

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

**DOTTORATO DI RICERCA IN:**

**Morfofisiologia e Patologia Veterinaria con Applicazioni  
Biotecnologiche**

**Ciclo: XXV**

**Settore Concorsuale di afferenza: 07H1**

**Settore Scientifico disciplinare: VET 02**

**“STUDIO LONGITUDINALE SULLE CAPACITA’  
COGNITIVE DEL CANE: DISCRIMINAZIONE DI  
QUANTITA’ ED APPRENDIMENTO PER IMITAZIONE IN  
RELAZIONE ALL’ATTACCAMENTO”**

Presentata da: **Dott.ssa Michela Mattioli**

Coordinatore Dottorato:

Relatore:

**Chiar.mo Prof. Carlo Tamanini**

**Chiar.mo Prof. Pier Attilio Accorsi**

Esame finale anno: **2013/2014**

## **INDICE:**

<b>1</b>	<b>CENNI ANATOMICI IN AMBITO COGNITIVO .....</b>	<b>6</b>
1.1	COMPORAMENTO, MEMORIA ED APPRENDIMENTO.....	6
1.2	CENNI DI ANATOMIA DEL SNC .....	8
1.2.1	<i>Principali aree funzionali della corteccia cerebrale.....</i>	<i>10</i>
1.3	CENNI DI FISILOGIA DEL SNC .....	16
1.3.1	<i>Sinapsi di Hebb e di Kandel.....</i>	<i>17</i>
1.3.2	<i>Potenziamiento a lungo termine.....</i>	<i>18</i>
<b>2</b>	<b>L'APPRENDIMENTO.....</b>	<b>22</b>
2.1	APPRENDIMENTO E FILOGENESI.....	23
2.2	TIPOLOGIA D'APPRENDIMENTO .....	24
2.3	TIPOLOGIE DI APPRENDIMENTO NON ASSOCIATIVO.....	25
2.3.1	<i>Assuefazione.....</i>	<i>25</i>
2.3.2	<i>Sensibilizzazione e pseudocondizionamento .....</i>	<i>26</i>
2.4	APPRENDIMENTO ASSOCIATIVO.....	27
2.4.1	<i>Il condizionamento classico o Pavloviano .....</i>	<i>27</i>
2.4.2	<i>Considerazioni a proposito del condizionamento classico .....</i>	<i>30</i>
2.4.3	<i>Peculiarità del condizionamento classico.....</i>	<i>31</i>
2.5	ESTINZIONE O INIBIZIONE INTERNA .....	32
2.6	GENERALIZZAZIONE E DISCRIMINAZIONE.....	33
2.7	CONDIZIONAMENTI DI ORDINE SUPERIORE: OVERSHADOWING E BLOKING .....	34
2.8	CONDIZIONAMENTO OPERANTE O STRUMENTALE.....	36
2.8.1	<i>Differenze tra condizionamento classico e condizionamento operante.....</i>	<i>43</i>
2.9	COMPORAMENTO SUPERSTIZIOSO.....	43
2.10	RINFORZO E PUNIZIONE.....	44
2.10.1	<i>Programmi di rinforzo.....</i>	<i>45</i>
2.11	APPRENDIMENTO PER IMPREGNAZIONE O IMPRINTING .....	46
2.11.1	<i>I diversi tipi di imprinting.....</i>	<i>47</i>
2.11.2	<i>Impregnazione nei mammiferi .....</i>	<i>49</i>
2.12	APPRENDIMENTO LATENTE .....	49
2.13	APPRENDIMENTO PER INSIGHT .....	51
2.14	APPRENDIMENTO SOCIALE .....	52
2.15	INFLUENZA SOCIALE.....	54
2.15.1	<i>Contagio .....</i>	<i>55</i>
2.15.2	<i>Esposizione .....</i>	<i>55</i>
2.15.3	<i>Sostegno sociale.....</i>	<i>55</i>
2.15.4	<i>Apprendimento matched-dependent.....</i>	<i>56</i>
2.16	TIPOLOGIE DI APPRENDIMENTO SOCIALE.....	56
2.16.1	<i>Incentivazione dello stimolo (local enhancement) ed incentivazione localizzata dell'attenzione (stimulus enhancement).....</i>	<i>56</i>
2.16.2	<i>Condizionamento osservativo .....</i>	<i>57</i>
2.16.3	<i>Emulazione dell'obiettivo .....</i>	<i>57</i>
2.16.4	<i>Imitazione .....</i>	<i>57</i>
2.17	APPRENDIMENTO SOCIALE NEL CANE.....	58
2.17.1	<i>Imitazione vs incentivazione allo stimolo. Imitazione cane-uomo e cane-cane....</i>	<i>59</i>
2.17.2	<i>Imitazione selettiva nel cane.....</i>	<i>62</i>
2.17.3	<i>Imitazione automatica e differita nel cane.....</i>	<i>63</i>

2.17.4	<i>I neuroni specchio</i> .....	64
2.18	EFFETTO DELL'ADDESTRAMENTO SULL'APPRENDIMENTO.....	65
2.19	LIMITI BIOLOGICI DELL'APPRENDIMENTO.....	66
<b>3</b>	<b>LE CAPACITA' COGNITIVE</b> .....	<b>69</b>
3.1	LE MOTIVAZIONI .....	69
3.2	LE MOTIVAZIONI NEL CANE .....	71
3.3	MISURARE LE MOTIVAZIONI .....	72
3.3.1	<i>Quantità di comportamento eseguito</i> .....	73
3.3.2	<i>Fino a che punto uno stimolo può essere reso spiacevole prima di venire evitato ...</i>	73
3.3.3	<i>Frequenza di pressione di una leva o di beccata su un pulsante</i> .....	73
3.3.4	<i>Attività a vuoto</i> .....	74
3.4	IL DISAGIO MOTIVAZIONALE.....	75
3.5	CONFLITTO TRA MOTIVAZIONI .....	75
3.5.1	<i>Attività di dislocazione</i> .....	76
3.5.2	<i>Esibizioni di minaccia</i> .....	77
3.6	MOTIVAZIONI E STRESS .....	77
3.6.1	<i>Stereotipie</i> .....	78
3.6.2	<i>Disorganizzazione e disintegrazione del comportamento normale</i> .....	78
3.7	COMPONENTI ELABORATIVE DELLA MENTE.....	78
3.8	FUNZIONI COGNITIVE .....	79
3.9	RAPPRESENTAZIONI.....	81
3.9.1	<i>Rappresentazioni mentali basate sulla somiglianza</i> .....	82
3.9.2	<i>Rappresentazioni mentali basata sulla covarianza</i> .....	82
3.9.3	<i>La rappresentazione fondata sul ruolo di adattamento</i> .....	83
3.9.4	<i>La rappresentazione basata sul ruolo funzionale</i> .....	83
3.9.5	<i>Le rappresentazioni nel cane</i> .....	84
3.10	LE METACOMPONENTI .....	85
3.10.1	<i>La memoria</i> .....	85
3.10.2	<i>L'attivazione cognitiva</i> .....	87
3.10.3	<i>Le funzioni metacognitive</i> .....	87
3.10.4	<i>Le funzioni implicite</i> .....	87
3.10.5	<i>Le funzioni di esplicitazione</i> .....	87
3.11	CAPACITÀ COGNITIVE NEL CANE .....	88
3.11.1	<i>Capacità cognitive fisiche</i> .....	88
3.11.2	<i>Orientamento nello spazio</i> .....	88
3.11.3	<i>Conoscenza degli oggetti</i> .....	94
3.11.4	<i>Memoria per gli oggetti nascosti</i> .....	96
3.11.5	<i>Deduzione logica</i> .....	97
3.11.6	<i>Means-end connections</i> .....	97
3.11.7	<i>Principio di gravità</i> .....	98
3.11.8	<i>Principio di solidità</i> .....	98
3.11.9	<i>Competenze numeriche</i> .....	99
3.12	CAPACITÀ COGNITIVE SOCIALI .....	101
3.12.1	<i>Comprensione delle indicazioni fornite dall'uomo</i> .....	101
3.12.2	<i>Comportamento intenzionale nella comunicazione tra uomo e cane</i> .....	104
3.12.3	<i>Comportamento mimetico ed anticipazione nel cane</i> .....	105
3.12.4	<i>Riconoscimento dello stato di attenzione di una persona nei confronti del cane</i>	105
3.12.5	<i>L'effetto dell'uomo sulla scelta operata dal cane</i> .....	106
3.12.6	<i>Identificazione del proprietario sulla base di stimoli uditivi e visivi</i> .....	106
3.12.7	<i>Influenza del ritardo delle azioni del proprietario sul comportamento del cane</i>	107
3.12.8	<i>Discriminazione di stimoli acustici</i> .....	107
3.13	METODI SPERIMENTALI UTILIZZATI PER INDAGARE I PROCESSI COGNITIVI NEL CANE ...	108

3.13.1	<i>Expectancy violation (violazione dell'aspettativa)</i> .....	108
3.13.2	<i>Mental state attribution (attribuzione di stati mentali)</i> .....	109
3.13.3	<i>Delayed matching-to-sample (confronto ritardato tra campioni)</i> .....	110
3.13.4	<i>Visible displacement (dislocamento visibile)</i> .....	111
3.13.5	<i>Invisible displacement (dislocamento invisibile)</i> .....	112
3.14	GLI ANIMALI ED I NUMERI .....	113
3.14.1	<i>Procedure di addestramento</i> .....	116
3.14.2	<i>L'osservazione delle scelte spontanee</i> .....	118
<b>4</b>	<b>L'ATTACCAMENTO NEL CANE .....</b>	<b>120</b>
4.1	L'ATTACCAMENTO NEL RAPPORTO UOMO-CANE E LE SUE FASI NATURALI .....	120
4.2	ATTACCAMENTO ED APPRENDIMENTO .....	122
4.3	L'ATTACCAMENTO NELL'UOMO E NEI PRIMATI .....	123
4.4	COME VALUTARE L'ATTACCAMENTO .....	125
4.5	CARATTERISTICHE DEL LEGAME DI ATTACCAMENTO .....	128
4.6	L'ATTACCAMENTO CANE-PROPRIETARIO .....	129
<b>5</b>	<b>LA TERMOGRAFIA .....</b>	<b>130</b>
5.1	LA TECNOLOGIA AD INFRAROSSI : LE ORIGINI.....	130
5.2	SPETTRO ELETTRROMAGNETICO.....	132
5.3	LEGGI FISICHE CHE REGOLANO LA TERMOGRAFIA .....	132
5.3.1	<i>Legge di Planck</i> .....	132
5.3.2	<i>Legge di Wien</i> .....	133
5.3.3	<i>Legge di Stefan-Boltzmann</i> .....	134
5.3.4	<i>Corpo nero ed emissività</i> .....	134
5.3.5	<i>Emettitori diversi da corpi neri</i> .....	135
5.3.6	<i>Tecniche d'ispezione termografica ed interferenze in campo veterinario</i> .....	136
5.4	UTILIZZO DELLA TECNOLOGIA AD INFRAROSSO.....	136
5.4.1	<i>Ambito industriale</i> .....	136
5.4.2	<i>Ambito medico</i> .....	138
5.4.3	<i>Ambito veterinario</i> .....	140
<b>6</b>	<b>MATERIALI E METODI.....</b>	<b>145</b>
6.1	DISCRIMINAZIONE SPONTANEA DI QUANTITÀ .....	145
6.1.1	<i>Scopi</i> .....	145
6.2	DISCRIMINAZIONE SPONTANEA DI QUANTITÀ PER MEZZO DI INPUT VISIVO.....	146
6.2.1	<i>Procedura sperimentale</i> .....	146
6.2.2	<i>Preparazione al test</i> .....	151
6.2.3	<i>Preparazione del materiale</i> .....	151
6.2.4	<i>Procedura del test</i> .....	152
6.2.5	<i>Soggetti dello studio</i> .....	154
6.2.6	<i>Analisi dei dati comportamentali</i> .....	157
6.2.7	<i>Analisi effettuate</i> .....	161
6.2.8	<i>Risultati e discussione</i> .....	162
6.2.9	<i>Conclusioni</i> .....	200
6.3	DISCRIMINAZIONE SPONTANEA DI QUANTITÀ PER MEZZO DI INPUT Uditivo E VISIVO-UDITIVO .....	202
6.3.1	<i>Procedura sperimentale</i> .....	202
6.3.2	<i>Soggetti dello studio</i> .....	208
6.3.3	<i>Analisi statistica</i> .....	209
6.3.4	<i>Risultati e discussione</i> .....	210
6.3.5	<i>Ulteriori approfondimenti</i> .....	212
6.3.6	<i>Risultati e discussione</i> .....	214
6.3.7	<i>Conclusioni</i> .....	215

6.3.8	<i>Ulteriori conclusioni</i> .....	218
6.4	<b>PROGETTO MIRROR E STRANGE SITUATION TEST (SST)</b> .....	220
6.4.1	<i>Scopi</i> .....	220
6.4.2	<i>Ambiente di studio</i> .....	221
6.4.3	<i>Soggetti dello studio</i> .....	221
6.4.4	<i>Materiali e protocollo sperimentale Mirror Test</i> .....	224
6.4.5	<i>Analisi dei dati del Mirror Test</i> .....	232
6.4.6	<i>Analisi statistica</i> .....	241
6.4.7	<i>Materiali e protocollo sperimentale dello Strange Situation Test (SST)</i> .....	241
6.4.8	<i>Analisi dei dati relativi allo Strange Situation Test</i> .....	245
6.4.9	<i>Analisi statistiche per la SST</i> .....	250
6.4.10	<i>Risultati e discussione</i> .....	250
6.4.11	<i>Conclusioni</i> .....	276
<b>7</b>	<b>RINGRAZIAMENTI</b> .....	<b>279</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>280</b>

*... a Leonardo, a Luca, ai miei  
genitori ed ai miei animali Snoopy e Maya  
coloro che  
amo di più...*

# 1 CENNI ANATOMICI IN AMBITO COGNITIVO

---

## 1.1 *Comportamento, memoria ed apprendimento*

L'apprendimento, è in grado di modificare il comportamento, quindi, per comprendere meglio cosa sia l'apprendimento, è necessario iniziare dando una definizione di comportamento.

Molteplici sono le definizioni trovate, verranno riportate di seguito le più esemplificative:

- il comportamento è la risultante di due fattori fondamentali: i fattori genetici ed i fattori ambientali che interagiscono tra di loro. I geni sono in grado di influire sul comportamento, ma, grande importanza, riveste il ruolo dell'ambiente che sembra influire soprattutto su processi quali: apprendimento e meccanismi della memoria (Kandel *et al.*, 2003).
- Il comportamento rappresenta un insieme di reazioni che un individuo manifesta in risposta a modificazioni ambientali. Alla creazione di un comportamento partecipano due fattori fondamentali che interagiscono tra loro; quelli **innati** (geneticamente predeterminati) e quelli acquisiti o **appresi** (esperenziali) (Bombardi, 2010).

La componente innata, viene anche definita *memoria di specie* o “*istinto*”, tale componente è osservabile non appena l'individuo entra in contatto con lo stimolo. La componente appresa o acquisita si basa principalmente sull'esperienza dell'individuo (Albertini *et al.*, 2008). Non è possibile affermare in maniera certa se un comportamento sia influenzato esclusivamente da fattori genetici o ambientali (Poli e Prato Previde, 2003); di sicuro genotipo e fattori ambientali generano l'attività sinaptica che dà vita al comportamento (Bombardi, 2010). Ma, le due componenti appena citate, esiste un rapporto di proporzionalità inversa, vale a dire che più un comportamento sarà definito dal punto di vista genetico meno potrà essere modificato dalla componente acquisita (Marchesini, 2009).

Attraverso l'apprendimento e la memoria, il livello di espressione genica può essere modificato, quindi agendo su questi due fattori, sarà possibile modificare il DNA, di conseguenza si assisterà ad una modifica nella produzione di proteine post-sinaptiche (Bombardi, 2010).

Dal momento che l'ambiente influenza il comportamento per mezzo di due meccanismi: apprendimento e memoria (Bombardi, 2010) sarà opportuno fornire la definizione di entrambi.

Le definizioni di apprendimento che vengono fornite sono numerose:

- l'apprendimento è un processo per mezzo del quale uomo ed animali, acquisiscono la conoscenza dell'ambiente che li circonda (Kandel *et al.*; 2003; Bombardi, 2010).
- L'apprendimento rappresenta la probabilità, che un certo comportamento, si manifesti in un determinato contesto, in conseguenza all'esperienza personale dell'individuo. In pratica si tratta di una sorta di adattamento comportamentale basato sull'esperienza (Alcock, 2009).
- L'apprendimento rappresenta un adattamento comportamentale che produce modifiche a livello organico conseguenti a cambiamenti ambientali (Poli e Prato Previde, 2003).

- L'apprendimento rappresenta il conseguimento di nuove nozioni ed abilità, in maniera più o meno duratura, per mezzo dell'esperienza (Albertini et al., 2008).
- L'apprendimento consente all'animale di adattarsi all'ambiente che lo circonda, rendendolo capace di rispondere adeguatamente ai cambiamenti che avvengono al suo interno e di mostrare comportamenti confacenti alle specifiche situazioni. Tali risposte, vengono 0.1 alla produzione di cambiamenti nei circuiti neurali responsabili delle percezioni e del movimento e nei circuiti che connettono questi ultimi (Sighieri, 2008).
- L'apprendimento è un processo, mediante il quale, il sistema nervoso e quindi il comportamento, si modificano per mezzo delle esperienze. I cambiamenti che sono in grado di produrre le esperienze vengono meglio definiti con il termine di ricordi. La funzione dell'apprendimento è quella di permettere lo sviluppo di comportamenti adatti ad un ambiente in continua mutazione (Carlson, 2002).

I soggetti in grado di applicare le strategie d'apprendimento più valide, saranno in grado di adattarsi meglio all'ambiente in cui sono inseriti e la loro risposta alle modifiche ambientali sarà nettamente migliore. Ciò sarà in grado di garantire la sopravvivenza di tali individui che, inoltre, trasmetteranno le capacità apprese alla loro discendenza.

Occorre precisare che se la possibilità di adattarsi all'ambiente, fosse determinata esclusivamente dal genotipo, l'adattamento dipenderebbe da mutazioni genetiche che richiederebbero un'evoluzione della specie particolarmente lenta e quindi limitante (Albertini *et al.*, 2008).

Per essere in grado di apprendere, occorre avere la facoltà di ricordare, vale a dire possedere una memoria (Albertini *et al.*, 2008).

La memoria rappresenta un processo tramite il quale le conoscenze acquisite da un animale vengono conservate, codificate e richiamate per essere utilizzate (Bombardi, 2010).

L'apprendimento avviene per mezzo di due stadi fondamentali:

- nel primo stadio interviene la **memoria a breve termine** che costituisce la memoria di lavoro e permette di memorizzare un'informazione per un tempo variabile da pochi secondi a qualche minuto. Gli stimoli immagazzinati da questo tipo di memoria sono stati appena percepiti dal soggetto. Si tratta di una memoria in grado di contenere un numero di informazioni limitato, che cioè possiede dei limiti precisi e definiti. Il meccanismo della *ripetizione* è quello che consente il mantenimento dell'informazione (Carlson, 2002; Sighieri, 2008; Dehasse, 2011).
- Nel secondo stadio interviene la **memoria a lungo termine** rappresentata da quella parte della memoria che consente di immagazzinare ricordi per tempi lunghi: giorni, mesi, anni ed a volte per l'intera vita. Questo tipo di memoria sembra non possedere limiti e, come accennato nella definizione, è duratura nel tempo. A renderla così duratura sembra essere il potenziamento della forza delle interazioni sinaptiche. Il meccanismo che consente il passaggio di un'informazione dalla memoria a breve termine a quella a lungo termine, viene definito **consolidamento**. Il fatto che un'informazione piuttosto che un'altra passi dalla memoria a breve termine a quella a lungo termine dipende dalla rilevanza che il soggetto attribuisce a tale informazione (Carlson, 2002; Sighieri, 2008; Dehasse, 2011).



Volendo fare una classificazione della memoria dobbiamo considerare due fattori fondamentali: la durata della memoria ed il tipo di informazione.

Volendo basare la classificazione sulla durata possiamo riconoscere tre tipi distinti di memoria:

- la memoria sensoriale;
- la memoria a breve termine;
- la memoria a lungo termine.

Definiremo solo la memoria sensoriale, poiché memoria a breve e lungo termine sono state definite poc' anzi.

La **memoria sensoriale** o **immediata** conserva le informazioni appena percepite ed ha una durata di pochi secondi. Alcune informazioni contenute nella memoria sensoriale, possono passare, alla memoria a breve termine.

Modificazioni transitorie nella comunicazione neuronale sono responsabili della memoria sensoriale ed a breve termine, mentre per quel che attiene la memoria a lungo termine la struttura neuronale va incontro a modificazioni più durature.

Se effettuiamo una classificazione della memoria basandoci sulla tipologia dell'informazione è possibile distinguere una **memoria dichiarativa o esplicita** ed una **memoria non dichiarativa o procedurale o implicita** entrambe fanno parte della memoria a lungo termine.

La **memoria dichiarativa** è quella che immagazzina eventi, fatti, idee; cioè le informazioni che possono essere rievocate mentalmente sotto forma di immagini visive o per mezzo del linguaggio verbale in maniera conscia, il richiamo mnemonico richiede un riconoscimento intellettuale. Può essere suddivisa in **memoria episodica** che immagazzina informazioni specifiche legate ad un particolare contesto e **memoria semantica** che immagazzina idee ed affermazioni slegate da un preciso contesto.

La **memoria non dichiarativa** invece si esprime per mezzo di cambiamenti comportamentali ed è inconscia. Riguarda principalmente abilità fonetiche e motorie che vengono apprese per mezzo dell'esercizio e vengono di seguito rievocate in maniera del tutto inconsapevole. Anche questo tipo di memoria, sebbene venga considerata automatica e riflessa, possiede un certo grado di rievocazione: è possibile immaginare e ricostruire un compito motorio appreso precedentemente, ma quando avviene l'esecuzione di tale compito, questa si realizza in maniera inconsapevole. Questo tipo di memoria potrebbe essere l'unica presente negli invertebrati che sono privi ippocampo (Squire *et al.*, 2010).

Tra le due memorie appena citate, si verifica un continuo scambio di contenuti tanto che è possibile affermare che memoria dichiarativa e memoria non dichiarativa, non lavorano mai separatamente (Sighieri, 2008; Squire, 2010; 1).

## 1.2 Cenni di anatomia del SNC

È curioso come milioni di cellule nervose, situate all'interno del cervello, in conseguenza all'influenza dell'ambiente possano dare origine ai comportamenti, le neuroscienze si occupano

proprio di spiegare i comportamenti basandosi sulle attività cerebrali. Gli studiosi di questa disciplina, da sempre cercano di attribuire una sede anatomica alle varie funzioni svolte dal cervello. Il SNC può essere suddiviso in due porzioni principali: midollo spinale ed encefalo. Quest'ultimo può essere suddiviso in *tronco encefalico* e *proencefalo* o *proencefalo* che costituisce la porzione rimanente. A sua volta il tronco encefalico è costituito da *midollo allungato*, *ponte* e *mesencefalo*, mentre il proencefalo è composto da *diencefalo* e *telencefalo*. Dorsalmente al tronco encefalico è posizionato il *cervelletto*. Dal tronco encefalico si dipartono i nervi cranici dal III paio al XII paio mentre il II nervo cranico (*n. ottico*) ed il I (*n. olfattivo*) hanno un'altra origine, per la precisione il nervo ottico è annesso al diencefalo mentre il nervo olfattivo è annesso al telencefalo (Bombardi, 2010).

Le diverse regioni cerebrali sono deputate allo svolgimento di specifiche funzioni. È possibile affermare che le funzioni cognitive hanno sede a livello della corteccia cerebrale o *neocorteccia*. Questa struttura riveste la faccia mediale e quella dorso-laterale di ogni emisfero cerebrale. Topograficamente viene suddivisa in sei porzioni:

1. corteccia frontale;
2. corteccia parietale;
3. corteccia temporale;
4. corteccia occipitale;
5. corteccia dell'insula;
6. corteccia del cingolo.

Le prime quattro ricevono la loro denominazione dall'osso del cranio che le ricopre e sono dotate di attività specifiche, sono collocate sulla faccia dorso-laterale degli emisferi cerebrali.

La corteccia dell'insula è localizzata a livello di faccia dorso-laterale degli emisferi e non è ubicata superficialmente bensì in profondità, la corteccia del cingolo si trova sulla faccia mediale degli emisferi.

La corteccia è formata da neuroni che si organizzano a formare sei strati che di seguito vengono elencati procedendo dall'esterno verso l'interno:

**strato plessiforme o molecolare** → composto da molte fibre ed uno scarso numero di cellule;

**strato granulare esterno** → è costituito da cellule di forma stellata dette appunto "granuli";

**strato piramidale esterno** → formato da cellule piramidali;

**strato granulare interno** → in cui, ancora una volta, i "granuli" sono le cellule più rappresentate;

**strato piramidale interno** → composto sempre da cellule piramidali, ma di dimensioni maggiori rispetto a quelle localizzate nel terzo strato;

**strato multiforme o polimorfo** → è lo strato situato più in profondità e composto da cellule di forma variabile (polimorfismo cellulare). Anche in questo strato le cellule piramidali sono particolarmente rappresentate. Tale strato è in rapporto con il centro semiovale.

Lo spessore della corteccia si presenta variabile a seconda dell'area in cui la andiamo ad esaminare, ciò che rimane costante è l'organizzazione in sei strati appena citata.

Le *unità corticali* rappresentano le unità elementari di analisi della corteccia cerebrale in grado di elaborare le informazioni, sono quelle che ci consentono di distinguere la corteccia cerebrale nelle diverse specie. Sono costituite da un insieme di neuroni che hanno la funzione di processare una

certa informazione. Le colonne corticali si estendono in tutti e sei gli strati ed hanno una forma vagamente cilindrica. Non sono unità anatomiche vere e proprie bensì unità funzionali. Il loro numero sembra correlato in maniera diretta con il grado di intelligenza (maggiore numero di colonne corticali, maggiore intelligenza).

I neuroni che si ritrovano a livello della corteccia cerebrale sono di due tipi:

**neuroni piramidali** → sono localizzati nel terzo, quinto e sesto strato, sono neuroni eccitatori che sfruttano il glutammato come neurotrasmettitore;

**neuroni non piramidali** → sono localizzati negli altri strati (primo, secondo e quarto), generalmente sono neuroni inibitori che utilizzano come neurotrasmettitore il GABA.

La corteccia può essere suddivisa in:

**omotipica** → i sei strati cellulari che compongono la corteccia sono facilmente individuabili perché ben sviluppati. È localizzata prevalentemente in corrispondenza delle aree associative;

**eterotipica** a sua volta suddivisa in due porzioni:

- **granulare** → caratterizzata da un notevole sviluppo degli strati granulari. Questa porzione contribuisce alla formazione delle corteccie sensitive primarie ed è in rapporto con *talamo* e *metatalamo* dai quali riceve un massivo afflusso di informazioni;
- **agranulare** → questo tipo di corteccia presenta gli strati dei granuli ridotti, con un maggior sviluppo degli strati piramidali, nello specifico lo strato piramidale interno. È localizzata in corrispondenza dell'area motoria primaria (Bombardi, 2010; Kandel *et al.*, 2003).

### 1.2.1 **Principali aree funzionali della corteccia cerebrale**

La neocorteccia viene suddivisa dal punto di vista funzionale in cinque aree:

1. aree o corteccie sensitive primarie;
2. aree o corteccie associative unimodali (in passato aree sensitive secondarie);
3. aree o corteccie associative multimodali;
4. aree o corteccie associative motorie;
5. area o corteccia motoria primaria (Figura 1).

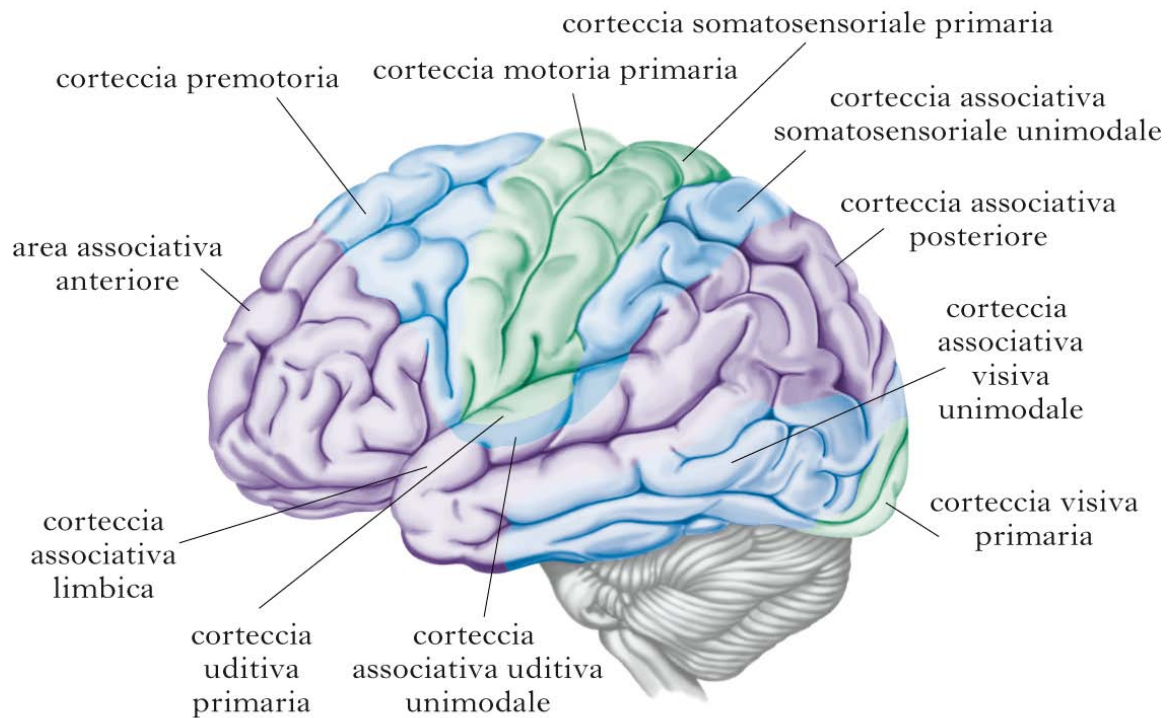


Figura 1: immagine del cervello: localizzazione delle aree corticali (14).

1) E' possibile riconoscere tre tipi di **corteccie sensitive primarie**:

**corteccia somato-sensitiva**: si trova nel lobo/corteccia parietale;

**corteccia visiva**: localizzata a livello occipitale;

**corteccia uditiva**: si trova a livello temporale.

Queste corteccie ricevono proiezioni dal talamo o dal metatalamo, in particolare la corteccia somato-sensitiva le riceve dal talamo, la corteccia visiva dal corpo genicolato laterale (metatalamo) e la corteccia uditiva dal corpo genicolato mediale (metatalamo).

La funzione delle corteccie sensitive primarie è ricevere e interpretare specifiche informazioni sensitive.

2) Le **corteccie sensitive associative unimodali** sono anch'esse di tre tipi:

**corteccia somato-sensitiva**: sempre localizzata nel lobo parietale;

**corteccia visiva**: si trova sia nel lobo occipitale sia nel lobo parietale;

**corteccia uditiva**: localizzata nel lobo temporale.

Queste corteccie lavorano ad un livello superiore rispetto alle sensitive primarie. Ogni area è in grado integrare gli aspetti relativi ad una specifica informazione sensitiva, per esempio la corteccia visiva è in grado di integrare tra loro gli aspetti relativi a colore, forma, e movimento di un oggetto. Le corteccie sensitive unimodali ricevono tantissime informazioni dalle corteccie sensitive primarie corrispondenti. Queste ultime, ricevono le stesse informazioni delle corteccie unimodali, ma non sono in grado di integrarle tra loro e quindi le mantengono separate. Una piccola quantità di fibre talamiche e metatalamiche raggiungono anche le corteccie sensitive associative unimodali.

3) Le *corteccie sensitive associative multimodali*, sono le più evolute. Ogni corteccia associativa multimodale riceve tutti i tipi di informazione sensitiva (cioè somato-sensitive, visive ed uditive) le integra tra loro ed in base al tipo di informazione sensitiva ricevuta regola nel modo più opportuno l'area associativa motoria. Sembra che anche la base anatomica della coscienza risieda nelle aree associative multimodali, ma questo dato è ancora da accertare in maniera precisa. Ciò che invece si sa con sicurezza è che la cognizione e la comprensione di ogni animale risiedono proprio a questo livello.

Le corteccie multimodali sono di 3 tipi:

- a. area associativa multimodale posteriore o caudale;
- b. area associativa multimodale limbica;
- c. area associativa multimodale anteriore o rostrale;

a. La *corteccia multimodale posteriore o caudale* si trova a livello dei lobi parietale e temporale. Permette ad un animale di focalizzare l'attenzione su un oggetto presente sul campo visivo controlaterale quindi permette all'animale di accorgersi di ciò che gli accade intorno. In poche parole, questo tipo di corteccia, permette ad un animale di indirizzare il comportamento esplorativo nel campo visivo controlaterale. Alterazioni di questa corteccia generano deficit di attenzione.

b. La *corteccia multimodale limbica* comprende la *corteccia del cingolo* posta sulla faccia mediale di ogni emisfero e si compone anche di altre strutture che non fanno più parte della neocorteccia tra cui la *regione ippocampale* e l'*amigdala* (Figura 2). Queste due aree coadiuvano nelle sue funzioni la corteccia associativa limbica. Sono implicate nella regolazione delle emozioni e della memoria. L'ippocampo e le regioni della corteccia cerebrale ad esso associate, costituiscono il pavimento del corno temporale del ventricolo laterale. Tali strutture svolgono un ruolo importante nella creazione della memoria a lungo termine correlata alle esperienze giornaliere (Bombardi, 2010).



Figura 2: immagine del cervello in sezione: notare ubicazione della regione ippocampale e dell'amigdala (15).

La *regione ippocampale* è implicata nella memoria esplicita, nell'apprendimento spaziale ed ancora nel condizionamento contestuale alla paura. È costituita da due porzioni principali:

- la *formazione ippocampale*;
- la *regione paraippocampale*.

La prima mostra una struttura che presenta una forma di C aperta ventro-cranialmente e costituisce il pavimento della parte centrale e del corno temporale del ventricolo laterale.

La formazione ippocampale si presenta costituita da 3 porzioni principali:

- *giro dentato*;
- *ippocampo propriamente detto* a sua volta diviso in 3 aree:
  - -area CA3;
  - -area CA2;
  - area CA1;
- *subicolo*.

La formazione ippocampale *in toto*, risulta formata da una corteccia cerebrale molto antica detta *allocorteccia* la quale è formata da soli tre strati cellulari anziché sei. Nella regione ippocampale è possibile considerare quattro porzioni:

- *presubicolo*;
- *parasubicolo*;
- *corteccia entorinale*;
- *corteccia peririnale e corteccia postrinale*..

La *regione paraippocampale* è formata da un insieme di strutture corticali le quali si trovano ventro-medialmente, ma anche a livello della fessura rinale laterale (Bombardi, 2010; Kandel *et al.*, 2003).

L'ippocampo riceve *input* principalmente dalla corteccia entorinale che è una struttura colonnare connessa alla corteccia per mezzo di afferenze ed efferenze, *input* ed *output* arrivano all'ippocampo anche attraverso il subicolo.

La corteccia entorinale si presenta connessa con il giro dentato e l'area CA3 dell'ippocampo grazie a connessioni vaste e diffuse. A loro volta il giro dentato e l'area CA3 sono connesse tra loro in modo sparso. I neuroni facenti parte dell'area CA3 sono ampiamente connessi tra loro. Le aree CA3 e CA1 dell'ippocampo sono connesse tra loro per mezzo di un fascio di neuroni detto *Shaffer collateral*. Esistono, infine, connessioni tra corteccia entorinale e l'area CA1, si tratta di connessioni molto importanti perché bidirezionali o invertibili che permettono all'*input* primario, che è stato elaborato dall'ippocampo, di tornare alla corteccia entorinale. Si tratta di connessioni puntuali e non estese. I neuroni che costituiscono queste aree, hanno caratteristiche che si riferiscono alle capacità funzionali delle aree medesime: i neuroni dell'area CA3 trasmettono informazioni in un'unica direzione ciò in conseguenza al fatto che vengono attivati da stimoli sensoriali che hanno una precisa ubicazione spaziale. Lo stesso dicasi dei neuroni presenti nell'area CA1 anche se in maniera più smorzata rispetto ai neuroni dell'area CA3. I neuroni di *subiculum* e corteccia entorinale presentano connessioni più distribuite e multidirezionali, in conseguenza alle loro molteplici connessioni con la corteccia cerebrale. Tali connessioni spesso danno vita a rappresentazioni sovrapposte e quindi soggette ad interferenza.

Associazioni nuove possono andare a sovrapporsi alle vecchie quando avvenga l'acquisizione di associazioni o di rappresentazioni tra di loro simili, ciò genera un decadimento delle associazioni che sono state acquisite per prime che viene definito con il termine di "*interferenza catastrofica*". Questo fenomeno non si osserva nell'uomo in conseguenza al fatto che in quest'ultimo la memoria non è localizzata solo a livello corticale ma anche a livello ippocampale e precisamente

quest'ultima struttura andrebbe a separare le rappresentazioni riducendo le interferenze. È come se nel cervello ci fossero due sistemi:

- uno corticale ad acquisizione lenta e con elevato grado di sovrapposizione delle rappresentazioni prodotte;
- uno ippocampale di acquisizione rapida che produce rappresentazioni separate riducendo in questo modo le interferenze.

Il ruolo svolto dall'ippocampo, è quello di legare insieme rappresentazioni diverse, che si riferiscono ad un preciso contesto, che sono immagazzinate nella corteccia dando origine ad un contesto episodico. Le associazioni fatte dall'ippocampo possono andare incontro ad un processo di consolidamento nel caso in cui vengano ripetute mentre, nel caso tali associazioni non vengano più richiamate o fatte riaffiorare verranno rimosse (2).

Tra le strutture che coadiuvano la funzione della corteccia multimodale limbica, oltre alla regione ippocampale, di cui abbiamo appena trattato, consideriamo ora l'**amigdala** che è collocata rostralmente all'ippocampo e svolge diverse funzioni:

- svolge un ruolo nell'attribuzione di un significato emozionale o motivazionale agli stimoli sensoriali;
- coordina i diversi sistemi cerebrali al fine di favorire la nascita di risposte appropriate da parte degli individui.
- consente di attribuire un significato emotivo ad uno stimolo ed in particolare svolge questo compito il gruppo nucleare profondo. L'amigdala è una struttura anatomica essenziale del circuito che regola la paura e di quello che regola la paura condizionata. Lesioni bilaterali dell'amigdala portano alla scomparsa della paura. Nell'amigdala viene memorizzata l'emozione di paura, la memorizzazione avviene nella memoria implicita, non cosciente.

L'amigdala riceve afferenze dai sistemi sensoriali ed emette efferenze a livello di: neocorteccia, nuclei della base, ippocampo, ipotalamo ed altre strutture subcorticali. Inoltre, l'amigdala, invia proiezioni al tronco encefalico che le consentono di agire sull'attività somatica e viscerale svolta dal sistema nervoso periferico. Queste connessioni fanno sì che il corpo, in situazioni specifiche, possa dare origine a determinate risposte (paura → variazioni della frequenza cardiaca e respiratoria).

Le connessioni con la regione ippocampale contribuiscono a favorire l'acquisizione ed il consolidamento di memorie esplicite che evocano risposte emotive.

Il nucleo mediale dell'amigdala fa parte del circuito della rabbia.

c. La **corteccia associativa multimodale anteriore o rostrale** è particolarmente sviluppata nei primati e nell'uomo. Si trova in corrispondenza del lobo frontale e viene anche definita **corteccia prefrontale**. Da questa area dipendono i comportamenti più complessi, un trauma che produca una lesione a livello frontale può creare gravi alterazioni comportamentali.

Le funzioni tipiche di questo tipo di corteccia sono:

- valutazione dei vantaggi e degli svantaggi di una determinata situazione e di conseguenza capacità di un individuo di esprimere un giudizio;
- pianificazione del futuro (si osserva principalmente nell'uomo);

- permette di fornire continuità agli intenti comportamentali oltre che un'appropriata successione temporale ai vari comportamenti in modo da soddisfare lo scopo che un individuo si è prefisso;
- valutazione dei vantaggi e degli svantaggi di un eventuale comportamento futuro;
- dà origine alla memoria di lavoro collaborando con il nucleo dorso-mediale del talamo. Tale memoria a breve termine, permette di ricordare un insieme di informazioni per un tempo sufficiente a consentire una successione di atti appropriati.
- rende l'animale capace di reagire agli imprevisti, quindi fornisce la capacità di adattamento o elasticità mentale. Una buona elasticità mentale è indice di intelligenza. Questa funzione è particolarmente importante ed è legata alla memoria di lavoro.
- permette di avere un comportamento congruo allo stato di attivazione emotiva del momento, consente quindi di essere efficaci nei comportamenti.
- permette l'estinzione della paura condizionata.

Se prendo un animale qualsiasi, lo colloco in una stanza e tutte le volte che all'interno della stanza accendo la luce somministro anche una scossa elettrica, dopo alcune ripetizioni di questa associazione luce-scossa elettrica, avremo la comparsa della paura condizionata cioè, l'animale proverà paura anche solo all'accensione della luce. Se si procede con la dissociazione dei due stimoli, cioè accendo la luce e non associo più questo evento alla scossa elettrica e ripeto più volte la presentazione degli stimoli dissociati, la corteccia prefrontale consentirà l'estinzione della paura condizionata (Bombardi, 2010; Kandel *et al.*, 2003).

4. La **corteccia associativa motoria o corteccia premotoria** è localizzata in corrispondenza del lobo frontale e permette la preparazione e la programmazione del movimento in base a tutte le informazioni che riceve dalle aree associative multimodali. Proietterà a sua volta alla corteccia motoria primaria.

5. La **corteccia motoria primaria** ha funzione esecutiva ed è localizzata a livello del lobo frontale degli emisferi cerebrali, riceve informazioni dalla corteccia premotoria ed è formata da neuroni i cui neuriti vanno a formare il fascio cortico-spinale sia laterale sia ventrale. È costituita anche da neuroni i cui neuriti si portano ai nuclei motori presenti nel tronco encefalico ad esempio il nucleo rosso o il nucleo vestibolare laterale. Quindi proietta a nuclei che poi proietteranno al midollo spinale.

I neuroni si attivano prima che venga compiuto il movimento, poi, tali neuroni, proietteranno alle aree deputate a far svolgere il movimento ed a quel punto si verificherà il movimento.

Da citare i **nuclei della base**, sono ammassi di neuroni localizzati in profondità nel telencefalo immersi all'interno della sostanza bianca. I nuclei della base sono collocati in vicinanza dell'amigdala.

Tra i nuclei della base riconosciamo:

- **nucleo striato**: localizzato nel telencefalo;
- **globus pallidus o globo pallido**: localizzato nel telencefalo;
- **sostanza nera**: situata nel mesencefalo;
- **nucleo sub-talamico**: collocato nella zona di passaggio tra mesencefalo e telencefalo.

Il nucleo striato è formato da tre porzioni:



- *nucleo caudato*: proietta alla parte reticolare della sostanza nera ed al segmento interno del globo pallido. Sostanza nera e segmento interno del globo pallido, a loro volta, proiettano al nucleo ventrale anteriore ed al nucleo dorso-ventrale del talamo, tali nuclei, che a loro volta, proiettano alla corteccia pre-frontale del talamo, riproietteranno al nucleo caudato.

Il nucleo caudato ha grande importanza perché consente ad un animale di avere risposte *empatiche* socialmente utili. Il circuito citato poco sopra viene detto *circuito dell'empatia* (Bombardi, 2010; Kandel *et al.*, 2003).

L'empatia rappresenta la capacità di un individuo di comprendere gli stati d'animo di un soggetto appartenente alla stessa specie o a specie diverse. In assenza di empatia non sarebbe possibile costituire una società o un branco perché si assisterebbe solamente a risposte asociali.

Una lesione a livello di una qualsiasi delle zone suddette porta alla perdita della capacità di relazione dell'individuo.

- *Putamen*;
- *strato ventrale*: in questo strato ritroviamo il *nucleo accumbens* implicato nei processi di rinforzo.

La funzione attribuita ai nuclei della base è di fine regolazione dell'attività motoria, inoltre, recentemente, è stato possibile osservare come questi nuclei siano implicati nel regolare processi emotivo-cognitivi (Bombardi, 2010; Kandel *et al.*, 2003).

### 1.3 *Cenni di fisiologia del SNC*

La memoria è rappresentata da un insieme di processi complessi nei quali sono implicate anche funzioni cognitive quali: attenzione, percezione, ragionamento, emozioni, ecc.

Ciò che deve essere appreso entra nel sistema cognitivo attraverso dei meccanismi di codifica che vengono attivati per mezzo di due modalità: o intenzionalmente, vale a dire per mezzo di strategie precise, oppure in maniera automatica mediante meccanismi cognitivi inconsapevoli (Kandel. *et al.*, 2003).

In seguito alla presentazione di stimoli sensoriali, si assisterebbe all'attivazione di un insieme di circuiti neuronici definiti *rieccitanti* o *riverberanti* nei quali, i potenziali d'azione, continuerebbero a ricircolare per un tempo pari a quello in cui permane la memoria a breve termine. Ciò consentirebbe di riprodurre, in forma dinamica, un analogo del quadro sensoriale memorizzato definito con il termine di *engramma*. L'attivazione dei circuiti riverberanti avrebbe la tendenza ad estinguersi ed, in conseguenza alla sua estinzione, l'engramma progressivamente si cancellerebbe; in questo modo, l'informazione mnemonica, verrebbe perduta salvo non sia intervenuto il suo trasferimento nella memoria a lungo termine.

L'ippocampo è la struttura indispensabile alla fissazione della traccia di memoria.

L'ippocampo, svolgerebbe un ruolo di primo ordine nella formazione di nuovi ricordi di tipo "dichiarativo", formando e consolidando i ricordi, ma non rappresenterebbe la sede del loro immagazzinamento, che avrebbe luogo in altre aree cerebrali. L'ippocampo, parteciperebbe alla codificazione delle informazioni che lo raggiungono dalla corteccia associativa cerebrale.

L'immagazzinamento a lungo termine dei ricordi sarebbe un processo che si verifica in tutto l'encefalo: in particolare nei lobi frontale e temporale per ciò che riguarda la memoria esplicita mentre, per l'apprendimento procedurale, le abilità motorie acquisite con l'esercizio, sarebbero memorizzate nei gangli della base, nel cervelletto e nella corteccia premotoria.

James Papez nel 1937, ipotizzò che la corteccia potesse influenzare l'ipotalamo per mezzo delle connessioni del giro del cingolo con le formazioni dell'ippocampo. Secondo questa ipotesi le formazioni dell'ippocampo elaborerebbero le informazioni e le invierebbero ai corpi mammillari dell'ipotalamo attraverso il fornice. L'ipotalamo, a sua volta, ritrasmetterebbe queste informazioni al giro del cingolo attraverso una via che va dai corpi mammillari ai nuclei talamici anteriori (mediante il tratto mammillo-talamico) e dai nuclei talamici anteriori al giro del cingolo (*circuito di Papez*).

Il ricircolo di engrammi nel circuito di Papez e la loro ripetuta presentazione alle aree associative corticali, sedi della memorizzazione definitiva, sarebbero indispensabili affinché i messaggi mnemonici vengano impressi nelle strutture depositarie della memoria a lungo termine.

Quando viene rievocato un ricordo, una serie di eventi vengono ripercorsi in senso inverso a quello della fissazione mnemonica: vengono rievocate le tracce della memoria a lungo termine e di seguito l'engramma originario ripresentato nelle aree associative che permetterebbe il riconoscimento del quadro sensoriale evocato (Sighieri, 2010).

### 1.3.1 *Sinapsi di Hebb e di Kandel*

La memoria deriva da una modificazione delle sinapsi, tale modifica sarebbe temporanea nella memoria a breve termine e permanente nella memoria a lungo termine. D. Hebb, psicologo canadese, nel 1949 postulò la teoria della *plasticità nervosa*. Tale teoria, si baserebbe sul principio per cui l'apprendimento e la memoria avrebbero origine a livello di neuroni in grado di modificare la loro struttura e la loro funzione. L'ipotesi di Hebb considerava le connessioni sinaptiche in grado di modificarsi. Inoltre, secondo Hebb, alla base della memoria ci sarebbe la maggiore intensità di legame tra neuroni e la capacità dei neuroni di dare origine a nuove ramificazioni per favorire la trasmissione dell'informazione tra le cellule. Questi due fattori insieme, genererebbero dei circuiti sinaptici definiti *assemblee cellulari*, all'interno dei quali le informazioni circolerebbero. Tutto ciò sarebbe alla base della memoria.

I fattori neurotrofici, responsabili della regolazione della crescita dei neuroni, svolgerebbero un ruolo importante nella plasticità infatti, parrebbero implicati nel rafforzamento selettivo delle connessioni localizzate nelle reti neurali più attive.

Hebb (1949) portò alla luce un altro meccanismo, quello della *coincidenza pre-postsinaptica* secondo il quale la coincidenza temporale nell'attività dei neuroni pre-sinaptico e post-sinaptico sembrerebbe svolgere un ruolo di primo piano nel rafforzamento della loro connessione. In poche parole, l'attività simultanea di un neurone pre-sinaptico che stimola mediante l'insorgenza di potenziali d'azione, un neurone post-sinaptico sarebbe alla base del meccanismo di rafforzamento della sinapsi (Squire *et al.*, 2010).

Nel 1979 E. Kandel, un neurobiologo, postulò un'altra teoria sulla plasticità sinaptica. La differenza rispetto al modello proposto da Hebb risiede nella localizzazione della modificazione sinaptica, che secondo Kandel si verificherebbe a livello pre-sinaptico grazie all'intervento di un neurone modulatore che si attiverebbe insieme al neurone pre-sinaptico. Tale attivazione simultanea permetterebbe il rafforzamento della connessione. Tale meccanismo prenderebbe il nome di *coincidenza premodulatoria*.

A livello del sistema nervoso si rinverrebbero entrambi i tipi di sinapsi (Squire *et al*, 2010).

### 1.3.2 *Potenziamiento a lungo termine*

Ciò che da sempre è stato di grande importanza per gli studiosi è comprendere come le informazioni apprese vengano immagazzinate ed associate agli stimoli che ogni individuo percepisce dall'ambiente. Altro fattore che da sempre ha suscitato la curiosità dei neuroscienziati è poter creare una mappa delle aree cerebrali in cui avvengono i processi di elaborazione delle informazioni ed i processi mnesici.

Di sicuro ciò che è emerso è che, alla base dei processi appena citati (elaborazione e memorizzazione), ci sono interazioni tra la corteccia prefrontale e l'ippocampo. La corteccia prefrontale è coinvolta nella maggior parte delle attività cognitive; l'ippocampo decodifica nuove informazioni e permette la creazione di associazioni rapide finalizzate alla guida dei comportamenti.

Sono molteplici le aree corticali che inviano informazioni all'ippocampo, ciò permette a quest'ultimo di avere in tempo reale *input* rappresentativi dello stato dell'ambiente circostante. A questo punto, l'ippocampo, elabora questi *input* creando nuove associazioni ed in seguito registra le informazioni selezionando quelle che ritiene di interesse lasciando decadere quelle non utili. In seguito all'elaborazione delle informazioni, l'ippocampo rimanda le rappresentazioni prodotte alla corteccia entorinale da cui proveniva l'*input* iniziale; nel caso tali rappresentazioni prodotte dall'ippocampo siano molto simili a quelle iniziali, sarà possibile affermare che c'è stato un ricordo.

L'ippocampo utilizza tre diversi tipi di memorizzazione:

- episodica: relativo ad episodi ed eventi;
- dichiarativa: relativo all'apprendimento rapido di informazioni;
- spaziale: relativo all'orientamento.

Il sistema ippocampale funziona grazie a due meccanismi:

- 1) *pattern separation* → è un meccanismo che viene utilizzato per codificare informazioni nuove. L'*input* di attivazione della corteccia entorinale proviene al circolo dentato e dall'area CA3, qui l'*input* viene elaborato e rappresentato per mezzo di unità neurali sparse e separate che non interferiscono tra loro né si sovrappongono. Tale *input* viene inviato anche all'area CA1 e si assiste ad un'associazione tra le rappresentazioni di CA1 e CA3. Grazie alle connessioni invertibili dell'area CA1, le rappresentazioni, dopo essere state elaborate ed essere state sottoposte al processo di associazione vengono nuovamente inviate alla corteccia entorinale.

- 2) *Pattern completion* → è un meccanismo per mezzo del quale partendo da piccoli frammenti di ricordi, è possibile far riaffiorare dalla memoria rappresentazioni di situazioni ed eventi. Il frammento di rappresentazione costituito da *input* corticale, dalla corteccia entorinale arriva al giro dentato ed all'area CA3, qui la rappresentazione può essere completata e ritrovata, e ciò grazie alle numerose connessioni che si rinvengono nella zona medesima. Una volta completata la rappresentazione nell'area CA3, si attiva la rappresentazione corrispondente nell'area CA1 e da lì raggiunge nuovamente la corteccia entorinale all'interno della quale la rappresentazione sarà completa e non più frammentata.

Questi due meccanismi competono tra di loro, il cervello quando riceve un *input* esterno, non è in grado immediatamente di comprendere se le informazioni ricevute siano nuove e quindi da memorizzare separatamente dalle altre per mezzo del *pattern separation* o se siano rappresentazioni che richiedono di essere completate, in quanto rappresentano frammenti di memoria già esistenti.

