a cada 10 dias era efectuado o treino do 2. Continuaram-se sempre a efectuar treinos de MTS, todos os dias, antes ou depois da sessão das argolas, de modo a obrigar os animais a olhar para os símbolos geométricos nas placas.

No total das sessões de treinos o Sam efectuou 114 *trials* de MTS e a Cher 303. Devido ao seu estado físico a Cher tinha muito mais a alimento à sua disposição, o que possibilitava que tivesse sessões mais longas.

Por uma questão de tempo, o 4 teve de ser iniciado antes do número 2 apresentar uma % de respostas correctas elevada, por sessão.

O treino do 4 foi efectuado da mesma maneira que o do 2, com as argolas posicionadas em dois grupos de ambos os lados do animal. Um dos grupos tinha sempre 4 argolas enquanto o outro poderia apresentar 1, 2 ou 3 (num total de 7 argolas no máximo dentro de água).

Os dois números nunca foram treinados na mesma sessão. Quando se iniciou o treino do 4, o 2 passou a ser treinado aproximadamente de 10 em 10 dias. O objectivo era conseguir treinar o número 4 até um nível considerado satisfatório e, posteriormente, juntar os dois números na mesma sessão.

Nos dias das sessões de treino do 4, a placa a ser discriminada no MTS era a do 4. Durante as sessões do 2, o MTS era efectuado para a placa correspondente a este número, para permitir que os animais associassem o símbolo ao número.

Após o dia 24 de Julho (primeiro dia do 4), o Sam fez 27 sessões de treino do 4 em 21 dias e quatro sessões do 2 em três dias. A Cher fez o mesmo número de sessões do 2, mas mais cinco sessões de treino do 4 em quatro dias (no total fez 31 sessões). Com ambos os animais, as sessões com o 2 foram efectuadas nos dias 29 de Julho, 10 de Agosto e 20 de Agosto. Na quadro seguinte estão representados os valores totais dos *trials*, sessões e dias de treino, para os dois animais (Tab. III).

Tab. III Quadro com valores, para o Sam e a Cher relativos aos dias, sessões e *trials*. Cada dia poderia ter mais do que uma sessão de treino e em cada sessão eram feitos vários *trials*.

	Sam		Cher	
	2	4	2	4
Dias	69	21	69	21
Sessões	97	27	95	32
<i>Trials</i>	381	84	366	139

Não era sempre o mesmo treinador a efectuar os treinos e de dia para dia o horário dos treinos variou, podendo decorrer de manhã, entre as nove e o meio dia e/ou da parte da tarde, entre as duas e as seis.

Houve o cuidado de não ser sempre o mesmo golfinho a iniciar os treinos. Sempre que possível alternaram de dia para dia.

Não houve a preocupação de evitar que os animais ouvissem as argolas a cair dentro de água, pois considerou-se que poderia servir de ajuda à sua “percepção” do número de argolas existente na piscina.

Durante as sessões de treino foram registados a data, hora de início do treino, hora final; animal treinado, sinal (número) treinado, número de argolas presentes na piscina, número de argolas recolhidas. Foi também efectuado um registo contínuo de tudo o que fosse importante, quer a nível do treino quer das respostas dos animais.

De um modo geral, o factor limitante da duração dos treinos foi a quantidade de comida que se podia dar aos animais antes dos shows.

Sempre que possível, os animais foram treinados na presença um do outro, permitindo a ocorrência de um processo de aprendizagem por imitação.

Infelizmente por motivos de limitação de tempo e, principalmente, da iminência do parto da Cher, as sessões de treino tiveram de ser interrompidas, tendo sido imediatamente efectuadas as sessões de testes, de modo a verificar como os animais respondiam.

6. SESSÕES DE TESTES

Nas sessões de teste, todas as variáveis são controladas, com o objectivo de verificar se os animais vão buscar o número de argolas indicado na placa, qualquer que seja a quantidade presente na piscina, a posição relativa entre si e em relação ao animal. Não pode ser fornecida qualquer indício ao golfinho que sugira qual a resposta correcta.

Nesta fase, os treinadores usaram óculos escuros de modo a não fornecerem pistas inadvertidamente aos animais, seja pelo olhar ou através de expressões faciais.

O Sam e a Cher foram testados relativamente ao seu desempenho no MTS e nas argolas, entre os dias 24 a 31 de Agosto, com excepção do dia 25.

Foram efectuadas sessões de testes com o Sam nos dias 24, 28 e 31 de Agosto e com a Cher nos dias 26, 27, 29, 30 e 31. Apenas no dia 31 os dois animais foram testados no mesmo dia. No entanto, nenhuma destas sessões foi feita com os dois animais na mesma piscina. A Cher encontrava-se fechada na piscina auxiliar 2 e o Sam estava na piscina de show.

Foi efectuada apenas uma sessão por dia. Com excepção da sessão do dia 29 da Cher, decorreram todas durante o período da manhã, entre as 10.45 e o meio dia, com duração aproximada de 14 minutos as do Sam e uma média de 12 minutos as da Cher.

O número de *trials* a efectuar por sessão encontrava-se limitado pela quantidade de comida disponível e pelo tempo disponível para efectuar as sessões.

Nas sessões de teste todas as respostas dos animais e todos os procedimentos foram filmados.

As três sessões do Sam foram sempre efectuadas por treinadores diferentes. No caso da Cher, nas cinco sessões estiveram três outros treinadores (apenas um deles fez sessões com o Sam e a Cher, no dia 31).

MATCHING-TO-SAMPLE

O MTS foi efectuado do mesmo modo que nas sessões de treino. No entanto, foram testados os dois símbolos na mesma sessão, ao contrário do que tinha acontecido durante os treinos.

Ficou ao critério dos treinadores a ordem em que cada placa era testada, desde que fossem avaliadas as duas na mesma sessão.

O lado em que o treinador colocava a placa correcta (esquerdo ou direito) era definido pelo próprio, tendo em atenção que não poderiam seguir qualquer padrão e que tinha de ocorrer alguma variação.

Com a Cher as placas do 2 e do 4 foram testadas 17 e 23 vezes (no total de 40 *trials*), respectivamente, e no caso do Sam, 12 e 13 vezes (*i.e.* 25 *trials* ao todo).

ARGOLAS

Tal como no MTS, também nas sessões de testes com as argolas, foram testados os números 2 e 4 na mesma sessão, apesar de nos treinos nunca se ter chegado a esse ponto.

Ao Sam foi indicado que trouxesse 2 e 4 argolas respectivamente 9 e 10 vezes (correspondentes a 19 *trials* de argolas), enquanto que à Cher foram pedidos os dois números igualmente 17 vezes (34 vezes o total).

A sequência por que cada número foi avaliado seguiu uma ordem pseudo-aleatória, dependente do número total de *trials* por sessão, desde que garantisse que os dois números eram testados no mesmo dia o mesmo número de vezes.

Inicialmente as argolas deveriam ter sido atiradas de forma aleatória para dentro da piscina. No entanto, durante os treinos não foi possível chegar a essa fase com o número 4. Decidiu-se atirar as argolas ao acaso nalguns *trials*, apenas para verificar o comportamento dos animais a essa nova situação. No total as argolas foram atiradas ao acaso 7 vezes no caso do Sam e 6 no da Cher. Em todas as outras *trials* elas foram atiradas em dois grupos, um deles sempre com o número correcto de argolas.

O número total de argolas dentro de água variou também, seguindo uma lista de números entre 3 e 7, distribuídos de forma pseudo-aleatória, de modo a que cada número não aparecesse mais do que duas vezes seguidas. Como é evidente, quando o número a testar era o 4 o número de argolas na água variava apenas entre 5, 6 e 7.

Os dois grupos de argolas foram sempre colocados um de cada lado do animal. A localização do grupo com o número certo de argolas (2 ou 4) ficou ao critério de quem atirava as argolas, desde que tivesse o cuidado de variar ao longo das sessões.

7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Tendo em conta os baixos valores de n , e a conseqüente dificuldade dos dados respeitarem os pressupostos dos testes paramétricos, optou-se por efectuar testes não paramétricos, apesar de serem menos poderosos. Nalgumas situações em que os dados não apresentam uma distribuição normal, como acontece com grande parte dos dados comportamentais, os testes não paramétricos podem mesmo ser considerados mais potentes e robustos que os seus equivalentes paramétricos (Martin & Bateson, 1993).

Todos os testes efectuados foram bicaudais, porque as Hipóteses nulas dos testes efectuados diziam respeito apenas à existência de diferenças significativas sem especificar a direcção do efeito (maior ou menor) (Martin & Bateson, 1993).

Para todos os testes estatísticos efectuados o nível de significância (α) utilizado foi de 0.05.

Na análise de tabelas de contingência é comum usar-se a distribuição de χ^2 , mas esta é de uso problemático, ou mesmo inadequado, se a tabela apresentar frequências esperadas muito baixas (*i.e.* inferiores a 4) ou nulas (Almada & Oliveira, 1997). Sendo assim, decidiu-se o recurso à estatística de simulação, que tem a vantagem de não depender do comportamento de uma distribuição particular. Foram utilizados na análise estatística dos dados dois programas que recorrem a processos de simulação, o ADERSIM para efectuar os testes de aderência e o ACTUS para análise de tabelas de contingência.

O programa ACTUS (Estabrook & Estabrook, 1989 *in* Almada & Oliveira, 1997), para além de não se restringir às limitações supra-mencionadas, tem ainda a vantagem de permitir, no caso das variáveis da tabela não serem independentes, determinar quais as células que diferem significativamente do que se poderia esperar ao acaso, oferecendo assim algo equivalente a um teste estatístico *a posteriori* (Almada & Oliveira, 1997).

O ADERSIM, cujo racional não difere muito do programa anterior, restringe-se apenas a um único sistema de classificação e também indica as classes em que a diferença entre os valores esperados e observados é significativa (Almada & Oliveira, 1997).

Os testes estatísticos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney, foram efectuados no programa STATISTICA for Windows (V. 4.3, StatSoft Inc., 1993). O primeiro é um teste não paramétrico, que permite determinar se três, ou mais, amostras são significativamente diferentes (Lehner, 1996). O último, é um equivalente não paramétrico do teste t de Student, utilizado para testar a existência de diferenças significativas entre as medianas de duas amostras (Zar, 1984).

O teste de Dunn foi efectuado no programa Primer of Bio-Statistics for Windows 95 and 3.X (V. 4.0, McGraw Hill, 1996), indica entre que pares de amostras ocorrem as diferenças (Zar, 1984).

MATCHING-TO-SAMPLE

Para testar a existência de diferenças significativas entre o número de respostas correctas e incorrectas, isto é, o número de vezes em que a placa escolhida pelo animal correspondia à amostra, foi efectuada uma estatística de simulação, recorrendo ao programa ADERSIM.

A estatística de simulação foi também utilizada para testar se o sinal correspondente ao número 2 era, significativamente, mais ou menos escolhido que o símbolo do 4.

Recorreu-se ainda ao mesmo programa para averiguar se o Sam e a Cher apresentavam uma tendência para um dos lados (esquerdo ou direito) na escolha da placa.

De seguida, foi utilizado o programa de simulação ADERSIM para testar se o lado em que os treinadores colocaram a placa correspondente à amostra, era aleatório.

ARGOLAS

Considerando que o número de argolas recolhido poderia corresponder, ou não, ao número pedido, fosse ele o 2 ou o 4, utilizou-se o programa de simulação ADERSIM para verificar se havia diferenças significativas entre o número de respostas correctas e erradas dadas pelo animal para o conjunto das sessões.

Dado que o número de argolas na água variava ao longo das sessões, assim como o número de argolas presente em cada um dos dois grupos, o número máximo de argolas que o animal podia trazer também variou e por isso não foi efectuado um teste à tendência dos animais apanharem um determinado número de argolas.

B. RESULTADOS

MATCHING-TO-SAMPLE

Como já foi referido anteriormente, o Sam foi testado durante 3 dias. Relativamente ao MTS, no primeiro dia foram efectuados 3 *trials*, 10 no segundo e 12 no terceiro (25 no total). Para o conjunto dos três dias, indicou a placa correcta apenas 9 vezes não sendo, no entanto, essa diferença considerada significativa (ADERSIM, $\chi^2 = 1.96$, g.l. = 1, $p = 0.236$).

Foram encontradas diferenças significativas no lado indicado pelo Sam, que escolheu 23 vezes a placa que se encontrava do seu lado esquerdo (correspondente a 92% do total; ADERSIM, $\chi^2 = 17.64$, g.l. = 1, $p = 0.000$).

Como seria de esperar, a escolha do Sam foi independente da placa que se encontrava desse lado (ADERSIM, $\chi^2 = 0.36$, g.l. = 1, $p = 0.680$), ou seja, o animal foi quase sempre para o lado esquerdo que poderia corresponder ao 2 ou ao 4.

Devido à insistência do animal em indicar o lado esquerdo, os treinadores tentaram corrigir esse comportamento aumentando o número de vezes em que a placa correcta estava do lado oposto (direito) (ADERSIM, $\chi^2 = 4.84$, g.l. = 1, $p = 0.05$), fosse ela o 2 ou o 4. Das nove vezes em que o Sam indicou a placa correcta, em 7 delas foi porque os treinadores a colocaram do lado esquerdo. Além disso verificou-se que as 2 únicas vezes em que o Sam indicou o lado direito (em dias diferentes) corresponderam a respostas correctas. Apesar desse reforço positivo, ele nunca repetiu essa opção no trial seguinte. Ao insistir em indicar sempre a placa do lado esquerdo e com a insistência por parte dos treinadores em colocar a placa correcta do lado direito, o número de respostas correctas foi inferior ao

que seria se os treinadores não tivessem tentado corrigir esse comportamento. (Ver Tabelas IV – VI e VII)

Tabelas IV a VI: Valores observados para o Sam, em cada sessão: na primeira está indicado o número de respostas certas e erradas, na segunda o lado escolhido, e na última o número da placa escolhida.

		escolha (certo vs errado)			
		Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	totais
certo		0	5	4	9
errado		3	5	8	16
		3	10	12	25

		escolha (lado)			
		Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	totais
lado					
esq.		3	9	11	23
dto		0	1	1	2
		3	10	12	25

		escolha (n°)			
		Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	totais
2		1	7	6	14
4		2	3	6	11
		3	10	12	25

Tab. VII: Quadro com a indicação do lado em que se encontrava a placa correcta para as três sessões.

		Lado da placa correcta			
		Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	totais
Esq		0	4	3	7
Dta		3	6	9	18
		3	19	12	25

A Cher, testada durante 5 dias (=5 sessões), fez um total de 40 *trials* de testes de MTS. Não se verificaram diferenças significativas entre o número de vezes em que a placa escolhida era a certa (15 *trials*) ou a errada (ADERSIM, $\chi^2 = 2.5$, g.l. = 1, $p = 0.163$).

Ao contrário do Sam, para o conjunto dos cinco dias a Cher não mostrou preferência por nenhum dos lados (ADERSIM, $\chi^2 = 0.4$, g.l. = 1, $p = 0.634$), nem por nenhuma placa (escolheu 20 vezes cada uma delas).

No entanto, analisando cada uma das sessões individualmente, verifica-se que ela apresentou preferências entre os lados, principalmente no segundo dia, em que escolheu sempre a placa do lado direito. Nos restantes dias alternou as suas preferências mas os valores de n são muito baixos para se poder efectuar qualquer teste às diferenças (Ver Tabelas VIII-X)

Tabelas VIII a X: Valores observados para a Cher, em cada sessão: na primeira está indicado o número de respostas certas e erradas, na segunda o lado escolhido, e na última o número correspondente à placa escolhida.

		escolha (certo vs errado)					
		Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	Sessão 5	totais
certo		4	1	3	6	1	15
errado		7	8	1	4	5	25
		11	9	4	10	6	40

		escolha (lado)					
		Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	Sessão 5	totais
lado							
esq.		8	0	2	7	1	18
dto		3	9	2	3	5	22
		11	9	4	10	6	40

		escolha (n°)					
		Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	Sessão 5	totais
2		7	4	1	6	2	20
4		4	5	3	4	4	20
		11	9	4	10	6	40

Tal como com o Sam, nas sessões em que a Cher mostrava preferência por um lado, os treinadores insistiam no lado oposto, colocando aí a placa correspondente à escolha correcta. Como se pode verificar na tabela seguinte, na segunda sessão os treinadores insistiram no lado esquerdo, enquanto na primeira e na quarta insistiram mais no lado direito. Não foi efectuado um teste estatístico para cada sessão individualmente devido aos baixos valores de *n*. (Ver Tabela XI)

Tab. XI Quadro com a indicação do lado em que se encontrava a placa correcta, para as três sessões.

		lado das placas (p/a ser correcto)					
		Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	Sessão 5	totais
lado							
esq.		3	8	1	3	4	19
dto		8	1	3	7	2	21
		11	9	4	10	6	40

ARGOLAS

Relativamente às sessões de testes com as argolas, o Sam fez 19 *trials* no total, tendo trazido o número certo de argolas apenas por 4 vezes, uma diferença considerada significativa (ADERSIM, $\chi^2=6.368$, g.l. = 1, $p= 0.029$).

Quando a distribuição foi aleatória os dois animais acertaram 2 vezes cada no número de argolas pedido. O Sam, no total das sete vezes foi buscar em cinco *trials* duas argolas. A Cher foi mais irregular, tendo trazido no total de três *trials* uma argola e em dois duas argolas.

Excluindo os *trials* em que as argolas estavam ao acaso, nos restantes doze o Sam nunca foi buscar o grupo de argolas que se encontrava do seu lado direito, tendo ido buscar na segunda sessão por cinco vezes (5/6) os dois grupos e no terceiro dia, também por cinco vezes (5/6) o grupo que se encontrava ao seu lado esquerdo. Tal como aconteceu no MTS, tentou-se contrariar as opções do animal, que nunca se dirigia para o grupo da direita, colocando por nove vezes o número correcto de argolas nesse lado (9/12). Além disso, geralmente trazia todas as argolas do grupo que escolhia, mesmo quando se dirigia aos dois conjuntos. As únicas excepções ocorreram em dois *trials*, nas quais deixou ficar uma argola (terão caído?) e num outro, em que trouxe apenas uma argola de cada grupo (Tab. XII e XIII).

Tabelas XII e XIII: Valores observados para o Sam, em cada sessão: na primeira está indicado o número de respostas certas e erradas e na segunda o lado escolhido.

	sessão1	sessão2	sessão3	Totais
certo	1	1	3	5
errado	5	5	4	14
	6	6	7	19

lado	sessão1	sessão2	sessão3	totais
2 grupos	-	5	1	6
Lado esq	-	1	5	6
Lado dto	-	0	0	0
		6	6	12

Nos cinco dias a Cher fez 34 *trials* de testes de argolas. Não se registaram diferenças significativas entre o número de vezes em que recolheu o conjunto certo de argolas e o número errado (ADERSIM, $\chi^2=0.117$, g.l. = 1, $p= 0.868$) (Tab. XIV).

Excluindo os seis *trials* em que as argolas foram atiradas ao acaso, nas três primeiras sessões a Cher nunca tentou apanhar as argolas pertencentes aos dois grupos tendo escolhido apenas um deles (Tab. XV).

Tal como o Sam, tentou sempre trazer todas as argolas do grupo escolhido. Apenas uma vez pareceu ter deliberadamente escolhido uma única argola do grupo, deixando as restantes. No entanto, por quatro vezes terá deixado cair uma argola tendo trazido todas as outras do(s) grupo(s).

Tabelas XIV e XV: Valores observados para a Cher, em cada sessão: na primeira está indicado o número de respostas certas e erradas e na segunda o lado escolhido.

	sessão1	sessão2	sessão3	sessão4	sessão5	totais
certo	3	3	2	5	5	18
errado	5	2	3	1	5	16
	8	5	5	6	10	34

	escolha (grupo)					
lado	sessão1	sessão2	sessão3	sessão4	sessão5	totais
2 grupos	0	0	0	1	3	4
lado esq	2	1	3	1	5	12
lado dto	4	3	1	2	2	12
	6	4	4	4	10	28

Como durante as sessões a Cher não demonstrou uma preferência clara por um dos lados, ao contrário do Sam, não ocorreram diferenças entre o lado esquerdo ou direito onde era colocado o número correcto de argolas (13 *vs* 14).

Quando voltaram com as argolas para junto do treinador os animais tocaram sempre com o rostro no Enter, com excepção do Sam que não o fez uma vez.

C. DISCUSSÃO

Devido à necessidade de iniciar as sessões de testes numa altura em que os animais ainda não tinham um desempenho elevado, não eram esperados resultados positivos nestas sessões.

No entanto, é possível verificar através das respostas observadas, o modo como os sujeitos interpretaram os sinais das placas. Podem ainda ser adiantadas várias razões que ajudam a explicar os resultados obtidos, assim como o motivo por que os treinos não terão avançado mais depressa e com melhores resultados.

No MTS, o Sam indicou sempre o seu lado esquerdo, independentemente da amostra e da placa que se encontrava desse lado. Por outro lado a Cher não mostrou preferência por um dos lados, escolhendo qualquer um deles ao acaso. No entanto, comparando entre sessões, ela parece ter adoptado uma estratégia, indicando normalmente um dos lados

Relativamente às argolas, o Sam também mostrou preferência por um dos lados, quando não se dirigiu aos dois grupos. A Cher dirigia-se de forma aleatória a qualquer um dos lados. Só na quinta sessão, se dirigiu aos dois grupos por mais de uma vez. Em ambos, o número de respostas correctas foi consequência do acaso.

Durante o treino das argolas no Delfinário foram cometidos vários erros. Enquanto o animal permanecia com o treinador, junto à borda da piscina, as argolas eram atiradas para dentro de água com o golfinho de costas para elas. Após o treinador virar a placa, ele dirigia-se imediatamente na direcção de um dos grupos. Sendo assim, os animais não tinham maneira de saber previamente quantas argolas se encontravam em cada um dos grupos, a não ser que ouvissem as argolas a cair uma a uma e as contassem tendo em atenção a direcção do som, o que é extremamente improvável, para não dizer impossível. Se o golfinho tivesse podido observar os dois grupos antes de se aproximar e escolher um deles, poder-se-ia esperar que ficasse com alguma percepção da quantidade de argolas presentes na água. No entanto, mesmo esta hipótese seria extremamente complicada, porque dentro de cada grupo as argolas encontravam-se todas juntas, tornando muito difícil a sua distinção.

Perante isto, o animal apenas podia escolher qual dos grupos apanhar, esquerda, direita, ou ambos. Durante os treinos, os golfinhos tiveram a possibilidade de escolher todas estas alternativas, mas nenhuma delas era garantia de resposta correcta em 100% dos *trials*. O animal ou tinha a sorte de se dirigir ao grupo correcto, ou falhava no treino. Por isso, continuaram a responder ao acaso sem conseguirem criar uma regra ou adquirir o conceito geral que permitiria responder correctamente a todas as situações.

Por outro lado, o treino do 2 foi interrompido quando ainda não tínhamos resultados consistentes. Um conjunto de duas argolas dentro de água, em termos de espaço ocupado, é muito mais pequeno que outro conjunto de cinco ou quatro. Talvez tivesse sido possível chegar a um ponto em que os animais conseguissem discriminar entre dois grupos (2 vs 4 e 2 vs 5 argolas dentro de água) e aprender a trazer o grupo com menos argolas. Isso não implicaria que os animais tivessem “aprendido” a contar, mas que apresentam uma noção de quantidade. Relativamente à situação de discriminação de um grupo de 2 argolas de outro grupo de 3, não se esperariam resultados muito consistentes.

Ao contrário do treino das argolas, com o MTS não são imediatas as razões que explicam por que é que os animais não conseguiram ter um bom desempenho.

Uma grande parte dos trabalhos de cognição em golfinhos são efectuados recorrendo ao MTS e suas variantes (DMTS, entre outros), com resultados positivos. Esperava-se que os animais discriminassem com alguma facilidade os dois sinais representados nas placas. No entanto, isso não aconteceu, como se pôde verificar analisando os resultados das sessões de testes.

Trabalhos efectuados em MTS entre objectos planos (unidimensionais) mostraram que os animais são capazes de os distinguir (Forestell & Herman, 1988 *in* Mercado *et al.*, 2000; Hunter, 1988 *in* Mercado *et al.*, 2000; Mercado *et al.*, 2000). No entanto, no caso de Mercado *et al.* (2000), as formas planas não estavam representadas em nenhum fundo, ao contrário do sucedido neste trabalho, em que a forma a discriminar se encontrava desenhada em placas de tamanho idêntico. O contraste preto-branco não foi suficiente para que ocorresse diferenciação.

Ao contrário da informação acústica, que pode ser facilmente processada e manipulada pelo golfinho-roaz, estão referidos vários constrangimentos à aprendizagem quando a informação visual é representada por formas estáticas, bidimensionais ou por simples níveis de brilho (Herman, 1980; Herman, 1991). Nestes estudos apesar do processo de aprendizagem ter sido possível, evoluiu muito lentamente. Um bom desempenho só ocorreu quando a cada objecto foi associado um som, que funcionou como nome acústico, permitindo o processamento da tarefa através dos centros auditivos (Herman, 1991). Outros investigadores encontraram dificuldades semelhantes com o uso de materiais visuais e encontraram muito pouca, ou nenhuma, generalização a novos problemas do mesmo tipo (Chun, 1978 *in* Herman, 1991).

Como o objectivo de discriminar quais as variáveis que condicionam a aprendizagem com amostras bidimensionais, Herman (1991) repetiu as experiências que tinham tido poucos resultados, e mostrou que desde que os objectos fossem segurados no ar, de modo a que o fundo fosse o céu, o emparelhamento era bem sucedido. No entanto, se colocavam a figura contra o seu próprio fundo, consistindo num quadrado branco que contrastava com a figura preta, o desempenho descia a níveis

considerados ao acaso. Estes sinais são semelhantes àqueles utilizados neste trabalho. Aparentemente o golfinho percepção a figura e o seu fundo, como uma única estrutura, e respondia ao conjunto em vez de o fazer apenas em relação à figura preta. A solução encontrada foi colocar todas as figuras num único fundo grande comum. Dessa maneira, o desempenho melhorou e o animal foi capaz de emparelhar formas geométricas e abstractas com facilidade (Herman, 1991).

Relativamente a este trabalho, idealmente os animais deveriam ter sido treinados com objectos tridimensionais no MTS e só quando a “lógica” de funcionamento desse tipo treino tivesse sido aprendida pelos animais, as amostras poderiam ser generalizadas a outro tipo de objectos, incluindo superfícies planas ligeiramente modificadas, tendo em conta as recomendações de Herman (1991).

A distância ideal do golfinho ao objecto ainda não se encontra padronizada. Pack & Herman, (1995) referiram que o objecto era apresentado pelo assistente, com os braços esticados, e a base do objecto a uma distância de 30 cm acima da superfície da água. Xitco & Roitblat (1996) indicaram que os animais puderam inspeccionar o objecto de uma distância de menos de um metro.

Considerando que as razões apresentadas anteriormente foram, sem dúvida, as principais por detrás da ausência de resultados nas sessões de testes das argolas e no MTS, outros factores poderão ser avançados, apesar da sua influência ser muito menor.

Durante os treinos, nalgumas sessões, o Sam e a Cher eram separados na piscina onde seriam efectuados os treinos, permanecendo afastados do resto dos animais. Nessas ocasiões, mostravam-se mais agitados, principalmente quando por algum motivo os outros golfinhos interagiam socialmente, sendo mais difícil motivá-los a executar as tarefas. Se, por outro lado, os outros animais se encontravam presentes na piscina, por vezes interferiam no treino e tentavam apanhar as argolas, atrasando as sessões de treinos.

Foram seis os treinadores que participaram nesta fase do trabalho, devido às folgas, férias e outras situações que impossibilitaram a presença dos treinadores habituais. As diferenças entre os humanos criou situações em que os animais, de um dia para o outro, eram treinados de maneira ligeiramente diferente.

Durante os treinos das argolas, por vezes os animais (especialmente a Cher) partiam sem que aquelas estivessem todas na água. Algumas sessões foram completamente nulas devido a este comportamento. Noutras situações, o animal partia antes do treinador ter virado completamente a placa, sem olhar para o estímulo. Tentou-se corrigir essa situação iniciando o treino do MTS, que obrigaria os animais a prestar atenção às placas.