L'ippocampo agisce sull'ambiguità che memorie imperfette ed *input* di distrazione possono generare. Creando più connessioni possibili che permettono di contestualizzare informazioni ed episodi passati, l'ippocampo cerca di ridurre le ambiguità. I suoi compiti sono quelli di catalogare, riconoscere e ricordare nella maniera più adeguata possibile le informazioni. Da ciò si evince che l'ippocampo svolge un ruolo di primordine in processi come apprendimento e memorizzazione. All'interno dell'ippocampo le informazioni permangono temporaneamente, successivamente seguiranno due differenti destini: o verranno immagazzinate in maniera permanente nella memoria a lungo termine o verranno cancellate (2).

Ma quali sono di preciso i processi che permettono di memorizzare un'informazione?

Nel sistema nervoso dei vertebrati il fenomeno elementare di apprendimento più conosciuto è il "**Potenziamento a lungo termine**" (*Long Term Potentiation, LTP*). Si tratta di un fenomeno sinaptico particolarmente studiato, rappresentato da persistente incremento della forza delle connessioni sinaptiche indotto dall'attività neurale. Queste capacità sinaptiche sembrerebbero le responsabili dei meccanismi di richiamo e/o decodifica dell'informazione in varie zone cerebrali. Tale potenziamento o aumento della potenza sinaptica sembrerebbe durare nel tempo e ciò ci indicherebbe che le sinapsi sono capaci di imparare a ricordare. Ciò ci porta a ritenere che l'LTP rappresenti i processi della memorizzazione e dell'apprendimento in forma microscopica (Sighieri, 2008, 2). Inizialmente si riteneva che l'LTP fosse un fenomeno tipico della formazione ippocampale dei mammiferi, oggi si sa che questo fenomeno si verifica anche a livello di sistema nervoso periferico, nelle regioni neocorticali e nei nuclei sottocorticali dei mammiferi (Zigmond *et al.*, 1999).

Il meccanismo del potenziamento a lungo termine rappresenta il meccanismo della plasticità nervosa; secondo tale meccanismo, apprendimento e memoria si verificherebbero a livello di neuroni che sono in grado di modificare la loro funzione e la loro struttura.

Come avviene di preciso l'incremento della forza delle connessioni sinaptiche tipico dell'LTP?

Quando il glutammato, che è un neurotrasmettitore eccitatorio nel sistema nervoso dei vertebrati, viene liberato a livello di una sinapsi, va ad agire su due tipi di recettori localizzati a livello post-sinaptico:

- recettori kainato-quisqualato (K/Q);

- recettori N-metil-D-aspartato (NMDA).

Di solito, quando il glutammato viene liberato a livello sinaptico, solamente i recettori K/Q permettono il passaggio di ioni in ingresso attraverso la membrana responsabile dell'insorgenza del potenziale eccitatorio post-sinaptico. I recettori NMDA sono bloccati dagli ioni magnesio e quindi attraverso di essi il glutammato non può passare. In caso di una stimolazione ad elevata frequenza, che genera l'LTP, la membrana post-sinaptica si depolarizza ed il blocco dei recettori NMDA, indotto dal magnesio, viene rimosso. In conseguenza a ciò è possibile rilevare un massivo flusso ionico associato ai recettori NMDA. Ciò consente l'ingresso degli ioni calcio i quali attivano una serie di eventi intracellulari che determinano un'alterazione a lungo termine dell'efficienza sinaptica (Vallortigara, 2000) (Figura 3).

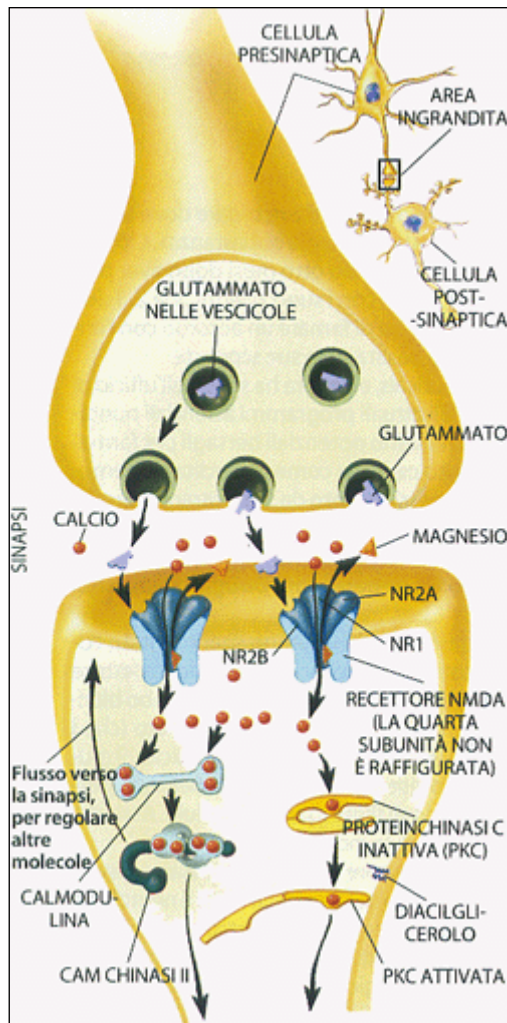


Figura 3: funzionamento delle sinapsi a lungo termine.

L'aumento della concentrazione degli ioni calcio a livello del neurone post-sinaptico, fa sì che si attivino gli enzimi calcio dipendenti che favoriscono l'inserimento, nella membrana post-sinaptica, di recettori AMPA (recettori per il glutammato connessi ai canali per il sodio). Ciò rende la membrana post-sinaptica più sensibile al glutammato e ciò contribuisce a dar vita ad un potenziale

post-sinaptico più ampio. Inoltre, gli enzimi calcio dipendenti, possono attivare enzimi in grado di far diffondere l'ossido d'azoto all'esterno della membrana post-sinaptica; ciò aumenterebbe l'espulsione di glutammato dal neurone pre-sinaptico (Carlson, 2003).

Come spiegato l'induzione dell'LTP sembra essere collegata al processo di depolarizzazione post-sinaptica che permette l'ingresso di ioni calcio nella cellula attraverso i recettori NMDA. L'intensificazione del neurotrasmettitore a livello della terminazione pre-sinaptica è responsabile del mantenimento dell'LTP. Quindi l'induzione dell'LTP, richiede un evento post-sinaptico (ingresso di ioni calcio attraverso i canali presenti nei recettori NMDA), mentre il mantenimento dell'LTP richiede un evento pre-sinaptico (liberazione di quantitativi maggiori di glutammato). Da ciò si evince che il neurone post-sinaptico debba essere capace di inviare al neurone pre-sinaptico qualche tipo di messaggio; ma ciò va contro a tutto quello che fino ad oggi si conosceva a proposito delle sinapsi chimiche che, per definizione, venivano considerate unidirezionali (flusso dell'informazione dal neurone pre-sinaptico al neurone post-sinaptico). Quindi nel corso del potenziamento a lungo termine si instaurerebbe un nuovo tipo di comunicazione tra le cellule nervose che prevederebbe la presenza di un *fattore retrogrado*, liberato grazie alla presenza degli ioni calcio. Tale fattore sarebbe capace di diffondere nelle terminazioni pre-sinaptiche, favorendo, grazie all'azione di secondi messaggeri, la liberazione di glutammato. Tale fattore retrogrado sembrerebbe essere l'ossido d'azoto (Vallortigara, 2000).

Pare che l'LTP non si rinvenga solamente a livello ippocampale ma che possa essere rinvenuto anche in altre sedi del cervello (Kandel *et al.*, 1982).

Quanto citato, ci permette oggi di identificare eventi cruciali nel processo di immagazzinamento della memoria (Manning *et al.*, 2003).

## 2 L'APPRENDIMENTO

---

Ciò che ormai da tempo si è potuto evidenziare, è che una parte considerevole del comportamento degli animali deriva dall'apprendimento. La "*teoria del processo generale*", asseriva che i processi di apprendimento fossero gli stessi per tutte le specie animali e che fossero svincolati da alcuni aspetti quali: la natura degli stimoli, le risposte e la tipologia dei rinforzi. In realtà, tale teoria, è in contrasto con quanto osservato in tempi più recenti in cui si è potuta osservare una certa eterogeneità a carico dei processi di apprendimento. L'osservazione di tale eterogeneità ha permesso di postulare l'ipotesi della "*molteplicità dei principi*" che però non deve soppiantare del tutto la teoria precedente che si presta, in maniera molto esauriente e dettagliata, a spiegare il rilevante numero di modalità di apprendimento esistenti. Ciò che sarebbe utile fare è integrare le due teorie per trarre il massimo vantaggio da entrambe.

Potremmo definire l'apprendimento come un processo di adattamento comportamentale che l'animale mette in atto in funzione delle modifiche che subisce l'ambiente esterno: una sorta di rielaborazione a cui va incontro l'organizzazione interna dell'animale stesso che apprende rispondendo a mutazioni dell'ambiente che lo circonda. Ciò permette che si verifichino adattamenti filogenetici in grado di modificare lo stato di benessere degli individui.

Di fatto, apprendere permette di imparare dall'esperienza passata così da raggiungere un adattamento migliore che permetta ai soggetti di integrarsi al meglio sia con l'ambiente, sia con il contesto sociale che sono in continuo mutamento (Poli e Prato Previde, 1994).

Secondo Marchesini l'apprendimento, analizzato secondo l'approccio cognitivo, viene considerato come un processo attivo, al quale il discente partecipa attivamente e direttamente e per il quale occorrono la presenza di alcuni fattori:

- *motivazione del discente*: si ottiene interessando e gratificando il discente e seguendo in parte le sue attitudini personali ed i suoi interessi;
- *orientamento del discente*: si realizza creando un contesto emozionale positivo verso e durante l'apprendimento;
- *attivazione del discente*: si ottiene evitando noia ed inquietudine e favorendo invece, attenzione e concentrazione durante il processo di apprendimento;
- *sostegno del discente*: si realizza facendo in modo che il processo di apprendimento si appoggi a conoscenze già possedute dal discente stesso.

Dal punto di vista cognitivo, l'apprendimento viene considerato come una trasformazione complessa a cui l'individuo che apprende e le sue dotazioni interne vengono sottoposte. Le trasformazioni investono vari ambiti: la rappresentazione che l'individuo si è creato del mondo

esterno ed il suo posizionamento nello stesso. Caratteristica dell'apprendimento, valutato secondo il punto di vista cognitivo, è quella di non essere considerato come qualcosa che dà origine ad un automatismo, bensì, come ciò che modifica gli strumenti e le dotazioni dei soggetti attraverso le conoscenze (Marchesini, 2011/2012).

L'apprendimento, non deve essere svincolato dalle caratteristiche soggettive del discente, per permettere ad un soggetto di apprendere, occorre partire dalle sue attitudini e dalle sue capacità per cercare di modificare la sua struttura mentale *in toto*. L'apprendimento diviene quindi un fattore soggettivo per ogni discente.

L'apprendimento è in grado di modificare tre principali qualità della mente:

- l'interiorità del soggetto nel suo complesso e quindi la creazione di nuovi stati mentali che possono attivarsi nelle più diverse circostanze;

l'interfaccia tra il soggetto ed il mondo esterno;

le modalità per mezzo delle quali, ogni individuo, apprende ad intervenire sulla realtà in maniera soggettiva, sfruttando le sue capacità di interpretazione e le sue doti personali.

Dall'incontro tra informazione genetica e stimoli ambientali prende origine l'evoluzione dell'apprendimento dell'individuo.

L'apprendimento consente un arricchimento del mondo interiore del soggetto che apprende, un accrescimento del bagaglio esperienziale al quale il discente può attingere ed infine favorisce un amplificazione della soggettività che diviene sempre più specifica. Una tipologia di apprendimento che garantisca la soggettività dell'individuo favorisce un'elevata flessibilità cognitiva (Marchesini, 2011/2012).

## ***2.1 Apprendimento e filogenesi***

Vista l'omogeneità dei risultati ottenuti da molti studi condotti sull'apprendimento, per molto tempo, i ricercatori hanno ritenuto che le capacità intellettive degli animali non subissero variazioni relazionabili con la scala filogenetica. Si riteneva che gli animali più evoluti, possedessero solamente un numero quantitativamente maggiore di collegamenti sinaptici se paragonati a quelli meno evoluti. Si riteneva che i processi fondamentali rimanessero costanti; in altre parole le differenze tra le varie specie animali sarebbero state esclusivamente legate al diverso numero di collegamenti neurali presenti ed al perfezionamento dei processi elementari. Bitterman (1975) non era concorde con queste affermazioni ed addirittura postulò considerazioni di tipo opposto. Eseguì studi riguardanti l'apprendimento dell'inversione dell'abitudine e studi di probabilità, prendendo in esame come soggetti sperimentali, individui appartenenti a specie diverse: scimmie, ratti, piccioni, tartarughe e pesci.

Negli studi sull'inversione dell'abitudine, i soggetti vennero rinforzati, in fase iniziale, solamente quando la loro scelta ricadeva su una determinata alternativa tra le due possibili che venivano loro presentate. Questa procedura venne ripetuta finché il comportamento non venne appreso ed i



soggetti presentarono esclusivamente il comportamento ricompensato. Il passo successivo prevedeva che i soggetti in studio, venissero rinforzati solamente quando emettevano il comportamento opposto al precedente, vale a dire quello che in precedenza non era stato mai ricompensato. Le condizioni sperimentali vennero ciclicamente invertite, inoltre i soggetti in studio vennero sottoposti a problemi spaziali e visivi. Quello che Bitterman (1975) appurò fu una sostanziale differenza tra le curve di apprendimento di ratti e scimmie da una parte e pesci dall'altra: ratti e scimmie avevano la capacità di modificare con sempre maggior rapidità, le proprie abitudini di risposta adattandosi e modificando il loro comportamento alle variazioni della situazione sperimentale, i pesci invece non erano in grado di imparare.

Risultati sostanzialmente del tutto paragonabili a quelli appena citati, Bitterman (1975) li ottenne anche conducendo studi sull'apprendimento di probabilità. Anche in questo caso, ad animali appartenenti a specie diverse, vennero presentate due alternative, una delle due alternative venne premiata per l'80% delle prove, l'altra per il 20%. L'adeguamento della percentuale delle risposte alla percentuale dei rinforzi previsti era indicativo di un buon apprendimento. Oltre alla constatazione che i soggetti più evoluti filogeneticamente avevano un apprendimento migliore, rispetto ai soggetti collocati più in basso nella scala evolutiva, Bitterman (1975) si accorse che nell'ambito degli stessi mammiferi: ratto e scimmia erano in grado di apprendere in maniera del tutto paragonabile il compito assegnatogli, ma lo facevano utilizzando strategie molto diverse e di complessità differente.

Nonostante la realizzazione di tali studi, Mackintosh (1974), sostenne ancora una volta che i dati ottenuti dagli studi sperimentali di Bitterman potevano essere spiegati prendendo semplicemente in considerazione le differenze quantitative tra i vari livelli filogenetici (Poli e Prato Previde, 1994).

## ***2.2 Tipologia d'apprendimento***

L'apprendimento può essere suddiviso in:

- non associativo, a questa categoria appartengono assuefazione e sensibilizzazione;
- associativo al quale appartengono: condizionamento classico e condizionamento operante.

Inoltre è possibile distinguere altre tipologie di apprendimento:

- l'*imprinting* o apprendimento per impregnazione;
- l'apprendimento latente;
- l'apprendimento sociale o per imitazione;
- l'*insight* (Dehasse, 2011).

## 2.3 *Tipologie di apprendimento non associativo*

### 2.3.1 *Assuefazione*

Si definisce *assuefazione* la scomparsa di una risposta conseguente ad una stimolazione ripetitiva o continuativa a cui non fa seguito alcun tipo di rinforzo.

L'assuefazione può essere più o meno duratura ed ha la particolarità di non condurre ad un esito consumatorio rispetto alla motivazione. Semplificando, l'assuefazione conduce il soggetto a non rispondere a quegli stimoli specifici che, risultano privi di conseguenze; una sorta di apprendimento a non rispondere evitando risposte superflue. In altre parole, somministrando ripetutamente uno stimolo che non abbia conseguenze di nessun tipo (né positive, né negative) per un soggetto, stimolo che potremmo definire come neutro, si osserverà una graduale diminuzione, fino ad arrivare alla scomparsa, della risposta (Poli e Prato Previde, 1994).

In pratica, si assiste ad un cambiamento nella soglia di reazione del soggetto, conseguentemente, l'intensità dello stimolo, dovrà aumentare per dare origine ad una reazione nell'individuo che lo percepisce (Immelmann, 1988).

Grazie all'abituazione un individuo può imparare a non rispondere ad alcuni stimoli; ciò è di estrema importanza dal punto di vista adattativo in quanto evita che energie preziose per l'animale, siano investite in attività superflue e vengano quindi convogliate verso risposte comportamentali più utili o proficue. È possibile affermare che l'abituazione, ha la prerogativa di evitare dispendi energetici inutili al fine di favorire l'adattamento degli animali a stimoli ambientali che non comportano alcuna conseguenza significativa (Albertini *et al.*, 2008; Poli e Prato Previde, 1994).

Tinbergen (1948) condusse uno studio sugli anatrocchi e le loro reazioni di allarme rivolte verso sagome di cartone raffiguranti uccelli. Le *silhouette* degli uccelli venivano fatte passare sulla testa degli anatrocchi e fu possibile osservare come, i soggetti testati, presentassero reazioni di timore rivolte verso le sagome che presentavano ali in posizione avanzata (la sagoma in questo caso ricordava un predatore come il falco), mentre non mostravano alcuna reazione, nei confronti di sagome che presentavano ali arretrate (tali *silhouette* ricordavano agli anatrocchi i loro simili). È possibile affermare che gli anatrocchi, avendo incontrato più frequentemente nella loro vita soggetti appartenenti alla loro specie piuttosto che predatori, siano andati incontro ad una sorta di abituazione ed abbiano appreso a filtrare questo stimolo considerandolo come non timoroso (Tinbergen, 1948).

L'abituazione si verifica nei confronti di uno stimolo determinato e preciso, è però importante che si verifichi una sorta di generalizzazione della risposta assuefativa nei confronti di stimoli che presentano caratteristiche somiglianti a quelle dello stimolo originario, solo in questo modo l'apprendimento per assuefazione potrà essere definito come adattativo dal punto di vista evolutivo (Poli e Prato Previde, 1994; Dehase, 2011).

L'assuefazione è una sorta di apprendimento elementare di tipo non associativo preparatorio a forme di apprendimento più complesse e di natura associativa, può essere messa in atto anche da animali filogeneticamente molto semplici quali i Protozoi.

È importante distinguere l'assuefazione dall'*adattamento* e dalla *fatica*. L'*adattamento* è caratterizzato dal ripetersi di stimolazioni fintanto che i recettori, destinatari dello stimolo, cessino di rispondere allo stesso proprio perché si sono "adattati". La *fatica* invece è tipica degli effettori muscolari ed è responsabile della mancata risposta degli stessi. Sia adattamento, sia fatica sono caratterizzati dall'essere fenomeni di breve durata.

Da ricordare che l'assuefazione gioca un ruolo anche in forme di apprendimento più complesse, in cui si rende necessario "sfrondare" le risposte inutili o inefficaci (Poli e Prato Previde, 1994).

### 2.3.2 *Sensibilizzazione e pseudocondizionamento*

La *sensibilizzazione*, è un processo di apprendimento che ha origine ogni volta in cui un individuo entra in contatto con uno stimolo ripetuto che egli percepisce come dannoso o che gli viene presentato in maniera traumatica. La risposta presentata dall'individuo sensibilizzato, sarà sempre più accentuata ogni volta in cui gli verrà presentato lo stimolo in questione o stimoli simili (generalizzazione). La risposta del soggetto presenterà un'intensità sempre maggiore e si manifesterà con più rapidità. Sarà possibile assistere ad un'*escalation* per cui il soggetto, in fase iniziale, presenterà risposte di attenzione ed orientamento verso lo stimolo, per poi passare a risposte di timore per arrivare poi all'aggressività provocata da paura. La sensibilizzazione è un tipo di apprendimento non associativo che ha un effetto opposto rispetto all'assuefazione.

Il temporaneo aumento della risposta allo stimolo può essere di due tipi:

- il primo tipo, costituisce quella che viene definita sensibilizzazione in senso stretto, in cui la frequenza e l'intensità della risposta iniziale aumentano in maniera proporzionale all'addestramento;
- il secondo tipo, costituisce quello che viene invece definito pseudocondizionamento, in questo caso, in seguito all'addestramento, si manifestano nuove risposte del soggetto, che non erano mai comparse prima dell'addestramento medesimo.

La sensibilizzazione può mostrare effetti anche di lunga durata ed avere funzione adattativa proprio come l'assuefazione (Poli e Prato Previde, 1994; Albertini *et al.*, 2008).

## 2.4 *Apprendimento associativo*

### 2.4.1 *Il condizionamento classico o Pavloviano*

Il *condizionamento classico* fu scoperto casualmente da un fisiologo russo Ivan Petrovič Pavlov (1927, 1941) mentre stava eseguendo alcuni studi sui processi digestivi del cane.

Suo intento, era quello di stimolare la salivazione introducendo nella bocca dell'animale della polvere di carne disidratata. Successivamente, la saliva doveva essere prelevata per essere analizzata in quantità e composizione chimica. Siccome però, era necessario disporre di saliva allo stato puro e non mescolata all'alimento che veniva inserito nella bocca dell'animale, il cane venne sottoposto ad un intervento di fistolizzazione: dopo aver praticato una fistola nella guancia del soggetto, in un dotto salivare dello stesso, venne innestato un piccolo tubicino di vetro comunicante con l'esterno (Figura 4).

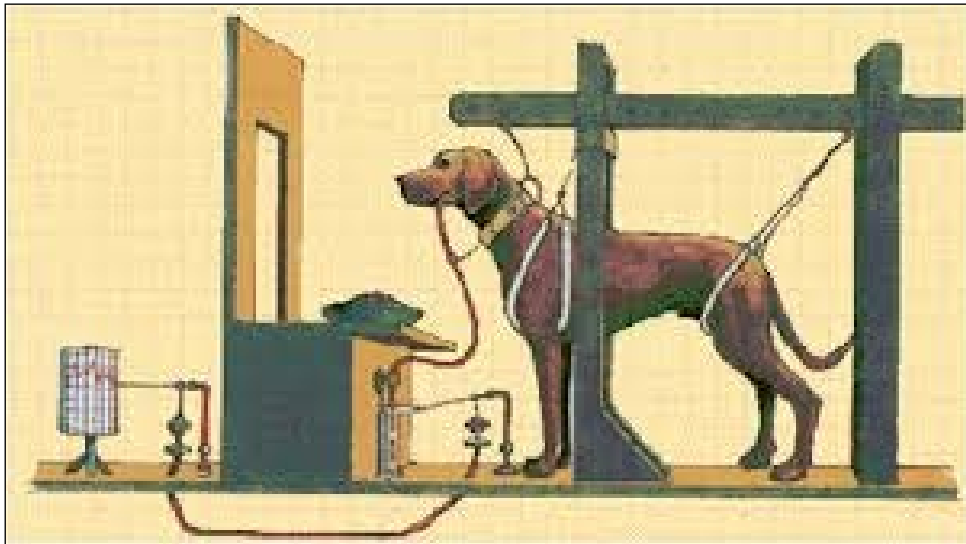


Figura 4: esperimento di Pavlov: condizioni sperimentali di svolgimento (5).

Presto Pavlov (1927, 1941), poté osservare un fenomeno che in prima istanza definì come “*salivazione psichica*”. Dopo un certo periodo di tempo dall’inizio della sperimentazione, si accorse che i cani non salivavano più solamente quando veniva posto del cibo nella loro bocca, ma prima che ciò avvenisse come se ci fosse una sorta di “anticipazione” rispetto alla comparsa dello stimolo. In seguito ad un’attenta analisi, Pavlov, si accorse che la salivazione non era più legata solamente alla comparsa del cibo, che rappresentava lo stimolo originale, ma che era da mettere in relazione anche con uno stimolo neutro (SN) ed aspecifico, che inizialmente non era correlabile in nessun modo al fenomeno della salivazione. Tale stimolo era rappresentato dal rumore della ciotola all’interno della quale veniva preparato il cibo, oppure poteva trattarsi della vista del camice bianco dei tecnici di laboratorio addetti alla somministrazione dello stesso. Una volta accortosi di tale

fenomeno Pavlov (1927, 1941), pensò di utilizzare stimoli più definiti come per esempio il suono di un campanello o la comparsa di luci colorate. La produzione di saliva da parte dei cani oggetto di studio, rappresentava una sorta di risposta anticipatoria provocata da uno stimolo che si era sostituito e sovrapposto a quello naturale, vale a dire la somministrazione del cibo. Si era creata una sorta di “*sostituzione di stimoli*”.

Lo stimolo originario venne definito da Pavlov “*stimolo incondizionato*” (SI) e la salivazione, intesa come risposta ad esso “*risposta incondizionata*” (RI). Il legame tra stimolo incondizionato e risposta incondizionata non necessita di essere appreso e viene definito “*riflesso incondizionato*”. Lo stimolo sostitutivo di tipo aspecifico, che normalmente non ha nessuna correlazione con la risposta che ci si prefigge di ottenere, in questo caso la salivazione, venne definito “*stimolo condizionato*” (SC) o meglio “*stimolo condizionale*”. Se lo stimolo incondizionato, veniva preceduto per un certo numero di prove sperimentali, dallo stimolo condizionato, quest’ultimo diveniva in grado, da solo, di elicitare la risposta che doveva essere provocata dallo stimolo incondizionato. La risposta ottenuta in questo caso, venne definita “*risposta condizionata*” (RC) ed il legame tra lo stimolo condizionato e la risposta condizionata “*riflesso condizionato*” (Figura 5).

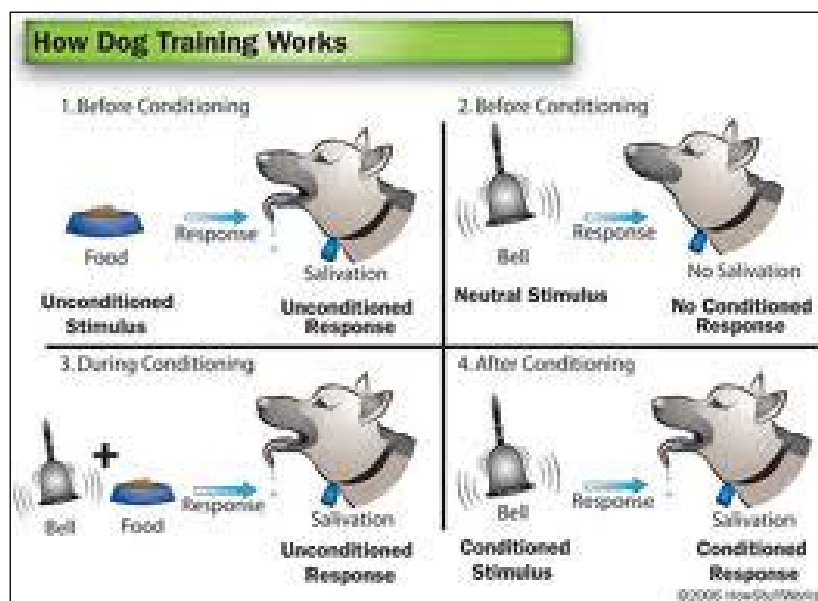
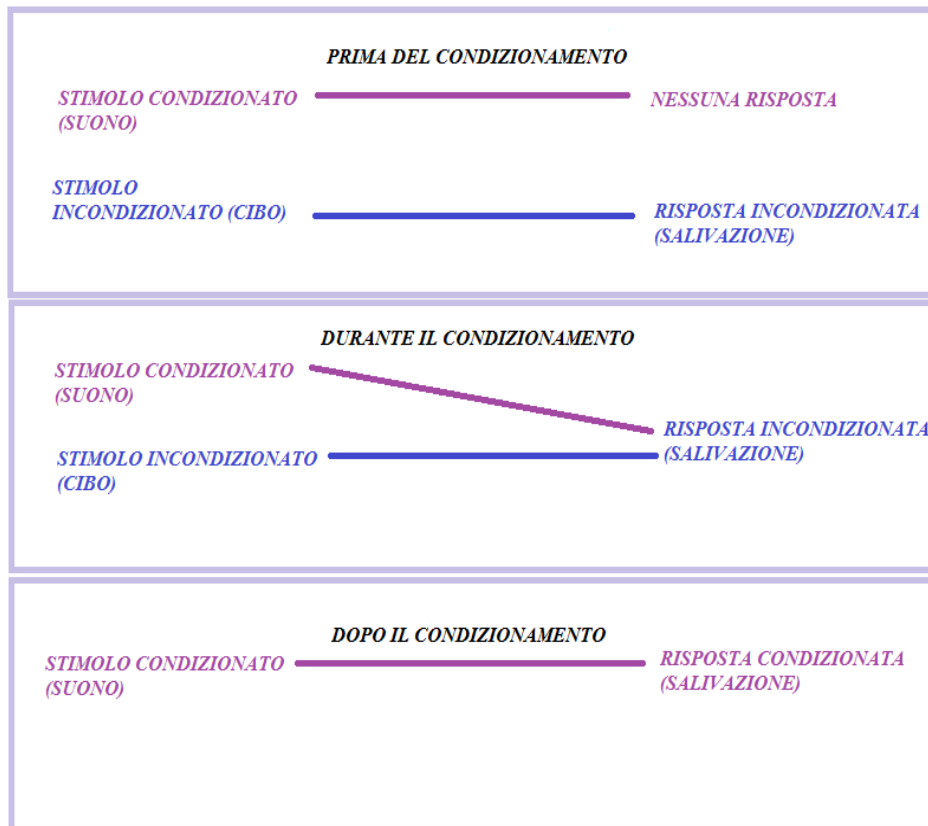


Figura 5: esperimento svolto da Pavlov (6)

Ciò che si manifesta nel condizionamento classico è un’associazione stimolo-stimolo: il rinforzo si verifica ogni volta che i due stimoli (incondizionato e condizionato) si presentano appaiati, ed il loro appaiamento spazio temporale contribuisce a generare una riduzione dello stato motivazionale del soggetto.



**Figura 6:** schema che mostra come si realizza il condizionamento classico (Poli e Prato Previde 1994).

Lo stimolo condizionato acquisisce le stesse capacità dello stimolo incondizionato di provocare la risposta, ma in ogni caso non si sostituisce totalmente ad esso. La prova è determinata dal fatto che osservando la risposta condizionata e quella incondizionata, è possibile notare delle differenze: la prima risulta essere più debole, breve e meno stabile rispetto alla seconda (Figura 6). Nello specifico Pavlov (1927, 1941) osservò che la saliva prodotta in risposta allo stimolo incondizionato differiva per quantità e qualità rispetto a quella prodotta in seguito allo stimolo condizionato.

Volendo stimare l'intensità del condizionamento classico, occorre considerare:

- la latenza della risposta: man mano che il condizionamento procede, la latenza della risposta condizionata diminuisce;
- la forza della risposta: nello specifico, il quantitativo di saliva prodotta;
- la resistenza all'estinzione: tale resistenza, è tanto maggiore quanto migliore è stato l'apprendimento con un rapporto di proporzionalità diretta.

Da studi eseguiti in seguito, si è potuto osservare che sono sensibili al condizionamento classico le risposte involontarie, cioè quelle non conscie. Le risposte involontarie prodotte dall'organismo

comprendono l'attivazione dalla muscolatura liscia e dal sistema endocrino e sono controllate dal sistema nervoso autonomo.

Fattori critici affinché possa verificarsi questo tipo di condizionamento, sono la sequenza di presentazione dello stimolo incondizionato e dello stimolo condizionato e l'intervallo di tempo che intercorre tra la presentazione dei due stimoli. Lo stimolo condizionato deve sempre precedere lo stimolo incondizionato inoltre, il condizionamento non può avvenire se l'intervallo di tempo tra i due stimoli supera 1-2 secondi oppure è inferiore a 0,45 secondi. Nel caso l'intervallo di tempo, abbia una durata maggiore si verifica "*l'inibizione esterna*" che consiste in una sorta di interferenza provocata da altri stimoli facenti parte del contesto sperimentale (Poli e Prato Previde, 1994).

#### 2.4.2 *Considerazioni a proposito del condizionamento classico*

Pavlov (1927, 1941) fece alcune considerazioni a proposito del condizionamento classico da lui scoperto: tale condizionamento non rappresenterebbe tanto un nuovo legame tra stimolo e risposta quanto un apprendimento dell'equivalenza degli stimoli.

Altri Autori, nel tempo, hanno tentato di fornire spiegazioni a proposito del condizionamento classico ed hanno formulato teorie anche molto complicate e laboriose. Secondo alcuni di questi, la risposta condizionata avrebbe una funzione preparatoria in grado di predisporre il soggetto all'arrivo dello stimolo incondizionato. Tale spiegazione, sembrerebbe essere abbastanza convincente quando si considera il condizionamento in relazione alla risposta salivare o a quella palpebrale, ma sono tuttavia presenti casi, di difficile interpretazione, in cui la stessa situazione sperimentale ha originato risposte condizionate differenti. Il fatto che le medesime condizioni sperimentali, abbiano dato origine a risposte diverse, ed il fatto che non sia possibile prevedere quale direzione prenderà il rapporto tra risposta condizionata e quella incondizionata, ha permesso di giungere alla conclusione che, tale condizionamento, non permette in realtà di apprendere una particolare risposta, bensì favorisce l'apprendimento di informazioni a proposito del rapporto stimolo condizionato-stimolo incondizionato ed in particolare rappresenta un'aspettativa dello stimolo incondizionato stesso.

Sono principalmente tre le teorie interpretative a proposito del condizionamento classico:

- 1) la prima teoria, era già stata ipotizzata da Pavlov (1927, 1941) ed è quella che presuppone che, per mezzo di questo tipo di condizionamento, venga appreso una sorta di rapporto predittivo tra stimolo condizionato e stimolo incondizionato tale per cui il primo, ha funzione di "segnalare" il secondo fornendo informazioni riguardo ad esso;
- 2) nella seconda ipotesi ci si focalizza sull'attenzione: nel blocking per esempio, il condizionamento non si verificherebbe perché l'attenzione del soggetto, verrebbe polarizzata esclusivamente dalla luce che è stata abbinata alla scossa elettrica, mentre il suono non verrebbe neppure percepito;

- 3) la terza ipotesi proposta da Rescorla (1968) suggerirebbe che l'effetto del rinforzo, non sia tanto dipendente dalla tipologia dello stesso, quanto dal rapporto tra il rinforzo e l'anticipazione che il soggetto ne ha fatto. L'ipotesi di Rescorla (1968) tenta di chiarire le condizioni in cui uno stimolo acquisisce "forza associativa" in seguito a ripetute associazioni tra stimolo condizionato e stimolo incondizionato; cioè quando una contiguità tra gli stimoli assume le caratteristiche di associazione.

Rescorla, nel 1968, mediante studi da lui condotti, giunse ad un'ulteriore conclusione a proposito della contiguità temporale tra stimolo condizionato e stimolo incondizionato: pare che tale contiguità non fosse sempre essenziale come in precedenza si riteneva. Oggi si pensa che sia necessario tener conto di un contesto più ampio; vale a dire che lo stimolo condizionato viene appunto condizionato, quando tra esso e lo stimolo incondizionato esiste una correlazione positiva, cioè solo se lo stimolo condizionato, ha un valore predittivo dello stimolo incondizionato nettamente superiore a quello di altri stimoli presenti.

Sempre Rescorla (1968) giunse ad alcune conclusioni a proposito delle caratteristiche degli stimoli:

- a) ogni stimolo incondizionato è in grado di sostenere solamente un certo livello di condizionamento oltre il quale, ulteriori rinforzi, non saranno più in grado di determinare progressi risultando pertanto inefficaci;
- b) la velocità di apprendimento, sostenuta dai vari stimoli incondizionati, è differente in rapporto alle modificazioni qualitative dello stimolo;
- c) quando più stimoli condizionati, vengono presentati insieme e generano uno stimolo complesso, la forza associativa totale del complesso, è uguale a quella dei singoli elementi. In presenza del rinforzo, tutti gli stimoli presenti, diventano parte del complesso globale di stimoli;
- d) le modifiche della forza associativa che si osservano con il crescere dell'esperienza, sono date dalla differenza tra la forza associativa del complesso di stimoli in un certo momento e l'asintoto dell'apprendimento controllabile da un particolare stimolo incondizionato. Passando da una prova all'altra, gli incrementi di forza associativa diventeranno via via più piccoli.

Nonostante sia ormai trascorso parecchio tempo dalla scoperta del condizionamento classico, sono ancora molti i fenomeni da chiarire ed in particolare, non è stato possibile formulare una teoria esplicativa soddisfacente (Poli e Prato Previde, 1994).

### ***2.4.3 Peculiarità del condizionamento classico***

Cerchiamo ora di riassumere quali siano le caratteristiche e le condizioni necessarie affinché si realizzi il condizionamento classico. Tali aspetti sono in parte stati citati nei paragrafi precedenti, ma in maniera meno dettagliata.

Perché possa realizzarsi questo tipo di apprendimento occorre:



- 1) lo stimolo condizionato, per divenire tale (inizialmente tale stimolo costituisce uno stimolo neutro), deve sempre anticipare lo stimolo incondizionato. Se ciò non fosse, si instaurerebbe quello che viene definito con il termine di “**condizionamento retrogrado**” che per altro è un fenomeno molto raro che si realizza solamente in certe situazioni sperimentali molto particolari (Poli e Prato Previde, 1994).
- 2) Tra stimolo condizionato e stimolo incondizionato ci deve essere una certa contiguità temporale, infatti, se manca tale contiguità, l’associazione tra i due stimoli non si realizza. Nello specifico, come citato precedentemente, l’associazione non si realizza se il tempo che intercorre tra la presentazione dei due stimoli, supera 1-2 secondi o è inferiore a 0,45 secondi. Nel caso in cui, il tempo intercorso tra la presentazione dei due stimoli, sia superiore a 1-2 secondi, si rischia di incorrere nel fenomeno dell’**inibizione esterna**, vale a dire che possono subentrare distrazioni di natura ambientale, oppure possono verificarsi altre stimolazioni che saranno responsabili di interferenze nel processo di apprendimento. Da ricordare il fenomeno dell’**estinzione o inibizione interna**, di cui si tratterà dettagliatamente in seguito, che prevede, nel caso in cui i due stimoli non siano più associati nella loro presentazione; cioè allo stimolo condizionato non faccia seguito lo stimolo incondizionato, che la risposta condizionata vada incontro ad una progressiva attenuazione fino a scomparire (Poli e Prato Previde, 1994; Albertini, 2008).
- 3) L’associazione tra stimolo e risposta deve essere ripetuta più volte al fine di creare il condizionamento. Con la definizione di **periodo di acquisizione** viene indicato il numero di prove che occorrono affinché venga evocata la risposta.

Anche il condizionamento classico è soggetto al fenomeno della generalizzazione (di cui si tratterà più ampiamente in seguito), ciò significa che non sarà solamente lo stimolo condizionato ad elicitare la risposta condizionata, ma anche stimoli simili. Ovviamente, maggiori saranno le differenze tra lo stimolo condizionato e lo stimolo generalizzato, più l’intensità della risposta tenderà a ridursi.

Ulteriori studi, hanno permesso di mettere in evidenza anche il condizionamento di secondo ordine, in cui, allo stimolo condizionato, viene associato un secondo stimolo. La risposta condizionata che si manifesterà nei confronti del secondo stimolo sarà però più debole (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.5 ***Estinzione o inibizione interna***

L’**estinzione** è un fenomeno che si verifica ogni volta in cui viene a modificarsi la relazione temporale tra stimolo condizionato e stimolo incondizionato. Se lo stimolo condizionato non viene più seguito da quello incondizionato per un certo numero di prove, si osserverà una scomparsa della risposta condizionata, tale scomparsa, è detta appunto estinzione. È importante precisare che affinché il condizionamento classico si possa mantenere, è necessario che periodicamente sia

mantenuto l'accoppiamento tra stimolo condizionato e stimolo incondizionato, infatti, le risposte ottenute mediante il condizionamento classico sono facilmente suscettibili di estinzione.

L'estinzione è un processo attivo: una risposta per potersi estinguere deve essere emessa senza essere seguita da un rinforzo (nello specifico lo stimolo incondizionato). L'estinzione si differenzia dall'*oblio* che è un fenomeno passivo in cui una risposta, che non viene manifestata, viene dimenticata per interferenza o decadimento.

Di fatto, sembra che l'estinzione della risposta condizionata, in conseguenza alla mancata presentazione dello stimolo incondizionato, non ne provochi la perdita completa, cioè il soggetto, non la dimentica. Semplicemente lo stato di frustrazione che subentra nell'individuo, che non vede più soddisfatto uno stato di bisogno dallo stimolo incondizionato, inibisce la risposta stessa che conseguentemente non viene più emessa. La prova di quanto affermato è data dal "*recupero spontaneo*": se dopo aver ottenuto l'estinzione della risposta, il soggetto sottoposto alla procedura sperimentale, viene allontanato dalla procedura stessa, per un tempo variabile (ore o giorni) per poi esservi reintrodotta, sarà possibile osservare la ricomparsa della risposta condizionata che, per altro, si presenterà con un'intensità più spiccata. (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.6 *Generalizzazione e discriminazione*

I due tipi di stimolo, condizionato ed incondizionato, presentano un legame altamente specifico, una volta verificatosi il condizionamento, il soggetto ad esso sottoposto sarà in grado di rispondere allo stimolo condizionato, ma anche a stimoli simili ad esso, tale fenomeno prende il nome di "*generalizzazione dello stimolo*". È possibile osservare per mezzo di una curva detta "*gradiente di generalizzazione*", la diminuzione dell'intensità della risposta al crescere delle differenze tra lo stimolo presentato e quello originale.

Per quel che attiene la "*discriminazione*", essa si riferisce alla capacità di un soggetto di discriminare tra due stimoli differenti. Solitamente, si tratta di un fenomeno semplice che non necessita di essere appreso nel caso in cui la differenza tra gli stimoli sia eclatante. Quando sia ha a che fare con stimoli piuttosto simili, tra i quali esista un certo grado di generalizzazione, è possibile addestrare i soggetti a discriminarli facendo sempre seguire uno dei due stimoli dallo stimolo incondizionato e non abbinando mai quest'ultimo all'altro. In seguito all'esecuzione di un certo numero di prove (numero che sarà proporzionale al grado di somiglianza tra gli stimoli e sarà legato alla capacità del soggetto di poter differenziare gli stimoli stessi attraverso l'uso dei suoi organi di senso), il soggetto emetterà la risposta condizionata solamente in presenza del primo stimolo (cioè quello associato allo stimolo incondizionato) e non del secondo. In altre parole, il soggetto apprenderà a rispondere a due stimoli in maniera differenziale.

Il condizionamento classico non potrebbe aver luogo se non esistesse la capacità di discriminare gli stimoli, infatti la possibilità di emettere una risposta condizionata, è legata alla capacità del soggetto

di discriminare tra lo stimolo condizionato (scelto dallo sperimentatore) e gli altri stimoli che possono essere presenti contemporaneamente nell'ambiente. Essendo il legame tra questi ultimi e lo stimolo incondizionato, non costante, il legame medesimo, è destinato ad estinguersi (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.7 *Condizionamenti di ordine superiore: overshadowing e blocking*

Si possono realizzare condizionamenti di ordine superiore, in cui è possibile associare ad uno stimolo condizionato, una volta che questo si sia stabilizzato, uno stimolo nuovo che risulterà in grado di provocare la risposta condizionata anche se con un'intensità inferiore. Il fenomeno descritto viene denominato "*condizionamento di secondo ordine*". Sperimentalmente Pavlov (1927, 1941) riuscì ad ottenere, nel cane, un condizionamento di terzo ordine, ma non fu possibile procedere oltre questo stadio.

In ogni caso si tratta di un fenomeno di debole entità, infatti, lo stimolo condizionato di secondo ordine, non sarà associato in modo diretto allo stimolo incondizionato, bensì sarà associato allo stimolo condizionato di primo ordine.

Altro fenomeno da prendere in esame è l'*overshadowing o mascheramento*: utilizzando uno stimolo condizionato complesso, cioè composto da due stimoli, di cui uno di notevole intensità ed uno più debole, sarà possibile ottenere un condizionamento ai due stimoli appaiati. Andando ad eseguire test in cui i due stimoli verranno disgiunti, si potrà osservare la comparsa della risposta condizionata associata allo stimolo di intensità più elevata, mentre non avverrà lo stesso presentando il secondo stimolo di intensità inferiore. Questo fenomeno sembra sia dovuto al fatto che l'associazione tra lo stimolo condizionato di intensità superiore e lo stimolo incondizionato, sia in grado di mettere in ombra ed impedire l'associazione tra lo stimolo condizionato di intensità inferiore e lo stimolo incondizionato. A riprova di quanto detto, è stata invertita l'intensità dei due stimoli presentati in modo da dimostrare che il fenomeno di *overshadowing* è legato all'intensità relativa degli stimoli stessi e non alla maggior suscettibilità al condizionamento classico da parte di un canale sensoriale o di un altro.

Nell'*overshadowing*, il condizionamento, sembrerebbe non verificarsi in quanto, lo stimolo aggiuntivo, sarebbe ridondante e non in grado di fornire nessuna nuova informazione riguardo alla situazione ambientale (Poli e Prato Previde, 1994).

Ulteriore fenomeno da citare il "*blocking*" o *blocco*: Kamin che lo scoprì nel 1968 eseguì dei test sperimentali in cui associava ad una luce una scossa elettrica, tale accoppiamento venne effettuato per otto volte così da provocare la soppressione della risposta di pressione di una leva (Kamin creò un "*condizionamento alla paura*").

In un secondo test, le scosse vennero accoppiate ad uno stimolo complesso costituito da un suono e da una luce. Ad un gruppo di ratti venne presentato lo stimolo condizionato complesso (suono + luce) e di seguito lo stimolo incondizionato (scossa elettrica). Fu possibile osservare che il suono era in grado di sopprimere la risposta di pressione della leva che evocava la paura, mentre la luce non aveva nessun effetto soppressivo. In altre parole, il suono era divenuto predittivo della luce e della scossa elettrica e, di conseguenza, era divenuto uno stimolo sufficiente ad evocare la risposta condizionata di paura. Il suono aveva creato un “blocco” dell’apprendimento della risposta condizionata alla luce, quasi risultasse più saliente.

In un altro gruppo di ratti (gruppo di controllo), al quale era stata presentata inizialmente solo la luce associata alla scossa elettrica e successivamente solo il suono associato alla scossa elettrica, si poté osservare la soppressione della risposta condizionata: i ratti non premevano la leva per paura di ricevere la scossa in entrambi i casi (Poli e Prato Previde, 1994).

Pavlov nel 1927, dopo aver condotto studi sull’argomento, giunse alla conclusione che il condizionamento era possibile solo nel caso in cui esistesse contiguità temporale tra gli stimoli condizionato ed incondizionato.

Più tardi e precisamente nel 1972, Rescorla e Wagner pensarono di dimostrare che il fattore importante era la predittività dello stimolo condizionato e non tanto la contiguità temporale. Nel 1968 Rescorla mise appunto un test in cui, un gruppo di ratti, aveva appreso, mediante condizionamento strumentale (di cui si tratterà in seguito), a premere una leva per ottenere una ricompensa in cibo. I ratti in questione, furono in seguito condizionati alla paura mediante condizionamento classico, vale a dire che ogni volta in cui i soggetti premevano la leva venivano colpiti da una scossa elettrica, lo scopo era quello di sopprimere la risposta strumentale appresa dai ratti. A questo punto Rescorla, rivalutò l’apprendimento mediante condizionamento operante per valutare se, il condizionamento classico, aveva soppresso la risposta di pressione della leva oppure no.

Il test di Rescorla, prevedeva di suddividere i ratti in due gruppi ai quali gli stimoli venivano somministrati in maniera differente. Al primo gruppo di ratti, veniva somministrato per primo lo stimolo condizionato (suono) e di seguito la scossa elettrica; il secondo gruppo di ratti, fu sottoposto ad un trattamento diverso: lo stimolo condizionato (suono) precedeva la scossa elettrica solamente alcune volte. In quest’ultimo caso nei soggetti testati, originava un’aspettativa e tale aspettativa era proporzionale alla soppressione (maggiore aspettativa, maggiore soppressione della risposta).

Rescorla e Wagner nel 1972 conclusero che il condizionamento, era tanto più forte tanto più era imprevedibile lo stimolo che precedeva la risposta incondizionata.

Quindi, si può desumere che sia necessario che lo stimolo condizionato sia predittivo della risposta, perché lo stimolo possa essere considerato tale, occorre che ci sia contiguità temporale esprimibile in termini probabilistici (probabilità relativa) (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.8 Condizionamento operante o strumentale

Mentre Pavlov conduceva i suoi studi, contemporaneamente, negli Stati Uniti, Edward Lee Thorndike, conduceva studi sui gatti che l'avrebbero condotto alla scoperta del condizionamento operante ed avrebbero aperto la strada allo studio della psicologia dell'apprendimento.

Thorndike (1911) utilizzava per i suoi esperimenti una gabbia, detta *problem-box* o *gabbia problema* (Figura 7) all'interno della quale, venivano collocati dei gatti affamati. I soggetti posti nella gabbia, potevano osservare, esternamente ad essa, la presenza di cibo. La gabbia era chiusa mediante un chiavistello che poteva essere aperto dall'interno grazie ad un meccanismo semplice come una leva o una cordicella.

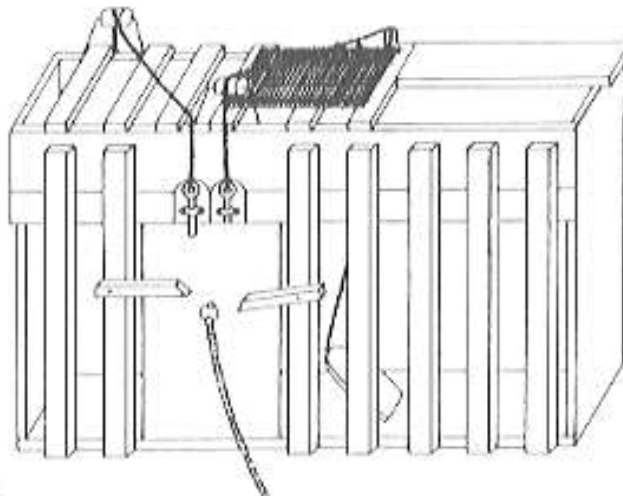


Figura 7: *problem-box* utilizzata da Thorndike (7).

L'animale posto nella gabbia emetteva una gamma di risposte casuali e non coordinate atte a permettergli di raggiungere il cibo. La maggior parte delle volte tali risposte non erano in grado di permettergli il raggiungimento di tale finalità; a volte però accadeva che, per pura casualità, il soggetto azionasse il meccanismo di apertura della gabbia e di conseguenza fosse in grado di raggiungere il cibo. Quando si verificava tale evenienza, lo sperimentatore lasciava il gatto libero di mangiare il cibo e poi ricollocava l'individuo all'interno della gabbia così che la procedura venisse ripetuta.

Grazie a questo esperimento, Thorndike (1911), poté osservare che i soggetti apprendevano a risolvere il problema per mezzo di "*tentativi ed errori*": vale a dire emettendo una serie casuale di risposte fintanto che non veniva emessa quella adeguata alla soluzione del problema stesso. Inoltre, fu possibile osservare che, l'intervallo di tempo trascorso tra l'introduzione del soggetto in gabbia e l'emissione della risposta adeguata, tendeva a diminuire al crescere del numero di esperienze ricompensate.

Tutte queste osservazioni condussero Thorndike (1911) a formulare la “**legge dell’effetto**” che recita quanto segue:

*“ delle varie risposte emesse in una determinata situazione, quelle che vengono accompagnate o immediatamente seguite da una soddisfazione per l’animale saranno, a parità di ogni altra condizione, collegate più stabilmente a quella situazione cosicché, quando essa si presenterà nuovamente, avranno maggior possibilità di essere nuovamente emesse; quelle invece che vengono accompagnate o immediatamente seguite da un fastidio per l’animale verranno, a parità di ogni altra condizione, indebolite nel loro legame con la situazione cosicché, quando essa si presenterà nuovamente, avranno minor probabilità di essere emesse. Tanto maggiori saranno la soddisfazione o il fastidio, tanto maggiori saranno il rafforzamento o l’indebolimento del legame.”.* (Thorndike 1911)

La legge in questione può essere analizzata dal punto di vista empirico e dal punto di vista teorico:

- **legge empirica** → rinforzare una risposta in presenza di un particolare stimolo ha la capacità di aumentare la probabilità che lo stimolo medesimo evochi la risposta stessa;
- **legge teorica o “principio del rinforzo S-R”** → ha lo scopo di fornire una spiegazione teorica della legge dell’effetto, affermando che la probabilità di ottenere la risposta, aumenta in conseguenza al fatto che il rinforzo renda più forte il legame tra stimolo e risposta stessa.

Accettare la legge empirica non implica che debba esserlo anche la legge teorica.

Thorndike decise poi di dedicarsi a studi di psicologia applicata, che soppiantarono quelli che aveva condotto sino a quel momento sull’apprendimento, in compenso altri studiosi del tempo si occuparono dell’apprendimento animale e tra questi merita di essere ricordato Skinner.

Skinner (1938) eseguì studi analoghi a quelli eseguiti da Thorndike, ma utilizzando condizioni sperimentali molto più affidabili dal punto di vista dei risultati e del controllo sperimentale. Si servì della *Skinner-box* (Figura 8): una gabbia dotata di un dispositivo che permetteva al soggetto in studio, di ottenere un rinforzo (Rf) solitamente cibo, acqua o l’evitamento di un evento spiacevole (scossa elettrica), in conseguenza all’azionamento di un apposito meccanismo quale una leva o un pulsante.

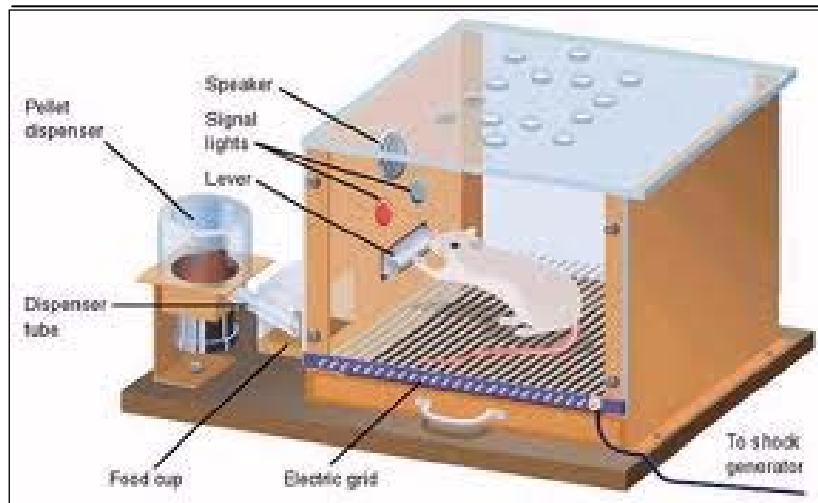


Figura 8: Skinner-box per lo studio del condizionamento operante nel ratto (8).

Ogni volta in cui il soggetto in studio (ratto) premeva la leva presente nella scatola, l'alimentatore esterno lasciava cadere un bocconcino di cibo in una vaschetta collocata nelle vicinanze della leva stessa. Il meccanismo che una volta azionato permetteva la dispensazione del rinforzo, venne definito *operandum*, mentre *operante*, è il termine con il quale venne definita la risposta che aziona l'*operandum*.

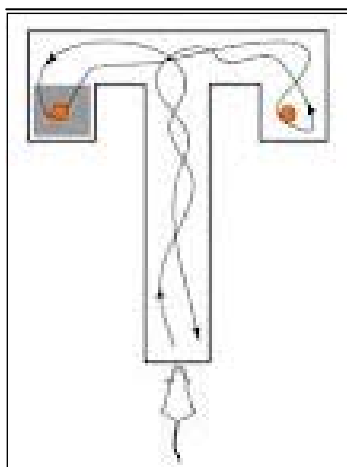
Importante anche definire il significato del termine rinforzo (Rf), con il quale si intende qualsiasi evento in grado di modificare, in senso positivo o negativo, la probabilità di emissione della risposta a cui fa seguito.

Per quel che attiene la procedura sperimentale applicata: un soggetto, ratto o piccione, veniva mantenuto a digiuno per un certo numero di ore e successivamente, veniva collocato all'interno della Skinner-box, qui l'animale era libero di muoversi. Muovendosi all'interno della gabbia, prima o poi il soggetto sperimentale, azionava il meccanismo in grado di provocare la presentazione del rinforzo. A quel punto la probabilità che, la risposta temporalmente più vicina al rinforzo (e quindi maggiormente collegata ad esso), potesse ripresentarsi nuovamente, aumentava per la legge dell'effetto.

Già dopo il primo rinforzo, il comportamento dell'animale aveva la tendenza a polarizzarsi verso l'*operandum* e questo portava il ratto a premere nuovamente la leva in tempi relativamente brevi provocando nuovamente la comparsa del rinforzo (cibo) che, contribuiva a rafforzare ulteriormente la risposta. Tutto ciò rendeva ancora più probabile il manifestarsi dell'abbassamento della leva rispetto ad altre risposte possibili. Quindi, si assisteva ad un aumento della frequenza della risposta. Il ratto, metteva in atto la risposta in tempi sempre più rapidi finché, ad un certo punto si raggiungeva un stabilizzazione dipendente da alcuni fattori:

- le caratteristiche individuali del soggetto in studio;
- lo stato motivazionale del soggetto;
- le caratteristiche fisiche dell'*operandum*.

Altre situazioni sperimentali sono state utilizzate per lo studio del condizionamento operante. Meritano di essere menzionati i labirinti e la *Shuttle-box*. Tra i labirinti più utilizzati, quello a T semplice, costituito da un percorso sopraelevato a presentante la forma di una T maiuscola (Figura 9). Il soggetto in studio, veniva posto all'estremità del braccio verticale della T in una *gabbia di partenza* o *Starting-box*, aveva la possibilità di percorrere il braccio verticale della T, fino al raggiungimento della biforcazione con il braccio orizzontale che veniva definito *punto di scelta* o *Choice point*: a questo punto il soggetto poteva decidere se dirigersi a destra o a sinistra verso postazioni definite *gabbie-meta* o *goal-box*. All'interno di una delle due *goal-box*, il soggetto poteva trovare una ricompensa.



**Figura 9: labirinto a T.**

Il soggetto in studio, mantenuto a digiuno per un certo periodo di tempo e privo di qualsiasi esperienza precedente, dopo aver percorso il braccio verticale della T, ed una volta giunto al punto di scelta, presentava la stessa probabilità di scegliere di andare verso sinistra o verso destra. Nel caso avesse trovato del cibo nella *goal-box* situata ad ognuna delle estremità del braccio orizzontale della T, nelle prove successive, sarebbe stato più probabile si indirizzasse nella direzione che precedentemente gli aveva consentito di ottenere un rinforzo alimentare.

La *Shuttle-box* è costituita da una gabbia suddivisa in due scompartimenti uguali che possono essere contraddistinti da stimoli discriminativi differenti (Figura 10).



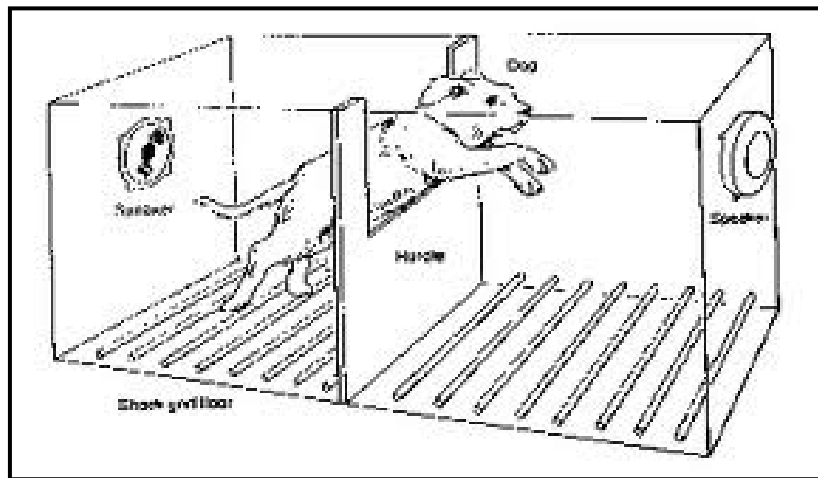


Figura 10: Shuttle-box (10).

Il soggetto, collocato in uno dei due scompartimenti, divisi da un tramezzo, presentante un piccolo passaggio, doveva apprendere a spostarsi nell'altro scompartimento della gabbia, in seguito alla comparsa di un determinato stimolo. Nel caso non eseguisse tale comportamento in un tempo adeguato, riceveva una scossa elettrica dal pavimento della gabbia, costituito da aste metalliche elettrificate.

Ciò che differenzia il condizionamento operante dal condizionamento classico è il fatto che, nel primo, il soggetto, è libero di mostrare una vasta gamma di comportamenti (risposte) che non siano già stati prestabiliti dallo sperimentatore e che non possiedono nessun legame precedente con il rinforzo. Solamente attraverso il rinforzo differenziale di una sola tra le risposte emesse casualmente dal soggetto, si può provocare una modificazione del comportamento del soggetto stesso.

Per favorire la comparsa di una risposta è possibile utilizzare due tipi di rinforzo:

- rinforzo positivo** → che è rappresentato da un evento la cui apparizione favorisce la probabilità che venga emessa una certa risposta che lo precede;
- rinforzo negativo** → è rappresentato da un evento la cui scomparsa aumenta la probabilità che venga emessa una certa risposta che lo ha preceduto.

Altro elemento da considerare sono le punizioni, le quali sono eventi che portano alla diminuzione della probabilità di emissione di una certa risposta che le precede.

Il condizionamento operante può essere ottenuto seguendo due modalità di azione: la prima più lenta e meno controllabile dal punto di vista sperimentale perché sotto l'azione di parecchie variabili, non viene quasi mai applicata e si basa sull'attesa che il soggetto in esame, emetta casualmente il comportamento sperato e riceva conseguentemente alla sua emissione un rinforzo.

La seconda modalità definita “*modellaggio per approssimazioni successive*” o *Shaping*, è rappresentata da una tecnica che permette di ottenere un apprendimento più rapido e che consiste nel rinforzare approssimazioni successive alla risposta che ci si prefigge di ottenere.

In pratica come si procede: il soggetto preso in esame per lo studio, viene lasciato a digiuno per qualche ora, a quel punto viene posizionato all'interno della gabbia e gli si lascia un po' di tempo per ambientarsi alla situazione sperimentale. Ogni volta che il soggetto si avvicina al distributore di cibo, lo sperimentatore lo rinforza. Tale rinforzo, inizialmente, non sarà collegato ad una risposta specifica, ma solo alla vicinanza del soggetto al distributore di cibo. Per la legge dell'effetto, l'individuo apprende rapidamente che in una determinata zona della gabbia, riceve una ricompensa e quindi tende a stazionare maggiormente in tale zona. Una volta che questa risposta di orientamento verso l'alimentatore risulterà assodata (si parla di “*addestramento al distributore*” o *Magazine training*), lo sperimentatore non rinforzerà più tale risposta, ma dispenserà il cibo, e quindi il premio, solamente quando il soggetto di studio, presenterà una risposta che si avvicina a quella desiderata, anche se inizialmente l'approssimazione potrà essere piuttosto lontana. Quindi inizialmente potrà essere sufficiente che il soggetto si avvicini alla leva da premere, o addirittura si orienti solamente verso la zona della gabbia in cui la leva è collocata, poi sarà sufficiente che la annusi o la sfiori, poi che la tocchi con una qualsiasi parte del corpo, e così di seguito, fino ad arrivare ad una risposta sempre più precisa che permetterà di ottenere la risposta desiderata.

Lo *shaping* consente di plasmare il comportamento di un individuo nel modo desiderato in maniera graduale, la condizione perché ciò possa verificarsi è che tale comportamento appartenga al repertorio comportamentale del soggetto, infatti, per poter rinforzare tale risposta, è necessario che l'individuo la emetta spontaneamente anche se inizialmente in forma rudimentale; in poche parole deve possedere una frequenza di base detta “*livello operante*”. A questo punto, attraverso lo *shaping*, sarà possibile modellare tale risposta ed ottenerne delle parzialmente nuove che, però, saranno una derivazione di quella emessa in origine.

Anche quando si parla di condizionamento operante, è possibile osservare fenomeni quali la generalizzazione, la discriminazione e l'estinzione proprio come nel condizionamento classico.

In particolare, l'estinzione si osserva quando non esiste più correlazione tra la risposta condizionata ed il rinforzo, ciò conduce ad una progressiva riduzione della forza del condizionamento. Sono due le modalità che consentono di fare una valutazione della forza di un condizionamento operante, tali modalità risultano sostanzialmente equivalenti e prevedono:

- la misurazione della frequenza della risposta condizionata;
- la resistenza all'estinzione valutabile in numero di risposte non rinforzate necessarie affinché il soggetto, torni ad una frequenza di risposta minima pressoché equivalente a quella presentata dal soggetto stesso prima del condizionamento.

La presentazione di una ricompensa ad un soggetto aumenta la probabilità che la risposta operante che lo ha preceduto si ripresenti, inoltre pone tale risposta sotto controllo degli stimoli ambientali presenti nel momento stesso in cui il rinforzo compare. Nel caso in cui tali stimoli ambientali, si presentino con una certa costanza, saranno in grado di acquisire un controllo sul comportamento

che sarà da mettere in stretta relazione con la loro salienza e la loro capacità predittiva nei confronti del rinforzo. Gli stimoli in questione prendono il nome di “**stimoli discriminativi**” la loro caratteristica, è quella di rendere più probabili le risposte, visto che sono stati associati precedentemente al rinforzo, ma non di determinarle direttamente.

Quando uno stimolo viene generalizzato ad altri stimoli che hanno caratteristiche comuni con il primo, si è soliti parlare di “**generalizzazione dello stimolo**” e si parla di “**generalizzazione delle risposte**” quando, il rinforzo di un processo di condizionamento operante, conduce ad un aumento non solo della risposta da noi desiderata, ma anche di tutte le risposte simili ad essa.

È possibile stabilire dei “**gradienti di generalizzazione**” che sono in grado di fornirci indicazioni a proposito dell’entità di generalizzazione dello stimolo. Per eseguire la misurazione, una certa risposta, viene rinforzata per parecchio tempo in presenza di un certo stimolo, successivamente, la presentazione della ricompensa, viene interrotta e si procede alla misurazione delle risposte in presenza dello stimolo originario oppure in presenza di stimoli che mostrino differenti gradi di somiglianza con esso (Poli e Prato Previde, 1994).

Per quel che attiene alla discriminazione si può dire che si verifica quando un soggetto è in grado di comportarsi diversamente di fronte a due stimoli diversi. Il gradiente di generalizzazione evidenzia la presenza di una discriminazione nella misura in cui il soggetto risponde con frequenza diversa a seconda dello stimolo che gli viene presentato. In fase iniziale la discriminazione risulta alquanto imprecisa infatti, il soggetto ha la tendenza a rispondere, anche se in maniera diversa, ai vari stimoli che gli vengono presentati e non ad uno solamente. La discriminazione può essere appresa mediante due modalità:

- **discriminazione sequenziale**: gli stimoli vengono presentati in sequenza ed il soggetto dovrà imparare ad emettere una particolare risposta in presenza di uno di questi e ad emetterne una differente o a non emetterne nessuna, in presenza dell’altro;
- **discriminazione simultanea**: in cui gli stimoli vengono presentati al soggetto contemporaneamente e sarà quest’ultimo a scegliere tra le alternative possibili.

I due fenomeni di generalizzazione e discriminazione, vengono raggruppati tra gli *stimoli di controllo* o comunque fanno parte di quello che viene definito “**controllo degli stimoli**”, in cui, questi hanno la funzione di controllare il comportamento.

Anche nel condizionamento operante, è possibile ottenere dei condizionamenti di ordine superiore o rinforzi secondari, proprio come nel condizionamento classico. Questi tipi di condizionamento, consentono l’apprendimento di catene comportamentali complesse. La caratteristica dei rinforzi secondari, è quella di non soddisfare lo stato motivazionale del soggetto, bensì di essere in relazione, grazie ad un’associazione precedente, con il rinforzo primario. In altre parole, il rinforzo condizionato, è rappresentato da uno stimolo neutro che è stato ripetutamente associato ad un rinforzo primario oppure anch’esso condizionato; quindi, il potere del rinforzo condizionato, deriva dal rinforzo primario che il soggetto riceve in sua presenza. I rinforzi condizionati agiscono come stimoli discriminativi per il rinforzo primario.

Si considerano due modalità per misurare la forza di un rinforzo condizionato:

- valutazione della durata → il rinforzo condizionato perde di efficacia se non viene, almeno occasionalmente, seguito dal rinforzo primario al quale è legato;
- valutazione della potenza → sussistono differenze per ciò che attiene l'efficacia dei vari rinforzi condizionati.

Occorre aggiungere che i rinforzi condizionati strumentali, sono più stabili ed efficaci dei loro corrispondenti pavloviani e ciò permette la loro applicazione nell'apprendimento di catene comportamentali più lunghe e complesse (Poli e Prato Previde, 1994).

Il condizionamento operante è stato studiato anche negli invertebrati utilizzando *Skinner-box* modificate; è stato possibile indagare il comportamento di scelta del nettare delle api (Sokolowske e Abramson, 2010).

### 2.8.1 *Differenze tra condizionamento classico e condizionamento operante*

Nel condizionamento classico:

- si assiste ad un'associazione tra due stimoli;
- la risposta condizionata è costituita da una risposta passiva dell'organismo, vale a dire che non si ha una risposta cosciente da parte del soggetto.

Nel condizionamento operante:

- si ha l'associazione tra una risposta ed un rinforzo;
- in questo caso, il soggetto presenta una risposta intenzionale, l'individuo è quindi attivo ed agisce sull'ambiente esterno che lo circonda (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.9 *Comportamento superstizioso*

Somministrando un rinforzo alimentare, ad intervalli fissi, ad alcuni piccioni, lasciati per qualche tempo senza cibo, Skinner (1938) poté mettere in evidenza alcuni comportamenti particolari. Presentando del cibo ad intervalli fissi e non in associazione con risposte specifiche, comparvero nei piccioni alcune risposte stereotipate quali: girare in cerchio, battere le ali, ecc.

Skinner (1938), spiegò la comparsa di tali comportamenti attribuendoli all'azione del rinforzo che, favorisce il ripresentarsi di qualsiasi comportamento emesso dall'animale subito prima del rinforzo stesso. I piccioni venivano rinforzati in maniera del tutto accidentale dopo aver eseguito un qualsiasi comportamento casuale e ciò accresceva la probabilità che tale comportamento potesse essere ripetuto. In particolare, tale probabilità aumentava considerevolmente nel caso la frequenza di dispensazione del rinforzo fosse piuttosto ridotta. Ciò provocava l'insorgenza di un comportamento stereotipato che venne poi definito "*superstizioso*". Tale comportamento, così definito da Skinner, risultava differente da soggetto a soggetto e la sua principale caratteristica, era di non presentare nessuna contingenza con il rinforzo, nonostante i piccioni si comportassero come se tale contingenza ci fosse.

Tale comportamento ha notevoli implicazioni nell'”*autoshaping*” (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.10 *Rinforzo e punizione*

Con il termine *rinforzo*, viene definito un evento qualsiasi che consegue all'introduzione di un comportamento, che favorisce la ripetizione di quest'ultimo incrementando la probabilità che il comportamento stesso si ripresenti.

Con il termine *punizione*, al contrario, si indica un qualsiasi evento che riduce tale probabilità (Albertini *et al.*, 2008).

Sia i rinforzi, sia le punizioni possono essere suddivisi in due tipologie: positivi e negativi.

I rinforzi e le punizioni, a loro volta, possono essere suddivisi in positivi e negativi:

***rinforzo positivo***: questo tipo di rinforzo costituisce qualcosa di piacevole per il soggetto che lo riceve, nello specifico, dopo l'emissione di un comportamento gradito o corretto, il soggetto riceve cibo oppure coccole oppure una gratificazione vocale o ancora viene gratificato per mezzo del gioco.

***Rinforzo negativo***: in questo caso, quando il soggetto mette in atto un comportamento desiderato, ottiene la sottrazione di un evento spiacevole.

***Punizione positiva***: in conseguenza ad un comportamento sgradito, messo in atto dall'individuo, si applica un evento sgradevole (sono un esempio di punizione positiva le percosse).

***Punizione negativa***: in questo caso, in seguito ad un comportamento indesiderato messo in atto dall'animale, si sottrae qualcosa di piacevole per l'individuo stesso. Per esempio, i cuccioli, quando giocano insieme ai fratelli di cucciolata, spesso non presentano ancora il morso inibito, di conseguenza nei loro maldestri tentativi di gioco, può accadere che provochino dolore nel compagno di giochi che, percependo i dentini affondare nella cute, sospende il gioco. La sospensione del gioco, quindi la sottrazione di evento piacevole, per il “soggetto morsicatore” rappresenta una punizione negativa.

Secondo quanto affermato da Dehasse (2011), il rinforzo positivo e la punizione negativa sono i più efficaci strumenti per la modificazione del comportamento.

Il rinforzo presenta una caratteristica saliente, possiede la massima efficacia, se viene somministrato entro 0,5 secondi dal comportamento che si desidera rinforzare.

La punizione d'altro canto per essere efficace deve soddisfare alcuni requisiti:

- essere avversativa, ma senza raggiungere un'intensità tale da suscitare timore ed ansia nel soggetto che la riceve;
- deve essere immediata, all'inizio del comportamento indesiderato in modo che i due eventi possano essere messi in relazione tra di loro;
- deve essere sistemica, vale a dire, presentata ogni qual volta si manifesta il comportamento indesiderato.

Occorre non dimenticare la motivazione che l'individuo ha verso il comportamento indesiderato. Infatti, se la motivazione del soggetto per tale comportamento è elevata, punire il comportamento stesso, causerà una riduzione del suo ripresentarsi, ma, permanendo la motivazione latente nell'animale, questo, comunque mostrerà nuovamente il comportamento punito. Quindi sarà opportuno proporre al soggetto un'alternativa allettante che consenta di ri-orientare il comportamento (Albertini *et al.*, 2008; Dehasse, 2011).

### 2.10.1 *Programmi di rinforzo*

Si definiscono programmi di rinforzo, condizioni in cui la ricompensa, non viene dispensata necessariamente ad ogni esecuzione del comportamento prescelto, bensì con rapporti probabilistici di tipo diverso tra risposta e rinforzo.

Il programma di rinforzo più semplice in assoluto è il “*rinforzo continuo*” o *Continuous Reinforcement* (CFR), quando si applica questo programma ogni risposta viene seguita da un rinforzo. Quando la risposta non viene sempre seguita da un rinforzo, si è soliti parlare di “*programmi a rinforzo parziale*” e la loro caratteristica è quella di dare origine ad una condizione definita “*effetto di rinforzo parziale*” o *Partial Reinforcement Effect* (PRE). In seguito all'applicazione di un programma a rinforzo parziale, la risposta va incontro ad estinzione con maggior difficoltà rispetto alla risposta abbinata ad un programma di rinforzo continuo. Quanto detto, sembra andare contro ciò che in realtà sembrerebbe più intuitivo pensare: sembrerebbe infatti più logico presupporre che una risposta rinforzata ad ogni suo presentarsi vada incontro ad un'estinzione molto più lenta rispetto ad una che viene rinforzata solo saltuariamente. La realtà dei fatti, invece, sembra essere del tutto contraria.

L'effetto di rinforzo parziale sembrerebbe conseguente ad un decremento della generalizzazione. Sembra che alcuni tipi di rinforzo parziale siano in grado di dare origine a frequenze di risposta particolarmente stabili e costanti (Rescorla e Wagner, 1972; Fester e Skinner, 1975).

Tra i programmi di rinforzo più conosciuti menzioniamo quelli a rapporto e quelli ad intervallo ognuno dei quali divisibile in altri due sottotipi. Al primo gruppo appartengono i programmi a *rapporto fisso* o *Fixed Ratio* (FR) e quelli a *rapporto variabile* o *Variable Ratio* (VR) in cui ciò che viene variato è il rapporto tra il numero delle risposte e quello dei rinforzi.

Al secondo gruppo appartengono i programmi ad *intervallo fisso* o *Fixed Interval* (FI) e quelli ad *intervallo variabile* o *Variable Interval* (VI) la caratteristica di tali programmi, è quella di specificare il tempo intercorrente tra una risposta rinforzata ed il momento in cui sarà disponibile un altro rinforzo.

Caratteristica di ogni tipo di rinforzo è di possedere una curva di risposta diversa:

- con programmi di rinforzo VR, la risposta sarà molto rapida e regolare;
- con programmi di rinforzo FI, le risposte saranno raggruppate in modo costante verso lo scadere dell'intervallo temporale;

- con programmi di rinforzo VI l'emissione delle risposte è meno rapida, ma più regolare rispetto ai programmi VR: subito dopo la dispensazione del rinforzo si assiste ad un rallentamento della risposta, di seguito, però, si osserva un rapido aumento che presenta una notevole costanza.

I programmi di rinforzo descritti, sono definiti *programmi di rinforzo semplici*, essi possono essere tra di loro combinati per dare origine a programmi *di rinforzo complessi* tra cui, il più comune, è il *programma multiplo* costituito dalla sequenza di due programmi di rinforzo semplici in rapporto a due differenti stimoli-segnali (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.11 *Apprendimento per impregnazione o imprinting*

Con il termine *imprinting*, si intende indicare una forma di apprendimento istintivo, indipendente dall'esperienza dell'individuo e che ha molteplici funzioni:

- favorire il riconoscimento della specie di appartenenza così detto "*imprinting all'oggetto*";
- permettere il riconoscimento dei *partner* sessuali: *imprinting sessuale*;
- consentire il riconoscimento della tipologia di alimento più consona alla propria nutrizione: *imprinting alimentare*.

K. Lorenz (1980), fu tra gli etologi che indagò maggiormente su questa tipologia di apprendimento. Egli per primo, si contrappose alla teoria comportamentista secondo la quale il comportamento poteva essere determinato solamente dall'esperienza (Albertini *et al.*, 2008). Lorenz condusse i suoi studi prevalentemente sulle oche selvatiche (*Anser anser*) (Figura 11) e sulle taccole (*Corvus monedula*) di cui possedeva una colonia.

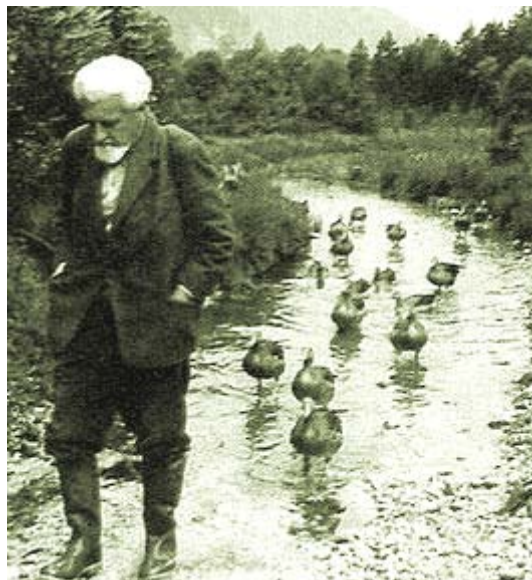


Figura 11: K. Lorenz con le oche da lui cresciute (11).

L'*imprinting*, è una forma di apprendimento che si realizza solamente in determinati periodi della vita dell'individuo, per la precisione in quelli che vengono definiti “*periodi sensibili*” (Albertini *et al.*, 2008).

### 2.11.1 *I diversi tipi di imprinting*

L'*imprinting* è una tipologia di apprendimento che favorisce la formazioni di legami tra il neonato e gli individui della specie alla quale appartiene. Questo tipo di apprendimento mostra una fase iniziale in graduale crescita, fino ad arrivare ad un apice e poi iniziare a decrescere fino a scomparire. Tutto ciò che non è stato oggetto di *imprinting* per l'individuo potrà, in seguito, essere fonte di timore, che svolgerà un'azione di salvaguardia della prole da tutto ciò che potrebbe essere pericoloso o dannoso.

Le peculiarità dell'*imprinting* dell'oggetto sono:

- si verifica solamente nel periodo sensibile che ha durata differente in ogni specie;
- si tratta di un comportamento innato e non acquisito;
- è irreversibile;
- le caratteristiche dell'oggetto di *imprinting* permangono per tutta al vita dell'individuo;
- le caratteristiche dell'oggetto non sono caratteri individuali, ma specie-specifici, ciò permette una generalizzazione a tutta la specie verso la quale l'animale è stato imprintato;
- si tratta di una tipologia di apprendimento che non viene inibito da punizioni o stimoli avversivi, anzi ne risulta rinforzato (Albertini *et al.*, 2008).

Spalding nel 1873 aveva già desunto le caratteristiche citate sopra che, Lorenz, descrisse nel 1980. Spalding prese in considerazione due gruppi di pulcini che vennero tenuti isolati: i pulcini del primo gruppo vennero esposti alla presenza dell'uomo entro i primi tra giorni di vita; il secondo gruppo venne esposto alla presenza dell'uomo solo dopo il quarto giorno di vita. I pulcini del primo gruppo, mostrarono uno spiccato legame sociale nei confronti dell'uomo, tanto che seguivano l'uomo e ne richiamavano l'attenzione attraverso pigolii per essere rassicurati dalla sua presenza, oppure emettevano vocalizzi di richiamo in caso di allontanamento da esso, proprio come avviene con una chioccia. Nei pulcini del secondo gruppo invece, comparve la reazione di paura e di fuga nei confronti dell'uomo a causa della sensazione di timore che l'uomo stesso suscitava in questi soggetti che non erano stati imprintati verso di lui (Spalding, 1873).

Il concetto di *imprinting* viene applicato in animali che mostrano orientamento visivo, ne sono un esempio gli uccelli come oche, polli ed anatre che vengono definiti “nidifughi”. Per quel che riguarda invece gli uccelli “nidicoli” come passeri, piccioni e rapaci che rimangono all'interno del nido per tempi più lunghi, l'*imprinting* è più graduale (Klinghammer, 1964).

Nei pesci appartenenti alla specie *Danio rerio*, nelle 24 ore successive alla nascita, originano legami basati sull'olfatto che consentono all'animale di riconoscere i componenti della propria famiglia e di distinguerli da altri (Garlach *et al.*, 2008).



Alcuni ricercatori, allevarono un cucciolo di foca comune (*Phoca vitulina*) e si accorsero così che anche nei mammiferi si riconosce una forma di *imprinting*. Infatti, la foca, svezzata dai tre Autori, li seguiva ovunque, salendo anche le scale, con tutte le difficoltà del caso e mostrando segni di disagio (vera e propria ansia da separazione) quando si verificava una separazione (Moore, 2004).

In tempi successivi, quanto proposto da Lorenz, venne profondamente criticato, nello specifico: l'irreversibilità dell'*imprinting* ed, in particolare, il suo relegamento al solo periodo sensibile (Craig, 1911).

Come accennato poco sopra, l'*imprinting* favorisce il riconoscimento di specie e ciò influenzerà in seguito, la scelta del *partner*. Nel caso in cui non si realizzasse l'*imprinting* sessuale potrebbe venir meno l'atto riproduttivo con conseguenze per la specie.

Questo tipo di *imprinting* è stato messo in evidenza in alcuni volatili appartenenti alla specie *Taeniopygia guttata* (Vos *et al.*, 1993). Questo tipo di *imprinting* è stato dimostrato anche nei mammiferi, la foca citata precedentemente, che fu allevata da Moore, mostrava spiccate preferenze sessuali per l'uomo, ma quando in seguito, fu introdotta in un gruppo di femmine, essa riuscì a riprodursi come gli altri individui della sua specie (Moore, 2004). Ciò dimostrò la reversibilità di questo tipo di *imprinting*.

Questo tipo di *imprinting* è stato recentemente dimostrato anche negli invertebrati e precisamente nella farfalla *Bicyclus anynana* (Westerman *et al.*, 2012).

Successivamente è stato possibile dimostrare che l'*imprinting* ha importanza per la scelta del compagno, ma svolgono un ruolo anche l'ambiente e le esperienze di ogni individuo (Slagsvold *et al.*, 2002).

Nell'uomo è stato evidenziato l'*imprinting* sessuale che, viene suddiviso in *imprinting* "positivo" che è responsabile dell'origine dell'attrazione che si instaura verso soggetti di sesso opposto e che ha origine durante l'infanzia; ed *imprinting* "negativo" definito anche come "*Westermarck Effect*", in conseguenza al quale, si manifesta una forte repulsione sessuale rivolta verso gli individui conosciuti nelle prime fasi della vita. Entrambe le tipologie di *imprinting* sono comunque piuttosto deboli nell'uomo (Rantala e Marcinkowska, 2011).

L'*imprinting* agisce anche sulla formazione delle preferenze nella scelta del cibo: nelle seppie (*Sepia officinalis*) la visione di una determinata tipologia di alimento in età giovanile, favorisce la scelta dell'alimento medesimo in seguito, durante la vita adulta del soggetto. È stato possibile mettere in evidenza come, lo stimolo visivo, svolga un ruolo di prim'ordine nell'insorgenza di questo apprendimento, tanto da risultare più importante della stessa ingestione (Darmaillacq *et al.*, 2006).

Lohmann *et al.* nello studio condotto nel 2008 formularono l'ipotesi secondo la quale i soggetti appartenenti a queste specie, al momento della nascita vengano imprintati oltre che nei confronti dei loro simili, anche sul profilo geomagnetico del luogo in cui si verifica la nascita; ciò fornirebbe loro la possibilità di orientarsi in futuro, quando dovranno ritornare nei medesimi luoghi per riprodursi e deporre le uova. Per ciò che riguarda il salmone sembra che svolgano un ruolo importante anche

*focus* olfattivi che contribuirebbero a guidarlo. Questo tipo di *imprinting* viene definito come *imprinting* geomagnetico.

Una tipologia di *imprinting* simile a quella appena descritta, sembrerebbe esistere anche negli uccelli migratori, ciò fu messo in evidenza in uno studio condotto su *Ficedula hypoleuca* che sarebbe in grado di orientarsi nel corso di lunghe migrazioni grazie ad una bussola geomagnetica, la cui formazione sarebbe influenzata anche dall'*imprinting*. Concorrerebbero a favorire l'orientamento di questi uccelli anche la posizione del sole e delle stelle (Alerstam e Högstedt, 1983).

### 2.11.2 *Impregnazione nei mammiferi*

Nei mammiferi, come pure negli uccelli “nidicoli, si è soliti parlare di impregnazione piuttosto che di *imprinting*, infatti, le caratteristiche di questo processo di apprendimento sono diverse. Innanzitutto si tratta di un processo graduale ed elaborato e non di un processo rapido come l'*imprinting*. Il *range* di stimoli che possono essere appresi nel caso dell'impregnazione è molto più vasto rispetto a quelli che vengono appresi da uccelli, pesci o insetti con l'*imprinting*. Inoltre, mentre l'*imprinting* si verifica in un periodo sensibile che ha una durata di ore o al massimo giorni, per quel che riguarda l'impregnazione, la durata può essere di settimane.

Il momento d'inizio del periodo di impregnazione, varia notevolmente a seconda della specie considerata; negli individui a prole atta, questo tipo di apprendimento avrà inizio poche ore dopo la nascita e si concluderà dopo alcuni giorni, è il caso degli ungulati. Negli individui a prole inetta, come per esempio cane e gatto, questo processo origina a partire dalla terza settimana di vita e termina attorno alla dodicesima settimana (Dehasse, 2011).

Le differenze nei due gruppi di animali, sono da mettere in relazione alla rapidità dello sviluppo neuro-sensoriale che è molto più rapido nelle specie a prole atta, più lungo in quelle a prole inetta. Nelle specie a prole inetta, lo sviluppo neuro-sensoriale richiede alcune settimane, prima di tale periodo, gli individui dipendono esclusivamente dalla madre ed hanno percezioni sensoriali molto ridotte (Albertini *et al.*, 2008).

Da ricordare che gli animali possono essere imprintati anche su individui appartenenti a specie diverse o nei confronti di oggetti. Tra gli individui eterospecifici verso i quali si può verificare l'*imprinting*, da ricordare l'uomo con cui gli animali, molto spesso, condividono ambiente di vita, risorse e con il quale si relazionano. Ovviamente l'*imprinting* si verificherà a patto che l'uomo abbia contatti con l'animale nel periodo sensibile (Albertini *et al.*, 2008; Dehasse, 2011).

## 2.12 *Apprendimento latente*

Con il termine di *apprendimento latente* o *apprendimento esplorativo*, si definisce un'associazione di stimoli e situazioni neutrali in assenza di rinforzi espliciti; in altre parole indica l'apprendimento

delle caratteristiche di una situazione, senza che, quanto è stato appreso, possa essere messo immediatamente in pratica.

Pare che questa forma di apprendimento, sia particolarmente comune in natura a causa delle sue funzioni adattative e lo sarebbe in particolare nei soggetti di giovane età che, attraverso comportamenti di gioco, sarebbero in grado di acquisire informazioni riguardanti l'ambiente o i comportamenti adeguati da adottare, che verranno sfruttati nella vita futura e non nell'immediatezza. Anche negli adulti, questo tipo di apprendimento, consente un migliore sfruttamento dell'ambiente.

Uno studio in proposito venne condotto da Tolman e Honzik (1930), i quali presero in esame tre gruppi di ratti, i quali vennero privati del cibo per un certo periodo di tempo e poi inseriti in un labirinto a T. Ogni gruppo subì un trattamento differente:

- il primo gruppo ricevette sempre il cibo all'interno della "scatola meta" del labirinto;
- il secondo gruppo non lo ricevette mai;
- il terzo gruppo non ricevette alcuna ricompensa nei primi dieci giorni di sperimentazione ed iniziò a trovare una ricompensa a partire dall'undicesimo giorno.

Il comportamento dei ratti fu conseguentemente diverso:

- il primo gruppo fu in grado di apprendere il comportamento richiesto molto rapidamente;
- il secondo gruppo non mostrò un apprendimento significativo del compito;
- il terzo gruppo non mostrò un apprendimento significativamente rilevante fino al decimo giorno, solo quando venne introdotto il rinforzo, l'apprendimento migliorò e lo fece talmente rapidamente, da superare il livello di apprendimento dei soggetti appartenenti al primo gruppo.

La conclusione alla quale giunsero i due Autori, in seguito a questo studio, fu che probabilmente i ratti appartenenti al terzo gruppo, avevano acquisito della informazioni riguardanti l'ambiente, durante l'esecuzione della prove che non erano state ricompensate. Tali informazioni, erano rimaste quiescenti o latenti non influenzando l'esecuzione del test comportamentale fino alla comparsa della ricompensa che ebbe la funzione di attivare la risposta. I ratti, in altre parole, erano stati in grado di costruirsi una sorta di mappa mentale alla quale ricorrere nel momento più opportuno. Questo indica che l'apprendimento, può avvenire in base all'esperienza e dimostra la possibilità che avvenga anche in assenza di un rinforzo specifico. Quanto appreso con tale modalità, non si estrinsecerebbe immediatamente dando origine ad una risposta, ma richiederebbe la presentazione di una ricompensa. Molti psicologi dell'apprendimento, considerano tale spiegazione, poco convincente anche perché, non sarebbe in linea con la legge dell'effetto, per questo sono state proposte varie ipotesi alternative per cercare di spiegare tale fenomeno.

Una delle tante spiegazioni fornite, afferma che è possibile che, i ratti che percorrono il labirinto, possano trovare rinforzi incontrollati, in altre parole, non si tratterebbe di rinforzi specifici offerti dallo sperimentatore, bensì, di rinforzi deboli che per i ratti sarebbero comunque efficaci (possibilità di espletare attività motorie, esplorazione, manipolazioni, ecc). Pare, inoltre che, le *performance* dei ratti facenti parte dei gruppi di controllo, ai quali non è stata fornita la possibilità di esplorare

precedentemente il *set* sperimentale, sarebbero peggiorate dal fatto di avere una minore esperienza che non avrebbe consentito un'assuefazione delle risposte emotive.

A convalida di quest'ultima affermazione, Haney (1931), eseguì una verifica in cui prese in esame due gruppi di ratti, ad uno di questi gruppi, fu permesso di vivere in un labirinto complesso per diciotto ore al giorno per quattro giorni consecutivi; questi soggetti, venivano alimentati ed abbeverati in gabbie separate dal labirinto nelle quali sostavano per le rimanenti sei ore della giornata. Il secondo gruppo di controllo fu detenuto in condizioni analoghe ma all'interno di un labirinto di forma rettangolare. Di seguito, ogni individuo, a prescindere che appartenesse al primo o al secondo gruppo, venne addestrato a percorrere il labirinto complesso ed Haney, poté appurare che i ratti che avevano già condotto un'esperienza all'interno dello stesso, erano in grado di apprendere con più rapidità e con un numero di errori inferiore rispetto ai ratti facenti parte del gruppo di controllo.

Ma anche questo test sollevò dei dubbi, ed altri Autori, precisamente Muenzinger e Conrad (1954), utilizzarono un altro test a conferma di tali obiezioni: alcuni ratti vennero introdotti in un labirinto speculare a quello utilizzato per l'esecuzione del test e questo permise agli Autori di costatare che, tali ratti, erano in grado di apprendere in maniera efficace e facilitata come percorrere il labirinto. D'altro canto Blodgett (1929), attraverso un altro studio, poté dimostrare che, percorrere il labirinto a ritroso, cioè partendo dalla meta e spostandosi verso la partenza, non è in grado di modificare l'apprendimento successivo.

Quello che è possibile concludere è che, quando un ratto percorre un labirinto, non associa solamente la risposta fornita agli stimoli presenti al punto di scelta. Pare che i ratti, siano in grado di associare ad una delle scatole meta, l'aver risposto in un certo modo ad una serie di stimoli presenti nel punto di scelta ed all'altra scatola meta, l'aver risposto ad una serie di stimoli differenti.

In ogni caso gli studi a proposito dell'apprendimento latente, risultano ancora oggi oggetto di dibattito e non sono ancora stati forniti chiarimenti specifici per permettere di spiegare in maniera esauriente tale fenomeno (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.13 *Apprendimento per insight*

Si tratta di un tipo di apprendimento immediato che consegue ad un'intuizione e non prevede un percorso per prove ed errori come ritenevano i comportamentisti (Albertini *et al.*, 2008).

Köhler nel 1925 condusse studi sugli scimpanzé: osservò alcuni primati intenti nello svolgimento di un compito: raggiungere un casco di banane appeso al soffitto. I soggetti dello studio disponevano di alcuni utensili, per la precisione bastoni, ma occorreva unirne insieme almeno due per raggiungere l'ambito trofeo.

Gli scimpanzé giunsero alla soluzione del problema in maniera improvvisa, proprio come se avessero avuto un'intuizione, fu sufficiente l'esplorazione dell'ambiente (Figura 12). È come se improvvisamente gli individui vedessero soluzioni non vagliate prima di quel momento, come se le

percezioni del soggetto si ricombinasero per creare nuove euristiche. Non ci fu apprendimento per errori (Albertini *et al.*, 2008).



Figura 12 : studio condotto da Köhler sugli scimpanzé che mise in evidenza l'apprendimento per insight (12)

Questo tipo di apprendimento, ha grande importanza ogni volta in cui un individuo si trova a fronteggiare situazioni nuove in cui manchi il tempo di fare esperienza per mezzo di prove ed errori, oppure ogni qualvolta l'esperienza non sia efficace come strategia.

La ricerca di Köhler fu contestata da altri Autori i quali, sostennero che in realtà gli scimpanzé da lui utilizzati, avevano già acquisito in precedenza, durante la loro vita in cattività, le competenze necessarie per lo svolgimento di quel compito (Birch, 1945).

Recentemente, si è tentato di definire un metodo che permettesse di discriminare tra apprendimento per prove ed errori e *shaping* e apprendimento per *insight* (Bird ed Emery, 2009), ma in realtà, ciò non è ancora stato possibile, ciò che si è potuto appurare è che *shaping* ed *insight* non si escludono a vicenda.

## 2.14 *Apprendimento sociale*

Si definisce apprendimento sociale, l'apprendimento di nuovi schemi comportamentali grazie all'influenza di un fattore sociale; oppure una modificazione di un comportamento facente già parte del repertorio comportamentale del soggetto sempre sotto l'influenza di una fattore sociale (Poli e Prato Previde, 1994).

Secondo Thorndike (fine '800, primi anni '900), questo tipo di apprendimento, si realizzava solamente nei primati e nuovi comportamenti venivano acquisiti per mezzo di un apprendimento individuale per prove ed errori, oppure grazie all'interazione tra l'ambiente ed i soggetti. Ulteriori studi, condotti in seguito, suggeriscono che quanto affermato da Thorndike non sia propriamente reale (Poli e Prato Previde, 1994).

Risulta infatti chiaro come ci siano comportamenti che è più proficuo e vantaggioso apprendere osservando comportamenti messi in atto da conspecifici o eterospecifici (tipologie di alimenti da

ingerire, tipologie di alimenti da evitare, strategie di fuga dai predatori, ecc.). Apprendere questi tipi di comportamenti per mezzo di prove ed errori, risulta lento e scarsamente vantaggioso ed a volte, perfino pericoloso (un errore potrebbe essere fatale). Secondo alcuni Autori (Hinde e Fisher, 1951), l'apprendimento sociale consentirebbe la trasmissione di quanto appreso da una generazione ad un'altra con la possibilità che si creino delle tradizioni nell'ambito del gruppo sociale di appartenenza, fenomeno che non sarebbe realizzabile nel caso di apprendimento per prove ed errori, in cui le conoscenze acquisite da un individuo, si perdono nel momento stesso in cui questo viene a mancare e dovranno essere nuovamente apprese dalle generazioni successive (Poli e Prato Previde, 1994).

In conclusione, è possibile affermare che esistono tre modalità grazie alle quali è possibile apprendere:

- la trasmissione genetica;
- l'apprendimento individuale (quello per prove ed errori ne è un esempio);
- l'apprendimento sociale (Poli e Prato Previde, 1994).

Galef (1976, 1988) afferma che, l'interazione sociale, favorisce il diffondersi di modalità d'azione acquisite individualmente da un soggetto all'interno del gruppo sociale di appartenenza o all'interno di una popolazione. Ciò farà sì che, una risposta, inizialmente propria di un singolo soggetto, venga mostrata anche da altri soggetti in maniera autonoma. Ciò contribuisce a creare un'uniformità nel gruppo ed un'omogeneità nelle risposte mostrate dagli individui del gruppo stesso. In conseguenza a quanto appena affermato, è possibile dire che ogni volta in cui aumenta la diversificazione tra le risposte, non si è verificato apprendimento sociale (Poli e Prato Previde, 1994).

Come già accennato, l'apprendimento per imitazione può avvenire tra soggetti appartenenti alla stessa specie, ma anche tra soggetti appartenenti a specie differenti, ne sono un esempio i delfini che sono in grado di imitare i movimenti di foche, pinguini, tartarughe marine e pesci (Tayler e Saayman, 1973), oppure i merli indiani che sono in grado di imitare i vocalizzi dei primati (Tenaza, 1976).

L'apprendimento sociale, si manifesta più comunemente in soggetti appartenenti a specie sociali per antonomasia, cioè in quelle specie dove il grado di socialità è particolarmente elevato. Altro fattore che gioca un ruolo importante e favorisce questo tipo di apprendimento, è dato dalle cure parentali, che permetterebbero la trasmissione d'informazioni tra genitori e figli oltre a favorire comportamenti come gioco ed esplorazione che predispongono i soggetti alla scoperta di euristiche nuove che potranno, per altro, essere trasmesse alle generazioni successive (Fugazza, 2011).

L'apprendimento sociale, è più rapido rispetto alla trasmissione genetica, inoltre consente la trasmissione di informazioni nell'ambito della stessa generazione oltre a permettere a più soggetti contemporaneamente, di acquisire nuovi comportamenti (Poli e Prato Previde, 1994).

Definiamo schematicamente cosa può accadere nell'apprendimento sociale. Consideriamo M come l'individuo che funge da modello ed O come il soggetto che osserva; possono verificarsi diverse possibilità:

- a) O ed M sono liberi di interagire tra di loro e si trovano contemporaneamente nello stesso ambiente;
- b) O ha la possibilità di osservare M, ma non di interagire con esso e non ne condivide l'ambiente;
- c) O può trovarsi nell'ambiente di M, ma solamente in tempi successivi a quest'ultimo.

A questo punto, l'osservatore O, dopo aver interagito con M, potrà:

1. presentare un cambiamento nella distribuzione sia spaziale, sia temporale delle sue risposte nell'ambiente preso in considerazione;
2. mostrare un variazione negli stimoli, in grado di provocare o controllare il suo comportamento nell'ambiente;
3. evidenziare un comportamento che, prima del suo rapporto con M, non costituiva parte integrante del suo repertorio;
4. mostrare una modificazione del suo comportamento durante l'interazione con M per poi tornare agli schemi comportamentali originali;
5. apportare una modifica duratura al proprio comportamento anche in seguito all'interruzione dell'interazione con M (Poli e Prato Previde, 1994).

Nel corso degli anni si è cercato tante volte di fornire una definizione adeguata e chiara di questo tipo di apprendimento eccone alcune:

- Thorndike (1898), definì in questo modo l'imitazione: imitare significa “imparare ad eseguire un'azione osservandone l'esecuzione” (Thorndike, 1898).
- Thorpe (1963), fece una distinzione tra: facilitazione sociale (*social facilitation*), incentivazione localizzata dell'attenzione (*local enhancement*) e imitazione vera e propria (*true imitation*).
- Galef (1988), indicò con il termine *social enhancement* o incentivazione/influenza sociale, quei casi in cui le relazioni sociali influenzano la messa in atto di risposte già presenti nel repertorio comportamentale del soggetto. Inoltre l'Autore, descrisse con il termine di *social learning* o apprendimento sociale, quei casi in cui la socialità favorisce l'acquisizione o l'estinzione di una risposta inedita. Infine, con il termine di *social transmission* o trasmissione sociale, definì il caso in cui un comportamento acquisito da un individuo, passi ad un altro soggetto per mezzo di una rapporto sociale (Galef, 1976).

## 2.15 *Influenza sociale*

Si definisce *influenza sociale*, un fenomeno che si verifica ogni volta in cui il comportamento di un individuo è influenzato da quello di un altro soggetto, senza che ci sia nessun tipo di apprendimento (Whiten e Ham, 1992).

Il fenomeno dell'influenza sociale comprende:

- contagio;

- esposizione;
- sostegno sociale;
- apprendimento *match-dependent*.

### 2.15.1 *Contagio*

Quando si ha il contagio, l'esecuzione di un comportamento da parte di un modello M, stimola l'osservatore O, a mettere in atto lo stesso modulo comportamentale senza che però avvenga apprendimento sociale (Poli e Prato Previde, 1994).

Thorpe (1963) fornisce al contagio la definizione di facilitazione sociale (*social facilitation*) mentre, Morgan (1900) e Washburn (1908) lo definiscono come imitazione istintiva.

Il contagio presenta caratteristiche ben precise:

- lo schema comportamentale mostrato da M è già presente nel repertorio comportamentale di O;
- il comportamento, viene mostrato da O inizialmente in presenza di altri individui che stanno eseguendo la stessa attività;
- la durata si presenta limitata nel tempo ed è strettamente legata al periodo di relazione con il modello M;
- non si verificano acquisizione e trasmissione di risposte comportamentali nuove (Poli e Prato Previde, 1994).

Esempi di contagio sono rappresentati dallo sbadiglio nell'uomo (Thorpe, 1963) o nel cane che ripropone lo sbadiglio quando vede l'uomo sbadigliare (Silva *et al.*, 2012); o ancora l'abbaio in contemporanea dei canidi (Humphrey, 1921) ed infine il fenomeno per cui polli già sazi, in presenza di conspecifici che mangiano, riprendono a nutrirsi (McFarland, 1985).

### 2.15.2 *Esposizione*

L'esposizione sociale si verifica quando l'osservatore O, acquisisce comportamenti simili a quelli del modello M, senza però apprendere nulla da esso. L'osservatore, condivide con il modello situazioni ed ambiente e di conseguenza viene influenzato dalle stesse esperienze. L'esposizione si osserva per esempio nei soggetti giovani o inesperti che si uniscono ad un gruppo di individui più esperti e/o più anziani (Poli e Prato Previde, 1994).

### 2.15.3 *Sostegno sociale*

In questa forma di apprendimento, l'osservatore O, è in grado di acquisire nuove risposte ed è facilitato in questo, dalla presenza di M che influisce sulle sue motivazioni (Gallup, 1966).

La presenza di un soggetto della stessa specie è in grado di velocizzare l'apprendimento in quanto porta ad una riduzione di ansie e paure da parte dell'osservatore (Gardner e Engel, 1971).



#### 2.15.4 *Apprendimento matched-dependent*

Questo tipo di apprendimento, si verifica in tutte quelle situazioni in cui il modello M, funge da stimolo discriminativo e favorisce la messa in atto da parte di O (osservatore) di risposte simili. La messa in atto del comportamento da parte di O, viene posta in relazione con M che è sempre presente ogni volta in cui O mostra il comportamento; ciò fa sì che si crei una relazione tra la risposta e questo stimolo che, in definitiva, è rappresentato da un altro soggetto (Poli e Prato Previde, 1994).

Miller e Dollard nel 1941, dimostrarono come due ratti, impararono a girare a destra o sinistra all'interno di un labirinto a T, basandosi sulle scelte fatte da un ratto *leader*.

Rinforzando l'osservatore O tutte le volte in cui eseguiva comportamenti uguali o simili a quelli del modello M, la risposta proposta da O diventava controllata da quella di M; come conseguenza della mancanza di M, che fungeva da stimolo discriminativo, il comportamento esibito da O, non veniva più proposto (Poli e Prato Previde, 1994).

Miller e Dollard, inoltre, sostenevano che la tendenza imitativa di un soggetto, si manifestasse a partire dal momento in cui veniva rinforzata. Rinforzare l'imitazione la prima volta in cui si presentava, favoriva il suo ripresentarsi in seguito, anzi fungeva da innesco per questo tipo di abilità (Poli e Prato Previde, 1994).

### 2.16 *Tipologie di apprendimento sociale*

Questo tipo di apprendimento, come già accennato in precedenza, si diversifica dall'apprendimento individuale, perché influenzato dai rapporti sociali; in questa tipologia di apprendimento un soggetto osservatore O, acquisisce nuovi schemi comportamentali o una parte di essi imitando un altro individuo M, che svolge il ruolo di modello (Poli e Prato Previde, 1994).

Appartengono all'apprendimento sociale quattro diversi fenomeni:

- incentivazione dello stimolo;
- incentivazione localizzata dell'attenzione;
- condizionamento osservativo;
- imitazione ed emulazione dell'obiettivo (Poli e Prato Previde, 1994).