Se os animais conseguiram estabelecer uma relação entre o sinal e a quantidade durante o treino do 2, tudo o que tinha sido aprendido até então foi posto em causa quando o treino do 4 começou, dado que um comportamento que recompensava no treino do 2, já não o fazia com o outro número. Além

disso, o treino do 4 foi iniciado ao mesmo tempo que o MTS. Os animais depararam com dois treinos novos com os quais tiveram de lidar ao mesmo tempo e consecutivamente (um era treinado a seguir ao outro, na mesma sessão).

Outra questão que surgiu durante os treinos foi qual deveria ser a posição do treinador durante o MTS: sentado ou de pé. Quando o treinador se encontrava sentado na borda da piscina, a primeira placa (a amostra) era apresentada centrada relativamente ao animal, enquanto a outra ficava atrás de si. Depois, com os dois braços atrás das costas, o treinador podia trocar a ordem das placas sem dificuldade. Uma das desvantagens é que as placas eram mostradas muito próximas do golfinho, o que influenciava a processamento visual do sinal desenhado. Por outro lado, esse problema de focagem poderia ser melhorado se o treinador estivesse de pé. Nesta situação, as placas ficam mais afastadas do animal, mas devido ao seu peso e à falta de apoio, o treinador não consegue trocar a sua posição relativa. Por outras palavras, se a amostra for apresentada com a mão direita, quando é mostrado o par ela permanece na mesma mão. Desse modo, o golfinho é levado a escolher a placa que está na mão que mostrou a primeira placa. A pista que fornece a resposta correcta ao MTS é a mão que tem a amostra.

Quando o treino do 4 foi iniciado, o MTS foi treinado muitas mais vezes que as argolas. Era essencial que o animal conseguisse discriminar as placas, porque só assim poderia associar que se tratavam de dois estímulos para dois comportamentos diferentes.

Além disso, a partir do dia em que se iniciou o treino do segundo número, só foram feitas três sessões de treino com o 2, até às sessões de teste.

Os animais foram testados para ambos os números na mesma sessão, enquanto que nas sessões de treinos foram sempre treinados em dias diferentes.

Tanto no treino das argolas como no do MTS, as mesmas placas eram mostradas aos animais e esperava-se que tivessem comportamentos diferentes: no MTS era apresentada a amostra e tinham de permanecer no mesmo local; durante os outros treinos tinham de olhar para a placa e ir buscar as argolas dentro de água. Essa situação deveria ter sido evitada, apesar do engano por parte do animal não ter sido muito frequente. Os animais ouviam as argolas a cair dentro de água e associaram esse estímulo acústico ao treino das argolas, indo buscá-las.

Devido à sua idade avançada o Sam (e provavelmente a Cher) poderá ter alguns problemas de visão que o impediriam de distinguir os sinais nas placas e levando-o a ter alguma dificuldade nestes novos treinos. Além disso, a época do ano e o local onde os treinos foram efectuados, em pleno Verão no Algarve, são sinónimos de muita luminosidade e sol. Apesar dos cuidados tidos em evitar que o sol incidisse directamente nos olhos dos animais quando lhes eram mostradas as placas, a formação de imagens focadas dos objectos fora de água, pode ter sido afectada.

Por outro lado, a gravidez da Cher pode ter afectado a sua capacidade de concentração e provocar-lhe episódios de mal-estar que explicariam o menor grau de motivação apresentado nalguns treinos.

Também é importante ter em conta que estes animais nunca efectuaram nenhum treino em que o sinal lhes fosse apresentado em forma de placas. A comunicação com os treinadores é sempre efectuada através de sinais gestuais.

Exigiu-se desses animais uma grande atenção aos estímulos visuais apresentados, quando nesta espécie a visão não é o sentido preponderante.

Paradoxalmente, todos os sinais efectuados pelos treinadores são visuais e muito mais complexos que aqueles que podem ser encontrados nas placas e que tanta dificuldade trouxeram aos golfinhos. No entanto, os gestos transmitem informação, como um padrão visual que se manifesta ao longo do tempo (Herman, 1991), ou seja, o golfinho não deverá ser considerado um especialista acústico mas um especialista no processamento temporal de acontecimentos estruturados, independentemente do seu modo de chegada (visual ou acústico). Os sons são estruturas temporais assim como os gestos apreendidos pela visão. O mundo sub-aquático do golfinho, e de muitos outros vertebrados marinhos, é mais um mundo de apreensão de movimento do que de formas (Herman, 1991).

Uma estratégia que os animais poderiam ter adoptado durante o MTS, era a estratégia do “ganha-fica, perde-muda” (*win-stay, lose-shift*). Ou seja, se o lado que indicaram não era o correcto, no *trial* seguinte escolheriam o outro. Aparentemente o Sam e a Cher não aprenderam a aplicar esta técnica, que teria tido algum sucesso, dado que, quando erravam, os treinadores na vez seguinte repetiam a posição das placas até o animal acertar. Durante as sessões de treino e mais tarde nas de testes, os dois animais, mas principalmente o Sam, indicaram sistematicamente o mesmo lado numa proporção muito elevada. As motivações por detrás desse comportamento poderão residir na retenção em memória que a escolha daquele lado já foi recompensado.

Outros exemplos de formação de diferentes tipos de regras de generalização pelos golfinhos: regra da imitação vocal (Richards *et al.*, 1984), generalização da regra da mímica motora (Xitco, 1988, *in* Herman, 1994) e de várias regras de sinais gestuais (Herman, 1984).

Outra variável a considerar diz respeito ao tempo que o animal teve para observar a primeira placa antes de ser apresentado o par. Num trabalho feito com orcas, Lacinak & McHugh (1990) indicam como tempo de apresentação da placa em frente do animal 5 segundos. No entanto recorreram à técnica do UDMTS (*Undelayed Matching-to-sample*). Após os 5 s apontavam imediatamente para os objectos a comparar e a orca nadava até lá. Estudos feitos com pombos mostraram que a duração do olhar é potencialmente importante porque com durações maiores aumentava a acuidade da escolha, mostrando que os animais conseguiam obter informação adicional sobre a identidade de um estímulo após observação prolongada desse estímulo (Roitblat *et al.*, 1990).

III. LAGOA AZUL – FASE II

A. MATERIAL E MÉTODOS

1. ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa Azul consiste numa única área dividida em 4 piscinas, duas maiores e duas mais pequenas ao centro, delimitadas por redes, possibilitando que os animais se vejam e ouçam qualquer que seja a piscina onde se encontrem. O sistema de comunicação entre as quatro áreas, através de comportas, permite que os golfinhos possam circular entre as 4 piscinas ou ser separados uns dos outros quando necessário. A profundidade varia entre os 40 cm e os 5.5 m, numa área total de 1 000 m² e um volume de 3 000 m³. Os treinos foram realizados sempre no mesmo local, devido à impossibilidade estar constantemente a deslocar o material de um lado para o outro (Fig.12).

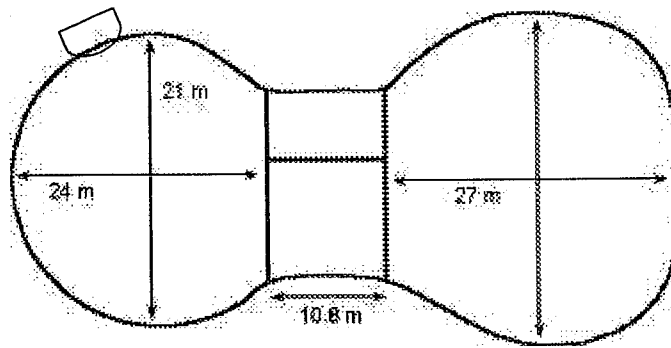


Fig.12 Diagrama das piscinas da Lagoa Azul. No canto superior esquerdo está representado o local onde foram realizados os treinos.

2. ANIMAIS UTILIZADOS

Na Lagoa Azul encontram-se sete golfinhos, todos jovens imaturos, que participam num programa de interação com o público. Quatro deles chegaram ao Zoomarine, vindos de Cuba, a 19 de Dezembro de 1999. São eles a Hipólita, Hugo, Harpo e Hamlet. Os dois primeiros têm uma idade aproximada de 6 anos e os dois últimos 8 anos. Não se conhecem quaisquer relações familiares entre eles. Os outros três são irmãos e vieram de um Parque Aquático da Bélgica, encontrando-se no Zoomarine desde 3 de Janeiro de 2001. São eles a Luna (n. 1996), o Marko (n. 1998) e o Gorky (n. 1993).

Foram cedidos para realizar este trabalho o Hugo e a Hipólita, que nunca tinham efectuado qualquer treino deste tipo (Fig. 13 e 14).

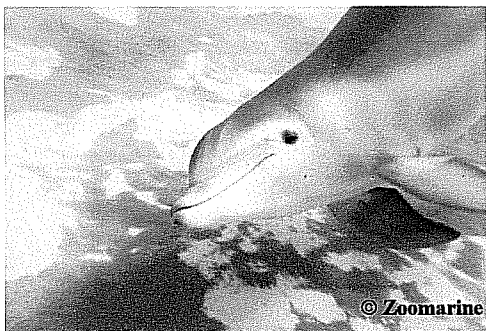


Fig. 13 e 14: Fotografias dos dois animais utilizados neste trabalho: respectivamente a Hipólita e o Hugo.

3. DESIGN EXPERIMENTAL

Os sons utilizados nesta fase do trabalho foram gerados no software Cool Edit 2000[®] e reproduzidos por um computador portátil Toshiba 4300, ligado a um amplificador Stereo Pioneer modelo A-202, por sua vez ligado a uma coluna². Os sons emitidos, tinham uma frequência pura de 800 Hz, *i.e.* perfeitamente audíveis aos humanos e aos golfinhos.

O som correspondente ao número 1 apresenta uma duração de 0.9 s, enquanto o do número 2 consiste em duas pulsações com a mesma duração (0.3 s) e um intervalo de 0.3 s entre elas (0.9 s, no total). Não foi medida a intensidade sonora à saída da coluna, nem as interferências do sistema de transmissão na frequência emitida. No entanto, as alterações resultantes do sistema serão as mesmas nos dois sinais sonoros não afectando a única característica que os diferencia, a duração.

A intensidade padrão do barulho ambiente, devido às bombas das piscinas, obras, e outros ruídos de fundo, não foi medida, apesar de por vezes estarem a decorrer shows no Parque durante os treinos. No entanto, os animais encontravam-se junto à coluna enquanto os sons eram emitidos, com o volume alto e bastante superior ao barulho ambiente.

O material tinha de ser guardado e protegido no final de cada dia e isso implicava alterações na sua disposição e alterações no volume. Além disso, principalmente durante as primeiras semanas, ocorreram uma série de problemas que obrigaram a efectuar alterações no sistema de transmissão, com substituição das colunas e do aparelho emissor de som, que inicialmente era um *discman* e só mais tarde o computador portátil. Além disso, em dias de muito vento ou de maior movimentação de máquinas junto à piscina era necessário aumentar o volume.

Não foram utilizadas as mesmas argolas do Delfinário, dado que os animais por serem mais novos apresentam um rosto mais pequeno e teriam mais dificuldade em transportar as argolas, devido ao seu

² A coluna utilizada neste trabalho foi construída no Zoomarine, não tendo sido possível desmontá-la para verificar os seus dados.

tamanho e peso. Foram então feitas quatro argolas mais pequenas, a partir de tubos de PVC, envolto em fita adesiva azul, com diâmetros entre os 13.5 e os 14.5 cm (Fig. 15).

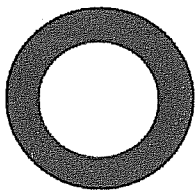


Fig.15 Esquema de uma argola utilizada nos treinos da Lagoa Azul

4. PERÍODO DE ESTUDO

O primeiro treino decorreu no dia 8 de Dezembro de 2001 e o último a 17 de Fevereiro de 2002. Foram efectuados treinos todos os dias, com excepção das segundas, o dia livre, e terças feiras devido à folga dos principais treinadores envolvidos no trabalho. Também não foi possível efectuar treinos nos dias 4 e 24 de Janeiro e 6 e 20 de Fevereiro. As sessões de testes decorreram de 21 Fevereiro a 1 de Março, com excepção dos dias 25 e 26 (segunda e terça feira).

Estava prevista a realização de dois a três treinos por dia, dependendo da disponibilidade dos treinadores e dos animais. No gráfico seguinte apresenta-se o número de sessões diárias de treino, ao longo dos três meses.

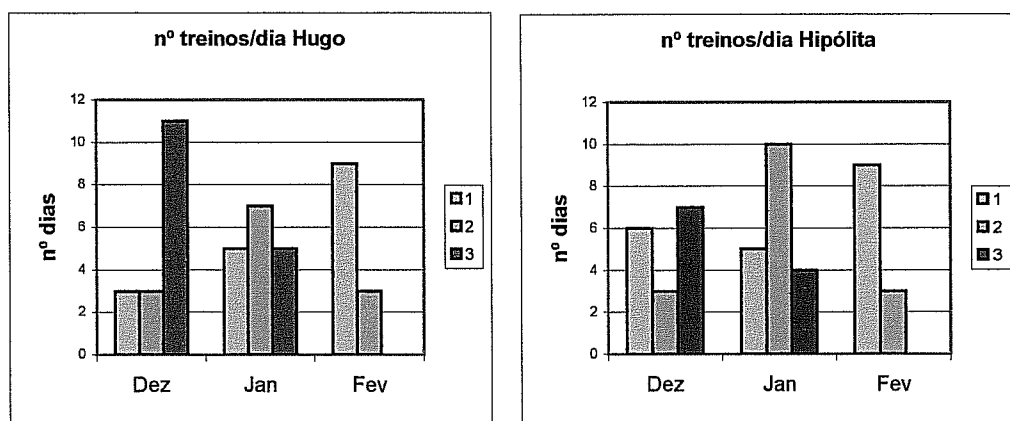


Fig.16 e 17 Gráficos com indicação do número de sessões (1, 2 ou 3) realizadas por dia na Lagoa Azul, pelo Hugo e pela Hipólita, ao longo dos três meses.

Em Fevereiro nunca foram efectuados três treinos por dia. De um modo geral, os animais faziam os treinos um de cada vez, um a seguir ao outro.

Por vezes, nalgumas sessões um dos animais não podia efectuar o treino. No conjunto dos três meses em 17 sessões (16.8%) apenas fez o Hugo e em 11 só a Hipólita (10.9%).

5. SESSÕES DE TREINO

Os resultados obtidos durante a primeira fase não permitiram tirar qualquer conclusão relativamente à capacidade dos golfinhos-roazes discriminarem numerosidades. De facto, as capacidades de discriminação visual das placas pelos golfinhos levantaram algumas dúvidas, não se sabendo até que ponto eles conseguiram distinguir as formas geométricas nelas representadas.

Por outro lado, a utilização de sons como estímulos em trabalhos de cognição efectuados com golfinhos, tem sido caracterizado por uma aprendizagem rápida e, aparentemente, com pouco esforço por parte do animal, mesmo quando a diferença entre os sons é pequena e de curta duração (Herman, 1980).

Desse modo, planeou-se uma segunda fase, com outros animais e noutra área, utilizando estímulos acústicos. Foram gerados em computador dois sons distinguíveis entre si, com a mesma duração total (0.9 s) e a mesma frequência (800 Hz), audível aos animais e humanos.

Esta segunda fase do trabalho estava à partida condicionada pelo factor tempo. Os treinos teriam uma duração máxima de três meses (Dezembro a Fevereiro de 2002), nos quais a última semana seria para efectuar as sessões de testes. Por esse motivo, assim como pela aparente facilidade dos animais em distinguir os sinais acústicos, relativamente à primeira campanha não foi efectuado um *Matching-to-sample* para o som, tendo sido iniciado de imediato o treino com as argolas.

Os números escolhidos nesta fase foram o 1 e o 2. Partiu-se do princípio que seria mais simples treinar o animal começando pela unidade e daí avançar para outros números. Foi também decidido não efectuar saltos entre quantidades e treinar de seguida o 2.

Uma sessão normal de treinos decorria do seguinte modo: os animais eram mantidos na mesma posição com o auxílio do *target* (tubo de plástico, de aproximadamente 1 metro, com uma borracha laranja na extremidade na qual os golfinhos encostavam o rostro), sempre no mesmo local da piscina, a menos de 1m da coluna e com a cabeça fora de água. De seguida, as argolas eram atiradas para a piscina por outro treinador, que geralmente se encontrava do lado esquerdo do golfinho. Por vezes, nalgumas sessões, aquele deslocava-se para outro local à direita, de modo a provocar alguma variação no percurso que o animal fazia para ir buscar as argolas.

Após indicação do treinador o som era emitido, quando o golfinho estivesse na posição correcta. O *target* era então afastado e ele ia buscar a(s) argola(s) trazendo-a(s) depois até ao treinador que estava com ele inicialmente. O *target* só era retirado depois do som ser emitido e se o animal partisse cedo demais não era recompensado. Este foi sempre um ponto muito importante durante os treinos, porque o golfinho tinha de ouvir os sinais até ao fim, para poder avaliar a diferença entre os dois.

No primeiro dia de treino pretendeu-se apenas habituar os animais às argolas e treiná-los a transportá-las no rostro. No dia seguinte iniciou-se o treino do número 1, com apenas uma argola

dentro de água. O principal objectivo nesta fase era levar os animais a associar o som a um sinal para irem buscar a argola. Por isso, depois do som ser emitido batia-se com um segundo *target* junto da argola para o atrair àquele local. Outro processo utilizado foi atirar com um ou dois cubos de gelo para próximo da(s) argola(s). A partir do momento em que eliminando estas pistas os golfinhos iam imediatamente buscar as argolas, deixou de ser necessário recorrer a elas para atrair o animal.

De 14 a 19 de Dezembro atiraram-se para dentro de água duas argolas. A partir do dia 19 começou-se a atirar um número variável de argolas, até 4, ao critério dos treinadores.

Por apresentar uma média de respostas correctas por sessão considerada satisfatória, no dia 22 de Dezembro o Hugo iniciou o treino do 2. A Hipólita iniciou a 26. Até essa altura cada um deles tinha efectuado 26 e 22 sessões com o 1, respectivamente.

Para evitar que ocorresse uma interpretação do sinal emitido como sinónimo de recolha de todas as argolas que estavam dentro de água, desde o início do treino do 2 que o número de argolas presentes na piscina variou até 4. De um modo geral, os dois números eram treinados na mesma sessão. Para ajudar os animais a distinguir as duas situações, a posição das argolas na água era facilitada.

Quando se iniciou o treino do 2 quebrou-se o padrão de reforço dos animais, que só eram recompensados quando traziam duas argolas. Foi necessário fornecer uma pista que os levasse a associar o sinal emitido a duas argolas. Por outras palavras, para que o Hugo e a Hipólita comesçassem a trazer duas argolas, e não apenas uma como até então, o treinador nas primeiras sessões, bateu com o *target* na água junto à segunda argola, de modo a chamá-lo.

No início de Janeiro verificou-se que, tal como já tinha acontecido no Delfinário, o número de argolas que os animais traziam era influenciado pela posição relativa delas na água e em relação aos golfinhos. Se estavam juntas era maior a probabilidade de trazer todas, se por outro lado estivessem afastadas umas das outras e dele, traziam geralmente a primeira que encontravam.

Por essa razão, a partir de Janeiro foi tido em atenção o modo como as argolas eram colocadas dentro de água, para tentar corrigir os animais. Ao mesmo tempo, era necessário levá-los a estabelecer uma relação entre os sons emitidos e o número de argolas que tinham de trazer.

A solução encontrada consistiu em corrigir os sujeitos, possibilitando a ocorrência de uma resposta correcta. Assim, nos *trials* do número 1 as argolas eram colocadas paralelamente à borda da piscina, e com o 2 ficavam de forma perpendicular (Fig. 18 e 19). O objectivo era ir aproximando as duas posições, deslocando as argolas ao longo de *trial* para *trial* mantendo um desempenho positivo nos treinos.

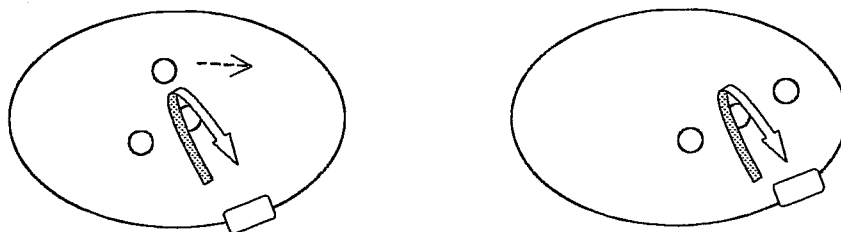


Fig. 18 e 19: Diagrama esquemático da posição das argolas na água durante os treinos do 2 e do 1, respectivamente. A seta mais carregada representa a deslocação do animal. A seta ponteadada representa o movimento da argola ao longo dos treinos. O número de argolas na água podia variar entre 2 e 4.

Era importante ter em conta que as deslocações dos animais na água afastavam as argolas das posições em que tinham sido colocadas.

As sessões de treino iniciaram-se no dia 8 de Dezembro até 17 de Fevereiro. Na Tabela (Tab. XVI) seguinte estão representados os valores totais de *trials*, sessões e dias de treino para os dois animais, ao longo dos três meses.

Tab. XVI Quadro com valores, para o Hugo e para a Hipólita relativos aos dias, sessões e *trials*. Cada dia poderia ter mais do que uma sessão de treino e em cada sessão eram efectuados vários *trials*.

	Hugo		Hipólita	
	1	2	1	2
Dias	34	32	37	33
Sessões	69	49	70	49
<i>Trials</i>	310	308	291	305

Cada sessão poderia ter um número variável de *trials* consoante a comida disponível e o desempenho dos animais.

Todas as sessões de treino foram filmadas, com uma máquina cedida pelo Zoomarine. Desse modo, foi possível rever todos os treinos e tomar nota de tudo o que de relevante aconteceu, para corrigir os erros efectuados.

6. SESSÕES DE TESTES

Durante as sessões de testes foram controladas todas as variáveis susceptíveis de afectar as respostas dos animais.

Relativamente à posição das argolas na água, depois de se ter verificado durante os treinos que esta era a pista que os animais seguiam para tentar suceder na tarefa, optou-se por homogeneizar a sua posição, sem favorecer nenhum dos números (Fig. 20). Além disso, encontravam-se sempre 4 argolas dentro de água.

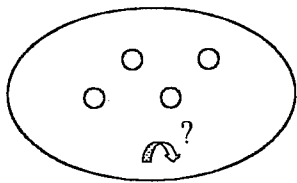


Fig. 20: Diagrama com a posição das argolas durante as sessões de testes.

Tentou-se que as argolas atiradas ficassem igualmente posicionadas e à mesma distância umas das outras, assim como em relação ao animal, que deveria ficar numa posição central.

Durante as sessões de testes, o número de *trials* era limitado a cinco por sessão. Os dois números foram testados o mesmo número de vezes (30 cada). Criou-se uma tabela no programa Excell[®] em que a sequência dos dois números era pseudo-aleatória, isto é, sem um padrão definido. Apenas foram retiradas as sequências que corresponderiam a blocos de cinco *trials* iguais (*i.e.* 1,1,1,1,1 ou 2,2,2,2,2), sendo permitidos todos os outros.

Nenhum dos treinadores sabia qual o número a ser testado, apenas quem estava responsável pela emissão do som. Não tendo acesso a essa informação, os treinadores, mesmo que inconscientemente, não poderiam colocar as argolas numa posição que induzisse a resposta correcta.

Os dois animais eram testados todos os dias, em duas sessões diárias aproximadamente sempre à mesma hora, alternando a sua ordem de sessão para sessão. As sequências de números nunca eram as mesmas entre as sessões, para que os treinadores não pudessem memorizar a ordem dos números a ser testados e não serem influenciados no modo como atiravam as argolas.

Considerou-se como resposta do animal o número de argolas entregue ao treinador, mesmo que durante o percurso tocasse noutras argolas.

As sessões de testes foram filmadas, de modo a registar todos os comportamentos observados.

Tal como no Delfinário, todas as pessoas presentes usaram óculos escuros, de modo a não fornecer pistas visuais aos animais, através da direcção do olhar ou de expressões faciais. Além disso, foram sempre os mesmos três treinadores a efectuar os testes.

As sessões decorreram de 21 de Fevereiro a 1 de Março. No dia 22, devido a um problema técnico com o sistema de emissão apenas houve sessão de testes de manhã. A sessão da tarde foi depois efectuada no dia 1 de Março. No dia 28 de Fevereiro de manhã só fez o Hugo. A Hipólita compensou essa sessão no dia 1.

As sessões da manhã decorreram geralmente entre o meio dia e a uma da tarde, e as da tarde entre as 16 e as 17, tendo durado aproximadamente 10 minutos cada uma.

7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

De modo a verificar a existência de diferenças significativas entre os dois sons emitidos, foi efectuado um teste de independência por simulação ACTUS. Se os animais sucederam na tarefa seriam detectadas diferenças entre os dois sons no número de argolas trazidas.

De seguida testou-se, recorrendo ao ADERSIM, a existência de diferenças significativas entre o número de argolas recolhidas pelos animais (1, 2, 3 ou 4), independentemente do som emitido.

Para testar se existe uma tendência para a ocorrência de diferenças significativas entre as 12 sessões, no número de argolas recolhido pelo Hugo e pela Hipólita, foi efectuado um teste de Kruskal-Wallis.

O teste de Kruskal-Wallis também foi utilizado para verificar a existência de diferenças nas respostas dos animais de dia para dia, sabendo que houve um intervalo de dois dias, em que não foi efectuada nenhuma sessão. Este teste, não paramétrico, permite determinar se três, ou mais, amostras são significativamente diferentes (Lehner, 1996).

Quando o teste de Kruskal-Wallis acusava a existência de diferenças entre as amostras, fez-se o teste de comparações múltiplas de Dunn, que indica entre que pares de amostras ocorrem as diferenças (Zar, 1984).

Foi de seguida efectuado um teste de Mann-Whitney, para avaliar a existência do efeito do período do dia em que os testes eram efectuados, de manhã e à tarde, no número de argolas trazidas pelo animal. Este teste, o equivalente não paramétrico do teste t de Student, é utilizado para testar a existência de diferenças significativas entre as medianas de duas amostras.

Para verificar se o facto de fazer a sessão em primeiro ou segundo lugar afectava o desempenho dos golfinhos, foi feito o teste de Mann-Whitney para testar a existência de diferenças significativas entre as duas situações.

Em todos os testes efectuados ao efeito da ordem, considerou-se que o Hugo no dia 28 de Fevereiro e a Hipólita a 1 de Março efectuaram os treinos em primeiro lugar. Na realidade, nestes dois dias só um deles é que fez a sessão. Desse modo, o n não sofreu uma redução, e o teste não perdeu a robustez.

Mais importante que o número de argolas trazidas pelo animal, é verificar se esse número correspondia ao sinal emitido. Nesse sentido, efectuou-se uma estatística de simulação, pelo programa ADERSIM, para testar a diferença entre o número total de respostas certas e erradas, no total das sessões.

Foi também avaliada a existência de diferenças significativas entre o número de respostas correctas e erradas, para as variáveis independentes dia, ordem e hora.

Para verificar a existência de diferenças na ordem em que os animais foram testados foi investigada a existência de diferenças significativas entre o tipo de respostas obtidas de manhã e à tarde, recorrendo ao ACTUS.

Este mesmo teste foi utilizado para verificar se havia diferenças no que diz respeito à hora em que foram realizados os testes.

B. RESULTADOS

Apresentam-se de seguida as Tabelas (Tab. XVII e XVIII) com o número de argolas recolhidas por ambos os animais (1, 2, 3 ou 4) consoante o som emitido (1 ou 2).

Tabela XVII: Quadro com o número de argolas recolhidas pelo Hugo em função do som emitido

Som/argolas	1	2	3	4	totais
1	16	12	1	0	29
2	11	16	3	1	31
	27	28	4	1	60

Tabela XVIII: Quadro com o número de argolas recolhidas pela Hipólita em função do som emitido

Som/argolas	1	2	3	4	totais
1	6	18	3	3	30
2	3	14	11	2	30
	9	32	14	5	60

Analisando as respostas do Hugo não se verificaram diferenças significativas entre o som do 1 e do 2 (ACTUS, $\chi^2=3.435$, g.l. =3, $p= 0.288$), ou seja, o número de argolas recolhidas é independente do som emitido.