#### 2.16.1 *Incentivazione dello stimolo (local enhancement) ed incentivazione localizzata dell'attenzione (stimulus enhancement)*

Sia l'incentivazione dello stimolo, sia l'incentivazione localizzata dell'attenzione, costituiscono una tipologia di apprendimento in cui l'imitazione è solamente apparente, in realtà, si assiste solamente ad un direzionamento dell'attenzione di un individuo verso un oggetto particolare oppure verso una aspetto ambientale che non era stato notato in precedenza.

L'azione del modello M o di più individui, che mettono in atto un comportamento o una certa risposta, non fa altro che focalizzare l'attenzione di uno o più osservatori O, verso un determinato aspetto ambientale oppure su un oggetto che prima di quel momento era stato ignorato. Tutto ciò favorisce in seguito, l'apprendimento individuale. In definitiva l'osservatore apprende da M, su cosa dove dirigere la propria attenzione ed eventualmente che cosa evitare nell'ambiente in cui si trova. Quindi non c'è l'apprendimento da parte di O di un comportamento diverso da quelli che già costituiscono il suo repertorio comportamentale (Poli e Prato Previde, 1994).

### 2.16.2 *Condizionamento osservativo*

Berger nel 1962, definì questa tipologia di apprendimento con il termine di “istigazione vicariante” in seguito, questa tipologia di apprendimento fu definito da Cook e Mineka nel 1978. Si tratta di una tipo di apprendimento, in cui lo stato emotivo del soggetto, che funge da modello M, esercita un'influenza sull'osservatore O e sulle risposte messe in atto dallo stesso. Anche in questo caso, si assiste ad un direzionamento dell'attenzione verso un preciso aspetto ambientale e lo stato emotivo di M, fa intuire ad O, l'importanza di tale aspetto. Questo tipo di apprendimento svolge un ruolo importante nel riconoscimento dei nemici (Poli e Prato Previde, 1994).

Un esempio si è potuto osservare nelle scimmie nate e cresciute in laboratorio, le quali, non conoscevano i serpenti e di conseguenza non ne avevano timore, lo presentarono solamente dopo aver osservato conspecifici adulti mostrarne (Mineka *et al.*, 1984).

### 2.16.3 *Emulazione dell'obiettivo*

In questa tipologia di apprendimento, l'osservatore O, apprende dal modello M, quale sia l'obiettivo da raggiungere, senza utilizzare la medesima tecnica del dimostratore per raggiungere l'obiettivo stesso (Poli e Prato Previde, 1994).

In altre parole, l'osservatore è in grado di riconoscere la finalità del compito da risolvere, ma poi mette in atto una propria strategia comportamentale che non si sovrappone necessariamente a quella sfruttata dal dimostratore per realizzarlo (Tomasello *et al.*, 1987; 1990).

### 2.16.4 *Imitazione*

Definire questo tipo di apprendimento non è semplice, le definizioni fornite fino ad ora sono varie: secondo Thorpe (1963), l'imitazione si verifica ogni qual volta viene “copiata” un'azione o un vocalizzo che, diversamente, non sarebbero proposti dal soggetto. Tale Autore, attribuiva questa capacità di apprendimento ad animali in grado di possedere coscienza di sé stessi come i primati (Poli e Prato Previde, 1994).

In seguito, l'imitazione fu dimostrata anche negli uccelli, per esempio, è stato possibile dimostrare come i pappagalli cinerini siano capaci di riprodurre suoni della lingua inglese e siano in grado di articolare parole che consentono di rispondere a domande (Pepperberg, 2002).

Thorndike (1898), fornì un'ulteriore definizione: “imitare significa apprendere ad eseguire un'azione dopo averne osservata l'esecuzione”. In effetti l'osservatore O, impara quale schema comportamentale mettere in pratica per la risoluzione di un problema, osservando un modello M che funge da dimostratore (Thorndike 1898; Poli e Prato Previde, 1994).

Dawson e Foss nel 1965, condussero uno studio che aveva come soggetti dei pappagallini. Gli individui oggetto di studio, osservarono alcuni conspecifici rimuovere un coperchio da un contenitore contenente cibo. I pappagalli dimostratori, erano tre, ed ognuno di essi sfruttò per lo svolgimento del compito, una tecnica differente: alcuni spostarono il coperchio con il becco spostandolo o afferrandolo, altri utilizzarono le zampe. A questo punto i pappagalli osservatori, ebbero la possibilità di interagire con il contenitore. Gli Autori osservarono come gli individui oggetto di studio utilizzassero per interagire con il barattolo la tecnica che avevano osservato dai conspecifici che avevano svolto il ruolo di dimostratori.

Ham nel 1990, condusse uno studio che lo portò a risultati differenti: alcuni macachi (*Macaca arctoides*), osservarono dei conspecifici eseguire vari compiti per ottenere delle noccioline; per fare ciò dovevano ruotare o spingere in avanti una barra a forma di T. A questo punto, i macachi osservatori, si confrontarono con la risoluzione del problema e l'Autore osservò che non esistevano differenze tra il gruppo esposto al modello che ruotava la leva per ottenere le noccioline e quello esposto al modello che premeva la leva per ottenere il cibo.

Si può dire che perché ci sia imitazione, occorre che ci sia osservazione di un modello, pianificazione della messa in atto di un comportamento e controllo motorio (Poli e Prato Previde, 1994).

## 2.17 *Apprendimento sociale nel cane*

Le specie sociali, sono quelle maggiormente predisposte all'apprendimento per imitazione (Fugazza, 2011).

Il lupo ed il cane suo discendente, appartengono a specie sociali, infatti, vivono in branchi e possiedono intelligenza sociale.

Uomo e cani, condividono la stessa nicchia ecologica ed hanno avuto un processo di evoluzione convergente che li ha portati a risolvere problemi comuni adottando soluzioni cognitive e comportamentali simili. Quindi il cane, ha imparato ad osservare l'uomo ed a volte anche ad imitarlo, per ottenere cibo e riparo (Fugazza, 2011).

Quando si verifica l'apprendimento sociale, un soggetto osservatore acquisisce nuovi comportamenti in seguito all'interazione con un individuo che svolge il ruolo di dimostratore (Poli e Prato Previde, 1994; Fugazza, 2011).

L'apprendimento per imitazione presenta due fasi che lo contraddistinguono:

- l'osservazione;
- l'emissione del comportamento osservato (Fugazza, 2011).

Ci sono vari fattori implicati in questo tipo di apprendimento:

1. La **motivazione**, è rappresentata da quei fattori che sono responsabili dell'inizio, del mantenimento e della fine di un comportamento. Occorre che il soggetto osservatore, sia motivato affinché sia spinto ad osservare e riprodurre un'azione.
2. **Attenzione**: l'individuo osservatore, deve orientare la propria attenzione verso il dimostratore e deve cogliere gli aspetti rilevanti.
3. **Memorizzazione del comportamento dimostrato**: l'animale, deve ricordare ciò che sta osservando e richiamare in seguito le informazioni memorizzate.
4. **Riproduzione**: il soggetto osservatore, deve riprodurre quanto osservato, cioè deve riprodurre un comportamento simile a quello mostrato dal dimostratore.

Quanto descritto, presuppone la capacità dell'osservatore, di mettere le sue azioni in relazione con quelle del dimostratore, oltre alla capacità di creare una corrispondenza tra le azioni del modello e le sue (Fugazza, 2011).

### **2.17.1 *Imitazione vs incentivazione allo stimolo. Imitazione cane-uomo e cane-cane***

Sono stati condotti alcuni studi che hanno dimostrato come i cuccioli di cane impiegati per la ricerca degli stupefacenti, apprendono molto più rapidamente la loro mansione se hanno potuto osservare le loro madri svolgere il loro "lavoro" (Fugazza, 2011; Kaminski e Brauer, 2008).

Nel 2001 Pongracz ed i suoi collaboratori, misero appunto alcune procedure sperimentali per tentare di valutare la capacità del cane di imitare un modello umano, lo scopo era anche quello di valutare in che modo avviene l'imitazione e quale potrebbe essere la motivazione che spinge il cane ad imitare (Pongracz *et al.*, 2001, 2003, 2005).

Negli studi condotti dagli Autori appena citati, venne utilizzato un ostacolo avente forma di V e si osservò il comportamento di "*detour*" cioè il comportamento di aggiramento del medesimo. I ricercatori, posizionarono una ciotola contenete cibo oppure un giocattolo, in un punto preciso di un recinto a forma di V. Non era possibile per i soggetti in studio, arrivare direttamente alla risorsa, ma occorreva aggirare il recinto stesso. Inizialmente fu evidente la difficoltà incontrata dai cani nella risoluzione del compito assegnato loro. A questo punto vennero creati tre gruppi:

- il primo gruppo di cani non aveva mai osservato la soluzione del problema che gli veniva presentato, quindi non aveva ricevuto nessun aiuto;
- il secondo gruppo di cani, poteva osservare una persona sconosciuta aggirare l'ostacolo quindi ricoprire il ruolo di dimostratore che mostrava la soluzione del problema;
- i cani del terzo gruppo, potevano osservare i rispettivi proprietari, come modelli che eseguivano il compito di aggiramento dell'ostacolo.

Ciò permise anche di valutare quanto il grado di conoscenza della persona che ricopriva il ruolo di dimostratore, fosse influente sulla prestazione del cane.

I risultati del test, mostrarono chiaramente come, i cani appartenenti ai gruppi due e tre, erano riusciti a svolgere il compito richiestogli molto più rapidamente rispetto ai cani che non avevano ricevuto alcun aiuto (cani del primo gruppo). Sembra infatti, che i cani del secondo e del terzo gruppo, riuscissero a trovare più rapidamente il percorso corretto per raggiungere la risorsa (cibo o giocattolo), rispetto agli altri. Non furono rilevate sostanziali differenze tra i cani del secondo ed i cani del terzo gruppo, a dimostrazione che il legame con il dimostratore non sembrava essere influente.

In seguito, venne praticata una porta nel recinto e fu possibile osservare come i cani, nonostante questa agevolazione, preferissero eseguire ancora il percorso più lungo; quello cioè mostratogli da un dimostratore umano (Kaminski e Brauer, 2008).

Con il tempo, ci si è chiesto se si trattasse realmente di imitazione; secondo la definizione già citata, riportata da Thorndike (1898), imitare significa apprendere ad eseguire un'azione osservandone l'esecuzione. Volendo applicare tale definizione a quanto osservato da Kaminski e Brauer (2008), si nota come in realtà la definizione stessa non sia del tutto calzante, infatti, i soggetti testati, eseguirono sì l'azione dimostratagli dal modello umano, ma lo fecero senza eseguire pedissequamente le stesse azioni. I dimostratori, infatti, eseguirono il *detour* una volta girando verso la destra del recinto ed una volta girando verso sinistra, ma ciò sembrò essere ininfluenza per i cani (Kaminski e Brauer, 2008).

Thorpe (1963), fornisce una definizione più appropriata per tale fenomeno, egli parla di incentivazione localizzata dell'attenzione, definita come imitazione apparente conseguente alla focalizzazione dell'attenzione di un animale nei confronti di un oggetto o di un aspetto ambientale. In altre parole, il dimostratore umano, avrebbe solamente focalizzato l'attenzione dei cani sul percorso da seguire (Miller *et al.*, 2009; Kaminski e Brauer, 2008). Inoltre fu possibile osservare che non necessariamente il dimostratore doveva essere un essere umano, poteva anche trattarsi di un oggetto che, comunque, contribuiva a focalizzare l'attenzione del cane sul percorso. Kaminski e Brauer (2008), utilizzarono un'automobilina che veniva trascinata vicino al recinto ed ottennero i medesimi risultati ottenuti utilizzando un modello umano (Kaminski e Brauer, 2008).

A questo punto, ci si chiese cosa poteva cambiare nel caso in cui il dimostratore fosse stato un cane. Venne eseguito un nuovo studio in cui del cibo, venne posizionato sotto un cesto intrecciato e poi sopra ad un asciugamano. Il cibo era visibile, ma non raggiungibile direttamente se non tirando l'asciugamano stesso. I cani furono divisi in due gruppi:

- il primo gruppo di cani, doveva risolvere il problema senza nessun aiuto;
- il secondo gruppo di cani, doveva risolvere il problema dopo aver preventivamente osservato un cane ("cane tutore") che lo eseguiva.

I soggetti del primo gruppo, portarono a termine il compito tirando l'asciugamano con il muso o con una zampa, ma impiegando un tempo ragguardevole, il secondo gruppo di cani, eseguì il compito molto più rapidamente se paragonato ai soggetti appartenenti al primo gruppo. Anche in questo studio, si osservò che i cani, focalizzavano la loro attenzione sulla mansione da svolgere, ma non su come eseguirla, nel senso che il cane *tutor*, poteva tirare l'asciugamano con il muso, mentre i

cani osservatori, portavano a termine lo stesso compito servendosi della zampa. Quindi, è possibile affermare che è più appropriato definire questi fenomeni di apprendimento utilizzando il termine di *rinforzo locale o incentivazione localizzata dell'attenzione*, piuttosto che il termine imitazione (Kaminski e Brauer, 2008).

Ciò condusse alcuni ricercatori a concludere che, i fenomeni di imitazione nel cane, sono spiegabili prendendo in considerazione meccanismi più semplici come il contagio oppure l'incentivazione allo stimolo (Mersmann *et al.*, 2011).

Miles ed i suoi collaboratori (1996), avevano eseguito studi sull'apprendimento per imitazione nelle scimmie; seguendo l'onda di queste ricerche, Topàl e collaboratori (2006), applicarono il protocollo "*Do as I do!*" alla specie canina.

Miles e collaboratori (1995). Miles, osservò un orango, al quale era stato dato il nome di Chantek e valutò le sue capacità di imitare azioni precedentemente proposte da un dimostratore umano. Chantek, era stato allevato dall'uomo ed aveva appreso il linguaggio gestuale; quindi si ipotizzò che potesse essere più avvantaggiato nel riprodurre le azioni presentate dall'uomo perché più abituato ad interagire, osservare e comunicare con esso. Custance (1995) invece, aveva condotto studi analoghi su scimpanzé che non possedevano le stesse capacità cognitive di Chantek. Dallo studio condotto sull'orango, fu possibile dimostrare la capacità dello stesso di riprodurre le azioni mostrategli dall'uomo, anche se l'orango, non riuscì mai nell'intento di replicare gli stessi comportamenti in maniera esatta (Miles *et al.*, 1996 in Range *et al.*, 2007).

Topàl, nel 2006 eseguì degli studi su un cane: un Tervuren di nome Philip, si trattava di un cane per assistenza ai disabili e gli furono proposte differenti azioni dimostrate da un modello umano. Egli, fu in grado di apprendere e riproporle. Come era già stato fatto con le scimmie, vennero insegnati a Philip vari comportamenti che il cane imparò a ripetere dopo aver osservato un modello umano metterli in pratica, in più, veniva impartito il comando "*Do it!*" per indicare a Philip che doveva ripetere l'azione. In seguito, Philip, fu in grado di ripetere sequenze di azioni non conosciute dimostrate dagli sperimentatori (Topàl *et al.*, 2008).

Successivamente, furono condotti ulteriori studi per indagare le capacità imitative del cane; in uno studio condotto da Miller e collaboratori nel 2009 vennero esaminati quattro gruppi di cani che dovevano aprire un pannello scorrevole. Tale pannello, nascondeva uno sperimentatore che avrebbe premiato il cane con del cibo, al momento della sua apertura. Il primo gruppo, era composto da cani che avevano la possibilità di svolgere il compito assegnatogli, dopo aver osservato un altro cane portarlo a termine; il secondo gruppo, era composto da cani che potevano veder aprire il pannello scorrevole senza osservare nessun dimostratore (uomo o cane) aprirlo. Il tutto avveniva alla presenza del cane modello. Il terzo gruppo, era composto da cani che osservavano un modello umano eseguire l'apertura del pannello ed il quarto gruppo, era invece, composto da cani che vedevano il pannello aprirsi senza l'intervento di un dimostratore come se non esistesse un reale motivo. In quest'ultimo caso, non era presente, come invece nel gruppo due, il cane modello. I risultati migliori li mostrò il gruppo di cani che aveva avuto un conspecifico come dimostratore (Miller *et al.*, 2009).

Nel 2009, Range ed i suoi collaboratori, condussero altri studi sull'argomento; oggetto di studio fu una femmina di Weimaraner chiamata Joy, partendo dal protocollo applicato da Topàl *et al.*, (2006), eseguirono varie valutazioni:

- vagliarono se esistevano differenze nell'imitazione di azioni dirette verso oggetti o su parti del corpo;
- valutarono se esistevano differenze tra azioni funzionali ed azioni non funzionali;
- esaminarono se esistevano differenze tra azioni conosciute dal cane e azioni non conosciute.

I risultati evidenziarono che Joy, nell'approcciarsi ad azioni nuove, si avvicinava sfruttando comportamenti da lei già conosciuti, in più le occorrevo almeno tre ripetizioni per poter riproporre il nuovo comportamento. Quando venivano presentate a Joy sequenze di azioni, essa le scomponere in comportamenti singoli molto simili a comportamenti già conosciuti. Le azioni riferite ad oggetti, si mostrarono più facilmente ripetibili rispetto a quelle riferite a parti del corpo anche se non c'era un precedente conoscenza dell'azione da parte del cane (Topàl *et al.*, 2006).

### 2.17.2 *Imitazione selettiva nel cane*

Le informazioni rilevanti ed essenziali, possono essere trasmesse alle generazioni future, proprio in conseguenza al fatto che non tutto il sapere viene trasmesso alla prole, si può parlare di "*imitazione selettiva*" (Range *et al.*, 2007).

Nel processo di imitazione selettiva, c'è l'esigenza di definire con precisione quali siano le informazioni rilevanti da selezionare ed imitare. Questa capacità è stata dimostrata nei neonati tra i 3 ed i 12 mesi e fu osservata anche nel cane (Range *et al.*, 2007).

I cani furono suddivisi in tre gruppi:

- il primo gruppo, comprendeva cani che potevano osservare un cane dimostratore utilizzare una zampa per tirare una barra, essendo la bocca impegnata da una pallina;
- il secondo gruppo, di cani osservava un cane "modello" utilizzare sempre la zampa per tirare una barra nonostante la bocca fosse libera;
- il terzo gruppo di cani, rappresentato dal gruppo di controllo, eseguivano il compito di tirare la barra utilizzando la bocca, a causa di una loro spontanea preferenza.

L'uso della bocca per l'esecuzione del compito assegnato, era il più efficace; come dimostrato dal gruppo di controllo che per preferenza spontanea, tirava la barra servendosi appunto della bocca.

Nel primo gruppo, l'uso della zampa, aveva come giustificazione, il fatto che la bocca fosse occupata dalla presenza della pallina, nel secondo gruppo, l'azione mostrata dal cane "modello" non era giustificata, in ragione del fatto che, il dimostratore, presentava la bocca libera. I risultati emersi da questo test, videro i cani del primo gruppo utilizzare la bocca per tirare la barra e quelli del secondo utilizzare, invece, la zampa. Ciò fu la dimostrazione che i cani, proprio come i bambini, non imitano pedissequamente un'azione mostrata da un dimostratore, ma la rielaborano attraverso un processo interpretativo, comprendendo l'importanza del contesto in cui l'azione si realizza e la finalità dell'azione stessa (Range *et al.*, 2007).

### 2.17.3 *Imitazione automatica e differita nel cane*

Con il termine di “*imitazione automatica*”, si definisce una tipologia di imitazione in cui il movimento compiuto da un dimostratore, tende ad elicitare il maniera appunto automatica, lo stesso movimento nell’osservatore, anche se, comunque, si assiste ad una riduzione dell’efficacia nel portare a termine il compito. L’ipotesi formulata è che questa tipologia di imitazione, sia essenziale per l’apprendimento imitativo e di fondamentale importanza per la trasmissione culturale (Range *et al.*, 2011).

L’imitazione automatica è stata indagata da Mui e collaboratori (2008) nel parrocchetto (*Melopsittacus undulatus*) e di seguito da Range ed i suoi collaboratori (2011) nel cane.

Gli studi proposti da Range e collaboratori, prevedevano di prendere in considerazione dei cani che venivano poi suddivisi in due gruppi. Il *set* sperimentale, prevedeva l’osservazione del proprietario che apriva un pannello scorrevole con la testa oppure con una mano. Dopo alcuni secondi dall’osservazione, il cane, veniva stimolato ad aprire lo stesso pannello. I cani facenti parte del primo gruppo, venivano premiati se utilizzavano per l’apertura del pannello la medesima parte del corpo (testa o mano) utilizzata dai proprietari, mentre, i soggetti appartenenti al secondo gruppo venivano ricompensati quando utilizzavano la parte del corpo errata, rispetto a quella utilizzata dai proprietari. La prova veniva ripetuta fino a che, i soggetti testati, non raggiungevano un livello costante ed un criterio fisso nelle risposte messe in atto. Osservando i risultati, è stato possibile appurare come, i soggetti appartenenti al secondo gruppo, mostrassero maggiore difficoltà nel raggiungere un criterio fisso nel ripetere le azioni viste svolgere dal proprietario. Ciò suggeriva che i cani, avessero la tendenza ad imitare automaticamente i movimenti osservati dal proprietario per espletare il compito ricevuto ed ottenere così un premio. Tale tendenza dei cani, che sarebbe del tutto naturale, entrava in contrasto con il fatto che, i soggetti del secondo gruppo, venivano premiati quando mostravano il comportamento opposto a quello dimostrato dal proprietario. L’imitazione, in questo studio, risulta essere in contrasto con l’efficienza dei soggetti nel risolvere il compito (Range *et al.*, 2011).

Lo studio, è proseguito ed è stata messa in atto la seconda fase, a questo punto i cani ricevevano un rinforzo solo quando esprimevano tendenze imitative vere e proprie; vale a dire quando aprivano il pannello con il muso se il dimostratore lo aveva fatto con la testa, o usavano la zampa se il “modello” aveva utilizzato la mano. A questo punto, fu possibile osservare che i cani del secondo gruppo, facevano più errori rispetto ai cani del primo gruppo (Range *et al.*, 2011).

Jean Piaget (1962), psicologo e pedagogista, utilizzò il termine di *imitazione differita* per descrivere una capacità dei bambini tra i 12 ed i 24 mesi di età, di riprodurre l’azione svolta da un “modello” anche dopo ore o giorni dall’osservazione del medesimo. Ciò presuppone che i bambini, siano in grado di conservare nella mente, una rappresentazione del “modello” osservato.

Bering ed i suoi collaboratori nel 2000, condussero uno studio proprio sull’imitazione differita nei primati, in particolare negli scimpanzé e negli oranghi. Gli individui venivano lasciati ad osservare degli oggetti messi a loro disposizione per circa 4 minuti, in questo intervallo di tempo veniva loro



mostrato come utilizzarli per la risoluzione di un compito; dopo circa 10 minuti, gli venivano forniti gli stessi oggetti e si osservavano le loro azioni. I risultati ottenuti, indicarono la presenza dell'imitazione differita come abilità cognitiva nei primati.

Fugazza e Miklosi, (2012) stanno svolgendo studi sull'argomento riferiti al cane; stanno cioè valutando se i cani, siano in grado di mostrare imitazione differita, cioè, se siano capaci di riproporre un'azione dimostrata dal proprietario, anche dopo un certo lasso di tempo. Infatti, riprodurre l'azione contemporaneamente al "modello" che la mostra all'animale, potrebbe far pensare ad una "facilitazione sociale" o ad un "contagio", in cui, l'azione svolta dal "modello" stesso, ricoprirebbe il ruolo di stimolo per l'emissione dell'azione stessa o di una simile.

Fugazza nel 2011, ha apportato alcune modifiche al protocollo "*Do as I do*", vale a dire che si è insegnato ai cani ad attendere 5 secondi prima di riproporre l'azione "dimostrata" dal proprietario. Successivamente, il periodo di attesa, è stato allungato a 10 secondi e di seguito è stato possibile osservare che i cani erano in grado di riproporre l'azione osservata anche una volta trascorsi 10 minuti di tempo (Fugazza e Miklosi, 2012).

Si è osservato che l'imitazione, si verifica anche se durante l'intervallo di tempo, il proprietario, richiede al proprio cane di svolgere alcune esercizi come il mettersi a terra o il riportare una pallina che non sono strettamente in relazione con il comportamento da imitare (Fugazza e Miklosi, 2012).

Parte degli studi citati, sono ancora in corso ed i dati riportati sono solamente indicativi, ma si può comunque affermare che i cani possiedono una memoria e sono dotati della capacità di richiamare alla mente azioni viste in precedenza per poi riproporle.

#### 2.17.4 *I neuroni specchio*

La base neuro-anatomica dell'imitazione, in particolare dell'imitazione automatica è costituita dal *mirror neuron system*, sistema localizzato a livello della corteccia premotoria e parietale. Tali aree cerebrali si attivano durante l'osservazione passiva di un'azione, oppure durante l'esecuzione della stessa (Catmur *et al.*, 2009).

Nel 1999 Perret ed i suoi collaboratori, ipotizzarono la presenza di neuroni specchio nella corteccia temporale del cervello di macachi, infatti i neuroni dei soggetti sottoposti allo studio proposto da questi Autori, erano in grado di rispondere se i macachi osservavano movimenti della mano. I ricercatori, individuarono un gruppo di neuroni anche a livello del solco temporale superiore; tali neuroni, rispondevano all'osservazione di movimenti della mano eseguiti da una persona (Miklosi, 1999).

Nel 1992 Pellegrino *et al.*, si accorsero che, a livello dell'area premotoria di macachi (*Macaca nemestrina*), si attivavano dei neuroni ogni volta che, i soggetti, compivano il gesto di afferrare un oggetto o ogni qual volta osservavano conspecifici o persone, compiere tale azione. Si ipotizza che la presenza di queste strutture neurali, sia indispensabile per compiere comportamenti messi in atto da altri conspecifici; la loro presenza però, non garantisce la presenza di capacità imitative (Miklosi, 1999).

Per i primati e soprattutto per gli esseri umani, comprendere le azioni di altri individui è di estrema importanza, si tratta di un fenomeno che è alla base dell'empatia e dell'apprendimento per imitazione. Questi fattori sono alla base della vita sociale e di relazione e permettono la sopravvivenza oltre all'organizzazione in gruppo. Ci sono delle ipotesi, secondo le quali, i neuroni specchio sarebbero alla base del linguaggio (Rizzolatti e Craighero, 2004; Fabbri-Destro e Rizzolatti, 2008).

Le popolazioni di tali neuroni sono ancora oggi oggetto di studio in specie diverse dai primati (nello specifico le grosse scimmie) e dall'uomo.

## 2.18 *Effetto dell'addestramento sull'apprendimento*

Alla formazione caratteriale ed alla creazione di abilità di un individuo, concorrono vari fattori: sia genetici sia ambientali, questi ultimi soprattutto di natura esperienziale. I fattori citati, sviluppano la capacità di un individuo nel risolvere problemi. Tuttavia, esiste un ulteriore fattore da considerare quando si esamina lo sviluppo della abilità cognitive; si tratta del *background* di *training* al quale il cane è stato sottoposto (Marshall-Pescini *et al.*, 2009).

Le esperienze di *training*, sono da mettere in relazione anche con la maggiore capacità del cane di comunicare con l'uomo e comprenderne i segnali comunicativi (Marshall-Pescini *et al.*, 2008).

Nel 2008 Prato Previde ed i suoi collaboratori, hanno condotto uno studio su un gruppo di cani che aveva come compito quello di discriminare tra due differenti quantità di cibo. Nel corso dello studio, vennero presi in considerazione cani che avevano in precedenza eseguito *training* specifici e cani che non avevano eseguito in precedenza nessun tipo di *training*, a tali cani fu richiesto di discriminare tra una piccola quantità di cibo ed una grande quantità di cibo scegliendo ovviamente, la maggiore. Nella prima fase dello studio, i cani testati venivano lasciati liberi di scegliere in maniera autonoma, in questa fase non si notarono differenze significative tra i due gruppi di cani; quello composto da soggetti addestrati e quello composto da soggetti non addestrati. Nella fase successiva, i proprietari dei soggetti testati, tentavano di convincere i loro cani a scegliere il contenitore contenente la quantità minore di cibo, adoperando la postura corporea, la gestualità o la voce. In questo caso, i cani addestrati, si sono rivelati meno propensi a seguire le indicazioni errate proposte dai proprietari se paragonati ai cani che non avevano eseguito *training* specifici.

Dallo studio citato, si può evincere che i cani, sottoposti ad un qualsiasi *training* o ad attività cinofile nel corso della loro vita, risultano possedere un'indipendenza intellettuale superiore rispetto a cani non sottoposti a *training*, inoltre, tali cani, risultano più capaci nella risoluzione di problemi che sanno svolgere in maniera autonoma. Questi animali, hanno inoltre una loro capacità di ragionamento, che li rende meno propensi a seguire le indicazioni errate proposte dal proprietario (Prato Previde, 2008).

Marshall-Pascini e collaboratori nel 2008, hanno eseguito uno studio in cui prendevano in considerazione due gruppi di cani; il primo gruppo di cani, era costituito da soggetti che nel loro

passato avevano eseguito una qualche forma di *training* mentre il secondo gruppo si componeva di soggetti che nella loro vita non avevano mai eseguito *training*. Tutti e due i gruppi di cani sono stati messi di fronte ad un problema da risolvere, nello specifico il compito da svolgere era quello di aprire una scatola contenente cibo schiacciando un pedale o sollevando il coperchio con il muso. I soggetti facenti parte del primo gruppo, interagivano con la scatola per un tempo maggiore, inoltre erano in grado di risolvere il problema che gli era stato posto molto più rapidamente e con maggior facilità rispetto ai cani del secondo gruppo che non avevano eseguito alcun tipo di *training* nella loro vita. Questi ultimi, guardavano più spesso gli sperimentatori ed il proprietario, come in cerca di un aiuto (Marshall-Pescini *et al.*, 2008).

Osthaus e collaboratori, nel 2003 avevano già eseguito studi analoghi, dimostrando che cani sottoposti a addestramento, erano molto più abili nello svolgere esercizi proposti dagli sperimentatori.

Marshall-Pescini ed i loro collaboratori nel 2009, hanno condotto uno studio nell'ambito di cani sottoposti ad addestramento: vennero presi in considerazione cani che praticavano l'*agility* e cani da lavoro che svolgevano attività di ricerca e soccorso. Lo scopo era quello di valutare se esistessero differenze nello svolgere il compito assegnato in cani che svolgevano attività differenti. Fu possibile osservare che i cani da ricerca e soccorso, guardavano meno i proprietari rispetto ai cani che praticavano *agility*. I cani da ricerca e soccorso, erano soliti abbaiare di più rivolgendosi al proprietario o lo sperimentatore, oppure guardando i contenitore con all'interno il cibo. Il risultato ottenuto, è strettamente dipendente dalle caratteristiche dell'addestramento svolto da questi cani. Nell'*agility*, i cani, sono abituati a rivolgere la loro attenzione ai gesti del proprietario/conducente, infatti, per eseguire il percorso, osservano l'uomo per avere le istruzioni necessarie. I cani da ricerca e soccorso, sono centripetati nei confronti del proprietario, ma anche centrifugati nei riguardi dell'ambiente e delle persone, di conseguenza si tratta di animali più indipendenti nella risoluzione dei problemi, infatti questi cani, sono abituati a lavorare in autonomia anche a grandi distanze dai proprietari (Marshall-Pescini, 2009). Inoltre, possiamo affermare che i cani da ricerca e soccorso, utilizzino un repertorio comunicativo molto diverso dai cani praticanti *agility*. I cani da ricerca e soccorso, sfruttano particolarmente l'abbaiare e lo sguardo, in particolare fissano per richiamare l'attenzione del proprietario e richiederne l'aiuto. I cani che praticano l'*agility* sono particolarmente avvezzi all'utilizzo dello sguardo come mezzo comunicativo (Marshall-Pescini, 2009).

## 2.19 *Limiti biologici dell'apprendimento*

Quando si parla di *limiti biologici dell'apprendimento* o *Constraints on learning*, si indicano una serie di fenomeni estremamente variabili ed eterogenei, che mostrano come caratteristica comune quella di rappresentare delle eccezioni alle leggi classiche dell'apprendimento animale.

Per molto tempo, si è cercato di generalizzare e rendere universali, nonché applicabili a tutte le specie, le leggi dell'apprendimento, sostenendo che lo stesso fosse indipendente da stimolo, risposta

e rinforzo, finché si è giunti alla conclusione che ciò non è possibile, ed è addirittura utopistico, tentare di sostenere tali ipotesi.

Oggi, sostenere che tutti i soggetti, tutti gli stimoli, tutte le risposte e tutti i rinforzi siano equivalenti è diventato assolutamente impossibile, anche grazie alle molteplici osservazioni etologiche eseguite che hanno permesso di chiarire l'influenza che, la storia biologica dei vari soggetti, può esercitare sull'apprendimento. L'etologia, ha permesso la comprensione di un aspetto importante e cioè che le caratteristiche dell'apprendimento, possono essere peculiari per ogni singola specie; ciò rende più o meno semplice, per un dato soggetto, l'apprendimento di un determinato comportamento che viene a legarsi al significato biologico che riveste per la specie in esame.

Alcuni Autori, dediti all'addestramento di animali appartenenti a specie diverse, per mezzo di condizionamento classico ed operante, si accorsero intorno agli anni 60 che, in seguito a diversi tentativi di condizionare svariate specie, tra le quali polli, maiali, procioni, ecc., il comportamento che si presentava, non assumeva le caratteristiche desiderate che, avrebbero permesso ai soggetti in questione, di ottenere il rinforzo, ma assumeva caratteristiche differenti nonostante ciò interferisse con il raggiungimento della ricompensa stessa.

In altri termini, il comportamento prescelto dagli sperimentatori, non veniva acquisito dagli animali in modo stabile; nonostante l'apprendimento dello stesso, avvenisse in maniera del tutto corretta subiva delle deviazioni in maniera incontrollabile verso comportamenti imprevedibili.

Un esempio fu quello di condizionamento di un maiale che sarebbe stato impiegato per una pubblicità di una banca. Il soggetto, venne condizionato ad afferrare per mezzo della bocca una moneta di legno posta a terra. Tale moneta doveva essere trasportata per un certo tratto dal soggetto che poi doveva inserirla all'interno della feritoia di un salvadanaio. Ovviamente l'esecuzione corretta della procedura, conduceva l'individuo ad ottenere una ricompensa alimentare. Il rinforzo inizialmente fu di tipo continuo poi si passò ad un rinforzo parziale. Ben presto si verificò un inconveniente: dopo un certo numero di risposte iniziali corrette in cui il maiale afferrava la moneta e la portava al salvadanaio lasciandola cadere diligentemente nella fessura, il comportamento cominciò a deteriorarsi e comparvero risposte del tutto inattese che comunque allontanavano il soggetto dal ricevimento della ricompensa. Il maiale, prendeva in bocca la moneta, ma poi la lasciava cadere a terra o la strofinava sul terreno, oppure la lasciava cadere, la riprendeva in bocca e di nuovo la lasciava cadere a terra, ecc. Gli Autori, pensarono che l'inconveniente potesse essere determinato dalla scarsa motivazione che il soggetto presentava e quindi affamarono per tempi più lunghi il maiale, ma l'incremento del livello motivazionale non sortì l'effetto sperato, anzi fu causa di un ulteriore decadimento della risposta condizionata; gli animali non fecero altro che trascorrere ancora più tempo a sfregare a terra la moneta nonostante il comportamento mostrato, li allontanasse ancora di più dal ricevere il rinforzo alimentare.

Vi furono altri casi analoghi a quello citato, fu possibile notare la comparsa di comportamenti del tutto indipendenti da quelli previsti dal piano sperimentale che presentavano una correlazione abbastanza stretta con la risposta consumatoria adeguata alla situazione sperimentale presa in

considerazione; ad esempio: il comportamento di sfregare a terra il cibo, è parte del comportamento alimentare del suino.

Gli Autori, parlarono di *deriva istintiva* o *Istinctive drift* per indicare che, quando un animale presenta comportamenti istintivi molto forti ed innati, che si sovrappongono alla risposta condizionata, è possibile che si verifichi uno spostamento della risposta condizionata stessa, verso la risposta istintiva, anche se ciò, comporta il mancato ottenimento del rinforzo e crea una condizione disadattativa.

Quanto detto, permise di smontare e mettere in dubbio, tre tra i principali postulati della psicologia dell'apprendimento animale che asserivano che:

- ogni organismo possedeva una storia biologica priva di interesse;
- le differenze interspecifiche nei meccanismi di apprendimento, non avevano significato ed erano del tutto prive di senso;
- tutte le risposte possono essere condizionate a tutti gli stimoli (Poli e Prato Previde, 1994).

## 3 LE CAPACITA' COGNITIVE

---

### 3.1 *Le motivazioni*

Le motivazioni sono orientamenti della mente verso il mondo che spingono l'animale a mettere in atto certi comportamenti o a eleggere particolari *target*. In altre parole, coniugano il soggetto al mondo e creano le basi dell'interazione con le entità esterne in modo elettivo, cioè producendo *target* e azioni specifiche verso di esse. Questo significa che il soggetto, nel muoversi nel contesto, non ha solo un'immersione percettiva, ma anche orientativa: cerca nel mondo, è gratificato nell'interagire con il mondo, è stimolato dal mondo solo sulla base di precisi orientamenti, in quanto non è il *target* a giustificare l'orientamento, ma è l'orientamento che produce dei *target*. La presenza del *target*, infatti, è in grado di tradurre la motivazione in comportamento, ma in sé il *target* non produce la motivazione (Marchesini, 2008).

Molti stimoli producono effetti di attivazione aspecifica che rendono gli animali più reattivi a un'ampia gamma di stimoli: un effetto che potrebbe essere descritto come un aumento della motivazione generale (Manning e Dawkins, 2003).

La motivazione è una sorta di impulso interno (non suscitato da uno stimolo) che opera un cambiamento nell'espressione comportamentale e nella sensibilità agli stimoli (Marchesini, 2008).

Un aspetto caratteristico delle modificazioni motivazionali è che spesso a fluttuare non è la risposta a uno stimolo specifico, ma un'intera sequenza di risposte funzionalmente legate le une alle altre. E' per questo motivo che gli etologi e altri studiosi hanno parlato di "stati motivazionali specifici", implicando l'esistenza di un insieme di fattori causali interni in grado di influenzare non solo il comportamento, ma un intero gruppo funzionale. Invece di invocare un diverso stato motivazionale per ogni singolo elemento del suo repertorio comportamentale, si dice che l'animale ha, ad esempio, una motivazione ad alimentarsi, intendendo, con questo, che i comportamenti funzionalmente legati all'ottenimento del cibo sono tutti, o in massima parte, influenzati da numerosi fattori causali comuni. La motivazione ad alimentarsi si riferisce pertanto a fattori che influenzano l'intera serie dei moduli comportamentali legati alla ricerca e al consumo di cibo. Sarebbe, tuttavia, fuorviante pensare agli animali come se fossero esposti a insiemi di fattori causali fluttuanti tutti operanti indipendentemente gli uni dagli altri (Manning e Dawkins, 2003).

I comportamenti espressi e anche il processo di apprendimento richiedono sempre il sostegno motivazionale. Le motivazioni possono essere considerate le fonti di gratificazione che l'animale prova nello svolgere particolari attività che gli consentono di raggiungere il *target* desiderato, oppure di frustrazione se ciò gli viene impedito. Il soggetto non motivato manifesta disinteresse

verso ciò che lo circonda e questo si traduce in uno stato di noia e stanchezza. Essere motivati e soddisfare le proprie motivazioni è uno dei parametri più importanti nell'interpretazione del comportamento (Marchesini, 2008).

L'obiettivo che mette fine a un particolare comportamento e induce l'animale ad impegnarsi in qualche altra attività, consiste nel risultato del primo comportamento. In assenza di interferenze, il risultato normale del comportamento agisce da "meccanismo a retroazione negativo", mettendo fine alla sequenza. In altre parole, i risultati del comportamento vengono in parte monitorati e retroagiscono influenzando il sistema di controllo comportamentale; in tal modo essi riducono, o a volte aumentano, la motivazione dell'animale a insistere nel proprio comportamento, a seconda che l'obiettivo di quest'ultimo sia stato raggiunto oppure no (Manning e Dawkins, 2003).

Konrad Lorenz (1952) propose l'idea che, per portare a termine una sequenza, potesse essere importante non tanto il raggiungimento di un particolare obiettivo, quanto piuttosto l'effettiva esecuzione del comportamento. Secondo il modello della motivazione animale proposto da Lorenz, è possibile scandire tre diversi momenti:

- la **fase appetitiva**, nella quale la motivazione si accresce generando un senso di inquietudine e una forte tendenza orientativa e grande sensibilità agli stimoli target;
- la **fase consumatoria** che si esplica nel momento in cui, grazie all'espressione comportamentale, tale motivazione viene soddisfatta;
- la **fase di riposo**, caratterizzata da un basso livello motivazionale che porta a uno stato di staticità comportamentale e con bassa tendenza orientativa e scarsa sensibilità agli stimoli *target*. Pertanto, durante la fase di quiescenza è difficile stimolare il soggetto a eseguire nuovamente lo stesso comportamento.

Certamente questo modello non è compatibile con il comportamento aggressivo: molte specie, infatti, in seguito all'aggressione non presentano una riduzione della tendenza ad altre aggressioni, bensì un aumento. Essendo incompatibile con molti esempi reali di comportamento animale, il modello di Lorenz fu infine abbandonato. L'idea di una "retroazione negativa" trova un'applicabilità decisamente più ampia. Quando un animale mangia, per esempio, hanno luogo alcune modificazioni nel suo mondo esterno (la disponibilità di cibo si riduce) e interno, sia a breve termine (presenza di cibo nella bocca e nello stomaco), sia a lungo termine (equilibrio nutrizionale dell'organismo), che possono anch'esse fungere da obiettivi e tradursi in modificazioni dello stato motivazionale dell'animale. Gli effetti retroattivi sono stati incorporati in modelli motivazionali definiti "modelli omeostatici" (McFarland, 1971; Toates, 1986). Il termine omeostasi fu coniato da Cannon (1974) per descrivere la relativa stabilità dell'organismo nonostante le modificazioni che hanno luogo nel mondo esterno. L'omeostasi implica che l'organismo disponga di mezzi per correggere le deviazioni. I modelli omeostatici assumono che per l'animale esista uno stato ideale o *set point*. Se, nel caso dei fluidi corporei, esiste una differenza tra questo *set point* e lo stato effettivo in cui si trova l'organismo, si ritiene che tale deviazione fornisca all'animale la motivazione per bere. Tuttavia, poiché la velocità con cui la maggior parte degli animali introduce

acqua bevendo è superiore a quella con cui riesce a restituire fluidi alle proprie cellule, se il comportamento del bere proseguisse fino alla completa reidratazione dei tessuti e del plasma, la quantità di acqua introdotta sarebbe di gran lunga eccessiva. Pertanto, deve esistere un mezzo per rilevare l'ingresso di acqua nell'organismo anche prima che le conseguenze fisiologiche della reidratazione si siano fatte pienamente sentire. Inoltre, in una certa misura, l'animale non beve a causa di un deficit di fluidi nel presente, ma perché anticipa l'instaurarsi di tale deficit nel futuro. Tutto ciò indica chiaramente che un semplice modello omeostatico sarebbe scarsamente predittivo del comportamento degli animali in circostanze reali. In realtà, tutti i modelli sono delle semplificazioni; tuttavia, il tentativo di identificare certi principi può rappresentare un passo importante per comprendere alcuni aspetti del comportamento animale (Manning e Dawkins, 2003).

### 3.2 *Le motivazioni nel cane*

Le motivazioni sono il frutto della storia evolutiva di una particolare specie: ne è un esempio la motivazione predatoria del cane, la cui spiegazione adattativa risiede nel fatto che i soggetti che la manifestavano erano avvantaggiati nel procacciarsi le risorse. Ogni specie presenta una collezione ben definita di motivazioni e tali motivazioni specie-specifiche non possono essere aggiunte *ex-novo*, né eliminate.

Nel cane è inoltre possibile attribuire un diverso peso alle singole motivazioni di specie, in funzione della razza considerata: ad esempio la motivazione predatoria è maggiormente presente nel Border Collie, mentre nel Rottweiler predomina la motivazione difensiva. Possiamo quindi affermare che le motivazioni, oltre a caratterizzare il cane come specie, in quanto portatore di una peculiare collezione di motivazioni, assumono un diverso valore per ciascun individuo, specificandone in tal modo il carattere: ossia indicando cosa quel soggetto tenderà a ricercare e a fare nel mondo, a cosa sarà sensibile e a cosa si interesserà, cosa riterrà importante, urgente, necessario, come reagirà di fronte agli stimoli che il mondo gli offre (Marchesini, 2008).

Nel cane si riconoscono le seguenti motivazioni:

- ***predatoria*** (volgersi verso gli oggetti piccoli in movimento);
- ***sillegica*** (raccogliere gli oggetti portarli in un nascondiglio);
- ***territoriale*** (difendere un territorio);
- ***protettiva*** (difendere un affiliato);
- ***esplorativa*** (analizzare un oggetto nei particolari);
- ***perlustrativa*** (esplorare un ambiente e mapparlo);
- ***epimeletica*** (aiutare e accudire un compagno);
- ***competitiva*** (confrontarsi con un compagno);
- ***di ricerca*** (cercare oggetti nascosti);



- **di corteggiamento** (attrarre un pattern sessuale);
- **cinestesica** (fare movimento, correre, saltare);
- **somestesica** (esplorare il proprio corpo);
- **collaborativa** (fare un'attività con un partner o all'interno di un gruppo);
- **possessiva** (mantenere il possesso di un oggetto);
- **comunicativa** (esprimere uno stato o indicare qualcosa);
- **affiliativa** (far parte di un gruppo ristretto);
- **et-epimeletica** (chiedere l'aiuto o lasciarsi curare da un altro soggetto);
- **sociale** (partecipare alle attività di un gruppo).

È, inoltre, possibile suddividere le motivazioni in base a come direzionano il cane, distinguendo in tal senso motivazioni che: centripetano il cane verso il proprietario (quella collaborativa, comunicativa, protettiva e epimeletica), verso se stesso (quella territoriale, possessiva e somestesica), oppure centrifugano il cane nel mondo esterno (quella esplorativa, predatoria e sillegica) (Marchesini, 2007).

Le motivazioni di specie trascendono la storia individuale del soggetto, essendo frutto del processo evolutivo filogenetico, ma la storia individuale incide profondamente sulla loro rilevanza/urgenza espressiva. Il volume di una motivazione, ossia il grado di rilevanza che quella particolare motivazione riveste in quel soggetto, può essere incrementato attraverso:

- la presentazione di stimoli *target* riferiti a quella motivazione (stimolazione);
- l'espressione comportamentale riferita a quella motivazione (esercizio);
- il raggiungimento degli obiettivi *target* (gratificazione).

E' peraltro possibile disciplinare la motivazione attribuendole un *target* specifico, un contesto specifico (individuando un luogo o una situazione a cui legare l'esercizio motivazionale e quindi che sia in grado successivamente di richiamare l'attivazione motivazionale) o una determinata modalità di espressione (Marchesini 2007).

### 3.3 *Misurare le motivazioni*

Una questione difficile da risolvere è come riuscire a misurare il livello quantitativo di una misurazione, potendo disporre solamente delle osservazioni sul comportamento dell'animale e di qualche dato fisiologico. Le soluzioni finora proposte comprendono:

- quantità di comportamento eseguito;
- fino a che punto uno stimolo può essere reso spiacevole prima di essere evitato;
- frequenza di pressione di una leva o di beccata su un pulsante;
- attività a vuoto.

### 3.3.1 *Quantità di comportamento eseguito*

Il modo più semplice e diretto per misurare la motivazione di un animale consiste forse nel dargli l'opportunità di eseguire una certa risposta e poi osservare in quale misura e per quanto tempo esso esegue quel comportamento. Per valutare la sua motivazione a nutrirsi, per esempio, possiamo misurare la quantità di cibo ingerito, giacché di solito è più facile ottenere una misura in peso del cibo consumato, piuttosto che contare il numero di movimenti eseguiti dall'animale per mangiare; allo stesso modo, la motivazione a bere può essere misurata in base alla quantità di fluidi assunti. Considerando un altro elemento essenziale del repertorio comportamentale animale, il corteggiamento, è comune riscontrare che, se questo non viene stimolato per un certo tempo, la sua soglia si abbassa e quando finalmente esso è indotto viene eseguito con un'elevata intensità: questo fenomeno è denominato "effetto di rimbalzo". Si realizza quando la motivazione a eseguire un determinato comportamento, come appunto il corteggiamento, sia inibita da altre attività o dall'assenza degli stimoli usuali, per cui, quando l'inibizione viene rimossa o l'animale è esposto alla stimolazione appropriata, il soggetto manifesta questo incremento del livello di intensità del suddetto comportamento (Manning e Dawkins, 2003).

### 3.3.2 *Fino a che punto uno stimolo può essere reso spiacevole prima di venire evitato*

Lo scopo, in questo caso, è quello di cercare di evitare che l'animale esegua un certo comportamento e di osservare fino a che punto esso insisterà nell'eseguirlo nonostante ciò. Ad esempio, il chinino è una sostanza che gli animali, al pari dell'uomo, considerano abbastanza spiacevole. Se si offre a un ratto un *pellet* di cibo o gocce di latte contenenti concentrazioni crescenti di chinino, a un certo punto l'animale rifiuterà quelli che di solito per lui sono alimenti allettanti. La massima concentrazione di chinino tollerata può essere usata come una misura della motivazione del ratto a mangiare o a bere.

Una versione alternativa di questo metodo consiste nel collocare in una posizione ben visibile uno stimolo (in genere del cibo) e poi fare in modo che, per raggiungerlo, l'animale debba superare alcuni ostacoli, oppure sopportare qualcosa che normalmente eviterebbe (per esempio una scossa elettrica o un colpo d'aria). Variando l'intensità dello stimolo negativo e verificando l'entità dello shock che l'animale è disposto a sopportare per raggiungere il cibo, abbiamo una misura della sua motivazione a mangiare (Manning e Dawkins, 2003).

### 3.3.3 *Frequenza di pressione di una leva o di beccata su un pulsante*

La gabbia di Skinner è un dispositivo rivelatosi utile sia per lo studio dell'apprendimento, che per quello della motivazione. Un animale affamato viene introdotto nella gabbia e gli si insegna che riceverà una piccola ricompensa (cibo o acqua) quando premerà una leva, oppure, nel caso di un uccello, quando beccherà un pulsante. Il dispositivo è congegnato in modo tale che le ricompense

non siano erogate dopo ogni pressione della leva o beccata del tasto, ma a intervalli regolari di tempo; pertanto, l'animale non sa mai se la sua azione sarà seguita o meno dall'erogazione del premio (programma di rinforzo a intervallo variabile). Sorprendentemente, gli animali spesso premono la leva o beccano il pulsante con molta più costanza quando ottengono la ricompensa a intervalli variabili piuttosto che quando questa viene erogata dopo ogni risposta. In questo tipo di programma di rinforzo, la frequenza con cui l'animale compie il gesto richiesto per ottenere il premio è talmente prevedibile che può essere usata come misura della sua motivazione. In alcuni casi, la motivazione dell'animale sembra così intensa che esso presenterà il fenomeno della "compensazione": in altre parole, se si aumenta gradualmente il numero delle pressioni sulla leva (o beccate sul tasto) necessario per ottenere la ricompensa, il soggetto sarà disposto a lavorare sempre di più per procurarsela (Manning e Dawkins, 2003).

### 3.3.4 *Attività a vuoto*

A volte, quando sono molto motivati, gli animali eseguono un comportamento anche in assenza degli stimoli appropriati; tale comportamento viene definito attività a vuoto. Ne è un esempio l'atteggiamento che le galline assumono quando fanno il cosiddetto bagno nella polvere; quando questi volatili sono tenuti in gabbie con il pavimento grigliato compiono ugualmente tutta quella serie di movimenti che caratterizzano tale bagno, sebbene non abbiano a disposizione nulla con cui farlo davvero (Manning e Dawkins, 2003).

Vestergaard (1980) definì, appunto, attività a vuoto questo bagno e ipotizzò che quando un comportamento viene eseguito in assenza degli stimoli adatti, o con stimoli minimi, ciò indichi la presenza di un'altissima motivazione a eseguire tale comportamento.

Questi sono solamente alcuni dei metodi impiegati per misurare i livelli di motivazione negli animali. Si potrebbe pensare, superficialmente, che essi misurino tutti la stessa cosa, pertanto ci aspetteremmo che, in un animale deprivato di cibo, tutte queste misure della motivazione ad alimentarsi aumentino allo stesso modo. In realtà, non è affatto così (Manning e Dawkins, 2003).

Miller (1957) ha descritto numerosi esperimenti che mostrano come almeno tre delle possibili misure della motivazione a mangiare e precisamente la quantità di cibo ingerito, la concentrazione di chinino tollerata e la frequenza di pressione di una leva, non aumentino tutte simultaneamente.

La misura dell'intensità della motivazione di un animale ha delle implicazioni pratiche al fine di valutare il suo benessere: un animale fortemente motivato a fare qualcosa che non può fare ha una probabilità decisamente maggiore di soffrire, rispetto a un animale che non sia affatto motivato (Manning e Dawkins, 2003).

La probabilità che una certa motivazione venga espressa è strettamente correlata non solo con il valore intrinseco della motivazione, ma anche con la capacità del soggetto di esercitarla. Tale capacità dipende dallo stato dell'individuo in quel preciso momento e dal contesto in cui si trova, pertanto l'ambiente non riveste solamente il ruolo di "contenitore" di *target*, ma, offrendo scenari diversi, può scoraggiare o incentivare la motivazione. La decisione di perseguire una determinata

motivazione è quindi frutto di un'accurata valutazione dei costi e benefici: se la situazione non è favorevole la motivazione tende a decadere.