Este resultado permitiu considerar os dois sons em simultâneo e efectuar um teste às diferenças entre o número de argolas recolhidas. Foram detectadas diferenças significativas no número de argolas recolhidas pelo Hugo (ADERSIM, $\chi^2=42$, g.l. =3, $p= 0.000$), que apanhou 1 e 2 argolas com um valor superior ao esperado ($p<0.01$) e 3 e 4 inferior ao esperado ($p<0.001$) (Tab. XIX).

Tabela XIX: Número de argolas recolhidas pelo Hugo independentemente do som emitido. *Output* do programa ADERSIM para estes dados. Indicam-se para cada classe, quantas vezes em 1000 o valor simulado para a classe foi \geq que o valor observado, coluna da esquerda ou \leq coluna da direita.

	1	2	3	4
1+2	27	28	4	1
classe 1	2	999		
classe 2	0	1000		
classe 3	1000	1		
classe 4	1000	0		

No caso da Hipólita, também o número de argolas recolhidas é independente do som emitido (ACTUS, $\chi^2=6.271$, g.l. =3, $p= 0.104$). No entanto, o ACTUS encontrou uma tendência ($0.06 < p < 0.08$) relativamente à classe correspondente a 3 argolas, em que o número de argolas recolhidas quando o som emitido era o 1 tem tendência a ser relativamente mais baixo ($p=0.068$). (Ver Tab. XX).

Tabela XX : Resultados do ACTUS para a Hipólita. Para a primeira tabela cada célula apresenta o número de vezes em mil que o valor simulado dessa célula não excedeu o valor observado respectivo. Os valores baixos são significâncias unicaudais.

Na segunda tabela, indica-se o número de vezes em mil que o valor observado dessa célula não excedeu o valor simulado respectivo. Os valores baixos são significâncias unicaudais.

Small values

	1	2	3	4
1	821	802	68	766
2	355	337	960	509

Large values

	1	2	3	4
1	322	309	976	456
2	822	767	87	746

Considerando os dois sons simultaneamente, verifica-se que a Hipólita mostrou diferenças significativas (ADERSIM, $\chi^2=28.4$, g.l. =3, $p= 0.000$) no número de argolas recolhidas. Como se pode verificar no quadro seguinte, a probabilidade dela apanhar 2 argolas foi superior à probabilidade de recolher qualquer outro número de argolas. Chama-se a atenção para o facto de ter recolhido apenas uma argola com valores inferiores ao esperado ($p= 0.039$), ou seja, apenas 9 vezes, comparado com as 14 vezes que foi buscar 3 argolas (Tab. XXI).

Tabela XXI: Número de argolas recolhidas pela Hipólita independentemente do som emitido. *Output* do programa ADERSIM para estes dados. Indicam-se para cada classe, quantas vezes em 1000 o valor simulado para a classe foi \geq que o valor observado, coluna da esquerda ou \leq coluna da direita.

	1	2	3	4
1+2	9	32	14	5
classe 1	981	39		
classe 2	0	1000		
classe 3	675	447		
classe 4	1000	0		

Como já foi referido anteriormente, cada golfinho efectuou 12 sessões de testes ao longo dos 7 dias. De modo a verificar a existência de diferenças entre as sessões efectuou-se um teste estatístico de Kruskal-Wallis para os dois animais. O teste não detectou diferenças significativas entre as sessões da Hipólita ($H=18.245$, 11 g.l, $0.05 < p < 0.10$), mas encontrou para o Hugo ($H=29.934$, 11 g.l, $0.001 < p < 0.005$). Foi feito de seguida o teste de Dunn's para verificar quais as sessões que diferiram entre si. As diferenças encontradas foram apenas significativas entre as sessões 1 e 6 ($Q=3.789$, $p < 0.05$).

O Hugo só apanhou as quatro argolas num único *trial*, logo na primeira sessão, em que trouxe ainda por duas vezes três argolas. Na sexta sessão apanhou exclusivamente uma argola, na décima sempre duas. Em 9 das 12 sessões trouxe, pelo menos uma vez, uma argola e em 11 de 12 trouxe pelo menos uma vez duas argolas.

No caso da Hipólita, nas duas primeiras sessões transportou de volta ao treinador sempre duas argolas. Apanhou as quatro argolas por cinco vezes, três das quais na mesma sessão (na sexta). Em 9 de 12 sessões recolheu pelo menos num dos *trials* três argolas e em todas as sessões apanhou pelo menos uma vez duas argolas. De realçar que só em quatro sessões é que trouxe pelo menos num *trial* uma argola.

De modo a testar a ocorrência de diferenças de dia para dia, foi efectuado um teste de Kruskal-Wallis para os dois animais. Em ambos os casos foram detectadas diferenças significativas ($H=24.381$, 6 g.l, $p=0.004$ para o Hugo e $H=15.636$, 6 g.l, $p=0.0159$, na Hipólita). Mais uma vez foi efectuado o teste de Dunn's de modo a descobrir entre que dias ocorriam estas diferenças. No caso do Hugo foram detectadas diferenças significativas entre o quarto e o primeiro dias ($Q=4.475$, $p < 0.05$) e entre o quinto e o primeiro dias ($Q=3.299$, $p < 0.05$). No caso da Hipólita as diferenças encontradas registaram-se entre os sétimo e quarto dias ($Q=3.055$, $p < 0.05$) e o sexto e o quarto dias ($Q=3.130$, $p < 0.05$).

Relativamente à hora em que foram efectuadas as sessões de testes, não foram detectadas diferenças significativas, nem para o Hugo (Mann-Whitney, $U=418$, $p=0.598$, $n_1=30$, $n_2=30$) nem para a Hipólita (Mann-Whitney, $U=384$, $p=0.285$, $n_1=30$, $n_2=30$).

Não foram detectadas diferenças significativas na ordem para a Hipólita (Mann-Whitney, $U=370.5$, $p=0.197$, $n_1=30$, $n_2=30$), mas existem diferenças para o Hugo (Mann-Whitney, $U=316$, $p=0.043$, $n_1=35$, $n_2=25$), que quando efectuou as sessões em segundo lugar, trouxe duas argolas menos vezes do que seria de esperar e nunca recolheu 4 argolas.

Para o Hugo o valor médio de respostas correctas ao longo das 12 sessões foi de 53% (ADERSIM, $\chi^2=0.267$, g.l. =1, $p=0.682$).

Relativamente às diferenças entre as sessões, o número de respostas certas variou entre 1 e 4, ou seja, nunca acertou nem falhou as cinco *trials* por sessão. Como se pode verificar no gráfico seguinte, em 9 das 12 sessões a proporção de respostas certas e erradas foi de 4:1 ou 1:4 (Fig.21).

A Hipólita foi muito mais irregular nas suas respostas, tendo o seu valor médio de respostas correctas rondado os 33% (ADERSIM, $\chi^2=0.6.666$, g.l. =1, $p=0.022$), ou seja, é significativa a diferença entre o número de respostas correctas e erradas. De facto, errou o dobro das vezes em que acertou nos 60 *trials* (20/40).

No que diz respeito às sessões, também nunca acertou 100% dos *trials* mas numa das sessões falhou todos e em 4 delas falhou 4 dos 5 *trials*. (Fig.22).

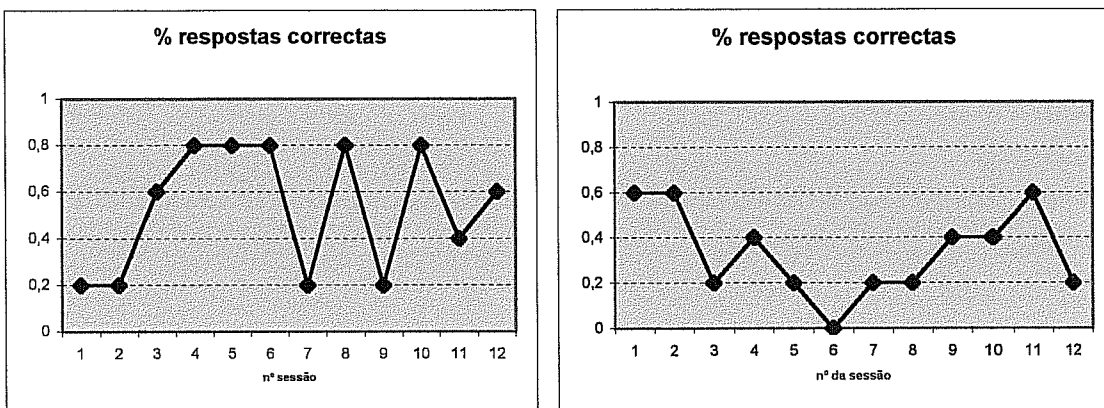


Fig.21 e 22 Gráficos representativo da % de respostas correctas dadas pelo Hugo e pela Hipólita ao longo das 12 sessões.

No que diz respeito à ordem em que os animais foram testados (em primeiro ou segundo lugar), o ACTUS não encontrou diferenças significativas no número de respostas correctas ou erradas (Hugo: $\chi^2=0.031$, g.l. =1, $p=0.87$, Hipólita: $\chi^2=0$, g.l. =1, $p=1.00$).

Relativamente à hora (de manhã ou de tarde) também não se encontraram diferenças significativas no dois animais (Hugo: $\chi^2=1.071$, g.l. =1, $p=0.289$, Hipólita: $\chi^2=0.3$, g.l. =1, $p=0.575$).

C. Discussão

Esperava-se que na Lagoa Azul o desempenho dos animais fosse melhor que no Delfinário, não só por se ter recorrido ao canal acústico, que se encontra bastante desenvolvido nesta espécie, mas porque se tentaram corrigir os erros cometidos no Delfinário.

Para os dois animais o número de argolas apanhado foi estatisticamente independente do som emitido. No entanto, o Hugo recolheu 1 ou 2 argolas com valores superiores ao esperado se a resposta fosse ao acaso. A Hipólita mostrou uma tendência a apanhar 2 argolas e, curiosamente, teve maior tendência a trazer 3 que 1 argolas. As variáveis ordem e hora não têm qualquer efeito no número de argolas recolhido pelos animais.

Também não foram detectadas diferenças entre o número de respostas certas e erradas nos dois animais.

O efeito da ordem poder-se-ia ter manifestado num estado de maior agitação do animal, enquanto observava o outro a fazer as sessões de treino. Supõe-se que nessas situações, o golfinho poderia criar alguma expectativa relativamente ao seu próprio treino, que incluía alimentação e interação social com os treinadores. No entanto, esse efeito não foi detectado nas sessões de testes.

Relativamente à hora do dia em que decorriam as sessões, esperava-se encontrar diferenças entre as sessões da manhã e da tarde, provocadas por estados motivacionais associados à alimentação. De manhã, à hora em que se realizavam os treinos, os animais ainda tinham comido pouco. A última sessão era ao final da tarde, quando a motivação dos animais para efectuar os testes seria menor.

Os resultados obtidos mostraram que o Hugo e a Hipólita não distinguem o 1 do 2, ou seja, o número de argolas recolhido (1, 2, 3 ou 4) é independente do som emitido.

As respostas do Hugo durante as sessões de testes indicam uma associação entre os sons emitidos e a recolha de uma ou duas argolas da piscina. De facto, ocorreu uma tendência para trazer estas quantidades relativamente a três ou quatro. Esta situação seria de esperar, porque mesmo que a distinção entre os sons não ocorra, o animal nunca foi recompensado por trazer três ou quatro argolas. Durante os treinos o reforço ocorria exclusivamente com os outros números.

Relativamente à Hipólita, as suas respostas foram mais irregulares. Tal como o Hugo, não se registaram diferenças significativas entre os sons, mas apresentou uma maior probabilidade de trazer duas argolas. Curiosamente, o número total de *trials* em que levou três argolas ao treinador foi superior às vezes em que trouxe apenas uma. A ausência de recompensa nesta situação não foi suficiente para extinguir o comportamento. Simons (1979) verificou que não ocorriam alterações espontâneas no comportamento de indivíduos da espécie *Tursiops truncatus* quando a probabilidade de ser

recompensado era drasticamente reduzida. A redução da recompensa tinha o efeito de um reforço intermitente que, por sua vez, aumentava consideravelmente a sua resistência à extinção. Além disso, outras variáveis poderão ter condicionado a resposta da Hipólita.

Pode ter ocorrido interferências no som provocadas pelo sistema de emissão, não perceptíveis aos ouvidos humanos mas detectadas pelos animais, que dificultariam a discriminação dos estímulos. No entanto, as alterações aos sons produzidos manifestar-se-iam de igual modo nos dois sinais, de modo que as diferenças entre eles nunca seriam completamente anuladas.

Yunker & Herman (1974) mostraram, e Kamminga (1982) confirmou, que os limiares de diferença entre sons com frequências de 9 e 25 KHz, com a duração de 0.3, 0.6 e 1.2 s, se encontram entre 0.06 e 0.08. Neste trabalho, a duração total dos sons emitidos foi de 0.9 segundos e a distância entre as duas pulsações do som do “dois” foi de 1/3 desse valor, ou seja 0.33. Nesta situação, assume-se que o Hugo e a Hipólita foram capazes de distinguir os dois sinais.

As diferenças encontradas entre aqueles dois trabalhos e este, dizem respeito às frequências utilizadas. Neste estudo, recorreu-se a uma frequência bastante mais baixa, 800 Hz. Se para frequências mais baixas, os limiares de diferença descerem muito, os animais poderão não conseguir discriminar os dois sons.

Além disso, a frequência usada poderá corresponder a um valor afastado dos valores óptimos de sensibilidade auditiva da espécie, reduzindo a sua eficácia como sinal auditivo. Deveriam ter sido usadas frequências mais elevadas que permitissem uma mais fácil e rápida discriminação dos dois sinais.

Os ruídos de fundo nas piscinas são mais elevados a frequências mais baixas. Os animais estão diariamente sujeitos a um conjunto de barulhos, como o do sistema de filtração da água e o seu sistema nervoso poderá filtrar este tipo de estímulos reduzindo a eficácia destes sons como sinal.

A proximidade dos animais ao sistema de emissão dos sons, oferece a garantia que o volume não foi um factor limitante. Relativamente às flutuações, que por vezes ocorriam dentro da mesma sessão por motivos técnicos, pensa-se que não terá sido uma variável que tenha afectado as respostas dos animais, devido à sua grande variabilidade. Por outro lado, os animais eram posicionados a menos de 1m da coluna, não sendo, por isso, afectados pelo eco.