Occorre però distinguere le motivazioni in primarie, ossia legate a bisogni di primaria importanza (quali mangiare, bere, dormire, riprodursi), che necessariamente devono essere appagati, e in secondarie, il cui mancato soddisfacimento non compromette la sopravvivenza dell'individuo.

### 3.4 *Il disagio motivazionale*

Alla luce di quanto sopraccitato, appare del tutto scorretto considerare le motivazioni come un impulso irrefrenabile e incontrollabile, che necessariamente obbliga l'animale ad assumere un determinato comportamento, pena l'instaurarsi di un senso di frustrazione e sofferenza.

Il disagio motivazionale può invece scaturire da diverse situazioni. Riportiamo di seguito alcuni esempi di espressione di tale disagio:

- la **frustrazione** si genera quando non è data al soggetto la possibilità di esprimere una motivazione;
- la **conazione** quando si chiede al soggetto di svolgere delle attività che non sono sostenute dalla motivazione;
- la **demotivazione** quando il soggetto vive costantemente in situazioni che non hanno riscontro con le sue motivazioni;
- l'**ansia** quando si alza troppo il costo di espressione di una motivazione;
- lo **stato conflittuale** quando le motivazioni non hanno rapporti coerenti con le altre componenti del profilo cognitivo-comportamentale (la percezione, le rappresentazioni, le emozioni) (Marchesini, 2008)

### 3.5 *Conflitto tra motivazioni*

Ci sono motivazioni aventi un effetto sinergico (ad esempio le motivazioni predatoria e cinestesica) e altre che invece si pongono in opposizione l'una con l'altra (Marchesini, 2007).

Come già detto, le motivazioni stimolano e dirigono il nostro comportamento verso differenti obiettivi, tali obiettivi però non sono sempre compatibili tra loro. Il conflitto tra motivazioni scaturisce dalla contemporanea presenza nella stessa persona di due motivazioni opposte e di forza uguale. Secondo Lewin (1946), i conflitti si possono distinguere in 3 tipi:

- il **conflitto attrazione-attrazione** (quando si ha l'alternativa tra due obiettivi che portano a conseguenze attraenti o desiderabili nella stessa misura);

- il **conflitto avversione-avversione** (quando si ha per forza l'alternativa tra due obiettivi che portano a conseguenze spiacevoli o indesiderabili nella stessa misura);

- il **conflitto attrazione-avversione** (quando si è di fronte ad un unico obiettivo che comporta, nello stesso tempo, conseguenze piacevoli e spiacevoli) (Marchesini, 2008).

Gli animali possiedono dei meccanismi decisionali che, solitamente, consentono loro di risolvere abbastanza rapidamente i conflitti fra diverse motivazioni, scegliendo l'opzione che ottimizza la loro probabilità di sopravvivenza. A volte, però, capita che per considerevoli periodi di tempo il meccanismo decisionale non riesca a produrre un chiaro risultato comportamentale. Ciò può spiegarsi in due modi. In primo luogo, gli animali potrebbero aver bisogno di tempo per raccogliere un maggior numero di informazioni sulle diverse opzioni disponibili; pertanto, ritardare la decisione assume una funzione altamente adattativa (Manning e Dawkins, 2003). Ne è un esempio la scelta di fuggire in presenza di un predatore: le prede, infatti, non fuggono ogni volta che compare un predatore, ma soppesano il rischio di essere attaccate contro la perdita di tempo (e di energie) in cui incorrerebbero scappando, tempo che altrimenti potrebbero dedicare a mangiare (Ydenberg e Dill, 1986). Il conflitto motivazionale viene risolto solo quando la nuova informazione acquisita sposta l'equilibrio dei fattori causali nella direzione di un comportamento piuttosto che di un altro. La seconda ragione che spiega il prolungato conflitto motivazionale è che, per qualche motivo, l'animale è fisicamente impedito nell'esecuzione del comportamento che ha deciso di eseguire. Un animale altamente stimolato a bere e ben disposto a dare a quel comportamento la massima priorità, per esempio, potrebbe scoprire che l'accesso all'acqua è negato da un coperchio di vetro impossibile da rimuovere. Si dice che questo animale è "impedito". Altrimenti, a fronte di un'elevata motivazione a bere, esso potrebbe rivelarsi incapace di trovare dell'acqua. Si dice che questo animale è "frustato". Sia l'impedimento che la frustrazione sono fenomeni osservati spesso, anche se non solo, in luoghi dove gli animali vengono tenuti in contesti innaturali (come la gabbia, il box o la posta) dove non possono eseguire tutti i comportamenti presenti nel loro repertorio (Manning e Dawkins, 2003).

Il conflitto motivazionale può sfociare in una serie di manifestazioni comportamentali raggruppabili in:

- attività di dislocazione;
- esibizioni di minaccia.

### 3.5.1 **Attività di dislocazione**

Kortlandt (1940) e Tinbergen (1951) descrissero entrambi le suddette attività, caratterizzate dalla loro apparente irrilevanza nei confronti della situazione in cui si manifestavano. Esistono evidenze dirette che mostrano come questi comportamenti abbiano una particolare probabilità di verificarsi quando gli animali si trovano in uno stato di conflitto prolungato e siano incapaci di decidere il da farsi. Rowel (1961) mise dei fringuelli affamati in una situazione di conflitto: esponendoli a una luce lampeggiante nel momento in cui essi si avvicinavano al piatto con il cibo. Lo studioso scoprì

che i fringuelli eseguivano moltissime attività di dislocazione, come il lisciamento delle penne o lo strofinamento del becco; sebbene anche i soggetti di controllo manifestassero tali attività, queste furono comunque svolte in quantità decisamente maggiore quando gli uccelli si trovavano in uno stato di conflitto motivazionale.

### 3.5.2 *Esibizioni di minaccia*

Tinbergen (1952) riteneva che tali esibizioni derivassero da una duplice motivazione, cioè dal conflitto tra le tendenze, simultaneamente stimulate, ad attaccare e a fuggire, quando nessuna di queste poteva trovare espressione separatamente. In primo luogo, si osservò che la minaccia era esibita al confine fra territori, dove abbiamo ragione di credere che entrambe le tendenze siano contemporaneamente attivate. Le varie posture che caratterizzano queste espressioni di minaccia, infatti, possono a volte essere scomposte in elementi appartenenti sia al comportamento di attacco sia a quello di fuga; per questo motivo sono definite ambivalenti. Può darsi che, quando gli animali si trovano in uno stato di conflitto motivazionale, si servino di tali esibizioni e osservino quelle altrui, per uscire dalla situazione conflittuale. Essi decidono l'attacco o la fuga nei confronti di un rivale o di un predatore, sulla base delle nuove informazioni ricevute nel corso dell'incontro. La decisione di eseguire l'uno o l'altro comportamento ha quindi un valore di sopravvivenza che non sarebbe stato possibile senza il prolungato periodo di conflitto e lo scambio di informazioni che esso ha reso possibile (Manning e Dawkins, 2003).

## 3.6 *Motivazioni e stress*

Capire che cosa accada quando un animale rimane in condizioni di elevata motivazione per lunghi periodi di tempo è essenziale sia ai fini del suo benessere, sia per comprendere il suo eventuale stato di sofferenza e di stress. Il problema, nel definire lo stress, sta nel decidere in quali casi quella serie di modificazioni corporee che caratterizzano l'organismo stressato (aumento della frequenza cardiaca e respiratoria, orripilazione. Priorità di circolo verso la muscolatura scheletrica, sudorazione *etc.*) testimonino uno stato patologico indicativo di una condizione di disagio. Poiché il concetto di stress ha delle connotazioni negative, sebbene si tratti comunque di una risposta adattativa, occorre prestare maggiore attenzione soprattutto a quelle situazioni in cui esso si presenti: particolarmente prolungato e intenso; associato a circostanze che l'animale eviterebbe se ne avesse la possibilità (Dawkins, 1990); oppure quando i processi motivazionali normali dell'organismo sono stati spinti ben oltre le loro consuete manifestazioni adattative (Broom e Johnson, 1993; Toates, 1995).

Tra le varie manifestazioni comportamentali riconducibili ad una condizione di stress troviamo, ad esempio:

- stereotipie;

- Disorganizzazione e disintegrazione del comportamento normale

### 3.6.1 *Stereotipie*

Gli animali rimasti confinati per un certo periodo possono sviluppare delle stereotipie, ossia sequenze fisse di comportamenti del tutto diverse da quelle osservate negli animali allo stato selvatico, eseguite ripetutamente e sempre nello stesso modo, prive di qualsiasi funzione ovvia (Manning e Dawkins, 2003). Le circostanze inizialmente responsabili dello sviluppo di una stereotipia possono, però, non essere le stesse che in seguito la mantengono in un animale adulto (Mason e Turner, 1993). L'esecuzione di una stereotipia, quindi, non indica necessariamente che l'animale sia stressato nel preciso momento in cui essa viene osservata. La stereotipia può indicare anche una precedente compromissione del benessere dell'animale, il quale porta ancora le cicatrici comportamentali della sua esperienza passata. In certi casi esse potrebbero aiutare l'individuo che le esegue a far fronte alla situazione. Esistono indicazioni del fatto che l'esecuzione delle stereotipie sia associata a una riduzione di alcuni sintomi fisiologici dello stress (Manning e Dawkins, 2003). Quasi sicuramente, invece, esse indicano che, in uno stadio della sua vita, passato o presente, l'individuo ha sperimentato, o sta sperimentando, uno scarso benessere (Dantzer, 1991; Mason, 1991; Broom e Johnson, 1993).

### 3.6.2 *Disorganizzazione e disintegrazione del comportamento normale*

Anche quando l'animale non presenta nuovi moduli comportamentali, il suo normale etogramma può essere considerevolmente disturbato. Rilevare la disintegrazione del comportamento normale può essere difficile. Molti animali tenuti nei giardini zoologici e negli allevamenti non presentano il comportamento esibito dai loro conspecifici allo stato selvatico. Il problema sta nel riuscire a capire quand'è che la differenza di comportamento tra un animale normale e un animale stressato è abbastanza cospicua da giustificare una certa preoccupazione per il suo benessere (Manning e Dawkins, 2003).

## 3.7 *Componenti elaborative della mente*

L'individuo è costantemente investito da innumerevoli *input* provenienti dall'ambiente esterno e dal proprio corpo. La mente ha il compito di estrarre tali informazioni attraverso opportune chiavi di ricerca, di organizzarle e integrarle ad altre informazioni già acquisite precedentemente, di interpretarle e stoccarle al fine di renderle fruibili in futuro. Ogni soggetto possiede schemi di elaborazione differenti, cosicché posti nella medesima situazione due individui possono generare risposte diverse. Le componenti elaborative che permettono la realizzazione di un'attività cognitiva

sono riconducibili a tre categorie: le funzioni cognitive, le rappresentazioni e le metacomponenti (Marchesini, 2008).

### 3.8 *Funzioni cognitive*

Le funzioni cognitive sono le singole operazioni di trattamento dei dati, che rendono possibile la processazione delle entità informative (Marchesini, 2008). In altre parole, consentono di fare un lavoro sull'*input*, in modo tale da rendere il *report* fruibile, ossia coerente al bisogno di conoscenza e quindi di orientamento del soggetto (Marchesini, 2007). Per valutare la struttura di un problema sono necessarie più funzioni logiche. Le diverse funzioni logiche permettono al soggetto di orientarsi nella complessità della realtà esterna operando salienze, creando relazioni di causa-effetto, costruendo insieme o enfatizzando differenze (Marchesini, 2008). E' sbagliato cercare una corrispondenza tra la *performance* finale della mente e la singola funzione cognitiva, giacché quest'ultima è solo una delle diverse operazioni che in sequenza o in gerarchia compongono un'attività cognitiva; essa, infatti, necessita di appoggiarsi in modo compositivo ad altre componenti mentali (rappresentazioni, metacomponenti, motivazioni ed emozioni) (Marchesini, 2007).

Si riportano, di seguito, alcuni esempi di funzioni cognitive:

- **Addizione**: aggiunta di nuovi dati non presenti nel proprio repertorio al fine di completarlo nelle parti mancanti e renderlo significativo (Marchesini, 2008).
- **Ricorrenza**: estrazione di caratteri comuni a diverse situazioni, tali caratteri ricorrenti rendono un ente riconoscibile al di là dei cambiamenti. Ciò consente al soggetto di muoversi in uno spazio che, anche se muta continuamente, presenta comunque degli elementi che mantengono delle regolarità e che pertanto fungono da punti di riferimento (Marchesini, 2008).
- **Generalizzazione**: riconoscere un ente nella sua globalità e mantenere fisso il suo significato nonostante esso possa manifestarsi in modo differente e con molteplici sfumature; permette, quindi, di traslare dei repertori comportamentali anche in situazioni nuove (Marchesini, 2008).
- **Focalizzazione**: selezionare determinati elementi su cui concentrarsi, offuscando tutto il resto, in modo da semplificare la realtà esterna e risparmiare le proprie risorse cognitive. Le attività cognitive che si basano sulla scelta chiedono al soggetto di focalizzarsi su attributi specifici e in seguito di manipolarli per somiglianza o differenza (discriminazione), per classificazione (categorizzazione) oppure per astrazione prototipica (concettualizzazione). Focalizzare significa ridurre la sovrapposizione di più *report*, eliminando quelli non importanti (Marchesini, 2008).
- **Salienza**: estrazione di un ente da un complesso anche in assenza di differenze significative, enfatizzandolo. In altre parole, consiste nel far emergere un *report*



mediante un processo di magnificazione di un suo carattere. Esistono salienze di ordine filogenetico per esempio, i cosiddetti segnali-chiave e salienze che si sviluppano durante il processo ontogenetico (Marchesini, 2008).

- **Pertinenza:** mettere in relazione un ente con un particolare bisogno o stato del soggetto. Attraverso tale funzione il *report* viene investito di una certa soggettività (Marchesini, 2008).

- **Categorizzazione:** definire dei contenitori su base funzionale, all'interno dei quali inserire enti che possono anche non presentare alcun attributo in comune, ma che hanno comunque lo stesso valore per il soggetto (Marchesini, 2008). Ne consegue che l'animale consideri stimoli distinti come equivalenti, rispondendo sulla base della loro categoria di appartenenza piuttosto che delle loro caratteristiche specifiche. In particolare, la capacità di classificare gli stimoli sulla base delle loro proprietà fisiche può avere una grande importanza dal punto di vista adattativo perché consente di organizzare una grande varietà di stimoli riducendo la complessità e la variabilità dell'ambiente fisico e sociale. Studi recenti dimostrano che diverse specie animali hanno la capacità di classificare e raggruppare stimoli complessi anche sulla base di concetti astratti (Poli e Prato Prevede, 1994).

- **Discriminazione o distinzione:** individuare le differenze esistenti tra enti molto simili tra loro, in modo tale da manifestare una risposta diversificata per ciascuno di essi. Si dice che la distinzione sia il processo inverso alla categorizzazione: se, nel caso della funzione categoriale si attribuiscono medesime risposte a *report* differenti, nel caso della distinzione si esprimono risposte differenti a *report* simili (Marchesini, 2008). Ricerche di laboratorio dimostrano che gli animali sono in grado di discriminare in modo efficiente tra stimoli complessi sia visivi sia uditivi (Poli e Prato Prevede, 1994).

- **Concettualizzazione:** capacità di costruirsi delle rappresentazioni prototipiche di entità. Ciò consente di riconoscere un ente sulla base della riconducibilità al prototipo: per esempio, un cane ha un prototipo di palla, pertanto riesce a riconoscere tutte le palle indipendentemente dalla loro dimensione, colore, consistenza, *etc.* La definizione di entità concettuali può essere fatta sulla base di requisiti necessari e sufficienti (appartenenza piena o non appartenenza) o per somiglianza al prototipo. Attraverso l'astrazione concettuale è, peraltro, possibile costruirsi nuovi concetti, per esempio attraverso assemblaggio di più entità concettuali e quindi di dare una risposta di competenza, anche se non è detto che risulti adeguata, a entità esterne che si presentano per la prima volta (Marchesini, 2008). È stato dimostrato sperimentalmente che gli animali non sono solo in grado di acquisire concetti percettivi visivi, ma anche di formare concetti astratti e apprendere relazioni astratte tra stimoli ed eventi (Poli e Prato Prevede, 1994). In particolare, studi condotti sui piccioni e sui primati non umani, rivelano che questi animali comprendono bene il concetto astratto di uguale/differente (Zentall e Hogan, 1976; Edwards *et al.*, 1983; Wright *et al.*, 1984; Zentall *et al.*, 1984; D'Amato *et al.*, 1985; Oden *et al.*, 1990).

- **Correlazione:** mettere in relazione due *report* che si presentano in modo sincrono. È interessante osservare che la correlazione si oppone alla funzione di causazione, cioè quanto più un animale è abituato a un'esposizione sincronica di due *report* tanto più difficilmente egli, successivamente,

tenderà a legare i due *report* in relazione causale, anche nelle situazioni sfasate da un punto di vista diacronico (Marchesini, 2008).

- **Opposizione:** individuare un rapporto di esclusione tra due enti. Si realizza tra due situazioni di cui una nega la presenza dell'altra. Già negli studi sul condizionamento classico si era osservato che se a uno stimolo neutro non si faceva mai seguire lo stimolo incondizionato, il primo non rimaneva affatto neutro, ma diveniva uno stimolo condizionato negativamente: come a significare che quello stimolo era la negazione di quello stimolo incondizionato (Marchesini, 2008).

- **Previsione:** si basa su un debole scarto diacronico tra due eventi collegati, tale per cui l'evento che precede assume un significato previsionale rispetto all'evento che lo segue (Marchesini, 2008).

- **Causazione:** individuare un nesso causale tra due enti. In genere, gli animali tendono a dare un'attribuzione causale alle correlazioni diacroniche, soprattutto se il lasso di tempo tra la prima variabile e la seconda è debole (Marchesini, 2008).

- **Congiunzione:** mettere insieme diversi enti attraverso modalità di ordine temporale, spaziale, assimilativo e affiliativo, per realizzare una terza entità. In altre parole, più enti si strutturano in un complesso che ha un significato nella misura in cui è compreso nella sua interezza (Marchesini, 2008).

- **Permanenza:** capacità di mantenere un *report* attivo anche quando questo non è accessibile direttamente nella realtà. Ne è un esempio il predatore che insegue un report/preda in una foresta (Marchesini, 2008).

### 3.9 *Rappresentazioni*

Le rappresentazioni sono schemi precisi di elaborazione dei dati, ossia specificano i modi di processare i dati da parte delle funzioni cognitive. La rappresentazione è il modo in cui un *input* assume un valore di dato, vale a dire concorre nell'attivazione dello stato funzionale della mente (Marchesini, 2007).

Intuitivamente, una rappresentazione è uno stato del sistema nervoso che mostra una corrispondenza sistematica con un oggetto, un evento, un comportamento o una situazione del mondo esterno (Poli e Prato Previde, 1994).

Senza un correlato rappresentazionale nella mente di un individuo l'ente non cessa di esistere in sé, ma è come se non esistesse per quel soggetto (Marchesini, 2008). La funzione fondamentale delle rappresentazioni è, quindi, di fornire informazioni intorno a un aspetto del mondo esterno, in assenza di uno stimolo contingente (Poli e Prato Previde, 1994). In particolare, le rappresentazioni vengono postulate per spiegare il verificarsi di risposte che non sono sotto il controllo diretto degli stimoli esterni a un determinato istante (Terrace, 1984; Roitblat, 1987; Domjan, 1993). In definitiva, le rappresentazioni caratterizzano il tipo di relazione tra un soggetto e la realtà esterna, pertanto attraverso le rappresentazioni il soggetto si costruisce un secondo mondo interno (Marchesini, 2008); è come se l'insieme delle rappresentazioni desse luogo a una riproposizione soggettiva della

realtà (Marchesini, 2007). E' opportuno sottolineare come le rappresentazioni non siano entità statiche: esse, infatti, si modificano continuamente a seconda delle esperienze (Marchesini, 2008). Le rappresentazioni non possono essere indagate osservando direttamente il soggetto, ma devono essere inferite dal comportamento (Poli e Prato Previde, 1994). Cummins (1989), in riferimento alla natura e ai contenuti delle rappresentazioni mentali, sostiene che è possibile classificarle in quattro modelli interpretativi:

### 3.9.1 *Rappresentazioni mentali basate sulla somiglianza*

Esprime la concezione secondo cui tra mondo esterno e rappresentazione esista una stretta relazione di somiglianza: avere una rappresentazione mentale del mondo, quindi, significa avere in mente un modello somigliante alle cose e agli eventi che in esso accadono (Foglia, 2005).

Berkeley (2004) e Hume (2001) consideravano le rappresentazioni mentali come immagini; le immagini rappresentano le cose perché assomigliano ad esse e la rassomiglianza permette alle immagini di condividere gli aspetti relativi alle proprietà delle cose. Appare insostenibile pensare che i contenuti mentali abbiano le analoghe proprietà degli oggetti fisici a cui si riferiscono e per questo motivo è inaccettabile la teoria ingenua della somiglianza; d'altro canto, è lecito affermare che le proprietà degli oggetti fisici siano intercettate e codificate dalla mente in modo che in essa si possano distinguere rappresentazioni di oggetti differenti. In effetti, non tutte le rappresentazioni sono formulate sotto forma di immagini mentali, anche se si può dire che le immagini siano una forma specifica di rappresentazioni (Bianca, 2005). Le rappresentazioni intese come strutture figurative indicano, quindi, sistemi di rispecchiamento della realtà in cui si trova il soggetto sulla base di un preciso canone di fruizione, ossia ripropongono il mondo esterno attraverso un rimodellamento funzionale che consente al soggetto di orientarsi nel mondo sulla base di continue operazioni di semplificazione, senza dover fare un resoconto completo delle caratteristiche, ma limitandosi a tracciarne una forma riconoscibile o una struttura mappale. Questa facoltà permette all'individuo di riproporre mentalmente un oggetto, attraverso tratti essenziali, così da poter riconoscere gli enti per sommi capi o mantenere in testa un ente/*target* anche in sua assenza (Marchesini, 2008).

### 3.9.2 *Rappresentazioni mentali basate sulla covarianza*

La geometria, ad esempio, permette di raffigurare oggetti nello spazio tramite equazioni che non somigliano ai fenomeni empirici e le discipline matematiche in genere impiegano simboli e operazioni per rappresentare il mondo senza, per questo, concludere che le strutture di dati siano immagini analoghe di ciò cui rinviano. Il ricorso ai simboli per specificare la natura delle rappresentazioni mentali consente di dirimere la questione relativa all'incompatibilità strutturale che esiste tra gli oggetti del mondo fisico e le idee ad esso somiglianti, cioè, di comprendere la diversità tra la struttura di un oggetto e quella della rappresentazione riferita ad esso. Inoltre, il ricorso ai

simboli anziché alle immagini permette, da un lato, di ovviare al problema dell'astrazione, dall'altro, di superare la teoria che afferma la necessità che la rappresentazione si renda simile alla cosa percepita per vantare una valenza conoscitiva. Grazie ai simboli, le rappresentazioni non corrispondono più ad una mera fotografia degli oggetti, assomigliano piuttosto a computazioni, ad elaborazioni ed equazioni che traducono in linguaggio matematico ciò che accade nel mondo fisico (Foglia, 2005). In altri termini, le rappresentazioni diventano sistemi di denotazione della realtà che consentono di ricondurre la variabilità degli enti repertoriali in prototipi, segni, concetti da utilizzare in modo astratto e congiuntivo. La natura astrattiva delle rappresentazioni trasforma i *report* in materiale sottoponibile a continui processi di scomposizione e ricomposizione (Marchesini, 2008).

### 3.9.3 *La rappresentazione fondata sul ruolo di adattamento*

La rappresentazione mentale risponde, a suo modo, al compito di anticipare gli eventi, progettare e pianificare i comportamenti per assicurare un vantaggio competitivo. Questa prospettiva, infatti, identifica un contenuto mentale col suo valore adattativo e, in tal senso, permette di rispondere ai quesiti che si interrogano sulla funzione delle rappresentazioni come risposta al soddisfacimento di scopi e bisogni biologici (Foglia, 2005). La ragion d'essere di una rappresentazione dipende, allora, dalla funzione che è chiamata a svolgere per l'individuo e la specie, dal ruolo adattativo e dalla capacità di garantire materiale utile allo sviluppo della conoscenza biologica (Bianca, 2005). Le rappresentazioni vanno a costituire dei repertori di referenza che il soggetto utilizza in diverso modo per realizzare i propri bisogni, assicurandone in tal modo la sopravvivenza. Gli enti, quindi, acquisiscono un valore nella misura in cui diventano funzionali, ossia strumenti utili per il soggetto (Marchesini, 2008).

### 3.9.4 *La rappresentazione basata sul ruolo funzionale*

La rappresentazione appare come il risultato di un'operazione interna al soggetto cosciente. Tale struttura di dati, elaborata dal *software* interno, non solo non assomiglia alle informazioni che provengono dall'ambiente, ma i processi computazionali a cui si sottopone per diventare cognizione e successivamente condizione per agire la rendono più simile ad un programma che ad un'immagine mentale. La rappresentazione è un'operazione neuro-mentale, cioè un'operazione che ha la probabilità di innescare l'attivazione di un numero  $n$  di reti neuronali collegate a catena (Foglia, 2005). Le rappresentazioni sono, pertanto, ponti di intersezione tra lo stato mentale e l'espressione comportamentale. In altre parole, se il comportamento è frutto di un particolare stato funzionale della mente, la strada attraverso cui si accede a tale stato è costituita proprio dalle rappresentazioni. A loro volta queste rappresentazioni possono essere attivate da diverse strade elaborative, per esempio da un'operazione estrattiva nella percezione o da un'elaborazione interna di ordine riflessivo, cosicché non esiste una relazione diretta tra stato funzionale della mente e stato specifico della situazione in cui si trova il soggetto. Uno stesso stato della mente può tradursi in una

molteplicità di esiti comportamentali o, viceversa, lo stesso comportamento può derivare da diversi stati della mente. Le rappresentazioni, quindi, creano un margine di flessibilità tra *input* e *output*: il medesimo *input* può dar luogo a diversi *output* e il medesimo *output* può seguire a diversi *input* (Marchesini, 2008).

### 3.9.5 *Le rappresentazioni nel cane*

In definitiva, possiamo concludere dicendo che le rappresentazioni sono schemi mentali utilizzati dal soggetto per interpretare le relazioni con il modo esterno e dare risposte specifiche e adeguate. Questo non significa che le rappresentazioni che un individuo possiede per ambiti specifici siano sempre corrette e pongano il soggetto nella situazione migliore per relazionarsi e adattarsi alla realtà esterna. Talvolta, pertanto, una rappresentazione o un insieme di esse, non solo risultano inadeguate, ma addirittura provocano alterazioni nell'equilibrio di quel soggetto con l'ambiente circostante. Questa condizione viene amplificata quando il soggetto si trova a cambiare in modo repentino il proprio ambiente di vita o quando non vi è adeguatezza tra retaggio filogenetico e dimensione ontogenetica, come, per esempio, nel caso di un cucciolo tolto prematuramente dalla cucciolata (Marchesini, 2007).

Il cane, quindi, possiede particolari categorie di rappresentazioni specie-specifiche, tra queste figurano le rappresentazioni:

- ***percettive***: modalità funzionali dell'organizzazione della conoscenza sensibile del mondo, mediante l'uso di organi sensoriali, intesi come trasduttori che recepiscono informazioni successivamente elaborate (Foglia, 2005).
- ***cinestesiche***: schemi coreografici di movimento e di postura (Marchesini, 2007);
- ***somestesiche***: immagini del proprio corpo (Marchesini, 2007);
- ***mappali***: modalità di muoversi nel mondo attraverso punti di riferimento e coordinate spaziali (Marchesini, 2007). Esistono differenze significative tra le diverse specie animali nel modo di costruirsi una struttura mappale del mondo. I roditori, per esempio, utilizzano le coordinate spaziali destra, sinistra, avanti, indietro, *etc.*, cosicché sono in grado di percorrere un labirinto anche senza l'ausilio di segnali di riferimento, al contrario delle api che, invece, definiscono il proprio posizionamento e si muovono affidandosi a opportuni punti di riferimento (Marchesini, 2008);
- ***orientative***: possibili *target* di tropismo comportamentale, o segnali-chiave (Marchesini, 2007);
- ***solutive***: modalità operative per affrontare situazioni/problema (Marchesini, 2007);
- ***comunicative***: modalità dotate di precisi significati che vengono utilizzate nel rapporto sociale (Marchesini, 2007);
- ***sociali***: modi specifici di stare all'interno delle relazioni di specie, di costruire i rapporti affiliativi e di interpretare il gruppo sulla base di differenze di genere, di ruolo e di rango (Marchesini, 2007);
- ***del sé***: immagine che il soggetto ha di sé stesso, basata sulla sua propria interpretazione (Marchesini, 2007).

## 3.10 *Le metacomponenti*

Le metacomponenti sovrintendono a più processi elaborativi. Esse sono:

### 3.10.1 *La memoria*

La memoria è il codice segreto che tiene insieme gli infiniti frammenti delle esperienze di vita e dei ricordi che hanno partecipato alla costituzione della nostra identità personale (Rose, 1994; Cestari e Brambilla, 2001; Laroche, 2002; Ghirardi e Casadio, 2002).

Negli animali si può parlare di memoria quando si evidenzia una stretta correlazione tra il comportamento osservato in una data situazione e le esperienze precedenti di quel soggetto. Se gli eventi passati non influenzassero almeno in minima parte quelli presenti, un individuo si comporterebbe sempre allo stesso modo di fronte alla medesima situazione (Poli e Prato Previde, 1994).

E' importante sottolineare il legame esistente tra memoria e apprendimento: l'apprendimento è il processo grazie al quale si acquistano nuove informazioni relative al mondo che ci circonda, mentre la memoria è il processo che garantisce l'archiviazione di quelle informazioni. Nei processi di memorizzazione si possono distinguere almeno quattro fasi, indicate con i termini *encoding* (codifica), *consolidation* (consolidamento), *storage* (immagazzinamento) e *retrieval* (recupero). Il termine codifica si riferisce al processo iniziale di riconoscimento ed elaborazione dell'informazione appena appresa. Il termine consolidamento corrisponde al processo di trasformazione della memoria appresa in forma stabile. Il termine immagazzinamento riguarda i meccanismi, poco noti, di mantenimento dell'informazione appresa. Infine, il termine recupero è fondamentale per richiamare allo stato di coscienza l'informazione immagazzinata (Cestari e Brambilla, 2001). Nella fase di registrazione degli eventi, le componenti di una forma vengono associate in un ricordo se esse vengono percepite in modo più o meno simultaneo: certe forme possono evocare altre forme (Alkon, 1989).

James (1890) propose, per primo, l'esistenza nell'uomo di una memoria primaria e di una memoria secondaria. Solo dopo la metà degli anni cinquanta, numerose ricerche di neuropsicologia hanno fornito un supporto sperimentale all'intuizione di James, cioè che la memoria non è una entità unica, ma è frazionabile in memoria a breve termine e in memoria a lungo termine, in funzione del tempo di permanenza dell'informazione. La memoria a breve termine è associata alle prime fasi dell'apprendimento: nell'uomo permette di ricordare, per periodi di tempo brevi, quantità limitate di informazioni. Il contenuto della memoria a breve termine può avere due destini: essere dimenticato subito o avviato alla più durevole memoria a lungo termine se lo stimolo è ripetuto più volte o prolungato nel tempo. La memoria a lungo termine assicura il ricordo di quantità maggiori d'informazione per periodi di tempo molto lunghi, senza limiti ben definiti (anni o addirittura tutta la vita). Questo tipo di memoria è, a sua volta, scomponibile in due sistemi di base, la memoria

esplicita o dichiarativa e la memoria implicita o non dichiarativa. Quando si acquisisce un'esperienza e la si ripete ulteriormente, la memoria implicita facilita la prestazione senza che sia necessario fare appello ad un ricordo cosciente (Laroche, 2002). Questa memoria si esprime, normalmente, tramite l'esecuzione di determinati comportamenti che, una volta acquisiti, vengono realizzati in modo automatico. L'esempio di memoria implicita più noto è quello associato al cosiddetto condizionamento classico (o pavloviano). Garzia (2002) ritiene che gli animali possiedano un particolare tipo di memoria implicita, la memoria procedurale, la quale permette di immagazzinare abilità motorie e abitudini. Mammiferi più evoluti e in particolare l'uomo sono caratterizzati dalla memoria esplicita o dichiarativa, il solo sistema mnemonico accessibile alla coscienza, e hanno conservato notevoli capacità di memoria implicita (Squire e Kandel, 2002). La memoria spaziale, molto studiata nei mammiferi da laboratorio, è un esempio di memoria esplicita. L'animale che si sposta in un ambiente costruisce una mappa cognitiva che gli permette di rappresentare simultaneamente le relazioni spaziali tra i diversi punti. Questa mappa, che si forma grazie all'integrazione delle informazioni sensitive acquisite nel corso degli spostamenti, costituisce un quadro di riferimento nel quale sono localizzati gli oggetti, il soggetto stesso e ogni sito, occupato o meno (Mishkin e Appenzeller, 1987).

Tulving (1972) ha distinto la memoria esplicita in memoria semantica, vale a dire la memoria dei fatti o delle conoscenze generali, e in memoria episodica, o memoria degli avvenimenti, cioè una memoria che contiene elementi del passato individuale.

Un altro criterio di classificazione riconosce una memoria di lavoro e una memoria di riferimento (Poli e Prato Previde, 1994). La prima permette di conservare informazioni per un periodo di tempo limitato, sufficiente a portare a termine un determinato compito. In definitiva, la combinazione di consapevolezza, istante per istante, dei fatti e di recupero immediato di informazioni archiviate, costituisce la memoria di lavoro (Goldman-Rakic, 1992).

Le scimmie sono stati gli animali più impiegati nelle ricerche sulla natura della memoria di lavoro e la ricerca è stata compiuta con il "test di risposta ritardata". Nel test la scimmia viene sottoposta ad un breve stimolo visivo (ad esempio, vede due contenitori, uno dei quali presenta al suo interno del cibo) che poi viene nascosto ponendo una tenda davanti alla gabbia. Lo sperimentatore copre ambedue i contenitori con un cartoncino nero di uguale forma e grandezza. Dopo un ritardo di alcuni secondi, la scimmia sente un segnale sonoro (emesso dopo che la tenda di interposizione è stata tolta), e subito dopo, l'animale deve indicare la posizione nella quale è apparso lo stimolo. Se la sua risposta è corretta, la scimmia è autorizzata ad afferrare la ricompensa. La risposta esatta è quindi legata al ricordo di ciò che l'animale ha visto prima del ritardo ed è dipendente dalla memorizzazione a breve termine di informazioni di tipo visivo e spaziale (Goldman-Rakic, 1992).

La memoria di riferimento, invece, contiene tutto ciò che l'animale conosce, vale a dire quello che ha appreso; pertanto trova analogie con la memoria a lungo termine (Poli e Prato Previde, 1994).

Ci sono informazioni di importanza considerevole che vengono mantenute per tutta la vita e informazioni di importanza minore che possono essere dimenticate o perché non vengono richiamate da lungo tempo o per interferenza.

### 3.10.2 *L'attivazione cognitiva*

Riguarda la capacità della mente di mantenere una maggiore prontezza in tutte le aree cognitive, cioè esprime il grado di attenzione (attivazione cognitiva centrifuga, ossia capacità del soggetto di essere attivato verso il mondo) e concentrazione (attivazione cognitiva centripeta, ossia capacità di mobilitare le risorse di riflessione) del soggetto. E' possibile lavorare sull'attenzione, facendo esercitare il soggetto su alcuni ambiti specifici:

- la curiosità esplorativa;
- il tempo dedicato all'esplorazione;
- la prontezza della risposta;
- la difficoltà del processo esplorativo (Marchesini, 2008).

### 3.10.3 *Le funzioni metacognitive*

Indicano la capacità di riflettere sulle proprie dotazioni e di avere il controllo sui processi cognitivi. Esse comprendono:

- la **meta-acquisizione**: l'apprendere ad apprendere, cioè estrarre nuove competenze dall'esperienza;
- l'**autocontrollo**: blocco delle strutture elaborative o comportamentali, nonché la capacità di riuscire a contenere determinate emotività;
- la **contro-intuizione**: realizzazione di un processo opponendosi a ciò che verrebbe spontaneo compiere; ne è un esempio il "detour", consistente nell'allontanarsi dal *target* per raggiungerlo;
- la **problematizzazione**: visualizzazione di rischi e opportunità all'interno di una situazione dove tali riscontri non sono immediatamente evidenziabili;
- l'**analisi**: divisione di un problema complessivo in sotto-problemi (Marchesini, 2008).

### 3.10.4 *Le funzioni implicitative*

Esprimono la capacità di mettere in atto funzioni elaborative complesse e articolate senza doverle controllare nella sequenza e organizzazione delle singole parti (Marchesini, 2008).

### 3.10.5 *Le funzioni di esplicitazione*

Consistono nell'aver consapevolezza di particolari processi elaborativi. Si dice che un processo cognitivo è esplicito quando il soggetto è in grado di recuperarlo (struttura dichiarativa).

L'esplicitazione può essere suddivisa in diversi ambiti:

- la **senzienza**: avere consapevolezza della percezione, degli stati emozionali, degli stati algici);
- l'**intenzionalità**: richiamare consapevolmente dei pensieri, esprimendo credenze e desideri;
- l'**autoconsapevolezza**: avere coscienza di sé come entità;



- la **consapevolezza proiettiva**: l'attribuire ad altri soggetti uno stato mentale assegnando loro il proprio stato mentale;
- l'**empatia**: prendere in considerazione i pensieri altrui, riuscendo a comprendere che l'altro si trova in un diverso stato mentale rispetto al proprio) (Marchesini, 2008).

## 3.11 *Capacità cognitive nel cane*

### 3.11.1 *Capacità cognitive fisiche*

Ciascun individuo crea una propria rappresentazione mentale di tutti gli elementi fisici appartenenti all'ambiente che lo circonda, sulla base delle sue caratteristiche percettive e delle esperienze personali vissute fino a quel momento. Tali rappresentazioni mentali incidono sul comportamento del soggetto sotto vari aspetti: influenzandone, ad esempio, l'orientamento nello spazio o il rapporto con gli oggetti, oppure conferendogli alcune facoltà cognitive, come saper fare di conto, fare una deduzione logica o ancora avere memoria di un evento, di un luogo, *etc.*

In questo capitolo analizzeremo il comportamento del cane per scoprire quali tra queste abilità possiede.

### 3.11.2 *Orientamento nello spazio*

Il cane, nell'orientarsi, si affida prevalentemente a opportuni segnali visivi, uditivi e olfattivi, ricavati dall'ambiente circostante.

E' indubbio che le ricerche finora condotte risentano profondamente di una visione prettamente antropomorfa: ne consegue che le varie situazioni sperimentali proposte, utilizzino prevalentemente stimoli visivi piuttosto che olfattivi, sebbene questi ultimi rivestano un ruolo decisamente più importante nell'ottica del cane.

In generale, l'orientamento spaziale di un individuo può far ricorso a due diverse tendenze: l'egocentrismo o l'allocentrismo. Nel primo caso la direzione assunta dal soggetto dipende dalle sue coordinate nello spazio (Fiset e Doré, 1996; Nadel, 1990; Pick e Lockman, 1981; Tomlinson e Johnson, 1991). L'animale che si affida a questo tipo di informazioni prende in esame parametri quali: la distanza, la direzione e la velocità. Nel secondo caso, invece, l'orientamento del soggetto si basa sul rapporto vigente tra un determinato punto dello spazio e i vari oggetti che lo circondano (Fiset e Doré, 1996; Nadel, 1990; Pick e Lockman, 1981; Tomlinson e Johnson, 1991).

Le informazioni spaziali allocentriche sono più flessibili, consentendo all'animale di seguire traiettorie o giri diversi in funzione delle caratteristiche ambientali. Tuttavia, un animale che si affida a questo genere di informazioni è molto sensibile ai cambiamenti dell'ambiente: qualsiasi modifica dei punti di riferimento induce il soggetto in errore.

Le informazioni spaziali egocentriche, al contrario, sono rigide: se il rapporto tra la posizione del soggetto e il luogo da raggiungere viene modificato (per esempio, a causa di un forte vento che sposta l'animale in un altro punto), l'individuo sbaglierà rotta. Ad ogni modo, l'atteggiamento egocentrico risulta particolarmente vantaggioso in presenza di un ambiente alquanto stabile e privo di elementi significativi, che aiutino il soggetto ad orientarsi. Ad esempio, durante l'inseguimento di una preda, l'animale che assume questo comportamento, pone meno attenzione a ciò che lo circonda, concentrandosi esclusivamente sul *target*.

Fiset e collaboratori (2000) dimostrarono che il cane predilige l'orientamento egocentrico quando deve localizzare un oggetto che è scomparso. Nel suo esperimento il cane osservava un oggetto in movimento che, improvvisamente, si nascondeva dietro ad una di tre scatole poste in fila. Successivamente, si introduceva uno schermo e si modificavano tutti quegli elementi che potevano rappresentare una fonte di informazioni allocentriche: le scatole, le pareti e lo sperimentatore stesso. Il cane non utilizzò nessuna di queste risorse, al contrario, proseguì, andando dritto davanti a sé, verso il punto in cui aveva visto scomparire l'oggetto. Fiset e collaboratori, conclusero che il cane utilizzava un'informazione egocentrica di tipo lineare: ritenevano, infatti, che l'animale costruisse mentalmente un vettore che, partendo dalla posizione del soggetto, terminava nel punto da raggiungere; pertanto, la lunghezza del vettore rappresentava la distanza, mentre il suo orientamento rappresentava la direzione. In uno studio successivo, gli stessi Autori (Fiset *et al.*, 2006) posero in conflitto le due componenti del vettore, dimostrando che il cane, nel ricercare un oggetto nascosto, si affidava primariamente alla direzione e lo faceva con una certa accuratezza: una possibile spiegazione è che il cane abbia appreso, durante il suo sviluppo ontogenetico, che non importa se il *target* è vicino o lontano, egli sarà comunque in grado di raggiungerlo, presto o tardi, se manterrà la direzione giusta.

In realtà, il cane può comunque far ricorso a informazioni spaziali allocentriche, ma solo quando quelle egocentriche non sono accessibili. Pertanto, Fiset e collaboratori (2000) affermarono che l'orientamento egocentrico può essere assunto solamente se sussistono determinate condizioni:

- la meta da raggiungere deve essere visibile dal punto di partenza dell'animale e dal punto di decodificazione;
- tali punti devono coincidere;
- non ci devono essere ostacoli tra l'animale e la meta.

Un'altra sorprendente capacità del cane è quella di riuscire a trovare la strada di ritorno verso un *target*, anche se è stato privato di ogni informazione visiva e uditiva durante l'uscita, basando i suoi calcoli sulla distanza percorsa e sulla direzione e ampiezza dei giri (Séguinot *et al.*, 1998). Tale abilità si rileva, ad esempio, facendo camminare i cani lungo un percorso a forma di L (20-50 m.) e impedendo loro di vedere o sentire alcunché. Si è visto che, al termine del cammino, i cani seguono il giro corrispondente, puntando il loro corpo direttamente verso il *target* e sono anche in grado di stimare la distanza che deve essere percorsa, prima di iniziare la ricerca.

In letteratura sono riportati diversi aneddoti che raccontano di cani che, dopo essersi persi, riuscivano a ritrovare la strada di casa. Purtroppo questa abilità non è mai stata testata sperimentalmente. C'è solo uno studio a riguardo, condotto dal dottor Edinger (1915), il quale deliberatamente lasciò il suo cane in diverse aree di Berlino, per valutare se fosse in grado di tornare a casa da solo. Inizialmente, il cane non riuscì in tale impresa, se non grazie all'aiuto di vicini o altri conoscenti. Con la pratica, tuttavia, l'animale si perfezionò a tal punto che, in seguito, non fu solamente in grado di tornare a casa, ma sapeva raggiungere qualsiasi altro posto, in cui il proprietario si aspettava di trovarlo ad una data ora.

### *Seguire una pista*

E' nota l'abilità del cane nel localizzare un oggetto, seppure in movimento, semplicemente seguendo le tracce odorose lasciate lungo il percorso.

Tuttavia, l'esperimento condotto da Wells e Hepper (2003) su dei cani poliziotto, rivelò che solamente la metà dei soggetti esaminati era in grado di assumere la giusta direzione seguendo le tracce odorose. Ciò suggerisce l'idea che la capacità di seguire una pista dipenda fortemente dalle doti personali del soggetto.

In uno studio successivo, gli stessi ricercatori (Hepper e Wells, 2005) dimostrarono che, per individuare la traiettoria giusta, il cane doveva prima esaminare con l'olfatto un tragitto pari ad almeno 3-5 passi; un percorso più breve, infatti non forniva informazioni sufficienti per valutare adeguatamente la direzione.

Osservando il comportamento di un cane mentre segue una pista odorosa è possibile distinguere tre diversi momenti:

- l'iniziale ***fase di ricerca***, durante la quale il soggetto, dopo una rapida esplorazione, individua la traccia odorosa;
- la ***fase decisiva***, in cui l'animale rallenta i propri movimenti e compie 2-5 passi in direzione della traccia;
- la ***fase finale***, in cui il cane accelera nuovamente il passo, continuando a seguire la scia trasportata dall'aria.

Durante l'intera sequenza non ci sono variazioni nella frequenza delle annusate. L'animale prosegue nella giusta direzione grazie ad un'accurata valutazione della diversa concentrazione di odori presenti nella stessa traccia: egli rileva il gradiente di odore tra la fine e l'inizio di ciascun passo.

E' importante sottolineare l'incapacità del cane nel seguire tracce odorose continue (Steen e Wilsson, 1990); è necessario, infatti, che l'informazione odorosa sia intermittente e distinta dal punto di vista spaziale.

## *Segnali*

Con il termine segnale ci si riferisce a quell'insieme di indicazioni che direttamente rivelano la localizzazione di un *target*.

Nell'esperimento creato da Milgram *e collaboratori* (1999), i cani potevano scegliere tra due potenziali nascondigli, uno dei quali era contrassegnato da una piccola barra. Furono necessari circa 30-100 *trial* affinché i cani acquisissero il giusto criterio, imparando a scegliere il sito contrassegnato. Successivamente la barra fu posizionata lontano dal punto in cui era stato posto il cibo; ciò si tradusse in un evidente calo della performance.

Tuttavia, in un altro studio (Milgram *et al.*, 2002) i cani impararono a scegliere il nascondiglio giusto anche se il segnale era stato posto a 10 cm. di distanza da esso. Se si incrementa la distanza tra il contrassegno e il *target*, il soggetto deve necessariamente fare affidamento ad altre possibili fonti di informazione presenti nello spazio; ciò, però, non è impossibile in una situazione sperimentale come quella appena descritta, dove ogni altra forma di stimolo viene volutamente eliminata per evitare qualsiasi tipo di interferenza.

Agnetta e collaboratori (2000) condussero un esperimento in cui la posizione del cibo, precedentemente nascosto, era indicata da una piccola spugna posta dinanzi al contenitore. I soggetti furono testati in 4 condizioni diverse. Nel primo caso lo sperimentatore, nel posizionare il contrassegno, volgeva lo sguardo verso il contenitore giusto. In un'altra prova, invece, la persona lasciava la spugna guardando dritto davanti a sé. Nella terza condizione l'intera procedura veniva oscurata da uno schermo, per cui il cane poteva vedere solamente la testa e le spalle dell'operatore. Infine, nell'ultimo test il cane si trovava al di fuori della stanza mentre lo sperimentatore disponeva il contrassegno, pertanto, al suo rientro, trovava solamente i due contenitori con il *marker* posto dinanzi ad uno di essi. I cani furono sottoposti a quest'ultima condizione per due volte: prima di iniziare con le altre prove e al termine di queste. La performance dei cani fu molto buona nelle prime tre situazioni sperimentali, mentre calò nell'ultima. Un simile risultato può dar luogo a due interpretazioni avverse: i cani attribuivano un significato comunicativo al contrassegno solo quando questo veniva manovrato da una persona; i cani non comprendevano effettivamente il valore comunicativo del contrassegno, in quanto la loro performance risultò mediocre nell'ultima condizione, anche quando questa fu eseguita al termine delle altre prove.

Riedel e collaboratori (2005), proseguendo con questa tipologia di studi, realizzarono tre diversi esperimenti. Nella prima prova il soggetto assisteva alla procedura di marcatura di volta in volta in modo diverso: in alcuni casi poteva vedere l'intera procedura, in altri casi vedeva solamente la mano dell'operatore o solamente il contrassegno o nessuno dei due. In assoluto, la *performance* migliore emerse quando l'intero procedimento era visibile; il risultato fu comunque più soddisfacente quando i cani potevano vedere la mano dello sperimentatore, rispetto alla condizione in cui era visibile solamente il *marker*; ciononostante, anche quando non erano visibili né l'uno né l'altro, i cani continuarono a riconoscere il valore del contrassegno, contraddicendo il risultato dello

studio di Agnetta e collaboratori (2000). Sorprendentemente, i cani risposero correttamente anche quando il contrassegno veniva rimosso poco prima che fosse consentito loro di scegliere. Per capire se, effettivamente, il cane attribuisse un maggior peso alla mano dell'operatore piuttosto che al contrassegno, si svolse un secondo esperimento, che presentava due condizioni distinte. Nella prima l'operatore, dopo aver posizionato il *marker* sulla tazza contenente il cibo, toccava rapidamente con la mano l'altra tazza vuota. Nel secondo caso, invece, lo sperimentatore toccava con il contrassegno la tazza vuota e successivamente lo depositava su quella contenente il premio. Il cane continuò a scegliere la tazza giusta anche quando entrambe le tazze erano state toccate dalla mano, mentre sbagliò quando il *marker* toccava entrambi contenitori. Il terzo esperimento serviva per capire se il cane riconoscesse comunque il valore del contrassegno, indipendentemente dal fatto che questo venisse usato intenzionalmente o meno. Per far ciò, lo sperimentatore in una prima prova posizionava deliberatamente il *marker* sulla tazza corretta, poi, nel rimuoverlo da lì, lo batteva accidentalmente sulla tazza sbagliata. In un'altra prova, invece, colpiva con il contrassegno accidentalmente la tazza giusta, poi lo depositava deliberatamente su quella errata e infine lo rimuoveva. Il risultato fu che il cane sceglieva l'ultima tazza contrassegnata, dimostrando di non riuscire a distinguere tra azioni intenzionali e non.

### ***Punti di riferimento***

I punti di riferimento differiscono dai segnali in quanto non indicano direttamente il *target*. Si tratta comunque di stimoli fisici presenti nell'ambiente, ma per essere di utilità al soggetto, quest'ultimo deve essere in grado di fare alcuni calcoli, che prendano in considerazione la distanza tra il soggetto stesso, il punto di riferimento e il *target* (Shettleworth, 1998). I punti di riferimento facilitano, in definitiva, il ritrovamento di *target* anche quando questi non sono visibilmente marcati e aiutano il soggetto nei suoi spostamenti su larga scala, consentendo, ad esempio, di compiere scorciatoie, di ripercorrere una traiettoria o di pianificare nuove rotte.

Le rappresentazioni mentali che si basano sulla combinazione di vari punti di riferimento, vengono definite "mappe cognitive", ma non tutti gli Autori concordano su tale terminologia (Shettleworth, 1998).

Le osservazioni condotte sui lupi selvatici suggeriscono l'idea che anche questi animali costruiscano una rappresentazione mentale più o meno dettagliata del loro territorio. Peraltro, i lupi più anziani si mostrano particolarmente efficienti nell'organizzare il percorso da seguire lungo i vari spostamenti e riescono a prendere scorciatoie mai usate prima quando sono intenti ad inseguire una preda (Peters, 1978). Questo accade soprattutto in inverno, quando i punti di riferimento assumono maggiore rilevanza e la scelta di percorsi funzionali permette all'intero gruppo di risparmiare molte energie.

Nell'esperimento di Chapuis e Varlet (1987), i cani furono portati in un campo di 3 ettari, in cui erano presenti pochi punti di riferimento. Durante una passeggiata al guinzaglio, gli sperimentatori

fecero assumere a ciascun cane due diverse direzioni, partendo sempre dallo stesso punto di inizio, per mostrare loro due distinti punti in cui precedentemente era stato nascosto del cibo. Al termine di queste visite, i cani furono lasciati liberi di muoversi. La maggior parte di loro andò prima verso il nascondiglio più vicino e, solo in seguito, si diresse verso l'altro nascondiglio. Da ciò si evinse che, durante le precedenti passeggiate, i cani avevano raccolto una serie di informazioni relative allo spazio, integrandole e facendo opportuni calcoli, prendendo in esame soprattutto la distanza di ciascun sito. Questo esperimento rivelò un altro sorprendente aspetto inerente al comportamento assunto dai cani nello spostarsi dal primo nascondiglio verso il secondo: gli animali, infatti, non si mossero in linea retta da una collocazione all'altra, ma raggiunsero la seconda ubicazione partendo dal punto di inizio. Questa strategia risultò vantaggiosa in quanto i soggetti, affidandosi all'esperienza precedente, ebbero una maggiore probabilità di percorrere la giusta traiettoria e ritrovare così il *target*, anche se questo comportò un maggiore dispendio energetico. Questo comportamento risultò ancora più evidente, testando i cani in un altro campo con più punti di riferimento.

### ***Detour***

Chapuis e collaboratori (1983) esaminarono l'abilità del cane nel muoversi, attraverso vari ostacoli, al fine di raggiungere un determinato premio (cibo). Nei loro esperimenti, di volta in volta, lo sperimentatore modificava la visibilità del premio (utilizzando una barriera opaca o trasparente), la distanza del *target* e la deviazione angolare richiesta all'inizio del tragitto. Sarebbe logico pensare che i cani scegliessero il percorso più breve e con la minima deviazione angolare. Tuttavia non fu questo il risultato. La visibilità del *target* condizionò profondamente il loro comportamento. I cani, infatti, scelsero la traiettoria che deviava il meno possibile dal *target* quando questo era visibile, anche se ciò comportava un percorso più lungo. Se, invece, il *target* era stato preventivamente oscurato, la scelta ricadeva su quella che, effettivamente, era la soluzione più efficiente. Tutto ciò non deve stupirci, perché, in condizioni naturali, è la preda che, con i suoi spostamenti, controlla i movimenti del predatore.

Il “*detour*” è stato utilizzato in molti esperimenti per valutare la rapidità con cui il cane apprende che, per poter raggiungere il *target*, deve prima allontanarsi da esso. Alcuni cuccioli di 6-8 settimane furono in grado di risolvere questo genere di prove senza una lunga fase di *training* (Scott e Fuller, 1965); sebbene, comunque, sia stato dimostrato che una certa esperienza con l'uso della barriera, facilitò il raggiungimento della soluzione giusta (Wyrwicka, 1958).

Nell'esperimento condotto da Pongrácz e collaboratori (2001), il *target* fu nascosto dietro una palizzata trasparente a forma di V. I cani impiegarono circa 5-6 *trial* per risolvere correttamente tale compito. Fu interessante notare come i cani riuscissero a raggiungere il *target* con maggiore facilità, quando esso era posizionato all'esterno della palizzata, mentre loro erano all'interno. Nella

situazione inversa, invece, i cani mostrarono maggiori difficoltà e neanche dopo ripetute prove, si osservò alcun miglioramento nella loro performance. Ciò significa che i cani non erano in grado di estendere la competenza acquisita nella precedente esperienza, a una situazione analoga, che differiva dalla prima solamente per le posizioni invertite.

Dumas e Pagé (2006) realizzarono un esperimento in cui i cani potevano scegliere tra tre possibili nascondigli, equidistanti tra loro e posti ad una certa distanza dall'animale. I cani non mostrarono alcuna preferenza quando le tre collocazioni erano equidistanti rispetto al punto di partenza; in caso contrario scelsero quella che era più vicina. Ciò dimostrò che l'animale, prima di iniziare la ricerca, stimava la distanza tra i *target* e il punto di partenza. Con un esperimento successivo, gli stessi studiosi cercarono di capire se la reciproca distanza tra i *target* potesse essere un'ulteriore fonte di informazione per il cane. Cambiando la deviazione angolare tra *target* adiacenti, i cani operarono, come prima scelta, quella del *target* posto sul lato sinistro (anche quando la deviazione angolare più piccola era a destra); mentre la scelta successiva ricadde, sorprendentemente, sul *target* divergente (quello posto a destra), e non su quello attiguo. Non fu data una spiegazione chiara per un simile risultato; l'unica ipotesi postulata fu che i cani assumessero la direzione divergente perché adottavano lo stesso comportamento previsto in un contesto di caccia. In tale contesto, infatti, la vicinanza di un conspecifico può rendere la caccia meno proficua, pertanto il cane prende la direzione opposta, allontanandosi dal compagno.

### 3.11.3 *Conoscenza degli oggetti*

E' opportuno sottolineare che gli oggetti, ad esclusione di quelli commestibili, rivestono un ruolo decisamente poco importante nell'ottica del cane.

I lupi manifestano una certa cautela nell'avvicinarsi a nuovi oggetti; mentre i cani, in seguito al processo di domesticazione, hanno in parte perso questo atteggiamento prudentiale, mostrandosi particolarmente interessati soprattutto verso quelli associati al gioco. Ad ogni modo, si vuole ribadire che, la percezione che il cane ha degli oggetti, nonché la loro rappresentazione mentale, differisce enormemente da quella dell'uomo.

In natura, spesso gli organismi devono essere in grado di predire la traiettoria di un "oggetto" in movimento; ciò è valido, ad esempio, sia per gli animali predati che per i loro predatori. Talvolta, questi "oggetti" possono nascondersi, sfuggendo così alla percezione dell'osservatore. Quest'ultimo, per poterli localizzare successivamente, deve crearne una propria rappresentazione mentale, mantenerla in memoria e formulare una previsione su dove potranno in seguito apparire. Gli animali, quindi, sono in grado di comprendere che l'oggetto/preda continua ad esistere, anche quando non è più direttamente percepibile nell'ambiente.

Diversi esperimenti rivelano che i cani sono in grado di localizzare oggetti in movimento, che improvvisamente scompaiono dietro ad uno schermo o all'interno di una scatola (Gagnon e Doré, 1993; Triana e Pasnak, 1981; Watson *et al.*, 2001). In tutti questi casi i cani potevano affidarsi alla

loro percezione visiva diretta, ma in altre situazioni la localizzazione dell'oggetto veniva segnalata indirettamente. Ne è un esempio l'esperimento in cui l'operatore, dopo aver messo l'oggetto all'interno di una scatola, posizionava quest'ultima dietro ad uno di diversi schermi. Qui, l'oggetto veniva rimosso dal contenitore. Dopo aver mostrato la scatola vuota al soggetto, questi doveva dedurre che il *target* era stato lasciato dietro allo schermo. I cani riuscirono a risolvere questo compito, seppure con un basso livello di performance (Gagnon e Doré, 1993). Tuttavia, studi più recenti hanno dimostrato che, in questo genere di situazioni sperimentali, laddove la scelta del cane risultasse essere corretta, ciò dipendeva dal fatto che il suo comportamento di ricerca era stato influenzato o dalla posizione finale assunta dallo sperimentatore o da quella del dispositivo utilizzato per la dislocazione (Collier-Baker *et al.*, 2004; Fiset e LeBlanc, 2007). In altre parole, il cane rispondeva correttamente solamente quando il dispositivo era posizionato vicino alla scatola contenente il *target*, sbagliando in tutti gli altri casi; seguendo lo stesso criterio, faceva affidamento alla posizione dello sperimentatore.

In un altro esperimento, Doré e collaboratori (1996), muovendo visibilmente l'oggetto, lo nascondevano dietro ad uno schermo che, successivamente, veniva a sua volta dislocato. I cani riuscirono a localizzare l'oggetto. Tuttavia, il successo della ricerca dipendeva dal fatto che, una volta spostato lo schermo, quel posto rimaneva vuoto; se, invece, in quello stesso punto veniva posizionato un altro schermo, allora i cani continuavano a ricercare qui il *target*.

Risultati simili si ottennero testando i cani con un particolare dispositivo, costituito da una trave alle cui estremità erano attaccati due contenitori; l'oggetto veniva posto all'interno di uno di questi contenitori e successivamente si faceva ruotare la trave. Con una rotazione di 180° i cani tendevano a ricercare il *target* nella sua posizione originaria (Fiset, 2007); mentre con una rotazione di 90° la performance migliorava (Miller *et al.*, 2009). Si registrò lo stesso successo anche quando furono i cani a compiere un giro di 180° e 90° attorno al dispositivo.

Qualcuno potrebbe asserire che la buona riuscita di questi esperimenti sia da attribuire a un meccanismo di tipo percettivo piuttosto che cognitivo: il cane, infatti, potrebbe non perdere mai di vista il contenitore in cui è stato posto l'oggetto.

Per escludere tale evenienza, furono realizzati altri due test, in cui veniva inserito un ritardo di 0.5, 10 e 15 secondi tra la rotazione della trave e il rilascio del cane. Durante tale periodo, in una prova veniva frapposta una barriera opaca tra il cane e il dispositivo; mentre nell'altra prova si spegnevano le luci. Ciò comportò un calo delle performance in entrambi i casi; sebbene nella seconda prova si riscontrò una certa differenza individuale (alcuni cani risposero correttamente e altri no). Sembra, quindi, che lo spegnimento delle luci rappresentasse un elemento meno disturbatore rispetto alla barriera (Miller *et al.*, 2009).

Volendo escludere la possibilità che il comportamento dell'animale, in assenza dell'oggetto in questione, possa essere regolato dalla sua rappresentazione mentale, furono realizzate due prove in grado di offrire un'interpretazione alternativa (Topál *et al.*, 2005). Nel primo esperimento l'oggetto da ricercare non veniva mai mostrato; il cane poteva solamente vedere il contenitore che veniva



spostato dietro ad uno schermo: pertanto, non aveva nessuna indicazione circa la possibile localizzazione del *target*. Nella seconda prova, invece, l'oggetto veniva visibilmente ceduto al proprietario, che lo nascondeva in una tasca, mentre il contenitore vuoto veniva spostato come nel test precedente. In questo caso, quindi, l'animale conosceva la reale localizzazione del *target*. Il comportamento assunto dal cane nel primo test è facilmente intuibile: il cane iniziò la ricerca. Ma, ciò che sorprende, è che il 50% dei soggetti adottò un comportamento analogo anche nella seconda prova; è opportuno evidenziare, però, che il tempo speso per la ricerca fu indubbiamente maggiore nel primo test. Una possibile spiegazione potrebbe essere che il cane riconoscesse tale situazione come un gioco, in cui qualcosa viene nascosto e deve essere ricercato. Secondo quest'ottica, l'effettiva posizione del *target* perdeva di importanza, ma l'unica cosa che spingeva l'animale ad agire era il desiderio di giocare e quindi la ricerca era il solo comportamento plausibile.

#### 3.11.4 *Memoria per gli oggetti nascosti*

L'analisi oggettiva delle capacità mnemoniche è alquanto complicata. Tale capacità, infatti, dipende dalle molteplici fattori, tra cui: le circostanze in cui il soggetto ha acquisito l'esperienza; le esperienze e lo stato interiore del soggetto nel passaggio dalla fase di memorizzazione a quella di richiamo; le condizioni interiori ed esteriori al momento del richiamo. Pertanto, bisogna prendere in considerazione la possibilità che la rappresentazione dell'oggetto, nonché la sua memorizzazione, possano essere influenzate dalla procedura adottata nelle varie situazioni sperimentali.

Fiset *et al.* (2003) dimostrarono che i cani riescono a ricordare qual è la scatola in cui hanno visto sparire l'oggetto, anche quando la visione della stessa viene oscurata per un certo tempo (fino a un massimo di 4 minuti) dall'interposizione di una barriera.

Grizmek (1942) e Heimburger (1962) testarono cani, lupi e uno sciacallo in un esperimento simile. Le principali differenze riguardavano: la natura dell'oggetto nascosto (nell'esperimento di Fiset *et al.*, 2003 si trattava di un giocattolo, mentre in queste ultime ricerche era del cibo) e la distanza tra i nascondigli (3 m., contro i 20 cm. dell'esperimento di Fiset *et al.*, 2003). Lo sciacallo riuscì a ricordare la giusta localizzazione per un'ora, il cane fino a massimo 30 minuti e il lupo per non più di 5 minuti.

Beritashvili (1965) notò che i cani manifestavano una memoria più duratura (fino al giorno successivo) se l'oggetto da ricercare era stato nascosto in una stanza piuttosto ampia.

Alla luce di quanto appena descritto, appare evidente che la durata della memoria di lavoro risenta profondamente delle condizioni imposte dal test.

Beritashvili (1965), con il suo lavoro, dimostrò anche che il cane era in grado di ricordare il contenuto di un particolare nascondiglio, utilizzando due *target* aventi un valore differente per il soggetto: del pane e della carne. Dopo un ritardo di circa 1-5 minuti la maggior parte dei cani si rivolse prima verso la carne e solo successivamente verso il pane; va fatto notare però come, in

questa prova, la scelta fosse stata necessariamente influenzata da altri fattori, tra cui soprattutto informazioni di tipo olfattivo.

Recenti studi hanno dimostrato che la memoria per informazioni di tipo uditivo decade gradualmente passando da 0 a 120 secondi (Kowalska, 1995, 2000)

### 3.11.5 *Deduzione logica*

Erdőhegyi e collaboratori (2007) verificarono la presenza di una qualche forma di logica deduttiva nel cane. Loro ipotizzarono che il cane, in presenza di due possibili nascondigli, fosse in grado di individuare la giusta localizzazione del *target* (una pallina), basandosi solamente sull'osservazione del contenitore vuoto, deducendone che il premio fosse nell'altro. I gesti compiuti dallo sperimentatore erano fortemente comunicativi: richiamava l'attenzione del cane chiamandolo per nome; poi sollevava la scatola per mostrarne il contenuto per 3 secondi; durante tale periodo alternava lo sguardo per 3 volte tra il cane e il contenitore manipolato.

Quando lo sperimentatore mostrava il contenuto di entrambe le scatole, o solamente quello della scatola contenente il *target*, i cani rispondevano correttamente. Tuttavia, quando veniva mostrato solamente il contenuto della scatola vuota, la scelta del cane ricadeva, erroneamente, su quest'ultima. Questi risultati dimostrarono che il cane non era in grado di dedurre la posizione del *target* mediante un processo di esclusione. Qualcuno, però, potrebbe asserire che la causa di un simile errore fosse riconducibile all'elevato grado di socievolezza del cane. Secondo tale ipotesi, il semplice movimento dell'uomo nel sollevare la scatola, seppur vuota, costituiva un importante segnale comunicativo per il cane, condizionandone la scelta. Per escludere tale evenienza, fu eseguita un'altra prova, in cui i contenitori venivano manipolati a distanza, utilizzando delle corde: il risultato fu sempre lo stesso, dimostrando che il semplice movimento del contenitore era di per sé sufficiente a trarre in inganno l'animale. Ad ogni modo, né il segnale comunicativo lanciato dall'uomo, né il movimento del contenitore, erano in grado di traviare la scelta del cane, quando questi poteva vedere chiaramente il premio sotto la scatola. In una terza prova, lo sperimentatore manipolava entrambi i contenitori allo stesso modo, ripetendo la stessa procedura già descritta precedentemente. In questo caso, i cani riuscirono a trovare l'oggetto semplicemente osservando il contenitore vuoto. Ciò suggerisce l'idea che il cane possieda una certa capacità deduttiva, ma che questa venga facilmente annullata dalla presenza di eventuali indicazioni comunicative a carattere sociale.

### 3.11.6 *Means-end connections*

Con questa espressione ci si riferisce alla capacità di comprendere che tra due oggetti legati, per esempio tramite una corda, esiste una connessione; pertanto maneggiando l'uno si può accedere all'altro.

E' chiaro che il cane, a differenza dell'uomo e dei primati non umani, non ha molta domestichezza con determinati strumenti (ad esempio le corde) e, soprattutto, mostra una certa difficoltà nel manovrarli, essendo sprovvisto di mani.

Osthaus e collaboratori (2005) dimostrarono che il cane può imparare relativamente in fretta a tirare una corda alla cui estremità è stato attaccato un *target*, indipendentemente dal suo orientamento. Per valutare se il soggetto era in grado di capire che, compiendo tale gesto, riusciva a raggiungere il premio, perché esso era fisicamente connesso alla corda, fu data la possibilità al cane di scegliere tra due corde, di cui solamente una era connessa al *target*. Il risultato fu alquanto deludente. Alcuni soggetti mostrarono una, seppur minima, tendenza nello scegliere la corda che era più vicina al *target*, sebbene questa non fosse sempre la soluzione giusta. Molti, invece, cercarono di raggiungere il premio direttamente con le zampe.

Nonostante questi esperimenti dimostrino che il cane non possiede tale capacità cognitiva, è necessario ricordarsi che comunque questo genere di situazione non è affatto naturale per il cane, e che quindi, presumibilmente, una maggiore esperienza potrebbe portare a un incremento delle performance.

### 3.11.7 *Principio di gravità*

Osthaus e collaboratori (2003), in un altro esperimento, cercarono di capire se il cane conoscesse il principio di gravità. Si avvalsero dello stesso congegno precedentemente utilizzato da Hood (1995). Il *target* veniva lasciato cadere all'interno di una sorta di comignolo connesso, per mezzo di un tubo opaco inclinato, a una delle tre scatole sottostanti, esplorabili dall'animale. I cani, in un primo momento, ricercarono l'oggetto nella scatola posta sotto al comignolo; evidentemente si aspettavano che l'oggetto cadesse verticalmente, mentre, invece, la sua traiettoria era stata modificata dal tubo. Tuttavia, dopo un certo numero di prove, i cani impararono a cercare il *target* nel contenitore posizionato alla fine del tubo. In realtà, i cani non compresero la funzione del tubo, come dimostrarono gli esperimenti di controllo, ma semplicemente adottarono una strategia, consistente nel cercare il *target* presso il lato opposto del dispositivo.

Fiset e Perreault (2004) adottarono un procedimento simile, ma orientarono il comignolo e le scatole su un piano orizzontale, eliminando così l'effetto della gravità. Il risultato fu che i cani continuarono ad andare verso la scatola sottostante il comignolo, dimostrando di scegliere sempre il contenitore più vicino al punto in cui avevano visto scomparire l'oggetto.

### 3.11.8 *Principio di solidità*

In un recente studio, Kundey e collaboratori (2009) hanno dimostrato che i cani riescono a comprendere il principio di solidità: un oggetto solido non può passare attraverso un altro oggetto solido. In questo esperimento i cani guardavano un oggetto mentre rotolava all'interno di un tubo

inclinato, finendo poi in una scatola. Quest'ultima, nelle varie prove che si susseguirono, poteva contenere o meno una parete divisoria posizionata centralmente, così da suddividerla in due metà. Il soggetto, per trovare il *target*, doveva assumere un comportamento di ricerca di volta in volta differente, in base alla presenza o meno della parete, la quale poteva bloccare o meno il percorso dell'oggetto. I cani ricercarono correttamente il *target*, rispettivamente nel sito più vicino o più distante dal tubo, a seconda che fosse presente o meno la parete divisoria. Tale fu la risposta sin dalla prima prova, dimostrando che non si trattava di un comportamento appreso durante l'esperimento, ma che i cani già conoscevano il principio di solidità.

### 3.11.9 *Competenze numeriche*

Le competenze numeriche non sono una prerogativa esclusiva dell'uomo. In natura, gli animali manifestano continuamente tale abilità: ad esempio, quando devono confrontare la numerosità del proprio gruppo con quella di possibili predatori o competitori. Il termine "contare" è stato spesso utilizzato con significati differenti dai diversi Autori.

Tra le varie competenze numeriche si riconoscono:

- valutazione della numerosità relativa (discriminare due quantità diverse, individuandone una maggiore e una minore);
- *subitizing* (valutazione accurata del numero di un piccolo insieme di elementi, di solito inferiore a 6);
- estimazione (valutazione accurata del numero di un insieme più ampio, contenente minimo 6 elementi);
- conta (numerare progressivamente gli elementi di un insieme) Gelman e Gallistel (1978) delinearono 5 principi che sottendono la definizione di "contare":
- ad ogni elemento di una serie corrisponde un singolo numero;
- i numeri devono essere ordinati secondo una precisa sequenza;
- l'ultimo numero di una sequenza rappresenta anche la totale numerosità della serie;
- la conta si applica a gruppi omogenei e eterogenei di singoli oggetti di natura sia fisica che mentale;
- il numero che corrisponde a ciascun elemento di una serie non è importante nel conteggio.

Lo studio condotto da West e Young (2002) dimostrò che i cani possiedono una certa competenza numerica. Il metodo si basava sulla cosiddetta *expectancy violation*: la reazione di sorpresa che un osservatore manifesta quando si trova in presenza di eventi che violano la sua aspettativa. Furono presentati al cane tre semplici calcoli: "1+1= 2"; "1+1=1"; e "1+1=3". Due grossi pezzi di cibo venivano posti dinanzi al cane, in due momenti successivi; in seguito, si interponeva uno schermo opaco tra il cane e il cibo e, dopo aver sollevato tale schermo, si offrivano al soggetto tre possibili scenari. Il cane poteva vedere: le stesse quantità di cibo, un solo pezzo oppure tre pezzi. I ricercatori rilevarono che la durata dello sguardo del cane era indubbiamente maggiore nelle ultime

due condizioni, dimostrando che queste non rispecchiavano la sua aspettativa. Ciò significa che l'animale aveva già previsto il risultato del calcolo, cioè era riuscito a contare, seppure in un modo alquanto rudimentale.

In un esperimento più recente, Ward e Smuts (2007), mostrando al cane due diverse quantità di cibo, notarono che l'animale sceglieva quasi sempre la quantità maggiore, se le due quantità presentate differivano per più di un elemento. In altre parole, nonostante il rapporto fosse lo stesso nelle situazioni 1 vs 2 e 2 vs 4, i cani rispondevano con successo solamente nell'ultimo caso.

Il cane seguiva la legge di Weber, la quale afferma che due grandezze diventano più facilmente distinguibili man mano che il rapporto tra quella più piccola e quella più grande diminuisce.

Nello stesso esperimento era prevista un'altra prova per verificare se il cane fosse in grado di scegliere sulla base della propria rappresentazione mentale delle due quantità, senza affidarsi a informazioni di tipo percettivo. In tale prova lo sperimentatore, dopo aver presentato i due piatti, attendeva per 5 secondi, consentendo all'animale di esaminare le due quantità e poi ricopriva il tutto. In tal modo, il contenuto dei piatti non era visibile al momento della scelta. Ancora una volta la *performance* fu soddisfacente. I ricercatori, però, ricondussero tale risultato a una particolare strategia: i cani, infatti, continuavano a fissare il piatto con la quantità maggiore anche dopo che questo era stato ricoperto. Per scongiurare tale possibilità, fu realizzata un'altra prova, in cui lo sperimentatore posizionava i due piatti entrambi coperti, poi ne scopriva uno, mostrandone il contenuto, lo ricopriva e ripeteva la stessa procedura con l'altro piatto. I soggetti testati continuarono a scegliere la quantità più grande con maggiore frequenza.

Utilizzando un metodo simile, Újfalussy e collaboratori (2007) riscontrarono performance analoghe esaminando 10 cani e 4 lupi. Nell'esperimento di Ward e Smuts (2007), in ogni *trial* si offriva al soggetto uno scenario diverso. Újfalussy e collaboratori (2007) rilevarono che, presentando ripetutamente la stessa opzione, seppur variando la posizione delle due quantità di cibo, la performance del cane diminuiva. In altri termini, era come se il cane, esposto ad una determinata situazione, mostrasse una certa preferenza per un lato, tale per cui, riproponendo una condizione simile, la scelta ricadesse nuovamente su quel lato, inficiando così la prova. Quest'atteggiamento di preferenza per un lato comparve anche quando al cane fu impedito di consumare il cibo che aveva scelto; mentre, nel caso in cui su di un lato non veniva posto alcun cibo (ad esempio 0 vs 2), l'animale rispondeva alternando la propria scelta. Gli Autori ne dedussero che, nonostante il cane avesse dato prova di saper discriminare tra due quantità diverse, la visibilità del cibo e la somiglianza con la precedente situazione sperimentale erano sufficienti a sviarlo.

## 3.12 *Capacità cognitive sociali*

Le capacità cognitive sociali si riferiscono a quei processi cognitivi che operano su informazioni ricavate dall'osservazione e dall'interazione tra individui appartenenti a un gruppo sociale (Rooney e Bradshaw, 2006).

### 3.12.1 *Comprensione delle indicazioni fornite dall'uomo*

I cani sono in grado di rispondere adeguatamente a svariati gesti, carichi di significato comunicativo.

Elenchiamo, qui di seguito, alcune di queste particolari modalità di indicazione:

#### *Puntare*

E' stato dimostrato che i cani rispondono con maggiore accuratezza nei casi in cui:

- lo sperimentatore continua a puntare verso il contenitore giusto nel momento in cui l'animale effettua la sua scelta (Bräuer *et al.*, 2006);
- la mano utilizzata dallo sperimentatore per indicare è vicina al contenitore corretto (Soproni *et al.*, 2002; Miklósi *et al.*, 2005);
- il gesto viene compiuto in modo dinamico (Hare *et al.*, 1998).

Ad ogni modo, nelle condizioni opposte a quelle sopracitate, il cane riesce comunque a rispondere correttamente, sebbene con una *performance* più scadente.

Tuttavia, i segni che i cani non sono in grado di interpretare adeguatamente consistono nel puntare con:

- il braccio opposto al contenitore giusto, senza estendere la mano al di là del tronco (Hare *et al.*, 1998; Soproni *et al.*, 2002; Udell *et al.*, 2008);
- il braccio diretto frontalmente, ancora una volta, senza che esso sporga da un lato del tronco dello sperimentatore (Hare *et al.*, 1998);
- il gomito (Soproni *et al.*, 2002; Udell *et al.*, 2008);
- la gamba (Udell, 2008).

Udell e collaboratori (2008) rilevarono, inoltre, che alcuni cani sapevano rispondere, seppure con un livello di *performance* riconducibile alla casualità, anche quando l'indicazione era fornita da un braccio meccanico o dal braccio di una bambola; mentre Soproni e collaboratori (2002), utilizzando un bastone, ottennero dei risultati leggermente più soddisfacenti.

Numerosi studi dimostrano che il cane è in grado di scegliere correttamente tra i due contenitori semplicemente utilizzando l'olfatto. Tuttavia, la semplice presenza di una persona interposta tra i contenitori, senza che essa dia alcuna indicazione, è sufficiente per alterare la *performance* dell'animale (Szetei *et al.*, 2003). Inoltre, anche quando viene data la possibilità ai cani di annusare i contenitori, se, successivamente, osservano lo sperimentatore che punta verso il contenitore sbagliato, loro tendono, sorprendentemente, a scegliere quest'ultimo (Szetei *et al.*, 2003). Ciò dimostra che, per il cane risultano essere decisamente più importanti le informazioni a carattere sociale (indicazioni fornite dall'uomo), rispetto a quelle fisiche (ad esempio, l'odore).

### **Rotazione della testa**

Spesso la gente, quando indica qualcosa, tende a ruotare la testa in direzione dell'oggetto in questione. I cani sono in grado di comprendere il significato di tale gesto, rispondendo in modo appropriato; sebbene il livello della *performance* sia inferiore rispetto a quando le indicazioni vengono fornite puntando (McKinley e Sambrook, 2000; Udell *et al.*, 2008). Alcuni soggetti rispondono bene sin dall'inizio, altri, invece, imparano a rispondere nel corso delle varie prove (Miklósi *et al.*, 1998). Ad ogni modo, l'accuratezza può essere incrementata se alla rotazione della testa si associa anche lo sguardo rivolto verso il contenitore giusto (Hare *et al.*, 1998).

### **Cenno con il capo**

Questo gesto comporta un movimento della testa più pronunciato rispetto alla rotazione, pertanto, genera una risposta più precisa (Miklósi *et al.*, 1998).

### **Inclinazione della testa**

Si tratta di un gesto che occorre raramente nell'interazione tra uomo e cane, di conseguenza non assume un valore informativo per l'animale, che, quindi, non reagisce in modo appropriato (Udell *et al.*, 2008).

### **Chinarsi**

Il movimento di piegamento del proprio corpo non viene comunemente utilizzato dalle persone per indicare la localizzazione di un oggetto, tuttavia i cani riescono ugualmente a interpretarlo in tal senso (Miklósi *et al.*, 1998), soprattutto se la persona guarda l'animale mentre compie tale gesto (Udell *et al.*, 2008).

### **Sguardo**

Diversi studi hanno testato l'abilità del cane nel localizzare il cibo nascosto, basandosi semplicemente sulla vista dello sperimentatore che rivolge il proprio sguardo verso il punto esatto, pur mantenendo la testa orientata verso il cane. In alcuni casi lo sperimentatore alterna lo sguardo tra il contenitore e il cane, in altri, invece, fissa continuamente il contenitore finché l'animale non effettua la sua scelta. I risultati dimostrano che il cane non reagisce in modo efficace a questa indicazione se non è accompagnata da un movimento del corpo (Hare *et al.*, 1998). Ad ogni modo, la *performance* risulta migliore nel caso in cui lo sguardo viene mantenuto per lungo tempo, rispetto a quando, invece, lo sperimentatore lancia un'occhiata rapida (Bräuer *et al.*, 2006; McKinley e Sambrook, 2000). Alcuni soggetti imparano a usare lo sguardo come fonte di indicazione nel corso delle varie prove (Miklósi *et al.*, 1998; Udell *et al.*, 2008).

### **Contrasegni**

Abbiamo già visto, nel capitolo sulle capacità cognitive fisiche del cane, come esso sia in grado di trovare il cibo utilizzando degli oggetti come contrassegno. Vogliamo, qui, ribadire che la risposta dell'animale è decisamente più soddisfacente quando gli viene consentito di vedere la persona o una parte del suo corpo mentre compie il movimento per posizionare il *marker* (Udell *et al.*, 2008).

Occorre, ora, precisare l'importanza che rivestono la posizione e il movimento dello sperimentatore, quando vengono eseguite questo genere di prove.

Se, ad esempio, lo sperimentatore si trova vicino o dietro al contenitore sbagliato, ma punta o ruota la testa verso quello giusto, i cani sono ugualmente capaci di localizzare il cibo (Hare *et al.*, 1998). Sorprendentemente, questi animali rispondono correttamente anche quando lo sperimentatore si muove verso il contenitore errato, puntando, però, verso quello giusto (McKinley e Sambrook, 2000). Infatti, la vicinanza dello sperimentatore al contenitore sbagliato induce in errore i cani solamente quando la persona non fornisce nessun'altra indicazione (Hare e Tomasello, 1999).

E' plausibile che i cani abbiano imparato a rispondere alle indicazioni fornite dall'uomo a causa della loro profonda familiarità con le persone; la maggior parte dei cani, infatti, fa affidamento all'uomo durante tutto il corso della loro vita, ottenendo da lui tutto ciò di cui ha bisogno: cibo, acqua, contatto fisico e interazioni sociali. Verrebbe, quindi, da pensare che qualsiasi animale viva a stretto contatto con l'uomo e riceva da lui tutte le cure necessarie, acquisisca una certa domesticità con il movimento del suo corpo, soprattutto le braccia e le mani, tale da riuscire a comprendere il significato comunicativo dei suoi gesti. Tuttavia, i diversi studi che pongono a confronto tale capacità del cane con quella di lupi allevati dall'uomo e quindi, altamente socializzati, dimostrano che la superiorità del cane va attribuita a un qualcosa di più della sua semplice esposizione all'uomo e al suo ambiente (Hare *et al.*, 2002; Miklósi *et al.*, 2003; Virányi *et al.*, 2008). Oltretutto, se è vero che i cani imparano a rispondere alle indicazioni fornite dall'uomo attraverso la costante interazione con le persone, ne deriverebbe che i cuccioli siano meno efficienti rispetto ai cani adulti. Invece, diverse ricerche hanno dato prova che i cuccioli



possiedono le stesse competenze dei cani adulti (Agnetta *et al.*, 2000; Hare *et al.*, 2002; Riedel *et al.*, 2008). In aggiunta a ciò, non si rilevano differenze tra la performance di cuccioli che vivono in canile o che non hanno ancora lasciato la casa dell'allevatore e quella di cuccioli che risiedono presso una famiglia (Hare *et al.*, 2002; Riedel *et al.*, 2008). Tutto ciò fa pensare che la sensibilità dei cane nei confronti dei gesti umani sia un'abilità innata, indipendente dalle esperienze dell'animale; ossia che sia frutto del processo di domesticazione (Hare e Tomasello, 2005). Tuttavia, Udell e collaboratori (2008) rinvenne che i cani appartenenti a un rifugio, dei quali non si conosceva la storia precedente, erano incapaci di trovare il cibo seguendo l'indicazione fornita dallo sperimentatore; ciononostante, riuscirono ad apprendere tale abilità nel corso dei vari test. In conclusione, la capacità del cane di comprendere il valore comunicativo dei gesti umani deriva probabilmente dalla complessa interazione tra fattori genetici, fattori ambientali e esperienze del singolo soggetto (Elgier *et al.*, 2009).

### 3.12.2 *Comportamento intenzionale nella comunicazione tra uomo e cane*

Miklósi e collaboratori (2000) dimostrarono che il cane riesce a intraprendere una comunicazione referenziale con il proprietario. In particolare, cercarono di capire se il cane è in grado di richiamare l'attenzione del proprietario e di direzionarlo verso un *target*, partendo dal presupposto che la domesticazione potesse aver generato delle analogie tra il comportamento umano e quello del cane (Topál *et al.*, 1998). Hare *et al.* (1998) avevano già verificato che il cane era in grado di informare un'ignara persona sulla localizzazione del cibo precedentemente nascosto: la persona era, quindi, capace di trovare il cibo semplicemente osservando l'orientamento del corpo del cane, e l'abbaiamento di quest'ultimo era stato interpretato come un segnale di richiamo di attenzione. La situazione sperimentale proposta da Miklósi e collaboratori(2000) prevedeva tre condizioni. La prima condizione serviva per valutare quale fosse l'effetto legato alla sola presenza del proprietario, sul comportamento del cane. Il cane e il proprietario si trovavano entrambi in una stanza, in cui erano state disposte tre ciotole in particolari punti, tali per cui il cane non poteva vederne il contenuto. Dopo un po' il proprietario usciva. Successivamente entrava un'altra persona che semplicemente accarezzava il cane e poi andava via. Allora il proprietario rientrava nella stanza per poi uscire nuovamente. Le osservazioni confermarono che la sola presenza del proprietario non aveva alcun effetto particolare sul cane, il quale non mostrava particolare interesse verso le ciotole, mentre guardava, piuttosto, il proprietario e la porta. La seconda condizione differiva dalla precedente in quanto la persona che entrava nella stanza portava con sé del cibo (o un giocattolo preferito) e lo nascondeva in una delle ciotole; tutto ciò era ben visibile al cane. Gli studiosi notarono che il cane, lasciato solo in presenza del cibo (o giocattolo), mostrava poco interesse verso il punto in cui prima sedeva il proprietario, mentre indirizzava il suo sguardo prevalentemente verso la ciotola contenente il cibo. Nell'ultima condizione sia il proprietario sia il cibo (o giocattolo)

nascosto erano contestualmente presenti. I cani, allora, manifestarono un particolare comportamento alternando lo sguardo tra il proprietario e la ciotola, e associando allo sguardo anche dei vocalizzi; tale atteggiamento assumeva, quindi, un valore indicativo. Pertanto, i cani non sono solamente in grado di comprendere la gestualità dell'uomo, ma sono a loro volta capaci di esprimere opportuni segnali che sappiano indirizzare la persona verso un punto di interesse.

### **3.12.3 *Comportamento mimetico ed anticipazione nel cane***

Kubinyi e collaboratori (2003) condussero uno studio per verificare se il cane era in grado di intraprendere di sua iniziativa un *detour*, dopo averlo percorso più volte insieme al suo proprietario. Fu richiesto al proprietario di modificare il tragitto normalmente percorso per tornare a casa, al termine della passeggiata giornaliera, facendo una piccola deviazione. I proprietari eseguirono questo *detour* almeno 180 volte, nell'arco di un periodo variabile dai 3 ai 6 mesi. Durante i primi 30 giri, tutti i cani seguivano il proprietario; in seguito 4 cani su 8 iniziarono a percorrere tale deviazione ancor prima che il proprietario ne avesse mostrato l'intenzione. Le osservazioni condotte successivamente su uno solo di questi cani, rivelarono che tale comportamento veniva assunto ancor prima se una seconda persona familiare iniziava a percorrere anche lei il *detour*. Ciò che risultò essere più interessante, fu che il cane mostrava di voler seguire quella deviazione, anche dopo che il proprietario aveva smesso di percorrerla, ormai già da lungo tempo. Questo comportamento fu considerato come una forma di anticipazione a carattere sociale; in altre parole, i cani anticipavano la futura azione del proprietario. Tale anticipazione si manifesta quando un animale impara una particolare sequenza di azioni svolte da un altro individuo, adottandole lui stesso e riuscendo, così, a predire ogni singola azione della sequenza.

### **3.12.4 *Riconoscimento dello stato di attenzione di una persona nei confronti del cane***

Gácsi e collaboratori (2004) indagarono, in due esperimenti, la capacità del cane di riconoscere il grado di attenzione da parte del proprietario nei loro confronti. Nel primo studio i proprietari potevano assumere due diverse posizioni, stando di fronte al cane oppure volgendo le spalle, e potevano avere gli occhi bendati oppure no. Furono realizzate tre situazioni: il riporto di una palla in un contesto di gioco; il riporto di un oggetto con il proprietario seduto su una sedia oppure seduto per terra. I cani mostrarono maggiore esitazione nel riportare la palla o l'oggetto davanti al proprietario con gli occhi bendati. Con la sola eccezione del contesto di gioco, i cani riportarono l'oggetto di fronte alla persona, indipendentemente dal fatto che questa era rivolta verso di loro oppure volgeva loro la schiena. Nel secondo studio i cani potevano scegliere tra due persone a cui richiedere del cibo, basandosi, ancora una volta, sulla visibilità dei loro occhi e sulla direzione del loro volto. Ne risultò che la visibilità del volto, e probabilmente anche l'orientamento del corpo, giocò un ruolo fondamentale nel riconoscimento dello stato di attenzione, mentre la visibilità degli

occhi ebbe meno valore. Pertanto, questo lavoro fornì la prova che i cani erano in grado di investigare lo stato di attenzione del proprietario basandosi su queste piccole indicazioni, un aspetto fondamentale per una corretta comunicazione interspecifica.

### 3.12.5 *L'effetto dell'uomo sulla scelta operata dal cane*

Lo studio condotto da Prato-Previde e collaboratorie (2008), dimostrò come la scelta del cane, posto dinanzi a due diverse quantità di cibo, potesse essere influenzata dall'atteggiamento assunto dal proprietario. Furono realizzate tre condizioni: nella prima il cane poteva scegliere liberamente tra una grande e una piccola quantità di cibo; nella seconda situazione, la scelta era consentita solo dopo che il cane aveva assistito all'atteggiamento di preferenza da parte del suo proprietario verso la quantità più piccola; infine, il cane poteva scegliere tra due piccole quantità di cibo, tra loro perfettamente uguali, ancora una volta solo dopo che il proprietario aveva mostrato la sua preferenza verso una di esse. Fu riscontrato un notevole effetto sulla *performance* dell'animale: nella prima condizione i cani scelsero prevalentemente la quantità più grande, nella prova successiva questa loro tendenza iniziò a calare, ma fu soprattutto nell'ultimo test che la loro scelta ricalcò decisamente quella del proprietario. Tali risultati confermarono che il comportamento del cane può essere largamente condizionato da quello del suo proprietario, anche quando questo risulta essere controproducente.

In uno lavoro più recente Marshall-Pescini e collaboratori (2010) vollero indagare se una persona del tutto estranea all'animale, in una situazione sperimentale del tutto identica a quella dello studio precedente, fosse in grado di influenzarne la scelta, al pari del suo proprietario. Ancora una volta, i cani seguirono la preferenza mostrata dalla persona estranea anche quando questa risultava essere svantaggiosa; pertanto, la scelta dell'animale risultò essere influenzata, allo stesso modo, sia dall'atteggiamento del proprietario che di un individuo estraneo. Fu condotto, allora, un secondo esperimento in cui i cani potevano scegliere, in tre condizioni distinte, tra due alimenti aventi una diversa appetibilità: un pezzo di salsiccia (alimento più appetibile) e un *pellet* secco: nella prima prova la scelta era libera; nella seconda condizione i cani potevano scegliere dopo aver visto che il proprietario o la persona estranea preferivano il *pellet*; infine, i cani sceglievano tra un singolo *pellet* e otto pezzi di salsiccia, dopo che il proprietario o la persona estranea aveva scelto il *pellet*. I cani continuarono a seguire la preferenza mostrata da entrambi (proprietario ed estraneo), confermando, quindi, l'elevato grado di socialità che caratterizza questa specie, ma che, allo stesso tempo, è stato senz'ombra di dubbio rafforzato dal processo di domesticazione.

### 3.12.6 *Identificazione del proprietario sulla base di stimoli uditivi e visivi*

Adachi e collaboratori (2007) realizzarono uno studio in cui ai cani veniva mostrata la foto del proprietario o quella di una persona estranea, dopo aver ascoltato le loro voci registrate. In alcuni *trial* la voce e l'immagine presentate appartenevano alla stessa persona, in altri, invece c'era

incongruenza tra le due. I ricercatori notarono che i cani osservavano più a lungo la foto del proprietario quando questa non era conforme alla voce udita; ciò fece supporre che i cani avessero realizzato una rappresentazione interna del volto del proprietario dopo aver ascoltato la sua voce. In altre parole, ciò diede prova della capacità del cane di generare una immagine visiva nella sua mente, sulla base dell'informazione uditiva ricevuta.

### ***3.12.7 Influenza del ritardo delle azioni del proprietario sul comportamento del cane***

Yamamoto e collaboratori (2009) esaminarono quali conseguenze avesse sul comportamento del cane un eventuale ritardo nell'esecuzione di alcune azioni da parte del proprietario. In particolare, fu valutato l'effetto del ritardo in merito alla risposta ad alcuni comandi, il rinforzo (premio) e la punizione (rimprovero). Gli studiosi riscontrarono un progressivo declino della risposta ai comandi impartiti, in funzione dell'incremento del ritardo; precisamente, i cani iniziarono a non rispondere più ai comandi quando il ritardo era di 2, 1 e 0,5 secondi. Inoltre, il numero di comandi pronunciati dallo sperimentatore per farsi obbedire aumentò nelle prove con ritardi di 2 e 1 secondo e il tempo necessario per ottenere la risposta da parte del cane aumentò in modo significativo nelle prove con ritardi di 2, 1 e 0,5 secondi. Mentre ritardi di 0,27 e 0,13 secondi non influirono in modo particolare sul comportamento del cane. Questo studio evidenziò l'importanza che riveste il fattore tempo quando si presentano dei comandi e successivamente si premia o si rimprovera l'animale. Il ritardo incide profondamente non solo sull'apprendimento di nuovi comportamenti, ma anche sull'esecuzione di comportamenti già appresi. I risultati osservati suggeriscono l'idea che ritardi ripetuti nel corso delle interazioni quotidiane tra il cane e il suo proprietario, possano intaccare duramente la comunicazione tra l'uomo e l'animale, creando fraintendimenti e soprattutto generando stress, frustrazione e ansia nel cane.

### ***3.12.8 Discriminazione di stimoli acustici***

Non sono numerosi gli studi condotti sulla discriminazione di stimoli acustici in situazioni di laboratorio. Fernandes e Church (1982) dimostrarono, grazie a esperimenti condotti sui ratti, che questi riuscivano a discriminare tra un segnale costituito da due suoni e uno di quattro basandosi esclusivamente sul numero degli stimoli e non su altre caratteristiche, come possono essere informazioni di natura temporale (durata e intervallo tra i singoli stimoli sonori), perché queste vennero attentamente controllate. In altri tipi di ricerche sempre sugli stimoli acustici D'Amato e Salmon (1982) utilizzarono due melodie musicali semplici create artificialmente per addestrare ratti e scimmie a discriminare tra esse. Gli stimoli erano rappresentati da una sequenza fissa di note della durata di 4 secondi; gli animali impararono a distinguere l'una dall'altra e, in più, furono in grado di generalizzare il compito nel momento in cui gli vennero presentati stimoli differenti dai precedenti di un'ottava o d'intensità diversa. Inizialmente gli studiosi pensarono che la discriminazione si

basasse solo sulla struttura dei motivi, ma, approfondendo l'argomento, capirono che i ratti si servivano anche di altre caratteristiche del suono, ossia la differenza di frequenza media tra gli stimoli. Allo stesso modo Poli e Prato Previde (19) ottennero risultati analoghi sui ratti, utilizzando però melodie complesse di 36 note ciascuna realizzate artificialmente. Le due melodie erano diverse tra loro solo dal punto di vista melodico e timbrico, mentre per quanto riguarda frequenza media, durata, ritmo e numero di note erano del tutto uguali. Gli sperimentatori divisero i ratti in tre gruppi: al primo gruppo spettava il compito di discriminare in base a timbro e struttura, al secondo in base al solo timbro e al terzo gruppo in base alle sole differenze di struttura. Dalla prova risultò che solo il primo e il secondo gruppo di ratti riuscì nella discriminazione, mentre il terzo gruppo non mostrò nessun segno di apprendimento. Da ciò deriva che gli animali presentano difficoltà nella discriminazione se si devono basare solo sulla struttura dello stimolo e preferiscono sfruttare altre caratteristiche del suono, quali frequenza, ritmo e timbro. Non è possibile tuttavia ritenere questi risultati veritieri in modo assoluto poiché bisogna considerare che sono stati utilizzati stimoli di natura artificiale. Sarebbe più opportuno, prima di trarre conclusioni, eseguire delle prove in laboratorio con stimoli più naturali e significativi per i soggetti coinvolti (Poli e Prato Previde, 1994).

### ***3.13 Metodi sperimentali utilizzati per indagare i processi cognitivi nel cane***

La maggior parte dei metodi per l'indagine delle capacità cognitive degli animali trae origine, con opportune modifiche, dalle tecniche adoperate in psicologia umana per lo studio delle stesse abilità nei bambini in età pre-verbale.

#### ***3.13.1 Expectancy violation (violazione dell'aspettativa)***

L'obiettivo di questa tecnica è verificare se l'animale possiede la facoltà mentale di conservare informazioni e utilizzarle in seguito per predire eventi futuri. In tal senso, è possibile utilizzare questo metodo per valutare la capacità degli animali di mantenere la rappresentazione di un oggetto in mente, anche quando questo non è più visibile (Hauser, 2000).

Per spiegare meglio in cosa consiste tale tecnica, prendiamo come esempio l'esperimento con le scimmie di Tinklepaugh (1928). Nella prima fase di questo esperimento si nasconde una banana sotto una di due tazze capovolte e si richiede alla scimmia di indicare quale sia la tazza contenente il cibo. Successivamente, lo sperimentatore, senza essere visto per mezzo di uno schermo opaco, sostituisce la banana (premio di maggior valore) con dell'insalata (premio di minor valore). Tinklepaugh (1928) definì la reazione della scimmia di "stupore e rabbia". Il soggetto infatti, dopo

aver scelto la tazza giusta e trovando al suo interno l'insalata al posto della banana, mostrava un certo disappunto, gettando via l'insalata. Questo atteggiamento sembra dimostrare l'esistenza di un'aspettativa anche nell'animale. Tuttavia, questo studio non consente di misurare in modo oggettivo il grado di sorpresa del soggetto. Per sopperire a questa carenza fu introdotto un altro elemento, la durata dello sguardo: si parte dal presupposto che il soggetto tende ad osservare più a lungo quelle situazioni che violano le sue aspettative. Questo metodo fu ideato da Wynn nel 1992 per studiare le abilità numeriche nei bambini in età pre-verbale. Nel suo esperimento venivano poste delle bambole dinanzi a bambini di cinque mesi. Successivamente, le bambole venivano coperte da uno schermo opaco e, una volta rimosso lo schermo, compariva un numero di bambole uguale o diverso da quello precedente. Wynn (1992) notò che i bambini osservavano più a lungo le bambole quando queste apparivano in quantità maggiore o minore. Questo loro atteggiamento, inteso come un certo grado di stupore, dimostrava che riuscivano a distinguere quantità diverse. Un metodo analogo è stato recentemente impiegato per indagare le competenze numeriche del cane domestico (West e Young, 2002).

### 3.13.2 *Mental state attribution* (attribuzione di stati mentali)

Questo metodo valuta la capacità di assumere il punto di vista di un altro individuo. Nell'originale esperimento di Wimmer e Penner (1983), due bambini vedevano lo sperimentatore mentre posizionava un giocattolo in un punto A. Successivamente, un bambino lasciava la stanza e lo sperimentatore spostava il giocattolo in un altro punto B. Si richiedeva al bambino rimasto nella stanza di indicare in quale punto, secondo lui, l'altro bambino avrebbe cercato l'oggetto, una volta rientrato nella camera. Un bambino capace di assumere la prospettiva di un altro soggetto avrebbe indicato il punto A, realizzando che l'altro bambino non aveva assistito al cambio di sede dell'oggetto.

Povinelli e collaboratori (1990, 1997), ispirandosi a questo metodo, ne realizzarono altri due, di più facile applicazione negli studi condotti sugli animali. In entrambi i casi furono adoperate delle scimmie.

Nel primo metodo le scimmie vengono inizialmente addestrate a richiedere del cibo a una persona. Successivamente, viene loro richiesto di distinguere tra un soggetto vedente, e quindi a conoscenza della localizzazione del cibo, e un soggetto bendato, che invece non sa dove il cibo sia stato riposto. Questa tecnica è stata adattata anche per i cani dagli studiosi Bishop e Young (dati non pubblicati, citato in Cooper *et al.*, 2003). Nel loro esperimento furono adottate diverse strategie per impedire la visione, quali, ad esempio: il bendaggio degli occhi, oppure coprendo la testa con un cestino o ancora oscurando gli occhi con un libro. La maggior parte dei cani si recò dalla persona che poteva vedere. Inoltre, i risultati di tale prova suggeriscono l'idea che la scelta dei cani sia influenzata dalle loro precedenti esperienze: il bendaggio o la presenza del cestino sono, infatti, situazioni nuove per gli animali, mentre i cani sono relativamente abituati a vedere persone che leggono un libro,

pertanto, pochissimi soggetti risposero andando dallo sperimentatore apparentemente impegnato in questa attività.

Il secondo metodo consiste nell'uso di dimostratori per localizzare del cibo nascosto. Le scimmie vengono prima addestrate a individuare il posto in cui è stato nascosto il cibo sulla base dell'indicazione fornita da una persona, ad esempio, puntando con il dito. Si ripropone, quindi, una situazione sperimentale simile a quella realizzata da Wimmer e Penner (1983), dove solamente uno dei due sperimentatori conosce la localizzazione giusta, mentre l'altro non ne è a conoscenza perché non era presente nel momento in cui il cibo veniva posizionato, oppure perché non poteva vedere. Le scimmie scelgono prevalentemente il punto indicato dalla persona informata.

L'interpretazione di questo lavoro è stata oggetto di numerosa critiche. In particolare, si contestava la possibilità che i due dimostratori assumessero, al momento della scelta, un atteggiamento diverso: nello specifico, si riteneva che la persona a conoscenza della localizzazione del premio mostrasse maggiore sicurezza nell'indicare la sede. Per risolvere questo problema Held e collaboratori (2001) propose di utilizzare dei conspecifici come dimostratori. Il loro studio fu condotto sui suini, ma il risultato fu falsato perché non tennero conto dell'istintivo comportamento di antagonismo, in riferimento alla risorsa cibo, che caratterizza questa specie: 12 su 13 soggetti evitarono la scelta di entrambi i dimostratori, solamente un soggetto rispose adeguatamente, mostrando di preferire la scelta del dimostratore informato in 21 prove su 24.

Ashton e Cooper (dati non pubblicati, citato in Cooper *et al.*, 2003) effettuarono un test simile con i cani. Addestrarono nove cani ad individuare il cibo nascosto dietro uno di quattro schermi. I cani risposero correttamente quando potevano assistere all'occultamento. In seguito, questa possibilità fu loro preclusa, posizionando una coperta sulle loro gabbie di partenza. In questa condizione i cani commisero decisamente più errori. Successivamente, fu offerta a questi cani la possibilità di osservare un altro cane che era a conoscenza del nascondiglio. I soggetti testati seguirono il cane-dimostratore, riuscendo così a localizzare il cibo più velocemente e commettendo meno errori. Tuttavia, non fu chiaro se i cani riconoscessero nel conspecifico il ruolo di "fonte di informazioni" o se lo seguissero semplicemente. Lo studio si completava riproponendo una situazione analoga a quella realizzata da Held e collaboratori (2001): ne risultò che i cani seguivano indistintamente entrambi i dimostratori, mostrando chiaramente di non saper risolvere adeguatamente il test.

In una situazione sperimentale simile a quella originaria, creata da Povinelli e collaboratori (1990), ben 14 cani su 15 testati risposero correttamente nel primo *trial*, scegliendo la direzione indicata dalla persona informata; ma, già nelle prove successive, sembrava che i cani non riuscissero più a discriminare tra i due dimostratori (Cooper *et al.*, 2003).

### 3.13.3 *Delayed matching-to-sample* (confronto ritardato tra campioni)

Si tratta di una delle tecniche più usate per lo studio della memoria di lavoro negli animali. La prova inizia con la presentazione di uno stimolo, detto stimolo campione (*sample*). Segue, poi, un

intervallo di tempo o periodo di ritenzione (*delay*), al termine del quale vengono presentati due o più stimoli, definiti stimoli di confronto. Il soggetto viene premiato se sceglie lo stimolo di confronto che è uguale (*matches*) allo stimolo campione; quest'ultimo rappresenta, quindi, lo stimolo da ricordare. Solitamente vengono presentati più stimoli campione in modo casuale nelle varie sedute; anche la posizione dello stimolo di confronto corretto varia in modo casuale. Per risolvere questo compito è indispensabile che l'animale comprenda bene il concetto di identità tra gli stimoli. Questo metodo è suscettibile di piccole modifiche, relative, ad esempio: alla natura dello stimolo campione, alla durata dell'iniziale esposizione allo stimolo campione oppure alla durata dell'intervallo tra la presentazione dello stimolo campione e quella degli stimoli di confronto. Tali modifiche possono incidere profondamente sull'accuratezza della *performance* dei soggetti: in particolare, l'accuratezza aumenta all'aumentare del tempo di presentazione dello stimolo campione e diminuisce al crescere dell'intervallo di ritenzione. Ci sono, inoltre, stimoli che vengono ricordati più facilmente di altri.