Se a discriminação dos sinais acústicos tivesse acontecido com alguma facilidade e os animais tivessem aprendido a tarefa de discriminação, poder-se-ia esperar que ocorresse a formação de um conceito ou regra geral que possibilitaria ao animal responder acertadamente a outras situações novas. Por outras palavras, se o som do 3 corresponder a uma repetição de três pulsações com a mesma frequência dos outros dois números, o tempo de aprendizagem deste novo sinal deveria ser menor. Isso só poderia acontecer se os animais tiverem a capacidade de associar linearmente a cada conjunto

diferente de pulsações um número. Em crianças humanas, a correspondência termo a termo não é possível que aos 2-3 anos e com quantidades baixas (Bideau, 1997). Seria interessante verificar a ocorrência desta capacidade em golfinhos.

No entanto, seria muito difícil conseguir provar com as pulsações que os animais estabeleceram uma correspondência linear porque o golfinho tem a possibilidade de suceder na tarefa apenas por um processo simples de discriminação acústica entre os estímulos. Ou seja, para discriminar as diferenças entre os sinais o sujeito não tem obrigatoriamente de contar as pulsações.

Após um período em que aprendizagem evoluiu de forma positiva, durante as últimas semanas de treino a Hipólita regrediu para níveis de desempenho semelhantes àqueles apresentados no início dos treinos, sem razão aparente. Os treinos não sofreram qualquer alteração e o Hugo (treinado do mesmo modo, pelos mesmos treinadores) não modificou o seu desempenho. Por esse motivo, as sessões da Hipólita começaram a durar mais tempo, no sentido de corrigir, sem sucesso, as suas respostas. É provável que o prolongamento da interacção com os treinadores actuasse como reforço positivo e que o comportamento dela estivesse condicionado no sentido de prolongar os treinos o mais possível.

Por outro lado, quando numa sessão o Hugo ou a Hipólita respondiam acertadamente a cerca de três ou quatro *trials* consecutivos, o treino geralmente terminava e reiniciava-se a sessão com o outro animal. Durante esse período, o primeiro sujeito era colocado, por vezes sem qualquer outro indivíduo do grupo, numa das outras piscinas para não interferir com o treino. Sendo uma espécie muito social, a ausência de contacto com outros animais e com os treinadores, podia ter sido encarada como um reforço negativo. Essa situação, que se podia repetir durante várias sessões, proporciona o estabelecimento de uma relação entre a duração dos treinos e o seu desempenho tendo como consequência, o animal nas sessões seguintes tentar prolongar a sua sessão.

Pelas razões referidas acima, durante as sessões de testes decidiu-se que o número de *trials* fosse sempre constante, qualquer que fosse o desempenho dos animais. Além disso, sempre que possível um treinador permanecia a interagir com um dos animais enquanto o outro efectuava o treino. No entanto, o número de sessões efectuadas não foi suficientemente grande para que se pudessem observar alterações no seu comportamento.

Como já foi referido anteriormente, após 3 ou 4 *trials* positivos o treino geralmente terminava. Essa situação poderá ter afectado a aprendizagem na medida em que não se insistia na repetição dos comportamentos aprendidos naquela sessão, de modo a transitarem dos centros de memória a curto prazo para outros centros com maior capacidade de armazenamento. Este trabalho não teve como objectivo investigar os processos de formação dos diferentes tipos de memória nos golfinhos-roazes, mas sugere-se que em trabalhos futuros, nas sessões em que o animal aparenta estar a progredir nos treinos, estes tenham uma duração mais longa. A recompensa será não só a alimentação (que é limitada), mas também a interacção com o treinador.

Os golfinhos do Zoomarine estão condicionados a efectuar uma série de comportamentos em função de um sinal gestual efectuado pelo treinador. Uma das características da resposta dos animais, trabalhada durante os treinos normais (fora do âmbito deste trabalho) é a velocidade com que executam o comportamento. Como consequência, durante as sessões os animais dirigiam-se às argolas e traziam-nas sempre a grande velocidade. Por vezes, devido à sua rapidez, perdiam argolas no caminho ou quando tentavam enfiá-las no rostro. Alguns resultados dos *trials* das sessões de testes foram influenciados por este comportamento. No entanto, não é possível distinguir as situações em que o animal apenas trouxe um determinado número de argolas porque perdeu outras pelo caminho, ou se teve a intenção de as largar. Para homogeneizar as recompensas, considerou-se para as sessões de testes que o número de argolas que entregou ao treinador, correspondia à resposta efectiva do animal.

Uma regra que os animais poderiam ter adoptado para conseguir responder acertadamente é uma adaptação da estratégia de “*win-stay, lose-shift*” ao número de argolas a recolher. Ao longo dos três meses de treino, os animais poderiam ter estabelecido uma relação entre os sinais e os números 1 e 2, mesmo que não conseguissem distinguir as duas situações. A estratégia mais simples que poderia ter sido adoptada, correspondia a ir buscar um determinado número de argolas; se estivesse errado, no *trial* seguinte ia buscar a outra quantidade. Essa regra garantiria resultados positivos porque, ao contrário das sessões de testes, durante os treinos o número a ser treinado era constante até que o animal respondesse acertadamente. Posteriormente, poder-se-ia insistir nesse número ou mudar para o outro.

No entanto, Herman (1986) relatou o caso de um golfinho que também não conseguiu aprender a aplicar esta estratégia em problemas de discriminação visual sucessiva com duas escolhas (paradigma do igual-diferente). Outras variáveis poderão estar a condicionar as respostas dos animais. No caso do Hugo e da Hipólita terá sido a posição das argolas na água.

Ao longo dos treinos, a posição das argolas na água foi o que mais condicionou as respostas dos animais. Durante as sessões, permitiu-se que os animais associassem a resposta correcta à forma como as argolas eram dispostas na água. Se estivessem dispostas paralelamente à borda da piscina, o golfinho ia buscar uma, se uma delas estivesse ligeiramente em linha com outra, o animal trazia as duas. Como foi explicado anteriormente, estas duas posições foram sendo aproximadas durante os treinos, mas nunca conseguimos que os animais respondessem positivamente a 100% antes de iniciar as sessões de testes. Nestas, tentou-se criar uma situação intermédia entre as duas posições, de modo a verificar qual seria a resposta dos animais a esta situação nova.

Depois de terem estabelecido a relação entre a posição das argolas e o número recolhido, tornou-se muito difícil extinguir este comportamento. A ausência de recompensa nas situações em que trouxeram a quantidade errada, funcionou como reforço intermitente, que é considerado por vários

treinadores uma técnica de treino bastante eficaz: como o animal nunca sabe quando vai ser recompensado, continua a responder da mesma maneira ao estímulo que já o recompensou uma vez.

Além disso, é muito mais difícil corrigir um comportamento que treinar algo completamente novo, sendo obtidos resultados positivos muito mais rapidamente neste segundo caso.

Em trabalhos futuros seria interessante generalizar os sons a formatos acústicos diferentes, variando a frequência utilizada, a duração total do som vs a duração das suas partes e, mais tarde, utilizar números diferentes.

IV. DISCUSSÃO GERAL

Os resultados obtidos não permitem concluir qual dos dois métodos de treino e sinais utilizados são mais adequados aos estudos de competência numérica em golfinhos-roazes. Uma análise crítica aos problemas surgidos durante as experiências, mostraram que não foram antecipadamente controladas um conjunto de variáveis que, posteriormente, influenciaram as respostas dos animais.

Já foram apresentadas várias hipóteses ao longo do trabalho, no sentido de explicar as respostas dos animais nas sessões de testes. Pretende-se agora reunir os aspectos comuns às duas áreas, Delfinário e Lagoa Azul, que possam servir de orientação em trabalhos futuros

Em primeiro lugar, foram efectuadas várias alterações das sessões de treino para as sessões de testes. No Delfinário nunca tinham sido treinados os dois números simultaneamente e foi dessa maneira que foram testados. Na Lagoa Azul a posição das argolas durante os testes era completamente nova. As sessões de testes deverão apresentar uma continuidade relativamente aos treinos, mas sem as pistas e com as variáveis controladas.

Por outro lado, a introdução de qualquer estímulo novo provoca, quase sempre, alterações nos padrões de resposta dos sujeitos. Como exemplo, várias experiências referem situações em que as respostas dos animais foram condicionadas pelo medo ou receio na aproximação a objectos nunca vistos previamente (Schusterman *et al.*, 1997).

Para conseguirem superar a tarefa os animais tinham de efectuar um conjunto de associações sequencialmente. Se não forem capazes de efectuar um destes passos, não ocorre a aprendizagem desejada. Em primeiro lugar as placas ou sons têm de ser incluídas na categoria de estímulos ou sinais. Depois, esses sinais teriam de ser associados às argolas presentes dentro de água. De seguida, tinham de conseguir discriminar os dois sinais, para que numa fase seguinte, relacionassem cada um deles a um determinado número.

As duas primeiras etapas foram atingidas sem grande esforço, tanto no Delfinário como na Lagoa Azul. Foi na fase seguinte que surgiram os maiores problemas. Os animais não terão conseguido discriminar os dois sinais, o que impediu o avanço dos treinos.

Os motivos que poderão ter conduzido a isso, parecem ser claros no Delfinário, como já foi discutido atrás, mas não são tão aparentes na Lagoa Azul.

A memória a curto prazo está bem desenvolvida no golfinho, tanto em termos visuais como auditivos, apesar de neste último caso ser mais impressionante (Herman, 1991). Ou seja, depois de ouvir o som ou ver a placa, a informação recolhida continua mentalmente disponível ao animal.

Por outro lado, o elevado número de *trials* efectuado deveria ter permitido ao animal avaliar todas as variáveis e eliminar aquelas que, quando tidas em consideração, não resultavam em reforço positivo.

A escolha dos números 2 e 4, nos treinos do Delfinário, não foi apropriada. A aprendizagem de qualquer conceito, seja ele qual for, deverá começar pela noção mais simples e avançar até às definições mais complexas. Do mesmo modo, para mostrar se os animais apresentam a capacidade de processar informação numérica, os treinos efectuados deverão começar pela unidade básica, o 1. Todas as outras numerosidades podem ser interpretadas como agrupamentos de unidades, sequencialmente mais complexas.

Os métodos de treino usados foram seleccionados para atingir um determinado objectivo e modificados quando necessário, dependendo das respostas dos animais. As técnicas envolviam algum tipo de pista visual, auditiva, temporal, espacial ou de contexto de modo a provocar uma determinada resposta correcta (Herman *et al.*, 1984). Quando a resposta estabiliza com a pista, esta é omitida num número crescente de *trials* e finalmente desaparece. Teoricamente a quantidade de pistas que é necessário fornecer a um animal para ele dar a resposta correcta diminui com o avançar do treino. No entanto neste trabalho, durante os treinos as pistas nunca puderam ser completamente eliminadas e numa situação em que foram completamente proibidas, *i.e.* nas sessões de testes, os animais já não conseguiram um desempenho positivo.

O processamento de informação complexa é uma tarefa que pode ser atingida através da educação. A realização do potencial humano está largamente dependente de uma educação especial a longo prazo. As estruturas de conhecimento são muito enriquecidas, melhorando a capacidade de reconhecer e resolver problemas. Isso implica que a extensão e limitações da cognição animal serão melhor reveladas através de estudos a longo prazo, que assentam nas estruturas de conhecimento em crescimento e no desempenho de tarefas cognitivas cada vez mais complexas (Herman *et al.*, 1984).

O desempenho dos quatro animais durante as sessões de testes, poderá ser o resultado do tipo de educação ou treinos que estes animais têm no Zoomarine. As suas actividades são, quase exclusivamente, físicas e nunca foi conduzido qualquer estudo cognitivo com estas características nestes golfinhos. Estão condicionados a fazer exclusivamente números de show, o que poderá limitar a sua capacidade de aprendizagem de algo completamente diferente. O grau de exigência, em termos de processamento dos sinais e suas relações com as argolas, é talvez demasiado elevado.

No caso da Cher e do Sam, a situação poderá ser mais complexa devido a outros factores. São animais que se encontram em cativeiro há largos anos e que apresentam um vasto repertório de comportamentos,

condicionados aos habituais sinais gestuais. Os estímulos utilizados neste estudo, transmitidos através de um canal de comunicação diferente, terão um processamento cognitivo dificultado, até serem processados como sinais indicativos de um determinado comportamento.

Por outro lado, o Hugo e a Hipólita são animais mais jovens que estão em cativeiro há menos tempo e que ainda estão a aprender o método de comunicação inter-específico com os treinadores. A utilização de sinais gestuais não estará tão condicionada nestes animais, o que deveria facilitar a aprendizagem de outro tipo de linguagem, como a acústica.

Não se espera que através da educação o animal adquira um conceito que esteja acima das suas capacidades inatas, mas apenas que demonstre através do seu comportamento, que apresenta as bases neurológicas para tal. Estudos de linguagem animal sofrem este tipo de críticas. Alguns investigadores receiam o facto destes treinos facilitarem o pensamento conceptual, permitindo ao sujeito raciocinar acima das suas capacidades (Pepperberg, 1993). No entanto, é muito improvável que a selecção natural tenha actuado no sentido de criar uma capacidade cognitiva não explorada pela espécie.

Estudos comparativos que consideram as variações na aprendizagem das tarefas de discriminação entre indivíduos, mostraram que o ambiente envolvente e a história do animal são os factores que mais influenciam as diferenças observadas (Gerstein, 1994). O grupo social do Delfinário é estável e coeso e dados empíricos sugerem que o Sam e a Cher são os indivíduos dominantes, o que se poderá manifestar numa maior concentração e abstracção relativamente ao que se passa entre os outros membros. Por outro lado, o historial dos dois animais em termos de treinos poderá ser um factor limitante à sua aprendizagem de conceitos novos. Por oposição, na Lagoa Azul os animais estão juntos há relativamente pouco tempo, as hierarquias sociais ainda se estão a estabelecer e a formação de ligações preferenciais entre os indivíduos é temporalmente instável. Períodos de grande agitação, em que os indivíduos desafiam os estatutos de dominância recentemente adquiridos por outros, alternam com alturas mais calmas. Aparentemente, a Hipólita é dominante em relação à Luna e o Hugo tem um estatuto subordinado entre os machos, mas não foram efectuadas observações no sentido de confirmar ou desmentir estas hipóteses. Pretende-se apenas realçar que o desempenho dos animais de sessão para sessão, nos treinos como nos testes, é muito sensível às interacções agonísticas entre os indivíduos que ocorreram previamente.

Partindo do princípio que os indivíduos desta espécie têm uma noção, ainda que rudimentar, de quantidade ou numerosidade, o que se pretendia com os treinos era concretizar essa noção através do número de argolas que tinham de apanhar.

A ausência de resultados positivos pode ser explicada por se ter recorrido a um método de treino difícil para os animais, que não tem correspondência com qualquer comportamento natural dos golfinhos. As argolas também não podem ser comparadas a nenhum objecto relativamente ao qual os comportamentos numéricos sejam naturalmente aplicados. No meio natural, este conceito seria normalmente aplicado aos membros do grupo social ou à quantidade de alimento disponível.

Estão relatados casos de alguns *itens* utilizados em experiências sobre quantidades, que eliminaram ou atrasaram o processo de contagem. Boysen (1993 in Capaldi, 1998) descreveu um estudo no qual um chimpanzé tinha de indicar entre dois pratos aquele que tinha menos comida, de modo a ser recompensado. O desempenho nesta tarefa foi muito fraco apesar do treino intensivo. O animal não conseguia inibir a sua resposta de escolher sempre o prato com maior quantidade de comida. Quando foram utilizados números árabes (símbolos abstractos) a substituir a comida, o desempenho subiu drasticamente.

O processo de aprendizagem envolvido neste trabalho foi o condicionamento operante ou aprendizagem por tentativa-e-erro, em que o animal tinha de “aprender a responder” (Gould & Gould, 1994).

No desempenho de uma tarefa complexa o treino é dividido em partes mais simples, em que o grau de dificuldade vai aumentando em degraus suficientemente pequenos, para que o animal tenha sempre a possibilidade de responder acertadamente e evoluir no treino. O condicionamento operante ocorre com muita frequência na Natureza e para o *shaping* funcionar o animal tem de ter um determinado objectivo que pretende atingir, geralmente a procura e aquisição de alimento.

Neste tipo de aprendizagem, estudada por Skinner e os seus alunos, a resposta é um novo comportamento que o animal adquire através de *shaping* (modelação comportamental). No laboratório, a modelação ocorre com qualquer desempenho parcial do comportamento desejado que é recompensado pelo treinador. Skinner defendia que “todos os comportamentos são construídos por um processo contínuo de reforço diferencial, a partir de comportamentos indiferenciados, como um escultor modela a sua figura a partir de um monte de barro” (Gould & Gould, 1994).

O condicionamento operante exige memória de associação, entre um comportamento e a sua consequência, *i.e* o animal tem de se recordar do que é que o recompensou anteriormente e criar uma “expectativa” em relação às consequências da suas escolhas no futuro (se responder de uma certa maneira será recompensado). Irwin (1971, *in* Griffin, 1981) foi dos primeiros autores a reconhecer que os homens e animais apresentam “expectativas”.

O tipo de aprendizagem que ocorre neste tipo de treinos é por discernimento (*insight learning*), porque só ao fim de um conjunto de tentativas o animal poderá generalizar o sinal ao tipo de resposta pretendido, após ter “experimentado” ou testado várias respostas diferentes, condicionadas pelas variáveis presentes. Na situação específica deste trabalho poderão ter sido fornecidas demasiadas pistas irrelevantes que atrasaram, possivelmente de modo irreversível, os treinos. Poderia levar muito tempo até que ocorresse a extinção de todas as variáveis parasitas.

Mesmo que tivéssemos obtido resultados positivos nas sessões de testes, só poderia ser considerado que os golfinhos apresentam competência numérica se tivessem sido utilizadas argolas de cores, tamanhos

e materiais diferentes, de modo a demonstrar que os comportamentos dos animais são controlados pela numerosidade e não por outro tipo de características não-numéricas. Além disso, seria possível verificar se os animais apresentam a capacidade de generalizar os conceitos a outras situações. Infelizmente, por uma questão de tempo não foi possível efectuar este passo. A etapa seguinte seria a generalização do conceito a várias quantidades de outro objecto (diferente das argolas), e finalmente a vários objectos diferentes simultaneamente. Numa última fase ocorreria a aprendizagem de novos números. De acordo com as regras de formação de conceitos (*notion of learning set formation*) o número de *trials* necessários para atingir um nível de repostas positivas satisfatório seria ser cada vez menor (Noonan *et al.*, 2001).

A generalização de uma regra é demonstrada se a regra governa uma classe de problemas, e o sujeito, após alguma experiência bem sucedida com um número limitado de problemas, pode aplicar essa regra a novos problemas dentro dessa classe (Herman *et al.*, 1994).

Herman nos seus trabalhos mostrou que os golfinhos são capazes de efectuar este tipo de generalização para classes de problemas que envolvem o emparelhamento de um de dois estímulos alternativos a uma amostra, qualquer que fosse o domínio sensorial utilizado: visão, audição passiva ou ecolocalização activa (Herman *et al.*, 1994).

Durante as sessões verificou-se que os animais se dirigiam directamente às argolas, não as procurando previamente. No entanto, se por um lado podiam ter ouvido as argolas cair dentro de água, por outro, o movimento delas à superfície da água era processado pelo sistema visual do animal, que parece ser particularmente receptivo a pistas de movimento (Mitchell *et al.*, 1985).

Nos testes foi necessário continuar a reforçar as respostas correctas, apesar de se poder argumentar que as recompensas se reflectiram nos *trials* seguintes e que por isso os testes tinham funcionado como treino. No entanto, o reforço é a única maneira de indicar aos animais que executaram a tarefa correctamente. A ausência de interacção social ou alimentação seria considerada um castigo, funcionando como reforço negativo.

Devido à sua importância na ontogenia desta espécie, foi estimulada a aprendizagem por imitação, principalmente no Delfinário, em que o Sam e a Cher permaneciam juntos na mesma piscina durante o treino do outro. Este tipo de aprendizagem tem um papel importante em situações de interacção social que conduzem à aquisição de novos padrões comportamentais, sendo um mecanismo de adaptação ao servir como alternativa à aprendizagem por tentativa-e-erro. O recurso a esta aprendizagem já foi estudado em humanos, macacos, ratos, gatos, cães e, mais recentemente, golfinhos (Adler & Adler, 1977; Adler & Adler, 1978). Na Lagoa Azul, de um modo geral, os animais não tiveram essa oportunidade, porque não havia treinadores disponíveis para ficar com um animal enquanto o outro fazia o treino. No entanto, a organização do espaço físico nessa área permite que, mesmo estando em locais separados da piscina, os animais se possam ver.

A interacção social, os brinquedos, as alterações de luz e temperatura, os diferentes tipos de alimento utilizados e outros comportamentos aprendidos são alguns dos elementos competitivos que afectam o

progresso das sessões de treino (Gerstein, 1994). Uma sessão com resultados quase 100% correctos, poderia alternar com outra em que as respostas seguissem um padrão aleatório, sem que tivessem ocorrido diferenças no método de treino. Outros factores, como os referidos acima, terão de ser considerados na explicação desses comportamentos.

De modo a evitar os problemas de motivação relativos à alimentação, Gerstein, (1994) utilizou exclusivamente durante as sessões de treino e teste os alimentos preferidos pelo animal. Sugere-se que, em trabalhos futuros esta seja uma variável a considerar. Apesar dos animais terem ao longo do dia várias sessões de alimentação, nas sessões de treino poderá ser privilegiada a espécie de peixe preferida (aparentemente a cavala).

O sucesso no treino de tarefas de discriminação requer que o treinador confronte o animal com algo de diferente. Isso pode ser conseguido alterando a orientação e a discriminação dos *itens* a discriminar e apresentando os objectos ao animal de tal maneira que este tem de alterar ou modificar a sua posição para ter uma melhor visão dos objectos. O treinador pode proporcionar desafios ao animal que este tem de ultrapassar, como obstáculos físicos que estimulam a sua capacidade criativa (Gerstein, 1994). Neurocientistas do comportamento mostraram que na maioria das espécies animais, se numa tarefa cognitiva ocorrer a integração de informação de canais sensoriais múltiplos, a atenção e percepção são melhoradas sendo mesmo nalguns casos o factor limitante para a ocorrência da aprendizagem (Partan & Marler, 1999).

Dados empíricos mostram que por vezes os animais (e não apenas os indivíduos da espécie *Tursiops truncatus*) treinados a efectuar uma tarefa, evitam e/ou apresentam uma sequência de comportamentos inapropriados a um sinal ou estímulo de comando conhecido. Essa situação foi identificada por diversas vezes durante estes treinos e só poderá ser interpretada recorrendo a uma abordagem que pode ser considerada ligeiramente antropocêntrica.

Gerstein (1994) e Schmidt & Kamminga (1996) descreveram este tipo de comportamentos, observados nas suas experiências com *Trichechua manatus* e *Delphinapterus leucas* e adiantaram algumas explicações. Estes autores defendem que nestas situações a recompensa do animal é a interacção prolongada com o treinador. Como o objectivo não é terminar o treino, o animal não se recusa a efectuar o comportamento, apenas responde de maneira incorrecta.

Diferentes tipos de comportamentos com estas características poderão ser usados pelos animais durante todas as formas de treino, obedecendo a um padrão identificável. Três categorias correspondentes a três graus de manifestação destes comportamentos foram considerados por Gerstein (1994).

Na primeira encontram-se os comportamentos mais simples exibidos por muitos mamíferos e que incluem: virar ou baixar a cabeça, fechar os olhos e não olhar para o sinal manual ou sonoro permanecendo em frente do treinador. Num segundo grau incluiu-se efectuar um outro comportamento

muito devagar, ou o comportamento apropriado mas letargicamente, afastando-se muito devagar do treinador. Um terceiro nível, o mais “perigoso” em termos de interpretação, consiste em dar uma resposta incorrecta e regressar rotineiramente para junto do treinador. Nestes casos é muito difícil distinguir as situações em que o animal realmente não associou o sinal ao comportamento, ou se não respondeu de forma acertada deliberadamente, só sendo desmascarado por ser demasiado inconsistente ou evidente nas suas respostas. O exemplo de uma situação em que um *Tursiops truncatus* alterou drasticamente as suas respostas é referido por Pryor (1986): um golfinho começou inesperadamente a apresentar níveis de desempenho baixos numa tarefa, sem explicação aparente. Mais tarde descobriu-se que o peixe fornecido naquela sessão estava estragado.

Quando Gerstein (1994) aplicou um horário fixo de treino, em que as sessões terminariam, qualquer que fosse a performance do animal, ao fim de um certo tempo influenciou positivamente a performance dos animais.

Schmidt & Kamminga (1996), por sua vez, relatam o caso de uma *Delphinapterus leucas* cuja taxa de sucesso desceu muito após um certo período de treino. Análises estatísticas mostraram que o animal estava a errar propositadamente, *i.e* a probabilidade de escolher sempre a resposta errada num *trial* era superior aos acaso. Foram exploradas várias razões para este comportamentos, como a incompreensão do sinal, que tem de ser bem definido e utilizado exclusivamente num determinado contexto, mas o animal durante um período já tinha respondido acertadamente. Outros factores considerados foram a distração provocada pelos outros animais, barreiras físicas, nível de concentração reduzido, desinteresse.

No entanto, estes autores concluíram que a maioria das situações diziam respeito à aparente preferência ou aversão por um determinado objecto ou posição, independentemente da reacção dos treinadores em considerarem a resposta correcta ou errada. Outra estratégia era escolher sempre o objecto que teria sido a resposta correcta no *trial* anterior (nessa altura não escolhido e não recompensado). Nestas situações o animal apresentava-se muito enérgico e, aparentemente, bastante envolvido na tarefa, nunca recusando efectuar o treino e não servindo o peixe como incentivo para responder correctamente. Além disso, estas sessões alternavam com outras que corriam muito bem. Quando os autores introduziam pequenos intervalos de 5 minutos nos treinos em que essas situações ocorriam, geralmente as sessões subsequentes corriam muito melhor.

Não é possível com os dados obtidos nas sessões de testes concluir que os animais adoptaram este tipo de comportamentos. O número de *trials* efectuado foi muito reduzido e outras razões menos especulativas e muito mais importantes já foram referidas neste trabalho. No entanto, ao longo dos vários meses que duraram os treinos nas duas áreas, Delfinário e Lagoa Azul, foi possível observar alguns comportamentos que foram explicados empiricamente pelos treinadores do mesmo modo que Gerstein (1994) e Schmidt & Kamminga (1996) interpretaram os animais das suas experiências.

Um exemplo desse tipo de comportamentos já foi descrito previamente para a Lagoa Azul com a Hipólita.

Outra situação ocorria quando durante um treino, o animal aparentava não estar motivado para fazer o treino, desviando a sua atenção para os membros do grupo. Estes comportamentos eram caracterizados por uma agitação anormal do animal, que não permanecia na mesma posição a olhar o treinador que se preparava para emitir o sinal. Nestas situações, se o treino era imediatamente interrompido durante alguns minutos, em que os treinadores se afastavam do local, geralmente quando voltavam, este apresentava um desempenho muito mais satisfatório.

O processamento de números em animais é por muitos considerado uma janela para a cognição humana. O estudo dessas capacidade nos animais aumenta os conhecimentos que temos sobre o funcionamento do nosso cérebro e o modo como classificamos a informação do meio.

No entanto, nas crianças o desenvolvimento da linguagem precede a compreensão dos números e suas relações, de tal modo que são capazes de dizer os números um a um, primeiro de forma indiferenciada (umdoistrêsquatrocinco seis...), mais tarde de forma diferenciada (um-dois-três-quatro-cinco-seis...), e só depois é que estas palavras são associadas aos objectos correspondentes. Ou seja, só numa fase posterior as palavras contadas têm um resultado cardinal (Bideau, 1997). Desse modo, torna-se muito difícil efectuar uma comparação entre a aprendizagem dos números nas crianças e noutros animais, o que afasta também a possibilidade de efectuar uma abordagem em termos evolutivos a nível da linguagem.

Apesar disso, é igualmente importante o estudo da ocorrência de processos de convergência evolutiva entre *taxa* diferentes. Isso pressupõe a possibilidade de existência de outras capacidades, consideradas de ordem elevada, em animais filogeneticamente distantes do Homem.

O estudo das capacidades cognitivas em golfinhos tem demonstrado a existência nesta espécie de conceitos que se julgavam exclusivos dos primatas. As capacidades recentemente provadas têm permitido um melhor conhecimento do modo de funcionamento do cérebro dos vertebrados e o modo como elas surgiram.