(Poli e Prato Previde, 1994)

#### 3.13.4 *Visible displacement* (dislocamento visibile)

Gli animali vivono in un mondo in cui gli oggetti, sia animati sia inanimati, si muovono continuamente nello spazio, apparendo, scomparendo e riapparendo in punti sempre diversi. La capacità di riconoscere che un "oggetto" è sempre lo stesso, indipendentemente dalla sua posizione, così come l'abilità di ricercare e ritrovare gli "oggetti" desiderati, dopo che questi sono svaniti, rivestono un importante valore adattativo (Dumas, 1998). Certamente, gli animali possono risolvere questo genere di compito in diversi modi (Etienne, 1984), per esempio: maschi e femmine possono fare affidamento ai feromoni per ritrovarsi; mentre i genitori rintracciano la propria prole sfruttando i vocalizzi da questa emessi; ancora, i predatori individuano la loro preda facendo ricorso agli altri organi di senso diversi dalla vista, come l'udito e l'olfatto; *etc.* Tuttavia, ci sono alcune particolari condizioni in cui "l'oggetto" è scomparso senza lasciare nessuna indicazione direttamente percepibile nell'ambiente, pertanto, la ricerca deve essere condotta facendo uso di opportune facoltà cognitive. È necessario, infatti, che il soggetto crei una propria rappresentazione mentale del *target* e possieda determinate informazioni spaziali, con particolare riguardo alla relazione vigente tra i vari oggetti in esso presenti.

Piaget (1937) condusse degli studi sui bambini, per indagare questa particolare abilità, da lui definita "permanenza dell'oggetto": un oggetto continua ad esistere anche quando non può essere più rilevato dai nostri sensi. Secondo l'Autore, la "permanenza dell'oggetto" compare gradualmente durante l'ontogenesi, mediante la continua interazione tra un organismo e il mondo fisico che lo circonda. L'Autore sosteneva che, nei bambini, tale capacità si sviluppa attraverso sei stadi, che occorrono entro i primi due anni di vita (vedi Nota). La comprensione della "permanenza



dell'oggetto" raggiunge la piena completezza solo in corrispondenza del quinto stadio (circa 12 mesi di età).

Il *visible displacement* è il metodo comunemente usato per indagare se un determinato organismo possiede tale competenza. Il soggetto testato osserva lo sperimentatore mentre muove e, successivamente, nasconde un *target* in uno di diversi nascondigli. I soggetti che raggiungono lo stadio 5a sono in grado di risolvere questa prova. Un'altra forma di *visible displacement*, leggermente più complessa, consiste nel muovere l'oggetto prima all'interno di un nascondiglio, nel farlo, successivamente, riapparire, per poi nascondere definitivamente all'interno di un altro nascondiglio. Tale compito viene svolto correttamente da coloro che raggiungono lo stadio 5b. Diversi studi hanno dimostrato che varie specie animali, tra cui i cani (Triana e Pasmak, 1981; Gagnon e Doré, 1992, 1993, 1994), sono in grado di risolvere con successo entrambe le prove.

### 3.13.5 *Invisible displacement* (dislocamento invisibile)

Questo metodo richiede un maggiore sforzo da parte del partecipante al test. In questa prova lo sperimentatore inserisce il *target* all'interno di un congegno utilizzato per il dislocamento (solitamente un qualsiasi contenitore opaco o semplicemente la mano chiusa dello sperimentatore), poi sposta quest'ultimo all'interno di una delle scatole poste dinanzi al soggetto oppure dietro a uno dei tanti schermi. Qui, senza farsi vedere, rimuove il *target* dal congegno, lasciandolo, quindi, nella scatola o dietro allo schermo. Successivamente, mostra al soggetto testato il dispositivo vuoto. A questo punto, il soggetto deve ignorare l'iniziale posizione del *target* (all'interno del congegno per il dislocamento) e dedurre l'attuale localizzazione affidandosi ad un'indicazione indiretta (l'assenza del *target* dal dispositivo). I bambini iniziano a svolgere questo test con successo intorno ai 18-24 mesi, in corrispondenza dello stadio 6 (Piaget, 1937). Anche questo metodo può essere leggermente modificato per incrementarne il grado di difficoltà: lo sperimentatore può, infatti, collocare il congegno per il dislocamento prima all'interno di una scatola (o dietro ad uno schermo) e, successivamente, 2 caso, al soggetto viene data la possibilità di ispezionare entrambe le scatole (o schermi). Per la corretta esecuzione di questa prova è necessario il conseguimento dello stadio 6b (Piaget, 1937). Finora, però, poche specie animali hanno dimostrato di riuscire a risolvere questo genere di prova: i migliori risultati sono stati ottenuti con le scimmie (Mathieu *et al.*, 1976; Redshaw, 1978; Wood *et al.*, 1980; Natale *et al.*, 1986; De Blois *et al.*, 1998; Call, 2001; Barth e Call, 2006; Collier-Baker *et al.*, 2006). Tuttavia, anche le scimmie mostrano qualche difficoltà quando il dispositivo per il dislocamento visita due scatole non adiacenti, poste in fila (De Blois *et al.*, 1998; Call, 2001; Collier-Baker e Suddendorf, 2006). Le ricerche condotte sul cane, invece, hanno dato luogo a risultati poco soddisfacenti, suscettibili di pareri contrastanti (Gagnon e Doré, 1993; Collier-Baker *et al.*, 2004; Fiset e LeBlanc, 2007).

### ***Nota:***

Le fasi tipiche dello sviluppo del concetto di oggetto nei bambini secondo Piaget sono:

Stadio I (0-1 mese): quando un oggetto scompare alla sua vista il bambino non mostra alcun comportamento specifico.

Stadio II (1-4 mesi): la prima attività di ricerca da parte del bambino sembra limitarsi a fissare a lungo il luogo dove ha visto l'oggetto per l'ultima volta.

Stadio III (4-9 mesi): ora sono possibili rudimenti del concetto di permanenza di un oggetto, poiché si sta sviluppando da parte del bambino la capacità di afferrare. I bambini cercheranno oggetti non del tutto visibili o in parte nascosti.

Stadio IV (9-12 mesi): il bambino cerca attivamente e con successo oggetti del tutto nascosti alla vista. Se tuttavia vede nascondere un oggetto in un altro luogo rispetto alla prima volta, subito si metterà a cercarlo nel primo luogo, cioè dove ha trovato l'oggetto la prima volta. Ciò viene definito "errore del IV stadio".

Stadio V (12-18 mesi): il bambino è in grado di andare nel luogo dove ha visto nascondere un oggetto, senza tener conto dei precedenti nascondigli. Se però l'oggetto viene messo in una scatola, la quale viene a sua volta nascosta e l'oggetto viene tolto dal suo interno e lasciato in tale sede, quando la scatola ricomparirà, pur essendo vuota il bambino cercherà l'oggetto solamente al suo interno.

Stadio VI (18-20 mesi): il bambino riesce a risolvere correttamente l'esperimento descritto sopra ed è in grado di trovare oggetti non solo che siano stati chiusi in una scatola, ma anche che siano stati spostati da un nascondiglio a un altro. Se non trova l'oggetto nella scatola, allora il bambino cercherà dapprima con la stessa sequenza con cui ha visto sparire l'oggetto, e infine con la sequenza opposta (Eibl-Eibesfeldt, 2001).

## **3.14 *Gli animali ed i numeri***

Le numerose ricerche condotte dagli studiosi di etologia su animali che vivono in condizioni naturali hanno messo in evidenza la presenza di certe abilità matematiche in vari comportamenti essenziali. Per quanto riguarda la ricerca del cibo, ad esempio, la maggior parte degli animali si avvale di un calcolo mentale per ottimizzare l'apporto energetico durante gli spostamenti: calcola la resa media di una fonte di alimenti servendosi di informazioni in merito al dispendio di energie e alla rapidità della ricerca. Un'altra importante questione è quella della competizione per lo sfruttamento delle risorse del territorio. Prendendo in considerazione, ad esempio, i branchi di leoni, si osserva che questi, per stabilire se un gruppo estraneo costituisce una minaccia, calcolano il numero dei competitori per mezzo della vocalizzazione, ascoltando il numero di leoni che ruggiscono in lontananza. Tra gli scimpanzé, invece, l'attacco e l'uccisione di un membro di

un'altra comunità si verifica soltanto se l'intruso è solo e se ci sono almeno tre maschi adulti nel gruppo degli aggressori (Hauser, 2000).

I potenziali benefici che la vita di gruppo offre includono l'aumento della vigilanza, la diluizione del rischio di essere vittime di predatori, la maggiore possibilità di trovare risorse alimentari e la possibilità di sviluppare strategie di difesa di gruppo (Alcock, 2001). Ad esempio, nello struzzo (*Struthio camelus*) gli individui in branco monitorano a turno l'ambiente con la conseguenza che, passando meno tempo a guardarsi intorno in cerca di predatori, riescono a dedicare più tempo al foraggiamento (Bertram, 1980). Un altro vantaggio della vita sociale è dato dal cosiddetto "effetto diluizione". I membri del gruppo ottengono un vantaggio semplicemente riducendo la probabilità che il singolo individuo venga attaccato da un eventuale predatore (Foster e Treherne, 1981). L'effetto diluizione sembra essere la causa della notevole concentrazione delle farfalle monarca nelle regioni costiere della California e nel Messico centrale: quanto più grande è il gruppo di farfalle in zona di svernamento, minore è la probabilità dei singoli di essere predati dagli uccelli (Calvert *et al.*, 1979). Inoltre, l'attacco di un predatore può spesso risultare meno efficace per la presenza di molteplici bersagli. Questo fenomeno, definito dagli studiosi "effetto confusione", può ridurre la probabilità di essere catturati (Milinski, 1979). Ad esempio, il comportamento di caccia dei cefalopodi è negativamente influenzato dal movimento collettivo delle possibili prede che vivono in gruppo, impedendo al predatore di focalizzare la sua attenzione su un singolo bersaglio (Neill e Cullen, 1974). Diverse ricerche hanno documentato come anche numerose specie di pesci manifestino comportamenti sociali e vivano in aggregati di conspecifici di dimensioni variabili in funzione del contesto. Hoare e collaboratori (2004) hanno osservato il comportamento di aggregazione nel ciprinide *Fundulus diaphanus* misurando la dimensione dei gruppi in quattro diverse condizioni: presenza di uno stimolo olfattivo di natura alimentare; presenza di un feromone d'allarme prodotto dalla cute di pesci feriti; presenza combinata di stimolo alimentare e del feromone d'allarme; condizione di controllo senza alcuna stimolazione olfattiva. I risultati della ricerca dimostrano come, in presenza di una potenziale minaccia, i soggetti tendessero a formare gruppi di grandi dimensioni; viceversa, in presenza di uno stimolo alimentare, si osservava la formazione di gruppi di piccole dimensioni al fine di ridurre la competizione per il cibo. Hager e Helfman (1991) hanno indagato le scelte spontanee nel ciprinide *Phimephales promelas*, sottoponendo i soggetti ad un *test* di scelta di fronte a gruppi di conspecifici di diversa numerosità in assenza ed in presenza di un predatore. Quando tra le due numerosità la distanza era ampia (15 pesci) ed uno dei due banchi era relativamente piccolo, la scelta verso il gruppo più numeroso era netta. Al contrario, quando le numerosità presentate erano ampie la scelta verso uno dei due gruppi era meno evidente, anche quando la differenza tra i due era sempre pari a 15 unità (ad esempio, si osservava una spiccata preferenza in 3 vs 18 e 8 vs 23 mentre nessuna scelta significativa in 13 vs 28).

La capacità di contare costituisce uno degli esempi più complessi di competenza numerica, mentre il livello più elementare è rappresentato dai giudizi di numerosità relativa (Davis e Perusse, 1988).

Si tratta, in sostanza, di quell'abilità che permette di elaborare giudizi di non eguaglianza tra due gruppi di oggetti. Tramite giudizi di numerosità relativa, ad esempio, si può stabilire che il gruppo "X" contiene più elementi del gruppo "Y", senza, tuttavia, possedere alcuna conoscenza del valore assoluto degli elementi contenuti in "X" o "Y". Al tempo stesso, se i gruppi confrontati differiscono per più di un elemento, non vi è modo di sapere se la capacità di indicare quale gruppo è più numeroso implichi una conoscenza della distanza esatta tra il numero di elementi confrontati. Alla base di validi tanto negli animali quanto nell'uomo (Dehaene *et al.*, 1998): il principio della distanza numerica ed il principio della magnitudine. Il primo afferma che la discriminazione tra due grandezze numeriche migliora all'aumentare della distanza tra i gruppi. Così, ad esempio, è più facile discriminare quale gruppo sia più numeroso tra due gruppi composti da 2 e 5 elementi piuttosto che tra due insiemi composti da 4 e 5 unità. L'effetto della magnitudine, invece, sostiene che, a parità di distanza tra due numeri, la discriminazione peggiora all'aumentare degli stessi. Risulta, perciò, più difficile individuare quale gruppo sia più numeroso se a confronto vengono poste 10 unità vs 11 piuttosto che 2 vs 3, nonostante la distanza tra gli elementi delle due coppie sia sempre pari ad uno.

Alla luce dei numerosi studi condotti in laboratorio, i ricercatori hanno avanzato l'ipotesi che vi siano due distinti meccanismi alla base della discriminazione numerica negli animali e che questi siano comuni a tutte le specie di uccelli e mammiferi, uomo incluso. Secondo il modello denominato *object-file*, (Trick e Pylyshyn, 1994; Kahneman *et al.*, 1992), gli animali sarebbero in grado di rappresentare le diverse numerosità costruendo un'immagine mentale degli oggetti in questione. In questo modello gli oggetti verrebbero computati in parallelo e mantenuti contemporaneamente in un magazzino di memoria provvisoria, in maniera simile al modo in cui diversi file possono essere aperti e mantenuti parallelamente in funzione sul *desktop* di un *computer*: ciò permetterebbe la risoluzione di compiti matematici anche molto precisi (come individuare il gruppo più ampio tra due insiemi che distano di un'unità), ma inevitabilmente circoscritti ad un numero di elementi piuttosto limitato, un massimo di 3 o 4 unità (Uller *et al.*, 2003; Hauser *et al.*, 2000).

Secondo il modello dell'accumulatore (Meck e Church, 1983), invece, ogni oggetto verrebbe rappresentato come un impulso dal sistema nervoso centrale. Il sistema cognitivo accumulerebbe poi i segnali ottenuti dalla visione di ciascuno stimolo per trasferire l'informazione alla memoria a lungo termine. In tale luogo, infine, verrebbe assegnata un'etichetta al livello complessivo di impulsi raggiunti in questo ipotetico accumulatore. Numeri diversi sarebbero quindi rappresentati da livelli diversi; tutta via, se la distanza tra due di questi è sottile, può succedere che ricadano all'interno della stessa etichetta, rendendo difficile la discriminazione tra le due quantità. Tale sistema, quindi, non sarebbe preciso, tuttavia, a differenza del meccanismo *object-file*, permetterebbe di distinguere anche tra numerosità molto grandi, purché vi sia adeguata distanza numerica tra i gruppi da discriminare (Agrillo, 2008).

A riprova dell'esistenza di due meccanismi indipendenti di discriminazione numerica vi è il fatto che la maggior parte della letteratura esistente sulle abilità matematiche spontanee di animali e bambini in età pre-verbale documenta una capacità di individuare l'insieme più numeroso sino ad un massimo di 3-4 elementi quando i gruppi confrontati distano di una sola unità (Feigenson *et al.*, 2002; Hauser *et al.*, 2000). Alla base di questa discriminazione potrebbe esservi un meccanismo *object-file* basato su una corrispondenza uno ad uno tra l'oggetto ed il simbolo numerico rappresentato nella mente del soggetto, ma limitato ad un numero piuttosto circoscritto di elementi. Per la discriminazione, invece, di numerosità maggiori di 4 potrebbe intervenire un secondo sistema, l'accumulatore, in grado di discriminare anche tra insiemi molto ampi purché la distanza tra questi sia notevole (Agrillo, 2008).

Anche quando un soggetto sperimentale si è dimostrato in grado di individuare quale tra due insiemi contiene più elementi, non è possibile tuttavia concludere biunivocamente che alla base di tale discriminazione vi sia un reale meccanismo di calcolo matematico. Diverse componenti percettive, infatti, covariano positivamente con la numerosità degli elementi (Agrillo, 2008). La capacità di stimare quale tra due insiemi sia il più numeroso può avvenire sia attraverso un reale meccanismo di calcolo numerico, sia attraverso l'osservazione di fattori, come l'area degli stimoli o lo spazio complessivo da essi occupato, i quali possono fornire indicazioni indirette della numerosità. Qualora gli stimoli utilizzati siano esseri viventi (come il caso di numerose ricerche etologiche dove ai soggetti vengono presentati come stimoli conspecifici o potenziali prede) anche la quantità di movimento dei gruppi-stimolo può fornire suggerimenti immediati su quale sia l'insieme più ampio (Agrillo, 2008). Come tutti i processi di acquisizione di conoscenza, anche la rappresentazione del numero deve essere biologicamente fondata ed è facile ipotizzare come vi siano state delle pressioni selettive nel corso dell'evoluzione che abbiano favorito gli individui in grado di prendere decisioni in contesti dove una capacità matematica avrebbe permesso una risoluzione vantaggiosa di determinati problemi. Le osservazioni naturalistiche mettono in evidenza l'importanza ecologica del possedere abilità numeriche. La ricerca in laboratorio, viceversa, permette di indagare limiti e potenzialità di tali competenze in maniera più sistematica, con un maggior controllo delle variabili che potrebbero alterare le osservazioni durante una ricerca sul campo (Agrillo, 2008). Esistono due modi, in particolare, per studiare le abilità numeriche in ambito etologico: tramite procedure di addestramento, o attraverso l'osservazione delle preferenze spontanee all'interno di un ambiente in cui le variabili numeriche vengono rigidamente controllate (Beran e Beran, 2004).

### 3.14.1 *Procedure di addestramento*

Una classica procedura di questo tipo prevede l'utilizzo di rinforzo alimentare associato ripetutamente ad una specifica quantità numerica. Brannon e Terrace (1998) hanno addestrato scimmie *rhesus* a rispondere a gruppi di stimoli di diversa numerosità presentati sul monitor

ordinando le quantità in ordine crescente. Jordan e Brannon (2006) hanno addestrato dei macachi *rhesus* a toccare sul monitor l'insieme di oggetti che più si avvicinava alla numerosità di un campione di riferimento presentato all'inizio della prova. Biro e Matsuzawa (2001) hanno addestrato uno scimpanzé adulto ad associare numeri arabi ad una serie di punti presentati su di un *monitor*. Al soggetto veniva richiesto di rispondere a tre tipi di compiti diversi: nel primo di questi un insieme di punti appariva inizialmente sul *monitor*; in seguito due numeri arabi comparivano sullo schermo e compito del soggetto era quello di toccare sullo schermo, il numero arabo che rappresentava correttamente la quantità di punti visualizzati. Il secondo test era sostanzialmente speculare al primo: un numero arabo compariva sul monitor, successivamente apparivano due gruppi di punti e lo scimpanzé doveva toccare l'insieme di punti che rappresentava il numero indicato all'inizio. Nell'ultimo test, infine, due numeri arabi comparivano parallelamente sullo schermo ed il soggetto doveva toccare i due stimoli secondo un principio di ordinalità (dal più piccolo al più grande). Al termine dell'addestramento, è stato possibile dimostrare come uno scimpanzé possa risolvere compiti matematici che coinvolgono aspetti quali cardinalità (la capacità cognitiva ad esempio di riconoscere come il simbolo numerico "tre" corrisponda a tutte le categorie di elementi che contengono al loro interno tre unità) e ordinalità (la capacità cioè di riconoscere quale fra due gruppi di elementi sia il più o meno numeroso). Gli esperimenti condotti dalla psicologa Boysen (1996) dimostrano la capacità degli scimpanzé di compiere dei veri calcoli matematici, come l'addizione. La sua scimpanzé Sheba, infatti, fu addestrata ad apprendere le associazioni tra i numeri arabi stampati (da 1 a 4) e le quantità alle quali si riferiscono. La ricercatrice, successivamente, nascose alcune arance in una scatola e altre in una seconda scatola. Il compito di Sheba era di andare a vedere il contenuto di ogni scatola e di riferire poi il numero totale delle arance ritrovate, scegliendo uno dei 4 cartellini distinti dai numeri 1, 2, 3 e 4. Sheba scelse la somma giusta in una percentuale significativa di prove. Lo stesso esperimento fu ripetuto sostituendo le arance con i cartellini con la numerazione araba e di nuovo lo scimpanzé ebbe successo.

La ricerca condotta sugli uccelli ha avuto origine già nella prima metà del Novecento: lo zoologo Koehler (1951) dimostrò per primo che varie specie di uccelli (corvi, taccole, piccioni) possono discriminare numerosità relative. Per ottenere un premio alimentare, i piccioni dovevano discriminare tra due stimoli costituiti di dischi bianchi su sfondo nero, beccando quello dei due che presentava il maggior numero di dischi. I dischi potevano variare tra loro in grandezza e spaziatura. I piccioni impararono la discriminazione con facilità e furono in grado di trasferirla a stimoli nuovi, dimostrando così di possedere la capacità di individuare l'insieme più numeroso. L'abilità degli uccelli di effettuare discriminazioni basate su quantità numeriche, secondo l'Autore, potrebbe rivelarsi ad esempio vantaggiosa nello scegliere rapidamente fonti di cibo contenenti un maggior numero di semi.

Tramite una procedura in parte simile, Emmerton e Delius (1993) hanno più recentemente addestrato dei piccioni a discriminare gruppi di puntini che differivano di un solo elemento e i

risultati di questa ricerca hanno evidenziato una capacità discriminativa sino ad un massimo di sette unità (6 puntini contro 7).

Davis e Bradford (1986) hanno, inoltre, studiato il concetto di ordinalità nei ratti: i soggetti venivano inseriti in un apparato con diversi corridoi; l'unico modo per trovare il cibo posizionato in fondo ad uno di questi consisteva nell'imparare una regola basata sull'ordinalità degli elementi. Ad esempio, il cibo poteva essere raggiunto entrando solamente nel terzo corridoio che i soggetti incontravano rispetto alla posizione in cui iniziavano il test. La distanza tra le porte veniva variata nel corso dell'esperimento in modo tale che non vi fossero indizi non numerici (come la distanza percorsa o il tempo necessario a raggiungere il corridoio giusto) che potessero guidare la scelta. Attraverso tale metodologia si è potuto constatare come i ratti possano individuare l'uscita corretta all'interno di un *range* di cinque alternative. Suzuki e Kobayashi (2000) hanno successivamente esteso i risultati di questa ricerca dimostrando come sia possibile insegnare ai ratti ad individuare la porta corretta anche nel caso di un *range* di alternative superiore alle dieci unità.

Kobayashi e Tanaka (1999) condussero per primi uno studio sulle capacità numeriche del cane, in cui era previsto un lungo periodo di *training*, durante il quale al cane venivano mostrati due pannelli ricoperti da punti e l'animale veniva ricompensato se sceglieva il pannello che presentava più punti. Con tale procedimento dimostrarono che il cane era in grado di esprimere giudizi di numerosità relativa.

### 3.14.2 *L'osservazione delle scelte spontanee*

Se un animale può essere in grado di compiere distinzioni fini (come il caso di 6 vs 7) quando forzato ad imparare una regola, diverso è il comportamento spontaneo che metterà in atto quando verrà posto in corrispondenza delle medesime numerosità. È, infatti, noto agli studiosi di etologia cognitiva come nei compiti numerici che si basano esclusivamente sulle preferenze spontanee le prestazioni degli animali siano di gran lunga inferiori a quelle palesate in seguito a procedure di *training* (Hauser e Spelke, 2004). Tutti i test di scelta spontanea presentano un limite teorico di partenza che ne rende arduo il confronto rispetto alle procedure di addestramento: se una scelta tra due gruppi di stimoli numericamente simili è indice di una capacità discriminativa, diverso è il caso del suo contrario: una mancanza di scelte non è indice biunivoco di una mancanza di discriminazione. È facile prevedere come la motivazione nelle scelte spontanee decresca all'aumentare della numerosità degli elementi presentati: ad esempio, un animale può trovare vantaggioso scegliere il gruppo più numeroso di cibo quando a confronto vi sono 3 pezzi rispetto a 4, ma lo stesso può non avvenire con 9 pezzi rispetto a 10, nonostante questi potrebbe ugualmente disporre di strutture cognitive necessarie per distinguere 9 da 10. L'osservazione delle scelte spontanee, tuttavia, presenta un punto di forza che è forse meno centrale nelle procedure di addestramento: la possibilità di suggerire maggiormente in quali contesti naturali tali abilità verrebbero messe in atto. Osservare come si comporta liberamente un animale in condizioni critiche

permette di avanzare ipotesi sull'importanza adattativa di possedere un senso del numero e sull'uso concreto che tale specie farebbe di queste competenze nel suo ambiente (Agrillo, 2008).

Bonanni *et al.* (2010) hanno assistito a conflitti tra gruppi di cani randagi, cioè cani domestici che vivono in ambiente suburbano e i cui movimenti e attività non sono limitati dall'intervento dell'uomo-proprietario. Dalle loro osservazioni è emerso che questi animali, prima di prendere una decisione, effettuano una stima relativa della dimensione dei due gruppi e attribuiscono a tale informazione una funzione adattativa, per cui la tendenza ad attaccare il gruppo avversario è maggiore quando il rapporto tra il numero di soggetti rivali e quello dei compagni è più basso; viceversa, quando questo rapporto è più alto i cani preferiscono ritirarsi. Tuttavia, ci sono stati casi in cui gruppi più piccoli hanno attaccato gruppi più grandi, risultando, oltretutto, vincitori di tale scontro. Un simile comportamento trova giustificazione nel caso in cui il valore della risorsa contesa sia particolarmente elevato. In questo studio, però, la risorsa cibo era abbondante e di scarso valore, per cui il beneficio tratto in seguito all'aggressione da parte del branco meno numeroso non compensava i costi sostenuti. L'analisi dei dati ha rilevato che, quando entrambi i gruppi presentavano più di 4 individui, il rapporto tra il numero dei componenti dei due branchi non influenzava più né la decisione di attaccare/ritirarsi, né l'esito del conflitto. In altre parole, la valutazione da parte del cane della dimensione relativa dei gruppi è più accurata quando questi sono composti da un numero di individui non superiore a 4, rispetto alla condizione in cui uno dei gruppi presenta più di 4 soggetti, contrariamente a quanto afferma la legge di Weber (Gallistel e Gelman, 2000), secondo cui la discriminazione dovrebbe risultare più semplice in quest'ultimo caso, in quanto il rapporto tra la quantità minore e quella maggiore diminuisce. Infatti, la probabilità dei cani di attaccare un branco rivale era la stessa sia quando il rapporto tra i due gruppi era 1:2, sia quando era 2:3 o 3:4. Ciò indica che, in caso di numerosità ridotte, i cani discriminano con efficienza il gruppo maggiore da quello minore, indipendentemente dal rapporto. Questi risultati, pertanto, sono in contrasto con quelli rilevati dell'esperimento condotto da Ward e Smuts (2007), in cui i cani non riuscivano a discriminare correttamente due quantità di cibo che differivano per un solo elemento.

Nello studio delle capacità numeriche spontanee degli animali si fa sovente utilizzo di un paradigma di ricerca ideato nella ricerca cognitiva sui bambini in età pre-verbale: il principio di violazione dell'aspettativa. Tale metodologia è stata applicata inizialmente da Wynn (1992) dimostrando l'esistenza di abilità numeriche spontanee in bambini di soli 5 mesi ed aprendo così la strada alla realizzazione di test anche in ambito comparato. La ricerca condotta mediante l'utilizzo del paradigma di violazione dell'aspettativa ha dimostrato che anche i cani domestici possiedono una limitata abilità di calcolo (West e Young, 2002; Ward e Smuts, 2007).

In ultima istanza va ricordato come la capacità discriminativa del cane in riferimento a due diverse quantità, trattandosi di un animale altamente sociale, risulti fortemente compromessa dalla scelta operata dall'uomo, sia esso il proprietario o un individuo del tutto estraneo all'animale (Prato-Previde *et al.*, 2008; Marshall-Pescini *et al.*, 2010).



## 4 L'ATTACCAMENTO NEL CANE

---

### 4.1 *L'attaccamento nel rapporto uomo-cane e le sue fasi naturali*

La tendenza a creare un legame di tipo affettivo con una figura specifica, ha una base innata e non può essere in alcun modo appresa (Merlano, 2008). Cani e uomo sono individui nei quali il fenomeno di attaccamento è obbligatorio, per queste specie si tratta infatti, di un fenomeno biologico senza il quale la sopravvivenza dell'individuo diventerebbe piuttosto complicata (Dehasse, 2011).

Dehasse (2011) definisce l'attaccamento uomo-cane come una sorta di dipendenza emozionale, che procura al soggetto una sensazione piacevole. Tale sensazione di piacevolezza, è legata ad un elemento esterno, sia esso un individuo o un oggetto e provoca nel cane la ricerca dell'oggetto/oggetto di attaccamento (persona/cane/cosa) quando non è presente. L'allontanamento da tale elemento provoca una sensazione di mancanza che spinge il soggetto alla ricerca dell'"oggetto" di attaccamento (Dehasse, 2011).

Il processo di attaccamento del cucciolo alla madre, crea nel cucciolo stesso una sensazione di appagamento derivante dalla sensazione di sicurezza che deriva dalla presenza della medesima e dall'emissione di feromoni a livello del solco intermammario (Colangeli e Giussani, 2008).

Solitamente, nel cane, l'attaccamento è rivolto verso un altro essere vivente, sia esso uomo o un altro cane, alle volte si assiste ad un attaccamento nei confronti di un oggetto o dell'ambiente (Dehasse, 2011).

Ciò che ha contribuito a favorire la domesticazione nel cane è stato proprio l'attaccamento alla specie umana, venivano selezionati, tramite l'accoppiamento, solo quei soggetti che non presentavano eccessiva autonomia e questo ha condotto a selezionare, modificandolo geneticamente, un cane sempre più dipendente dall'uomo (Dehasse, 2011).

Il processo di attaccamento è caratterizzato da diverse fasi:

- **attaccamento neonatale:** quando si verifica la nascita dei cuccioli, la madre si attacca ad essi, ciò sembra sia dovuto alla presenza di feromoni, detti *feromoni d'adozione*, presenti nel liquido amniotico che bagna i cuccioli. Questo attaccamento favorisce la messa in atto delle cure parentali come nutrizione per mezzo dell'allattamento e protezione del nido dai predatori. Senza questo legame di attaccamento, i cuccioli verrebbero abbandonati al loro destino ed andrebbero incontro a morte certa (Colangeli e Giussani, 2008).

Quanto descritto, ha valenza per le cagne primipare, nelle pluripare, la sola vista dei cuccioli al momento della nascita, è sufficiente a far insorgere il legame di attaccamento (Colangeli e Giussani, 2008).

Sono principalmente tre i fattori che determinano l'attaccamento della madre ai cuccioli:

1. fattori neuroendocrini come gli steroidi sessuali;
2. fattori meccanici dati dalla stimolazione vaginale;
3. fattori feromonali come i feromoni d'adozione di cui abbiamo pocanzi parlato (Merlano, 2008).

Al momento della nascita le capacità sensoriali del cucciolo sono molto limitate, esso percepisce la madre solo per mezzo di tatto ed olfatto e solamente tra le 2 e le 3 settimane di vita sarà in grado di utilizzare vista ed udito (Dehasse, 2011).

Trascorsi 4-5 giorni dalla nascita dei cuccioli, a livello del solco intermammario della cagna, inizia la secrezione dei *feromoni d'appagamento* che favoriscono la nascita del legame di *attaccamento primario* (Colangeli e Giussani, 2008). A questo punto il legame tra madre e cuccioli diventa biunivoco (Merlano, 2008). I cuccioli si attaccheranno anche ai fratelli di cucciolata. La madre costituirà per il cucciolo la base sicura, ma nonostante questo legame molto forte, il cucciolo sarà in grado di attaccarsi anche ad altri individui sia conspecifici che eterospecifici (Dehasse, 2011).

- **Rottura del legame di attaccamento primario:** quando si verifica l'eruzione dei denti da latte, la suzione del latte da parte dei cuccioli diviene fonte di dolore per la madre, che comincia ad allontanare i cuccioli stessi e a gradire sempre meno che si avvicinino alla mammella per nutrirsi. Nello specifico verranno tenuti a distanza per primi, i cuccioli di sesso maschile che verranno fatti dormire lontano dal nido e potranno avvicinarsi solo conseguentemente al permesso accordatogli dalla madre (Colangeli e Giussani, 2008).
- **Distacco pubertario:** quando sopraggiunge la pubertà, i cuccioli divengono adolescenti. In questo periodo iniziano a produrre feromoni sessuali. A questo punto, il distacco, che aveva avuto inizio nella fase precedente, diviene definitivo. Ai cuccioli è riservato un trattamento diverso a seconda del sesso di appartenenza: i maschi verranno allontanati dalla madre e dagli individui di sesso maschile facenti parte del gruppo sociale; le femmine rimarranno insieme alla madre fino all'epoca del primo o del secondo calore successivo della madre stessa, ciò consentirà loro di apprendere le cure parentali osservando le successive gravidanze della madre. La rottura del legame di attaccamento procura un disagio emozionale ai cuccioli, tale disagio viene placato dall'insorgenza di un nuovo legame di attaccamento, che si instaura nei confronti del gruppo sociale di appartenenza (Colangeli e Giussani, 2008).
- **Attaccamento alla famiglia d'adozione:** quando il cucciolo viene adottato da una famiglia umana, deve essere capace di elaborare correttamente il distacco dai fratelli e dalla madre; inoltre deve essere in grado di creare un nuovo legame di attaccamento nei confronti della famiglia adottiva (Dehasse, 2011). Grazie alla doppia impregnazione, il cucciolo è in grado

di trasferire il legame di attaccamento primario ad un componente della nuova famiglia che, diventerà la nuova figura di riferimento (Colangeli e Giussani, 2008).

In alcuni casi particolari, si crea un legame di attaccamento primario nei confronti dell'uomo, ciò accade in tutti quei cuccioli che vengono allevati con il biberon perché non hanno potuto avere una madre. Alcune volte è il cucciolo stesso ad allontanarsi dalla madre, ciò può verificarsi in seguito alla percezione di messaggi olfattivi anormali conseguenti alla presenza di un feto morto all'interno della cucciolata, o in seguito alla nascita per mezzo di parto cesareo e non naturale (Colangeli e Giussani, 2008).

Il legame tra uomo e cane è del tutto singolare, non esiste un legame di questo tipo tra uomo ed altre specie. Molti proprietari considerano il cane come un effettivo componente della famiglia e spesso lo antropomorfizzano (Voith, 1985).

Il legame di attaccamento favorisce l'insorgenza di uno stato di benessere che coinvolge entrambi componenti del binomio uomo-cane. Il cane, nello specifico, in presenza di un essere umano, diminuisce il suo stato di stress in situazioni di minaccia o timore o comunque in tutte le situazioni nuove. Pare che ciò si verifichi maggiormente nella vicinanza con l'uomo piuttosto che ad un conspecifico (Tuber *et al.*, 1996).

Esistono differenze nella tipologia di attaccamento se consideriamo cani e lupi: Topal *et al.*, nel 2005, eseguirono uno studio comparativo che prevedeva di confrontare i modelli di attaccamento nei cani e nei lupi allevati in cattività, come animali da compagnia. I risultati dello studio dimostrarono che i lupi, anche dopo lunghi periodi di socializzazione, non presentavano *patterns* comportamentali di attaccamento verso i loro proprietari mentre, i cani, mostravano tali *patterns*. Ciò a dimostrazione del fatto che il processo di domesticazione può aver contribuito alla creazione del processo di attaccamento (Topal *et al.*, 2005).

## 4.2 *Attaccamento ed apprendimento*

La madre, rappresenta per il cucciolo ciò che viene definito con il termine di "**base sicura**", grazie ad essa il cucciolo comincia ad esplorare il mondo esterno. Inizialmente i cuccioli si dedicano a questa attività sfruttando una metodologia particolare che viene definita "**esplorazione a stella**": il cucciolo si allontana dalla madre (base sicura) per dedicarsi all'esplorazione dell'ambiente esterno, di fronte a disagio, emozioni negative o timore, il cucciolo torna dalla madre per poi riprendere l'esplorazione ed allontanarsi di nuovo da essa non appena si senta rassicurato (Colangeli e Giussani, 2008). Questo tipo di esplorazione soddisfa due diverse necessità: il bisogno di rassicurazione e protezione (centripetazione) ed il bisogno di conoscenza (centrifugazione) del cucciolo (Merlano, 2008). La madre svolge un compito molto importante, indirizza l'approccio dei cuccioli con il mondo esterno comportandosi come un filtro e quindi cercando di favorire le esperienze positive (Merlano, 2008).

I cuccioli grazie alla madre acquisiscono una corretta impregnazione che consentirà loro il corretto riconoscimento della specie di appartenenza e del futuro *partner* sessuale, tutto ciò grazie alla memorizzazione di forme ed odori caratteristici (Colangeli e Giussani, 2008).

L'essere d'attaccamento, sia esso la madre o in seguito un essere umano, svolge il ruolo di guida e viene considerato il modello ideale nell'apprendimento sociale (Colangeli e Giussani, 2008).

Per quanto concerne la relazione tra attaccamento ed apprendimento, è possibile affermare che l'attaccamento stesso influisce sulle capacità cognitive.

Kaminski e Brauer nel 2008 presero considerazione un gruppo di cani ed uno di lupi, ai quali sono stati presentati *problem solving*, è stato possibile notare come, i cani, siano più abili e brillanti nello svolgimento di questi giochi, seguendo le istruzioni di un umano, se confrontati con i lupi che hanno mostrato *performance* inferiori anche se si trattava di individui allevati dall'uomo. È stato possibile notare come invece i lupi, siano stati più abili nel risolvere problemi in maniera del tutto autonoma per mezzo di prove ed errori (Kaminski e Brauer, 2008). Gli Autori ipotizzarono che la domesticazione potesse in qualche modo influire. Altri Autori sostengono che, la minore attitudine dei cani a risolvere problemi in maniera autonoma, non sia da mettere in relazione con ridotte capacità cognitive del cane stesso, quanto al fatto che il cane presenta una naturale tendenza a comportamenti socialmente dipendenti dall'uomo (Fox e Kretchmer, 1975; Kaminski e Brauer, 2008).

### 4.3 *L'attaccamento nell'uomo e nei primati*

L'attaccamento è stato studiato principalmente in uomo e scimmie, solo in seguito sono stati eseguiti studi sui canidi.

Bowlby nel 1969, definì il legame di attaccamento nel bambino come: “*uno scambio reciproco tra il bambino e l'adulto che si prende cura di lui in maniera continuativa nel tempo, intima e significativa*”.

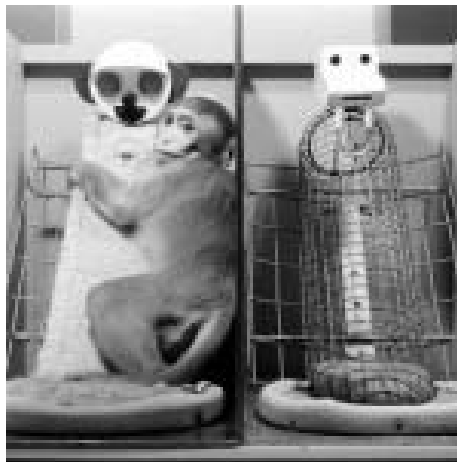
Bowlby (1969, 1972) fu l'Autore dei primi studi in materia di attaccamento, tali studi furono poi proseguiti dalla dottoressa Ainsworth nel 1969.

I primi studi rivelarono come il legame tra bambino ed adulto, nella fattispecie la madre, sarebbe un legame duraturo nel tempo che il bambino mostrerebbe esprimendo comportamenti di ricerca, raggiungimento e mantenimento della vicinanza con l'individuo considerato oggetto di attaccamento (Bowlby, 1969, 1972; Ainsworth e Bell, 1970).

Tale legame nell'uomo ha base innata e non viene appreso, così è anche nei canidi. Tale relazione avrebbe una funzione adattativa e biologica importante, infatti creare un legame con i conspecifici, consente di avere protezione dai predatori o da eventi negativi (Bowlby, 1969, 1972). Da ciò si evince che, se veramente il significato evolutivo del legame di attaccamento è rappresentato dalla protezione, ogni volta in cui si assisterà alla separazione di cuccioli o di bambini dalla madre, si manifesteranno comportamenti di ricerca dell'oggetto di attaccamento (Bowlby, 1969, 1972).

La dottoressa Mary Ainsworth nel 1970 introdusse il concetto di “base sicura” e contribuì ad integrare gli studi condotti fino a quel momento da Bowlby (1969, 1972). Secondo la Ainsworth, il bambino inizia ad esplorare il mondo utilizzando la madre come punto di partenza (vedi tipologia di esplorazione nel cucciolo), tale esplorazione non è caratterizzata da un allontanamento eccessivo, infatti la madre rappresenta il punto di riferimento principale per il bambino, il quale è in grado di attirarne l’attenzione e le cure per mezzo di vocalizzi o per mezzo del pianto. La madre sarà in grado di decifrare i segnali emessi dal bambino e di rispondere in maniera appropriata ad essi (Ainsworth, 1970).

Sull’onda degli studi eseguiti in campo umano, le ricerche nel campo dell’attaccamento proseguirono estendendosi ad altre specie; uno psicologo statunitense Harlow ed un suo collega tedesco il dottor Zimmermann, attorno al 1960 eseguirono studi sui primati e precisamente su cuccioli di macaco Rhesus (*Macaca mulatta*). I cuccioli di macaco venivano allontanati precocemente dalla madre, la quale veniva sostituita da un fantoccio di pezza: i cuccioli mostravano un forte legame di attaccamento anche nei confronti di queste “mamme sostitutive”. In una seconda fase dello studio, veniva introdotta anche la presenza di un fantoccio realizzato con tessuti caldi e morbidi mentre, sul fantoccio precedente, veniva posizionato un biberon pieno di latte. I cuccioli di macaco, trascorrevano la maggior parte del loro tempo aggrappati alle madri surrogate calde e morbide e solo alcune volte e per tempi limitati, si allontanavano da esse per recarsi dalle madri dotate di biberon e nutrirsi (Figura 13). Ciò dimostrò che il legame di attaccamento è svincolato dal fatto che le madri, nei primi periodi della vita del cucciolo, fungono da fonte di nutrimento ed ha permesso di comprendere come tale legame sia necessario per soddisfare esigenze emotive nei cuccioli (Harlow e Zimmermann, 1959).



**Figura 13: Studio condotto da Harlow e Zimmermann. Notare il cucciolo di macaco aggrappato alla madre surrogata morbida e calda (13).**

Altri studi hanno consentito di comprendere che scimpanzé separati da compagni di gabbia e successivamente riuniti ad essi mostrano un comportamento analogo a quello dei bambini (Bard, 1983, 1991; Miller *et al.*, 1986), inoltre è stato possibile osservare come, negli scimpanzé,

l'attaccamento non si osservi solo nei confronti di conspecifici, ma anche di etero specifici, nella fattispecie l'uomo (Miller *et al.*, 1990).

#### 4.4 *Come valutare l'attaccamento*

Ainsworth e Witting nel 1969 misero appunto il test SST ovvero *Strange Situation Test* per valutare l'attaccamento madre-figlio. Inizialmente il test fu formulato per valutare l'attaccamento nei bambini e si componeva di otto episodi di durata limitata, in cui il bambino veniva sottoposto a condizioni di stress sia di grado ridotto, sia di grado elevato. Il bambino veniva posto in una stanza con la madre, successivamente, veniva fatto entrare nella stanza un estraneo (madre ed estraneo insieme), di seguito, il bambino veniva lasciato solo con l'estraneo ed infine veniva lasciato completamente solo (Ainsworth e Witting, 1969).

In anni successivi (1998) Topal ed i suoi collaboratori formularono una classificazione delle tipologie di bambini in relazione all'attaccamento e li suddivisero in quattro categorie:

***soggetti con attaccamento sicuro***: questa tipologia di bambino si dedica all'esplorazione ambientale ed al gioco in presenza della madre interagendo con essa solamente per mezzo di fugaci occhiate. Una volta lasciato solo, il bambino con attaccamento sicuro, evidenzia segni di stress e disagio: corre alla porta, piange e chiama la madre, ma al momento del ricongiungimento con la stessa, si tranquillizza rapidamente grazie al contatto fisico con essa. Normalmente si tratta di bambini che crescono in un ambiente che garantisce loro lo sviluppo di ottimale, sono soggetti socievoli anche con adulti non appartenenti al gruppo familiare e solitamente sono individui molto competenti (Ainsworth *et al.*, 1978). I bambini appartenenti a questo gruppo sopportano meglio le situazioni di frustrazione, sono abili nella risoluzione di *problem solving* ed esplorano molto di più l'ambiente rispetto a soggetti appartenenti agli altri gruppi (Matas, 1978).

***Soggetti con attaccamento ansioso-evitante***: si tratta di bambini che hanno la tendenza a rimuovere completamente il repertorio comportamentale associato all'attaccamento. Durante l'allontanamento della madre, non presentano segnali di angoscia o stress particolarmente evidenti e la ignorano completamente al suo ritorno, esplorando l'ambiente; tanto che l'attività di esplorazione pare sia più rappresentata nell'episodio del test in cui è previsto il distacco, che in altri episodi. Al momento del ricongiungimento, questi bambini, evitano la madre. Studi condotti da Ainsworth e Bell nel 1970 e confermati in seguito da Main (1973, 1977), indicano come in realtà questi bambini siano rifiutati dalle madri; pare che questo rifiuto, si esprima come una negazione del desiderio del bambino di avere uno stretto contatto fisico con la madre stessa. Questo comportamento si può osservare anche nei primati non umani e sembra sia adottato per cercare di evitare risposte negative da parte della figura di attaccamento. Secondo Timbergen e Chance (1962) lo spostamento dell'attenzione di questi bambini verso stimoli ambientali, al momento della riunione con la madre, costituirebbe una strategia di evitamento messa in atto per modulare l'eccitazione emotiva conseguente al comportamento di attaccamento.

**Soggetti con attaccamento ansioso-resistente:** sono bambini che non si sentono adeguatamente supportati dalla figura di attaccamento. Presentano segni evidenti di stress al momento dell'allontanamento della madre ed al suo ritorno non si riesce a consolarli, i bambini di questo gruppo, mostrano comportamenti contrastanti ed ambivalenti nei confronti della madre, al momento del suo ritorno, cercano il contatto fisico, ed appena lo ottengono, si divincolano cercando di evitare la figura di attaccamento. Se il *caregiver* (oggetto di attaccamento), cessa di fornire conforto al soggetto, questo nuovamente lo reclama. Sono bambini che non accettano il conforto da un individuo estraneo e quando questo tenta di consolarli, si allarmano e si disperano ancora di più. Questi individui non sono in grado di sfruttare la madre come base sicura e mostrano disagio evidente già nei primi episodi dell'SST quando l'oggetto di attaccamento è ancora presente nella stanza (Bowlby, 1988).

**Soggetti con attaccamento disorientato/disorganizzato:** i bambini di questo gruppo mettono in atto comportamenti stereotipati, incoerenti, afinalistici che indicano il loro stato di allerta ed ipervigilanza. Il repertorio comportamentale appena citato, viene evocato da una figura di attaccamento che incute timore e paura nel bambino. Questi soggetti, da una parte, tenderebbero ad allontanarsi/fuggire dal genitore, dall'altra avvertirebbero la necessità della sua vicinanza (Main e Salomon, 1990, 1986; Main e Hesse, 1992; Ammaniti e Stern, 1992; Bowlby, 1988; Liotti, 1994; Rezzonico e Ruberti, 1996).

È stato possibile constatare come, in bambini considerati "attaccati", i comportamenti di disagio legati al distacco dall'oggetto di attaccamento, non si presentavano quando il bambino si trovava in ambiente familiare (Ainsworth *et al.*, 1978).

Topàl ed i suoi collaboratori nel 1998, modificarono lo *Strange Situation Test* per valutare l'attaccamento tra cane e proprietario. Il test in questo caso si componeva di sette episodi in cui il cane veniva comunque lasciato solo con un estraneo ed in seguito completamente solo. Vennero testati soggetti adulti e venne eseguita una valutazione relativa ad alcuni comportamenti specifici quali: esplorazione, gioco, ricerca di contatto e stazione davanti alla porta. Tali comportamenti furono tutti valutati in presenza o meno del proprietario e/o dell'estraneo. I risultati, mostrarono come si assisteva all'attivazione di un legame di attaccamento nonostante i soggetti testati fossero adulti. Fino a quel momento, si era sempre pensato che, il legame di attaccamento, fosse riferito prevalentemente a cuccioli o individui giovani (Topàl *et al.*, 1998).

Pare che alla base del legame di attaccamento manifestato dagli adulti contribuisca sempre la domesticazione. I cani nel test appena descritto, passavano il loro tempo a giocare e ad esplorare l'ambiente, ciò quando il proprietario era ancora presente nella stanza, mentre, in assenza di quest'ultimo, si posizionavano davanti la porta in stato di attesa. Questo comportamento, indicativo di stress e disagio da parte dei cani, non si acquietava nemmeno in presenza dell'estraneo, a dimostrazione che il cane mostrava un'preferenza spiccata per il proprio proprietario e che, la presenza di una persona qualsiasi non era sufficiente a fornire il conforto adeguato (Topàl *et al.*, 1998).

I risultati ottenuti da Topàl furono messi in discussione nel 2003 da alcuni ricercatori italiani (Prato Previde *et al.*, 2003), i quali sostenevano che i risultati degli studi condotti da Topàl, non facevano altro che mettere in evidenza la preferenza del cane per il proprietario rispetto ad un estraneo, ma che in realtà, ciò non poteva essere messo in diretta relazione con la presenza di un legame di attaccamento. Infatti, dagli studi di Topàl (1998), non emergeva l'esistenza di un effetto base sicura che rappresenta una caratteristica necessaria per poter differenziare il legame di attaccamento dalle altre tipologie di legami affettivi (Ainsworth, 1989). Inoltre, lo studio condotto da Topàl (1998) presentava un ulteriore limite, non andava ad analizzare quei comportamenti realmente indicativi di disagio o stress che si manifestano conseguentemente alla separazione dal proprietario e tutti i comportamenti di ricerca attiva del proprietario stesso (Prato Previde *et al.*, 2003).

L'insieme dei comportamenti appena citati (stress, disagio, ricerca attiva) vengono mostrati anche da scimpanzé e bambini durante il distacco (Ainsworth e Bell, 1970; Ainsworth *et al.*, 1978; Bard, 1991); tali comportamenti sono stati presi in esame nello studio condotto da Prato Previde *et al.* nel 2003. Nel suddetto studio, agli episodi dello *Strange Situation Test* presi in esame da Topàl (1998,) ne venne aggiunto uno finale nel quale nella stanza, in cui il cane veniva lasciato solo, venivano lasciati indumenti appartenenti sia del proprietario, sia dell'estraneo per valutare se questi, potessero in qualche modo essere fonte di conforto per il cane. I risultati ottenuti hanno mostrato una certa attinenza tra i comportamenti adottati dai cani e quelli messi in atto da bambini e scimpanzé (Ainsworth *et al.*, 1978; Bard, 1991). Anche negli studi condotti da Prato Previde *et al.*, non è stato possibile ottenere una dimostrazione della presenza dell'effetto base sicura e ciò ha portato gli Autori a concludere che non è possibile affermare con certezza che esiste un legame di attaccamento tra cane adulto e proprietario (Prato Previde *et al.*, 2003).

Nel 2006 fu apportata un'ulteriore modifica al test, mediante l'aggiunta di un fantoccio alto un metro che veniva posizionato in un lato della stanza e che doveva fungere da stimolo spaventoso per il cane (Prato Previde *et al.*, 2006).

Nel 2008 Custance e Palmer hanno eseguito un'ulteriore ricerca in merito all'attaccamento, nel loro studio, l'ordine di presenza di proprietario ed estraneo, venne invertito. Gli Autori conclusero che l'effetto base sicura poteva considerarsi presente e che tale effetto, era dimostrato dal fatto che i cani, in presenza del proprietario, dedicavano più tempo a gioco ed esplorazione rispetto a quando erano soli o insieme all'estraneo (Custance e Palmer, 2008).

Per molto tempo, si è ritenuto che il legame di attaccamento fosse da mettere in relazione con un preciso periodo della vita dell'individuo (Bowlby 1958, Ainsworth, 1969). Studi successivi, tra i quali quello riportato poco sopra di Custance e Palmer (2008) e quello di Stern (1985), dimostrano invece, che il legame di attaccamento tra madre e bambino non si riscontra solamente nella prima infanzia, ma si ritrova anche in seguito nella seconda infanzia e sembra influenzare tutta la vita del soggetto (Stern, 1985).



## 4.5 *Caratteristiche del legame di attaccamento*

Il legame di attaccamento e la relazione che tale legame sottende, mostra caratteristiche ben precise e definite:

- **Effetto base sicura:** questo termine fu coniato da Mary Ainsworth nel 1982: indica la figura di attaccamento come quella in grado di fornire conforto e consolazione e dalla quale l'individuo dipende. Tale figura, fornisce la sicurezza per rivolgersi verso l'ambiente esterno ed esplorare. Ogni volta in cui il bambino, che sta esplorando l'ambiente, si imbatte in qualcosa che suscita in lui una sensazione di timore, egli cessa l'esplorazione per andare a ricevere conforto dalla madre e si dirige verso di lei. Caratteristica fondamentale della figura di attaccamento, è quella di ricoprire il ruolo di base sicura, l'individuo sa di potersi direzionare verso il mondo esterno (centrifugazione) e di poter tornare, in qualsiasi momento, verso la base sicura che lo conforterà e lo rassicurerà in caso di disagio, timore, ecc. Il ruolo della base sicura è quello di essere disponibile per colui che le si rivolge in caso di necessità; tale intervento, viene esplicito solo quando strettamente necessario (Bowlby, 1988).

Come accennato negli studi condotti da Custance e Palmer, 2008; è possibile valutare come, nei soggetti nei quali sia possibile osservare un legame di attaccamento, e quindi un effetto base sicura, comportamenti come esplorazione dell'ambiente e gioco siano più rappresentati. La caratteristica dei comportamenti citati, è che, per essere espletati, richiedono un stato emotivo di serenità che può essere garantito dalla vicinanza e dall'azione protettiva che può fornire l'oggetto di attaccamento (*caregiver*) (Custance e Palmer, 2008).

- **Rifugio sicuro:** consegue all'effetto base sicura. In seguito a situazioni di disagio, stress, timore l'individuo, ricerca la figura di attaccamento per ricevere sicurezza, conforto, consolazione, contatto, ecc.
- **Mantenimento della prossimità:** il fatto che la figura di attaccamento si trovi in prossimità dell'individuo è fonte di conforto e sicurezza.
- **Disagio in conseguenza a separazione:** quando si verifica una separazione dall'oggetto di attaccamento, si osservano reazioni di malessere accompagnate da ansia. Tali reazioni si accompagnano nel bambino a vocalizzi, pianto, morsi e calci. I comportamenti appena citati, svolgono la funzione di richiamo della figura di attaccamento (Scott, 1992).

Prendiamo ora in considerazione le caratteristiche che consentono di identificare l'effetto base sicura:

- Comportamenti di gioco e di esplorazione, tendono a diminuire in assenza del proprietario; sia nel caso in cui il cane sia completamente solo, sia nel caso in cui rimanga con un estraneo. Tali comportamenti hanno la tendenza a ricomparire quando il proprietario rientra nella stanza.

- I comportamenti di gioco e di esplorazione hanno la tendenza ad interrompersi nel momento in cui entra nella stanza l'estraneo.
- Il gioco con l'estraneo può verificarsi in presenza del proprietario, ma non in sua assenza (Ainsworth, 1989).

Proprio alla luce di queste caratteristiche, Prato Previde *et al.*, (2003), nel loro studio citato precedentemente, non furono in grado di dimostrare l'effetto base sicura, infatti l'unico fattore che si poté osservare nella loro ricerca, fu l'assenza di comportamenti di gioco in presenza del solo estraneo (Prato Previde *et al.*, 2003).

#### 4.6 *L'attaccamento cane-proprietario*

L'interesse nei confronti dell'attaccamento uomo-cane è sempre stato notevole, il cane rappresenta una specie con una storia di adattamento all'uomo ed al suo ambiente di vita molto lunga (Vilà *et al.*, 1997; Savolainen *et al.*, 2002); si potrebbe dire, la più lunga di tutte le specie conosciute (Clutton-Brock, 1995). Quanto detto rende il cane, la specie d'elezione per lo studio dei legami di attaccamento interspecifici. La selezione messa in atto dall'uomo, al fine di selezionare specifici tratti anatomici e comportamentali, ha influito anche sulle competenze sociali (Kretchmer e Fox, 1975) e sulle capacità di creare legami con gli esseri umani. Alcuni Autori (Milot, 1994; Topàl *et al.*, 1998 e Prato Previde *et al.*, 2003), hanno indagato sulla vita affettiva del cane ed in particolare sul legame tra cane e proprietario. Altri Autori (Palestrini *et al.*, 2005; Fallani *et al.*, 2005), invece hanno eseguito valutazioni a proposito delle risposte fisiologiche di stress osservati durante lo SST. Caratteristiche fondamentali, in grado di favorire l'attaccamento dell'uomo al cane, ed importanti nella stimolazione dell'uomo a prendersi cura dello stesso, elargendo cure parentali proprio come ad un bambino, sono le caratteristiche neoteniche. Le caratteristiche neoteniche comprendono caratteri sia fisici sia comportamentali infantili e si mantengono anche nell'individuo adulto. Tali caratteristiche hanno la capacità di stimolare la nascita di un forte legame affettivo con l'uomo (Voith, 1985; Askew, 1996). È possibile affermare che, la singolarità della relazione uomo-cane, sia data dal fatto che si tratta di una relazione genitoriale tra due specie diverse (Askew, 1996).

---

## 5 LA TERMOGRAFIA

---

### 5.1 *La tecnologia ad infrarossi : le origini*

La termografia ad infrarossi è una tecnica innovativa e non invasiva che consente la visualizzazione del profilo termico di un corpo senza che ci sia un reale contatto fisico con esso e senza causare danni all'operatore ed al soggetto ripreso (Redaelli *et al.*, 2011).

La termografia, consente di ottenere immagini di un oggetto opaco alla radiazione infrarossa in tempo reale, permettendo la misurazione a distanza della temperatura superficiale del medesimo. Le immagini, vengono visualizzate in scale di colori che non corrispondono alla colorazione reale dell'oggetto, ma rappresentano temperature, precisamente ad ogni colore corrisponde una temperatura (Redaelli *et al.*, 2011).

Le termocamere sono strumenti molto simili a telecamere, ciò che le differenzia da queste ultime sono i gruppi ottici utilizzati che sono appositamente studiati per rilevare gli infrarossi e sono realizzati in germanio, infatti, gli elementi ottici utilizzati normalmente per le videoriprese, presentano una notevole assorbenza delle lunghezze d'onda tipiche dell'infrarosso. I risultati della scansione termografica vengono riprodotti sotto forma di immagine digitale che, in seguito, potrà essere modificata per mezzo di appositi software in grado di elaborare le immagini. Le immagini termografiche vengono ricostruite sfruttando una scala cromatica nei toni del grigio ed in seguito, ad ogni gradazione di grigio viene associato un colore detto "falso colore" perché non corrisponde al colore reale dell'oggetto, ciò consente di rendere meglio evidente l'immagine (Redaelli *et al.*, 2011).

William Herschel (1738-1822), fu colui al quale venne riconosciuta la scoperta degli infrarossi. Come molti di coloro ai quali è possibile attribuire una scoperta, egli stava cercando tutt'altro e precisamente, visto che utilizzava il telescopio per osservare il sole, era infatti l'astronomo reale di re Giorgio III, era alla ricerca di un filtro ottico da poter sfruttare nelle sue osservazioni, che potesse attenuare la luminosità del sole stesso. Nel corso della sua ricerca si accorse che, i diversi campioni di vetro colorato analizzati, possedevano capacità di filtrazione del calore del sole molto differenti (3). Alcuni campioni di vetro filtravano quantità ridotte di calore, mentre altri ne filtravano talmente tanto da rendere le lenti pericolose e capaci di recare danno agli occhi (3).

Herschel concluse che occorreva ricercare un materiale che potesse ridurre la luminosità e contemporaneamente ridurre il calore.

Di seguito Herschel, servendosi di un termometro contenente mercurio, al quale aveva annerito il bulbo per mezzo di inchiostro, volle mettere in evidenza la distribuzione visiva dell'intensità dello spettro. In altre parole, Herschel, utilizzò il termometro come rilevatore di radiazioni per valutare l'effetto termico dei vari colori dello spettro elettromagnetico. Per fare questo sfruttò il passaggio della luce attraverso un prisma di vetro, come quello utilizzato da Newton nella conduzione dei suoi esperimenti. Altri termometri, posizionati al riparo dalla luce solare, vennero utilizzati come elementi di controllo. Si accorse che l'incremento di temperatura, poteva essere messo in relazione con i colori di una scala che andava dal violetto (freddo) al rosso (caldo). Continuando sullo stesso filone di ricerca, Herschel giunse ad altre osservazioni: oltre il rosso, la temperatura continuava a

---

salire, ma i colori rilevati, non erano più compresi nella scala del visibile. Ciò lo portò a scoprire gli infrarossi e le loro lunghezze d'onda. Egli arrivò alla scoperta di quella che viene definita "*lunghezza d'onda degli infrarossi*". Ad essere precisi, il termine infrarossi, fu introdotto solo successivamente alle scoperte di Herschel e precisamente 75 anni più tardi. Herschel, inizialmente, definì questa nuova porzione dello spettro elettromagnetico come "*spettro termometrico*".

A conclusioni simili, era giunto nel 1777 un ricercatore italiano M. Landriani (1746-1815).

Gli esperimenti di Herschel furono contestati da molti studiosi, il vetro, come materiale costituente i prismi utilizzati negli esperimenti condotti dallo studioso, probabilmente possedeva una ridotta trasparenza nei confronti della radiazione termica. Nel 1830 un altro ricercatore italiano, Macedonio Melloni (1798-1854), scoprì che i cristalli di NaCl, che componevano il salgemma, di dimensioni sufficientemente grandi da permettere la produzione di lenti o prismi, erano particolarmente trasparenti all'infrarosso. In conseguenza di tale scoperta, nei cento anni successivi, il salgemma, costituì il principale materiale ottico sfruttato nella tecnologia ad infrarossi; solo attorno al 1930 venne soppiantato dai materiali sintetici. Melloni contribuì anche alla creazione di nuovi strumenti di rilevazione della temperatura, in particolare scoprì uno strumento di misurazione del calore con una sensibilità, molto maggiore del miglior termometro conosciuto a quel tempo (per la precisione si tratta di una sensibilità 40 volte superiore), tale strumento venne denominato termopila. Sfruttando la scoperta di Nobili della termocoppia, collegò una serie di termocoppie in sequenza creando così la termopila.

Nel 1840 grazie a Jhon Herschel, figlio di William Herschel, fu possibile ricavare la prima immagine del calore, inoltre egli riuscì ad ottenere la prima immagine riportata su carta che venne definita "*termografia*".

S.P. Langley nel 1880 scoprì il bolometro, si trattava di una striscia annerita di platino che veniva collegata ad un ramo di un circuito a ponte Wheatstone. Tale striscia veniva esposta ai raggi infrarossi e veniva collegata ad un galvanometro sensibile. Questo apparecchio si dimostrò in grado di rilevare il calore emesso da una vacca ad una distanza di 400 metri.

Negli anni a seguire, in particolare nel corso della prima guerra mondiale, lo studio degli infrarossi si focalizzò prevalentemente sull'ambito militare, ciò che si cercava di ottenere era la possibilità di vedere al buio e la creazione di missile termoguidati. Le scoperte realizzate rimasero di dominio militare fino al 1950 circa, solo in seguito, la tecnologia termografica venne resa di dominio pubblico.

Inizialmente, gli studi eseguiti, si basavano su variazioni dell'idea di Langley (bolometro). Ciò che permise alla tecnologia ad infrarossi di fare un notevole passo avanti furono due scoperte fondamentali: il rilevatore di fotoni ed il convertitore di immagini. Tale convertitore rappresentò una scoperta che ricevette molta attenzione dal settore militare infatti consentiva la visione notturna. Tuttavia il convertitore d'immagini mostrava alcune limitazioni: i soggetti che si volevano evidenziare con gli infrarossi, dovevano essere illuminati per mezzo dei cosiddetti "infrarossi di ricerca", ciò annullava la capacità di poter vedere al buio senza essere visti, di conseguenza il convertitore di immagini, fu considerato di scarso interesse.

Un altro impulso notevole alla ricerca nell'ambito degli infrarossi si ebbe dopo la seconda guerra mondiale. L'idea era quella di generare sistemi che potessero consentire la visione notturna senza l'utilizzo dei raggi infrarossi di ricerca. La tecnologia si basava sul rilevatore di fotoni, grazie a questo strumento sarebbe stato possibile mettere a punto sistemi passivi per la visualizzazione di infrarossi. Il rilevatore di fotoni risultò essere estremamente sensibile, la sua scoperta rimase

protetta dal segreto militare e solo dal 1950, fu resa disponibile anche in ambito civile per scopi scientifici o industriali (Mancuccini *et al.*, 1998; 3)

## 5.2 Spettro elettromagnetico

Lo spettro elettromagnetico si presenta suddiviso in regioni definite bande che si differenziano a seconda della loro lunghezza d'onda.

La termografia utilizza la banda infrarossa dello spettro elettromagnetico. Per la precisione sfrutta lo spettro elettromagnetico con radiazioni che possiedono lunghezze d'onda comprese tra  $0,75\ \mu\text{m}$  e  $1000\ \mu\text{m}$ . Il confine inferiore di tale banda si trova al limite della percezione visiva, in prossimità del rosso, mentre il limite superiore della banda infrarossa raggiunge la banda delle microonde radio precisamente in corrispondenza delle onde millimetriche (Figura 14).

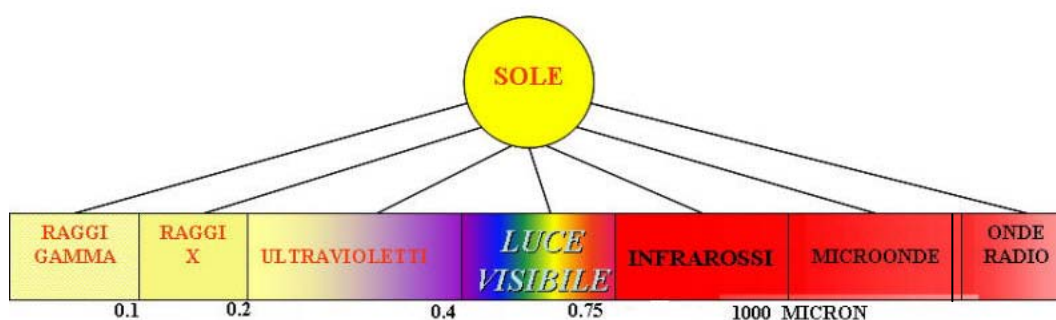


Figura 44: spettro elettromagnetico (3)

La banda degli infrarossi può essere suddivisa in 4 aree o sottogruppi:

infrarosso vicino: ( $0,75-3\ \mu$ );

infrarosso medio: ( $3-6\ \mu$ );

infrarosso lontano: ( $6-15\ \mu$ );

infrarosso estremo: ( $15-100\ \mu$ ).

Le unità di misura utilizzate per le onde infrarosse sono:

l'Amstrong ( $\text{\AA}$ );

il nanometro (nm);

il micron ( $\mu\text{m}$ ).

$10\ 000\ \text{\AA} = 1\ 000\ \text{nm} = 1\ \mu\text{m}$

La radiazione infrarossa, è emessa da qualsiasi corpo possieda temperatura superiore allo zero assoluto (Mancuccini *et al.*, 1998; Redaelli *et al.*, 2011; 3).

## 5.3 Leggi fisiche che regolano la termografia

### 5.3.1 Legge di Planck

Max Planck (1858-1947), descrisse per mezzo di una formula, la distribuzione della radiazione emessa da un corpo nero.

in cui:

$W_{\lambda b}$ : emittenza energetica spettrale del corpo nero alla lunghezza d'onda  $\lambda$ ;

$c$ : velocità della luce  $3 \times 10^8$  m/s;

$h$ : costante di Planck pari a  $6,6 \times 10^{-34}$  Joule sec.;

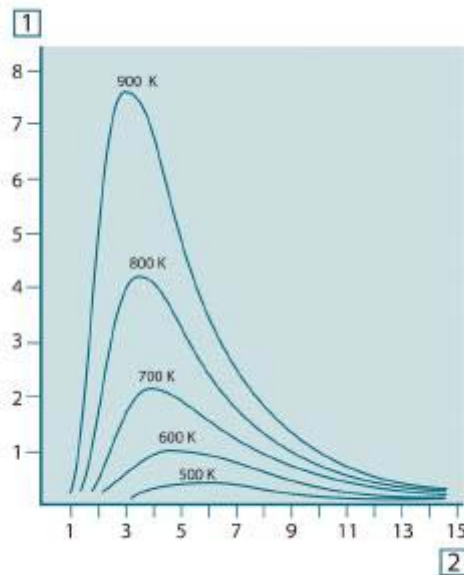
$k$ : costante di Boltzmann pari a  $1,4 \times 10^{-23}$  Joule/K;

$T$ : temperatura assoluta (K) in un corpo nero;

$\lambda$ : lunghezza d'onda ( $\mu\text{m}$ );

$10^{-6}$ : questo fattore viene utilizzato nella formula in quanto l'emittenza spettrale sulle curve è espressa in  $\text{Watt}/\text{m}^2\mu\text{m}$ .

La formula di Planck appena indicata viene rappresentata anche graficamente per varie temperature, in questo caso dà origine ad un famiglia di curve (Figura 15).



**Figura 15: Emittenza energetica spettrale di un corpo nero, secondo la legge di Planck, rappresentata graficamente per diverse temperature assolute. L'asse y indicato con il numero 1 rappresenta l'emittenza energetica spettrale mentre, l'asse x contrassegnato con il numero 2, rappresenta la lunghezza d'onda. Il picco di massima emissione di ogni curva, all'aumentare della temperatura tende a spostarsi sempre di più verso sinistra, vale a dire verso lunghezze d'onda più corte (3).**

Seguendo una delle curve rappresentate, si può osservare che l'emittenza spettrale in fase iniziale è pari a zero  $\lambda = 0$ . In seguito si assiste ad un aumento rapido, che raggiunge una lunghezza d'onda indicata con  $\lambda_{\text{max}}$  che rappresenta il picco massimo. Raggiunta la lunghezza d'onda massima, la curva si avvicina nuovamente allo zero per lunghezze d'onda elevate. Esiste una relazione di proporzionalità inversa, secondo la quale, maggiore è la temperatura, minore è la lunghezza d'onda alla quale si raggiunge il massimo (Mancuccini *et al.*, 1998; 3).

### 5.3.2 Legge di Wien

La legge di W. Wien (1864-1928) o legge di spostamento viene definita dalla seguente equazione matematica:

---

Tale legge afferma che i colori con l'incremento della temperatura di un radiatore termico, variano dal rosso ed arrivano al giallo, passando per l'arancione.

La lunghezza d'onda dei vari colori è la stessa calcolata per  $\lambda_{\max}$  (Mancuccini *et al.*, 1998; 3).

### 5.3.3 *Legge di Stefan-Boltzmann*

J. Stefan (1835-1893) e L. Boltzmann (1844-1906) effettuando un'integrazione alla formula di Planck da  $\lambda = 0$  a  $\lambda = \infty$  ottennero l'emittenza radiante di un corpo nero (wb).

$$W_b = \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

La formula permette di affermare che la quantità di energia emessa da un corpo nero è proporzionale alla temperatura assoluta ( $T$ ) elevata alla quarta potenza.

Andando a rappresentare graficamente  $W_b$ , esso rappresenta l'area al di sotto della curva di Planck riferita ad una certa temperatura (Mancuccini *et al.*, 1998; 3).

### 5.3.4 *Corpo nero ed emissività*

Si definisce con il termine di corpo nero, una sostanza ideale, in grado di assorbire tutte le radiazioni elettromagnetiche, qualsiasi sia la loro lunghezza d'onda. Il corpo in questione appare nero perché non è in grado né di riflettere né di trasmettere energia. Proprio perché non è in grado di riflettere, la sua caratteristica è quella di assorbire tutta l'energia incidente.

G.R. Kirchhoff (1824-1887), formulò una legge secondo la quale è possibile affermare che se un corpo è in grado di assorbire tutte le radiazioni dello spettro elettromagnetico, è altresì in grado di emetterle, questo secondo la teoria della conservazione dell'energia.

La propagazione di energia tra due corpi può avvenire per mezzo delle onde elettromagnetiche, nello specifico la propagazione del calore può verificarsi attraverso varie modalità:

conduzione;

convezione;

irraggiamento.

La capacità intrinseca di irraggiare posseduta da ogni oggetto, è definita con il termine di *emissività*. L'emissività rappresenta il rapporto tra l'energia irraggiata da un certo materiale rispetto all'energia irraggiata da un corpo nero.

Un corpo nero ideale avrà un valore di emissività pari ad uno, infatti sarà in grado di irraggiare tutta l'energia incidente. Un qualsiasi altro oggetto avrà emissività compresa tra zero ed uno e ciò ci permetterà di definire ogni altro corpo come grigio. In particolare, i corpi grigi seguono la legge di Kirchhoff secondo la quale la loro emissività è uguale al coefficiente di assorbimento (Mancuccini *et al.*, 1998; 3).

---

### 5.3.5 *Emettitori diversi da corpi neri*

Quando prendiamo in considerazione oggetti reali, difficilmente vengono rispettate le condizioni descritte per un corpo nero. I fattori che impediscono ad un oggetto di comportarsi come un corpo nero sono tre:

1. una porzione della radiazione incidente  $\alpha$  può essere assorbita;
2. una frazione  $\rho$  può essere riflessa;
3. un'altra parte può essere trasmessa  $\tau$ .

Tutti e tre questi fattori dipendono dalla lunghezza d'onda, quindi  $\lambda$  viene utilizzata per mettere in evidenza la dipendenza spettrale.

$\alpha_\lambda$  (**coefficiente di assorbimento spettrale**): rappresenta il rapporto tra il flusso energetico spettrale assorbito da un oggetto ed il flusso energetico spettrale incidente o meglio, per semplificare, il rapporto tra la radiazione assorbita e la radiazione incidente;

$\rho_\lambda$  (**coefficiente di riflessione spettrale**): è un coefficiente che rappresenta il rapporto tra radiazione riflessa e radiazione incidente;

$\tau_\lambda$  (**coefficiente di trasmissione spettrale**): è un coefficiente che rappresenta il rapporto tra radiazione trasmessa e radiazione incidente.

La somma dei tre coefficienti:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

Se prendiamo in considerazione materiali opachi  $\tau_\lambda$  sarà uguale a zero, quindi la relazione si trasformerà nel seguente modo:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Dovendo descrivere l'emittenza radiante  $\epsilon$ , di un corpo nero prodotta da un oggetto ad una determinata temperatura, è necessario prendere in considerazione un altro fattore che è l'emissività. Come già accennato, l'emissività, può essere definita come il rapporto tra il flusso energetico spettrale emesso da un oggetto qualsiasi, rispetto allo stesso flusso spettrale emesso da un corpo nero nelle stesse condizioni di temperatura e lunghezza d'onda.

—

È possibile distinguere tre sorgenti differenti di radiazione, le quali differiscono tra loro in base alle modalità con cui l'emittenza di ognuna varia al variare della lunghezza d'onda:

corpo nero  $\epsilon_\lambda = \epsilon = 1$ ; corpo grigio  $\epsilon_\lambda = \epsilon =$  costante inferiore ad 1;

radiatore selettivo  $\epsilon_\lambda = \epsilon =$  varia in base alla lunghezza d'onda.

Considerando la legge di Kirchhoff, che afferma che per qualsiasi materiale, l'emissività e l'assorbimento spettrali di un corpo, sono uguali a qualsiasi temperatura e lunghezza d'onda specificate, si ottiene la seguente formula:

$$\epsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

considerando un materiale opaco si ottiene:

$$\epsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Se si considerano materiali lucidi come uno specchio, in cui  $\epsilon_\lambda$  tende ad essere uguale a zero, avremo:



---

$$\rho_\lambda = 1$$

Se, inoltre, torniamo alla formula di Stefan-Boltzmann per il radiatore di un corpo grigio avremo:

$$W_b = \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

è possibile affermare che, il potere emissivo totale di un corpo grigio, è uguale a quello di un corpo nero alla stessa temperatura ridotta in maniera proporzionale al valore di  $\epsilon$  del corpo grigio stesso (Mancuccini *et al.*, 1998; 3).

### **5.3.6 Tecniche d'ispezione termografica ed interferenze in campo veterinario**

Esistono due tecniche d'ispezione termografica:

- attive;
- passive.

Le tecniche attive, prendono in esame la temperatura raggiunta dai corpi in seguito a riscaldamento o a raffreddamento esterno e valutano successivamente il ritorno alla temperatura normale.

Le tecniche passive, prendono in esame la temperatura assunta dai corpi come se fossero sistemi isolati dall'ambiente esterno.

Occorre specificare che per ogni specie animale sottoposta ad indagini termografiche esistono delle difficoltà tecniche da mettere in relazione con: dimensioni dei soggetti, presenza o meno di pelliccia, tipologia di stabulazione, caratteristiche comportamentali, ecc. Ciò ci permette di dedurre che non sia possibile definire una tecnica operativa standardizzata sfruttabile in tutti i casi e per tutte le specie.

Importante è considerare l'interferenza nella misurazione della temperatura, che può essere determinata dalla presenza di pelo medio o lungo. Il mantello, può impedire il rilevamento corretto della temperatura anche in aree che presentino patologie in atto e quindi considerevoli rialzi termici. Altre interferenze, possono essere determinate dalla presenza di sostanze esterne al corpo dell'animale quali alcool o urina. Le mani calde del veterinario, che toccano l'animale durante la visita, possono determinare interferenze all'atto della termografia (Redaelli *et al.*, 2011).

## **5.4 Utilizzo della tecnologia ad infrarosso**

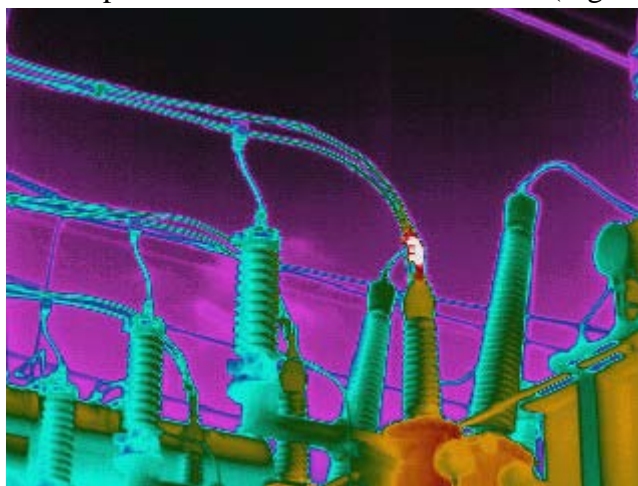
### **5.4.1 Ambito industriale**

La termografia ad infrarosso viene utilizzata per vari scopi. In edilizia, per esempio, il suo utilizzo permette di mettere in evidenza perdite di gas, infiltrazioni d'acqua o aree di un fabbricato non adeguatamente isolate dal punto di vista termico che presentano dispersioni di calore (Figura 16).



**Figura 16: Immagine termografica di un edificio, per la valutazione della dispersione termica (15).**

Questa tecnologia, viene sfruttata anche in campo elettrico, infatti, è noto che gli impianti elettrici, quando presentano un mal funzionamento, hanno la tendenza a surriscaldarsi prima di presentare il guasto effettivo. Grazie alla termografia, è possibile ispezionare installazioni ad alta e bassa tensione e prevenire i guasti possibili che potrebbero essere causa di incendi (Figura 17).



**Figura 17: Immagine termografica di una centrale elettrica, con possibile surriscaldamento di un componente nella porzione indicata con il colore rosso (16).**

L'osservazione delle macchine industriali durante il loro funzionamento, nei normali cicli produttivi, può evitare che si verifichino surriscaldamenti.

I Vigili del Fuoco, utilizzano la termografia in quanto permette di rilevare il calore di un corpo anche in completa oscurità ed in presenza di fumo. Ciò consente il recupero di vittime di incendi o altre calamità in condizioni di visibilità anche molto ridotta. Sempre in quest'ambito, la termografia può essere sfruttata in caso d'incendio, per mettere in evidenza un percorso valutando le aree meno calde in cui poter passare.

Le forze dell'ordine, sfruttano la termografia, per la possibilità che offre di consentire la visione notturna, ciò è di vitale importanza nei casi di inseguimenti notturni. Grazie alla termografia, infatti è possibile rilevare un corpo umano anche in completa oscurità, inoltre questa tecnologia può essere

---

sfruttata ogni qualvolta si desidera osservare senza essere visti (osservazione di malviventi e/o di traffici illeciti).

In campo sportivo, per la precisione motociclismo ed automobilismo (nello specifico il team Ferrari), la termografia può essere sfruttata per valutare che non ci siano aumenti repentini della temperatura delle gomme, incrementi che potrebbero accelerarne il deterioramento (Mancuccini *et al.*, 1998).

#### 5.4.2 *Ambito medico*

In ambito medico, è ormai accertato che esista una stretta relazione tra temperatura corporea interna e stato funzionale dell'organismo, la correlazione viene considerata ormai assodata (Figura 18).



Figura 18: Immagine termografica del corpo umano di uomo, donna e bambino (17).

Essendo organismi omeotermi, i mammiferi sono in grado, in condizioni di salute, di mantenere una temperatura corporea costante, indipendentemente dalle variazioni subite dalla temperatura dell'ambiente esterno.

La termografia permette di rilevare le variazioni della temperatura esterna del corpo intesa come temperatura superficiale.

Inoltre, tale tecnologia, permette di rilevare tutti quei processi patologici nei quali sia presente una variazione della temperatura: infiammazioni, flogosi, traumi, alterazioni metaboliche e dei sistemi di termoregolazione, modificazioni del microcircolo. La termografia, non permette di indagare patologie a carico degli organi interni, in quanto consente di rilevare la temperatura nei primi centimetri di spessore cutaneo. È stato possibile associare flogosi, aumento della perfusione locale, aumento del tasso metabolico a zone calde; mentre a zone fredde sono state associate ischemia, ipoperfusione, necrosi ed infarto (Redaelli *et al.*, 2011).

Ogni volta che si esegue uno studio termografico, sia in ambito medico sia in ambito veterinario, è opportuno potersi avvalere di termografie di soggetti sani, in modo da poter realizzare studi comparativi e poter eseguire valutazioni adeguate in caso di processi patologici (Purohit *et al.*, 1980).

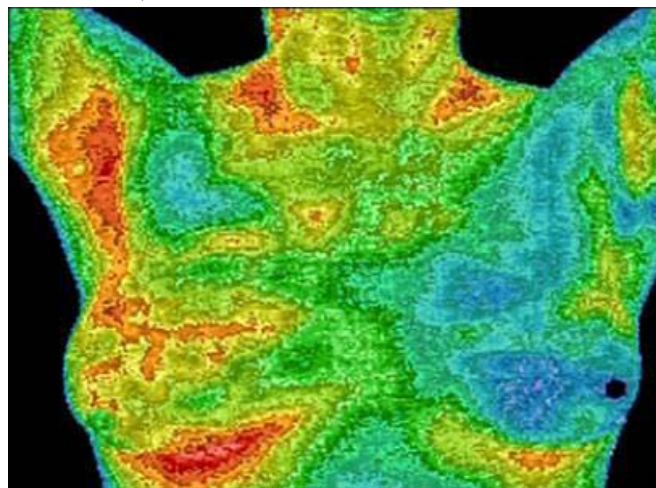
---

Il circolo ematico è il maggior responsabile della variazioni di temperatura, di conseguenza, una vasocostrizione a livello di un distretto dell'organismo, potrà determinare una riduzione della temperatura, mentre una vasodilatazione, produrrà al contrario, un incremento della stessa.

La presenza di un processo infiammatorio, può essere evidenziata come una variazione della temperatura superficiale. Tali processi, possono essere messi in evidenza anche con discreto anticipo rispetto alla comparsa della sintomatologia clinica (Mancuccini *et al.*, 1998).

Alcuni ricercatori, eseguirono uno studio su pazienti affetti da artrite reumatoide giovanile ed uno su pazienti affetti da osteoartrosi, il risultato di entrambi gli studi condotti fu che, negli individui esaminati, fu possibile rilevare una modificazione della distribuzione della temperatura nelle aree colpite dai processi infiammatori (Salisbury *et al.*, 1983; Arnold *et al.*, 1989).

Di grande importanza, l'utilizzo della termografia nella diagnostica delle neoplasie mammarie. Gli studi condotti in merito, sono partiti dal presupposto che i tessuti tumorali, che costituiscono i carcinomi mammari, sono caratterizzati da una notevole proliferazione cellulare, accompagnata da neoangiogenesi. Ciò ha consentito di rilevare immagini termografiche, caratterizzate da un aumento della temperatura delle aree colpite. Tuttavia, la tecnica termografica, applicata in queste indagini, non consente di poter effettuare diagnosi precise, in quanto suscettibile di variazioni anche in conseguenza a fenomeni fisiologici come: temperatura ambientale, lattazioni precedenti, periodo mestruale, ecc. (Borten *et al.*, 1984).



**Figura 19: Termografia che mostra la presenza di un tumore mammario localizzato al seno destro (18).**

Tale tecnica, infatti, non possiede una sensibilità tale da permettere di soppiantare l'attuale mammografia (Osma *et al.*, 1984). Recentemente però, effettuando correlazioni tra termografie e mammografie, eseguite su diversi pazienti, è stato possibile concludere che una diagnosi, effettuata sfruttando entrambe le metodiche diagnostiche, risulta più attendibile e precisa di una effettuata sfruttando esclusivamente la mammografia (Gautherie *et al.*, 1982, Keyserlingk *et al.*, 1998) (Figura 19).

La termografia, è stata utilizzata in passato, anche per eseguire diagnosi differenziale tra gozzo tiroideo e neoplasia tiroidea. I ricercatori furono in grado di eseguire diagnosi di carcinoma tiroideo in 59 pazienti su 66 nei quali fu utilizzata la termografia (Gardani *et al.*, 1983).

La termografia venne ampiamente utilizzata anche durante l'epidemia di SARS, tale tecnica permetteva di mettere in evidenza individui che presentavano ipertermia, ciò consentiva una valutazione rapida in un contesto in cui migliaia di persone confluivano negli ospedali. Ciò permise di mettere in risalto le aree corporee più adeguate, a livello delle quali, effettuare le rilevazioni termiche e le cui temperature potessero essere relazionabili con quelle dell'orecchio. Le regioni

---

corporee individuate furono quelle dell'occhio e della fronte, fu anche possibile rilevare un valore soglia, oltre il quale, i soggetti, venivano valutati come ipertermici. Tale valore fu rilevato cercando di evitare le possibili interferenze prodotte dalla temperatura esterna e da fattori legati all'ambiente (Chiu *et al.*, 2005).

Ming e collaboratori nel 2005, condussero altri studi termografici in pazienti affetti da patologia del tunnel carpale ed anch'essi rilevarono modificazioni nella distribuzione della temperatura a livello dei tessuti patologici.

Valutando la temperatura del seno al momento dell'ovulazione, altri ricercatori, cercarono di evidenziare il periodo di maggior fertilità di alcune donne (Shah *et al.*, 1984). In realtà la termografia permise di evidenziare i prodromi del carcinoma cervicale.

Eseguendo scansioni termografiche in donne in corso di travaglio e parto, fu possibile rilevare un aumento della temperatura a livello addominale. La temperatura, presentava dei rialzi ancora più accentuati in corrispondenza delle contrazioni. Quanto rilevato, venne in seguito sfruttato per mettere appunto un metodo che consentisse di predire il sopraggiungere delle contrazioni durante il travaglio (Yang *et al.*, 1990; Beinder *et al.*, 1990; Yang *et al.*, 1991).

Un altro campo della medicina in cui è stata testata ed utilizzata la termografia, è quello che si occupa della fertilità maschile, alcune patologie come il varicocele, possono essere causa di un aumento della temperatura a livello testicolare, con ripercussioni sulla funzionalità degli spermatozoi e conseguente infertilità. La termografia può rilevare queste modifiche della temperatura (Amiel *et al.*, 1976; Coppola *et al.*, 1984; Coulter *et al.*, 1988).

In ambito chirurgico, la termografia viene utilizzata per valutare la zona migliore in cui effettuare un'amputazione: valutando la vascolarizzazione dei tessuti, la termografia, permette di distinguere i tessuti più freddi e quindi necrotizzati da quelli più caldi cioè ancora vascolarizzati (Lee *et al.*, 1979; Luk *et al.*, 1986).

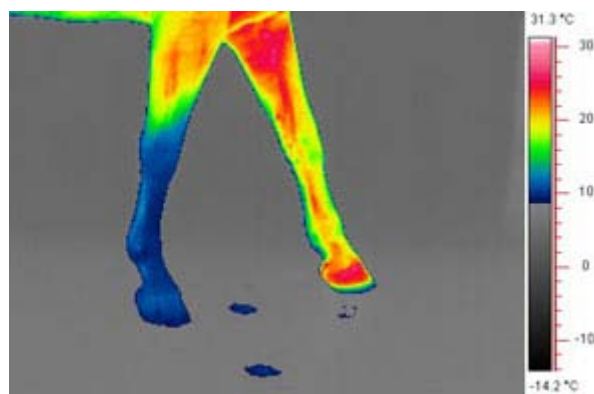
Stess e collaboratori (1986), eseguirono studi termografici in pazienti affetti da diabete, vennero scansionate con termocamera le piante dei piedi di individui che presentavano ulcere diabetiche e fu possibile rilevare un aumento della temperatura nelle aree colpite.

Ulteriori studi vennero condotti su pazienti ustionati, lo scopo era quello di poter valutare, tramite termografia, la gravità delle ustioni. I risultati furono piuttosto deludenti, in quanto, la presenza di vescicole e l'abbassamento della temperatura indotto dall'evaporazione, contribuirono a falsare i risultati (Anselmo *et al.*, 1977).

Infine, Milano e collaboratori (1982), misero in evidenza modificazioni della temperatura e quindi alterazioni termografiche, in soggetti colpiti da scoliosi.

### 5.4.3 *Ambito veterinario*

L'ambito veterinario più indagato per mezzo della termografia, è stato quello ippico. La termografia, ha svolto il ruolo di supporto di altri tipi di diagnostica collaterale quali: radiografie, ecografie e scintigrafie, per rilevare eventuali zoppie nel cavallo determinate da lesioni ad ossa, tendini, legamenti, articolazioni (nello specifico, capsule articolari e sinoviali) e muscoli (Figura 20) (Turner, 1991; Eddy *et al.*, 2001).



**Figura 20: Immagine termografica di arti anteriori di cavallo: notare l'arto che presenta i colori rosso, arancione e giallo che indicano un temperatura superiore a quella dell'arto controlaterale che appare blu. Ciò presumibilmente indica la presenza di un processo infiammatorio in atto (19).**

Per poter effettuare delle comparazioni corrette, ed evitare errori diagnostici, Purohit e collaboratori (1980), eseguirono delle termografie in cavalli sottoposti ad attività fisica, ciò che risultò fu un aumento della temperatura degli arti. Fondamentale fu l'accertamento che le differenze termiche tra le varie regioni dell'arto, risultavano conservate se paragonate ad un arto a riposo. Fu anche possibile mettere in evidenza una certa simmetria termica tra gli arti oggetto di termografia.

Inoltre, Weil ed i suoi collaboratori (1998), evidenziarono la necessità di sottoporre a termografia entrambi gli arti contemporaneamente, quello sano e quello colpito da un processo patologico, in modo da poter mettere in evidenza direttamente l'asimmetria termica esistente (Weil *et al.*, 1998)

Purohit ed i suoi collaboratori (1980), misero in evidenza quale fosse l'area più calda nell'arto di cavallo, tale zona risultò essere il cercine coronarico, cioè, in ragione della sua notevole vascolarizzazione.

Fenomeni patologici quali: ascessi, traumi, infiammazioni, sono responsabili di incrementi termici delle aree colpite; per contro, tessuti cicatriziali che sono scarsamente vascolarizzati e trombi sono caratterizzati da una diminuzione della temperatura (Weil *et al.*, 1998).

Turner e collaboratori (1983), analizzando due gruppi di cavalli il primo composto da cavalli sani ed il secondo da soggetti affetti da navicolite, osservarono che, in seguito ad esercizio fisico, nel gruppo di cavalli sani era possibile rilevare un modico incremento della temperatura (0,5°C) mentre nei soggetti affetti da navicolite non si assisteva a tale incremento.

Inoltre, la termografia, si è rivelata particolarmente utile, grazie alla sua totale non-invasività, per monitorare i processi di guarigione. Man mano si assiste ad una riduzione del processo infiammatorio, è possibile documentare una notevole riduzione della temperatura dell'area colpita (Shamaa *et al.*, 2002).

La termografia ad infrarossi viene utilizzata anche in buiatria, in particolare, per ciò che attiene le mastiti, tale tecnica, consente di mettere in evidenza i quadri di mastite sub-clinica molto precocemente rispetto alle tecniche comunemente sfruttate (Scott *et al.*, 2000; Berry *et al.*, 2003).

Sempre in ambito buiatico, è stato possibile, grazie alla termografia, mettere in risalto incrementi termici a livello di alcune regioni della testa (occhio e naso) e nel tronco, molti giorni prima della comparsa della sintomatologia clinica caratterizzante la BVD (Figura 21). Precisamente, la termografia, si è dimostrata più tempestiva dei normali mezzi diagnostici normalmente utilizzati (rilevamento delle proteine di fase acuta) (Houe, 1999).

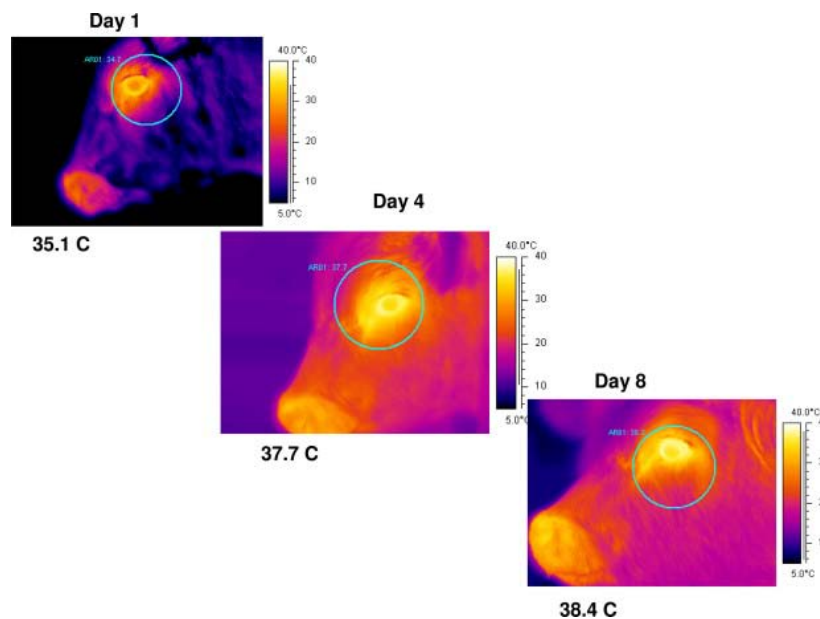


Figura 21: Termografia nello stesso bovino dal momento del contagio da BVD (3).

In ambito aviario, fu condotto uno studio in un allevamento di Broiler. Tutti i soggetti dell'allevamento, furono sottoposti a termografia per cercare di rilevare eventuali differenze di temperatura a parità di condizioni di vita, età, metodiche di contenimento, clima, tipologia di allevamento. Le variazioni termiche osservate furono minime ( $0,5^{\circ}\text{C}$ ) e ciò condusse i ricercatori ad ipotizzare che tale tecnologia potesse essere utilizzata per rilevare eventuali stati di ipertermia in alcuni soggetti facenti parte del gruppo (Tessier *et al.*, 2003).

Interessantissimo lo studio che ha visto la termografia protagonista di una metodica per la misurazione dello stress. Quando un animale è stressato, si attiva il suo asse ipotalamo-ipofisurrene, ciò determina un aumento della produzione di catecolamine e cortisolo e ciò produce un aumento della temperatura rilevabile per mezzo della termografia. La termografia, ha il vantaggio di permettere valutazioni a distanza, senza avere contatti diretti con il soggetto da testare. Il contatto diretto con l'animale, potrebbe richiedere un contenimento ed essere, esso stesso, causa di stress, contribuendo a falsare i risultati di uno studio sperimentale (Schaefer *et al.*, 2002). Lo stesso Autore, anni prima, aveva valutato lo stress dei bovini da carne durante il trasporto sempre servendosi della termografia (Schaefer *et al.*, 1989).

Altri studi per valutare la risposta allo stress, sono stati condotti nella specie cunicola (Lodwing *et al.*, 2007).

Redaelli, in uno studio condotto nel 2011, ha eseguito valutazioni termografiche per valutare lo stato di benessere di cani sfruttati per la ricerca di stupefacenti. Oltre alle indagini termografiche sono stati eseguiti prelievi ematici per valutare la presenza di neurotrasmettitori in circolo. Gli animali oggetto di studio, sono stati sottoposti anche ad un test che ha permesso di rilevare le loro caratteristiche comportamentali. I soggetti, sono stati ripresi con termocamera nel corso del test. Le regioni corporee verso le quali si sono concentrate riprese, sono state la regione perioculare, quella auricolare e la bocca. L'analisi dei dati, ha permesso di evidenziare differenze significative tra i sessi, mentre non sono risultate significative le differenze tra le prove del test e tra le aree in cui si è rilevata la temperatura. Correlando temperature e variabili comportamentali, si sono ottenute correlazioni significative, in particolare per le variabili comportamentali relative al contatto sociale, alla cooperazione ed alle reazioni di evitamento e spavento (Redaelli *et al.*, 2011).

---

In ogni caso, in letteratura, si considera come area più adatta per rilevare eventuali stati di stress, la zona perioculare.

Nel cavallo, è stato possibile rilevare una vasocostrizione periferica che ha permesso di rilevare una diminuzione della temperatura cutanea in caso di stress (Redaelli *et al.*, 2011).

L'Università degli Studi di Milano sta mettendo appunto, ormai da anni, tecniche non invasive per la valutazione dello stress e dello stato di benessere negli animali da reddito e negli animali da compagnia in relazione allo stato sanitario ed alle condizioni dell'ambiente di vita, la termografia risulta soddisfare queste esigenze di ridotta invasività (Redaelli *et al.*, 2011).

La termografia è stata sfruttata anche per mettere in evidenza incrementi di temperatura patologici a carico dello scroto nel toro. L'elevata temperatura dello scroto, è da mettere in relazione con anomalie degli spermatozoi (Lunstra *et al.*, 1997).

La termografia ha avuto un grande incremento di utilizzo anche negli zoo e nello studio degli animali che vivono in cattività. Il vantaggio di tale tecnologia, è quello di poter osservare gli animali senza doverli catturare o anestetizzare (Garner *et al.*, 1995).

Inoltre, la termografia è stata sfruttata per permettere di effettuare diagnosi di gravidanza in animali non convenzionali, spesso è stata utilizzata in abbinamento all'ecografia come nello studio condotto dalla Dott.ssa Durrant su un panda situato nello Zoo di San Diego. Al 48° giorno di gestazione, fu possibile osservare un'area ubicata sopra l'apparato riproduttivo, più calda. Tale area tendeva, con il passare dei giorni, ad incrementare le sue dimensioni. Scansioni eseguite attorno al 97° giorno di gestazione, misero in evidenza due strutture con temperatura più alta, localizzate ogn'una all'interno di un corno uterino. Una successiva ecografia di controllo effettuata in 134<sup>esima</sup> giornata mise in evidenza la presenza di due feti vivi che corrispondevano esattamente alle aree evidenziate per mezzo della termografia (Spady *et al.*, 2003).

Sottoponendo a termografia cavalle gravide e non gravide e confrontando le temperature rilevate a livello dei fianchi, alcuni ricercatori, rilevarono un modico aumento della temperatura nelle cavalle gravide, il tutto indipendentemente dalle condizioni ambientali (Bowers *et al.*, 2009).

In altri studi, furono paragonate tra loro le temperature rilevate a livello vaginale e le concentrazioni ematiche di progesterone in vacche gravide e non gravide. Nelle vacche gravide, si osservò che le concentrazioni di progesterone e le temperature erano superiori a quelle delle vacche non gravide. Per comprendere se tale aumento fosse da imputare ad un effetto termogenico del progesterone, furono inseriti dei tamponi a rilascio controllato di progesterone. Ne risultò un aumento della temperatura nei periodi di trattamento. In ogni caso non fu possibile trovare una precisa correlazione tra concentrazione di progesterone e temperatura corporea (Suthar *et al.*, 2012).

Partendo da questo studio, Petrulli e collaboratori (2013), hanno eseguito una valutazione che ha messo in relazione la temperatura rilevata a livello dell'occhio, in femmine di grandi felidi gravide con le concentrazioni di progesterone, cortisolo e testosterone rilevati in pelo e feci. È stato preso in considerazione anche un gruppo di controllo composto da maschi e femmine non gravide, nei quali sono stati eseguite gli stessi rilievi termografici e le stesse valutazioni endocrine. I risultati di tale studio, hanno permesso di evidenziare una correlazione tra aumenti di progesterone e temperatura corporea in alcuni soggetti, in altri, hanno condotto a risultati discrepanti. È stato possibile rilevare, in base ai dati ottenuti, un aumento della durata del periodo estrale, mentre per quel che riguarda la durata della gestazione, i valori rilevati sono perfettamente concordi con quelli già presenti in bibliografia (Petrulli *et al.*, 2013).

Nel 2005 è stato condotto uno studio sui primati, tale ricerca prevedeva di effettuare scansioni termografiche ripetute in soggetti sottoposti ad eventi pericolosi. I soggetti testati venivano



---

avvicinati da persone con aspetto minaccioso, vestiti con camici o equipaggiati con reti da cattura. L'area di interesse a livello della quale fu rilevata la temperatura fu quella nasale. Fu possibile osservare una diminuzione della temperatura di quest'area quando i soggetti erano sottoposti allo stimolo emotivo (Nakayama *et al.*, 2005).

Nel 2012, Hoffmann e collaboratori, hanno condotto uno studio con la finalità di confrontare, per mezzo della termografia, le temperature misurate in diverse regioni del corpo con le temperature rettali e vaginali. Sono stati presi in considerazione un gruppo di bovini. Le zone indagate furono occhi, porzione posteriore dell'orecchio, spalla e vulva, ne risultò che le regioni che meglio si adattavano al monitoraggio della temperatura erano occhi e porzione posteriore dell'orecchio. Infatti, l'aumento della temperatura a livello della regione della testa, andava di pari passo con l'aumento della temperatura rettale.

Altre applicazioni della termografia sono volte migliorare il benessere degli animali in maniera indiretta, agendo sull'ambiente di vita o sull'alimentazione e non direttamente sull'organismo.

Cassini e collaboratori nel 1993, hanno svolto uno studio sui foraggi insilati per valutare eventuali variazioni termiche e conseguenti alterazioni nei processi di maturazione.

Infine, la termografia, è stata sfruttata per valutare l'isolamento termico di alcuni allevamenti di suini. Tale tecnologia, è stata sfruttata per mettere in luce possibili dispersioni di calore responsabili di influire sul benessere animale e sulla produttività (Novarotto *et al.*, 2003).

---

## 6 MATERIALI E METODI

---

### 6.1 *Discriminazione spontanea di quantità*

#### 6.1.1 *Scopi*

Gli studi riguardanti le competenze numeriche del cane domestico, sono piuttosto limitati; i lavori più recenti sono quelli di Kobayashi e Tanaka (1999); West e Young (2002); Ward e Smuts (2007); Prato Previde *et al.*, (2008) e Bonanni *et al.*, (2010). Tali studi, hanno dimostrato che i cani sono in grado di effettuare discriminazioni di quantità di cibo tra loro differenti: i rapporti tra le numerosità che sono stati utilizzati dai diversi Autori nei loro studi sono stati diversi: 1 vs 5, 1 vs 4, 1 vs 3, 2 vs 5, 2 vs 4, 3 vs 5.

Facciamo ora un breve *excursus* a proposito di alcuni studi già condotti in materia:

Kobayashi e Tanaka nel 1999, condussero uno studio sulle capacità numeriche del cane, durante il quale venivano mostrati due pannelli ricoperti di punti ed ogni soggetto testato che, veniva ricompensato quando sceglieva il pannello che presentava il maggior numero di punti. Grazie a questo studio gli Autori dimostrarono che il cane era in grado di esprimere giudizi di numerosità relativa.

West e Young (2002), mediante l'utilizzo del paradigma di violazione dell'aspettativa, hanno potuto dimostrare che i cani domestici mostrano una certa abilità di calcolo.

Ward e Smuts nel 2007, hanno condotto uno studio nel quale ad ogni cane testato, sono state somministrate varie prove, in ognuna delle quali veniva presentato un confronto tra numerosità differenti. Nell'ambito di questo studio, gli Autori, potevano valutare solo la prima risposta fornita da un certo soggetto ad un determinato rapporto tra numerosità. La realtà dei fatti, era che lo stesso cane, poteva aver esperito da una situazione simile presentata nelle prove precedenti (anche se con numerosità diverse). Quindi in questo studio non venivano valutate realmente le risposte spontanee al test, cosa che si potrebbe ottenere analizzando l'unica prima prova. I risultati ottenuti dallo studio condotto, dimostrarono che i cani testati erano in grado di eseguire la discriminazione di quantità, scegliendo quella maggiore quasi in tutte le combinazioni, fatta eccezione per le discriminazioni che prevedevano che la quantità maggiore e quella minore differissero tra di loro di una sola unità.

Bonanni *et al.*, (2010), hanno svolto osservazioni sui conflitti tra gruppi di cani domestici che vivono in ambiente suburbano. I cani studiati conducevano vita randagia, i loro movimenti e le loro attività erano indipendenti dall'intervento dell'uomo-proprietario. Dagli studi condotti, è emerso come questi animali, prima di orientarsi verso una decisione, effettuassero una stima relativa della dimensione dei gruppi in conflitto ed attribuissero a tale informazione una funzione adattativa.

Basandoci sugli studi citati, come base di partenza, abbiamo deciso di approfondire le competenze numeriche del cane domestico, testando la capacità di discriminare quantità differenti in base alla presentazione di stimoli visivi, uditivi e visivi ed uditivi insieme.

In particolare, questo studio si è prefisso i seguenti obiettivi:

- 
- la misurazione della capacità del cane di discriminare due quantità che differiscono tra di loro del 50% (discriminazione di quantità 2 vs 4 e 2 vs 1) o più del 50% (1 vs 8);
  - la valutazione della memoria rappresentativa del cane per le discriminazioni di quantità in cui, il cane, non ha accesso visivo diretto, al quantitativo di cibo utilizzato (test con *input* uditivo e test con *input* visivo ed uditivo)

Per eseguire tali valutazioni, al di fuori di un *setting* artificiale