Pode-se concluir que os animais tiveram uma grande dificuldade em interpretar os sinais transmitidos e que é esse o factor determinante para explicar os resultados obtidos. A estratégia adoptada pelos animais de forma a ultrapassar a tarefa pedida foi procurar outras pistas que garantissem algumas respostas correctas.

Apesar de não se terem obtido resultados significativos com as duas experiências, chama-se a atenção para as principais variáveis que condicionaram as respostas dos animais. São também indicados os principais erros cometidos e as falhas metodológicas mais importantes.

Devido à ausência de trabalhos no área da competência numérica em golfinhos-roazes, não foi possível consultar estudos anteriores, nem utilizar técnicas previamente testadas com sucesso. A única base de comparação existente diz respeito aos trabalhos efectuados com outras espécies.

Trabalhos futuros nesta área deverão ter em conta que a escolha apropriada dos sinais a utilizar é o passo mais importante no planeamento dos treinos. É importante considerar quais os canais sensoriais mais apropriados ao tipo de treino a efectuar e respectivas limitações. Os estímulos a utilizar deverão ser perfeitamente diferenciáveis e perceptíveis ao animal. Os treinos deverão decorrer de forma consistente e estável, com objectivos realistas em termos de aprendizagem a curto prazo. Sugere-se que no fim de cada etapa de treino sejam efectuadas sessões de testes, que possam confirmar o bom desempenho do animal.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, H. E. & L. L. Adler, 1978. What can dolphins (*Tursiops truncatus*) learn by observation? *Cetology*, 30, pp. 1-10.
- Adler, L. L. & H. E. Adler, 1977. Observation learning on the californian sea lion (*Zalophus californianus*). *Aquatic mammals*, 5(3), pp. 72-77.
- Almada, V. C. & R. F. Oliveira, 1997. Sobre o uso de estatística de simulação em estudos de comportamento. *Análise Psicológica*, 1 (15), pp. 97-109.
- Berta, A. & J. L. Sumich, 1999. *Marine Mammals Evolutionary Biology*. San Diego, CA: Academic Press.
- Bideaud, J., 1997. Du bébé à l'enfant de Piaget: quelle construction du nombre? *Psychologie Française*, 42 (1), pp. 45-56.
- Brannon, E. M. & H. S. Terrace, 1998. Ordering of the Numerosities 1-9 By Monkeys. *Science*, 282, pp. 746-749.
- Brannon, E. M. & H. S. Terrace, 2001. Ontogeny and evolution of the representation of number [Abstract]. In M. Bekoff, C. Allen & G. Burghardt (Eds.), *The Cognitive Animal*. MIT Press. Retrieved January 30, 2001 from the World Wide Web: <http://grimpeur.tamu.edu/~colin/TheCognitiveAnimal/>
- Capaldi, E. J., 1998. Counting Behavior. In G. Greenberg & M. M. Haraway (Eds.), *Comparative Psychology*, pp. 817-822. New York: Garland Publishing.
- Chen, S., K. B. Swartz & H. S. Terrace, 1997. Knowledge of the Ordinal Position of Lists Items in Rhesus Monkeys. *Psychological Science*, 8, pp. 80-86.
- Chirighin, L., 1987. Mother-calf spatial relationships and calf development in the captive bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Aquatic mammals*, 13 (1), pp. 5-15.
- Dawson, W. W., J. P. Schroeder & S. N. Sharp, 1987. Corneal surface properties of two marine mammal species. *Marine mammal science*, 3(2), pp. 186-197.
- dos Santos, M. E., 1998. *Golfinhos-Rozas dos Sado: Estudos de Sons e Comportamento*. Lisboa: ISPA.
- Dral, A. D. G., 1987. On the optics of the dolphin eye. *Aquatic mammals*. 13 (2), pp. 61-64.
- Dral, A. D. G. & W. H. D. van Heel, 1974. Problems in image-focusing and astigmatism in Cetacea – a state of affairs. *Aquatic mammals*. 2 (1), pp. 22-28.
- Eisenberg, J. F., 1986. Dolphin Behavior and Cognition: Evolutionary and Ecological Aspects. In R. J. Schusterman, R. J., J. A. Thomas & F. G. Wood (Eds.), *Dolphin Cognition and Behavior: A Comparative Approach*, pp. 261-270. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gallistel, C. R. G., 1989. Animal Cognition: The Representation of Space, Time and Number. *Annual Review of Psychology*. 40, pp. 155-189.

- Gallistel, C. R. G. & R. Gelman, 1992. Preverbal and verbal counting and computation *Cognition* 44, pp. 43-74.
- Gerstein, E. R. (1994). The manatee mind: discrimination training for sensory perception testing of West Indian manatees (*Trichechua manatus*). *Marine Mammals: Public Display and Research*, 1(1), pp. 10-21.
- Gisiner, R. & R. J. Schusterman, 1992. Sequence, Syntax, and Semantics: Responses of a Language-Trained Sea Lion (*Zalophus californianus*) to Novel Sign Combinations. *Journal of Comparative Psychology*, 106 (1), pp. 78-91.
- Gould, J. L. & C. G. Gould, 1994. *The Animal Mind*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Griffin, D. R., 1981. *The Question of Animal Awareness*. Los Altos, California: William Kaufmann, Inc.
- Herman, L. M., 1980. *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*. New York: John Wiley & Sons.
- Herman, L. M., 1986. Cognition and Language Competencies of Bottlenose Dolphins. In R. J. Schusterman, J. A. Thomas & F. G. Wood (Eds.), *Dolphin Cognition and Behavior: A Comparative Approach*, pp. 221-252. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Herman, L. M., 1991. What the dolphin knows, or might know, in its natural world. In K. Pryor & K. S. Norris (Eds.), *Dolphin Societies. Discoveries and Puzzles*, pp. 348-363. Berkeley: University of California Press.
- Herman, L. M., M. F. Peacock, M. P. Yunker & C. J. Madsen, 1975. Bottlenose dolphin: double slit pupil yields equivalent aerial and underwater diurnal acuity. *Science*, 189, pp. 650-652.
- Herman, L. M. & P. H. Forestell, 1985. Reporting Presence or Absence of Named Objects by a Language-Trained Dolphin. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 9, pp. 667-681.
- Herman, L. M., A. A. Pack & P. Morrel-Samuels, 1993. Representational and Conceptual Skills of Dolphins. In H. L. Roitblat, L. M. Herman & P. E. Nachtigall (Eds.), *Language and Communication: Comparative Perspectives*, pp. 403-442. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Herman, L. M., A. A. Pack & A. M. Wood, 1994. Bottlenose dolphins can generalize rules and develop abstract concepts. *Marine mammal science*, 10 (1), pp. 70-80.
- Herman, L. M., D. G. Richards & J. P. Wolz, 1984. Comprehension of sentences by bottlenosed dolphins. *Cognition*, 16, pp. 129-219.
- Herman, L. M. & R. K. Uyeyama, 1999. The dolphin's grammatical competency: Comments on Kako. *Animal Learning & Behaviour*, 27 (1), 18-23.
- Kamminga, C., 1982. Temporal difference perception by *Tursiops truncatus*. *Aquatic mammals*, 9 (2), pp. 41-45.
- Kastak, D. A. & R. J. Schusterman, 1992. Comparative cognition in marine mammals: a clarification on match-to-sample tests. *Marine mammal science*, 8 (4), pp. 414-417.

- Kastak, D. A. & R. J. Schusterman, 1994. Transfer of visual identity matching-to-sample in two California sea lions (*Zalophus californianus*). *Animal Learning & Behavior*, 22, pp. 427-435.
- Kawai, N. & T. Matsuzawa, 2000. Numerical memory span in a chimpanzee. *Nature*, 403, pp. 39-40
- Lacinak, C. T. & M. B. McHugh, 1990. Visual object discrimination in killer whales, *Ornicus orca*. pp. 85-87. In N. F. Hecker (Ed.). *Proceedings of the 18th International Marine Animals Trainers Association Conference*. National Aquarium, Baltimore.
- Lehner, P. N., 1996. *Handbook of ethological methods*. Cambridge :Cambridge University Press.
- Lilly, J. C., 1965. Vocal Mimicry in Tursiops: Ability to Match Numbers and Durations of Human Vocal Bursts. *Science*, 147, pp. 300-301.
- Litwiler, T. L. & T. W. Cronin, 2001. No evidence of accommodation in the eyes of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Marine mammal science*, 17 (3), pp. 508-525.
- Madsen, C. J. & L. M. Herman, 1980. Social and ecological correlates of cetacean vision and visual appearance. In L. M. Herman (Ed.). *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*. New York: John Wiley & Sons.
- Martin, P. & P. Bateson, 1993. *Measuring Behaviour. An introductory guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Matsuzawa, T., 1985. Use of numbers by a chimpanzee. *Nature*, 315, pp. 57-59.
- Mercado III, E., D. A. Killebrew, A. A. Pack, I. V. B. Mácha, L. M. Herman, 2000. Generalization of "same-different" classification abilities in bottlenose dolphins. *Behavioral Processes*, 50, pp. 79-94.
- Mitchell, R. W., P. Yao, P. T. Sherman & M. O'Regan, 1985. Discriminative Responding of a Dolphin (*Tursiops truncatus*) to Differentially Rewarded Stimuli. *Journal of Comparative Psychology*, 99 (2), pp. 218-225.
- Noonan, M., A. Janas, R. Jones & G. Bucci-Roach, 2001. *Discrimination of quantity in captive Killer whales*. Poster presented at the Society for Marine Mammalogy, Vancouver.
- Pack, A. A. & L. M. Herman, 1995. Sensory integration in the bottlenosed dolphin: Immediate recognition of complex shapes across the senses of echolocation and vision. *Journal of the Acoustical Society of America*. 98 (2), pp. 722-733.
- Partan, S. & P. Marler, 1999. Communication Goes Multimodal. *Science*, 283, pp. 1272-1273.
- Peichl L., G. Behrmann & R. H. H. Kroeger, 2001. For whales and seals the ocean is not blue: a visual pigment loss in marine mammals. *European Journal of Neuroscience*, 13, pp. 1520-1528.
- Pepperberg, I. M., 1993. Cognition and Communication in an African Grey Parrot (*Psittacus erithacus*): Studies on a Nonhuman, Nonprimate, Nonmammalian Subject. In H. L. Roitblat, L. M. Herman & P. E. Nachtigall (Eds.). *Language and Communication: Comparative Perspectives*, pp. 403-442. Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey.

- Pryor, K., 1986. Reinforcement Training as Interspecies Communication. In R. J. Schusterman, J. A. Thomas & F. G. Wood (Eds.), *Dolphin Cognition and Behavior: A Comparative Approach*, pp. 253-260. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reynolds III, J. E., R. S. Wells & S. D. Eide, 2000. *The Bottlenose Dolphin. Biology and Conservation*. Gainesville, Florida: University Press of Florida.
- Richards, D. G., J. P. Wolz & L. M. Herman, 1984. Vocal Mimicry of Computer-Generated Sounds and a Vocal Labeling of Objects by a Bottlenosed Dolphin, *Tursiops truncatus*. *Journal of Comparative Psychology*, 98 (1), pp. 10-28.
- Roitblat, H. L., R. A. Penner & P. E. Nachtigall, 1990. Matching-to-Sample by an Echolocating Dolphin (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16 (1), pp. 85-95.
- Rumbaugh, D. M., 1970. Learning Skills of Anthropoids. In Rosenblum, L. A. (Ed.), *Developments in Field and Laboratory Research*, pp. 1-70. New York: Academic Press.
- Schmidt, I. & C. Kamminga, 1996. Beluga whale (*Delphinapterus leucas*) actively frustrates training attempts. In P. G. H. Evans (Ed.). *Proceedings of the Tenth Annual Conference of the European Cetacean Society*, pp. 239-241. Lisbon, Portugal.
- Schusterman, R. J., R. Giniser, B. K. Grimm & E. B. Hanggi, 1993. Behavior Control by Exclusion and Attempts at Establishing Semanticity in Marine Mammals Using Match-to-sample Paradigms. In H. L. Roitblat, L. M. Herman & P. E. Nachtigall (Eds.), *Language and Communication: Comparative Perspectives*, pp. 249-274. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schusterman, R. J., D. A. Kastak & C. J. Reichmuth, 1997. What's in a name? Equivalence by any other name would smell as sweet. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68 (2), pp. 252-258.
- Shane, S. H. & R. S. Wells, 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Marine mammal science*, 2 (1), pp. 34-63.
- Simons, D., 1979. Spatial probability learning in the dolphin (*Tursiops truncatus*). *Aquatic mammals*, 7 (1), pp. 1-10.
- Simons, D. & M. Huiger, 1977. Analysis of an experiment on colour vision on dolphins. *Aquatic mammals*, 5 (2), pp. 27-33.
- Slater, P. J. B., 1999. *Essentials of Animal Behaviour*. Cambridge :Cambridge University Press.
- Terrace, H. S., 1993. The phylogeny and ontogeny of serial memory: List Learning by Pigeons and Monkeys. *Psychological Science*, 4 (3), pp. 162-169.
- Terrace, H. S., S. Chen & V. Jaswal, 1996. Recall of Three-Item Sequences by Pigeons. *Animal Learning and Behavior*, 24, pp. 193-205.
- Terrace, H. S., S. Chen & A. B. Newman, 1995. Serial Learning with a Wild Card by Pigeons (*Columbia livia*): Effect of List Length. *Journal of Comparative Psychology*, 109 (2), pp. 162-172.

Thompson, R. K. R. & L. M. Herman, 1977. Memory for lists of sounds by the bottlenose dolphin: convergence of memory processes with humans? *Science*, 195, pp. 501-503.

Tschudin A., J. Call, R. I. M. Dunbar, G. Harris & C. van der Elst, 2001. Comprehension of Signs by Dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Comparative Psychology*, 115 (1), pp. 100-105.

Tyack, P. L., 1999. Communication and cognition. In Reynolds III, J. E. & S. A. Rommel (Eds.), *Biology of Marine Mammals*, pp. 287-322. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

Yunker, M. P. & L. M. Herman, 1975. Discrimination of auditory temporal differences by the bottlenose dolphin and by the human. *Journal of the Acoustical Society of America*. 56 (6), pp. 1870-1875.

Zar, J. H., 1984. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall.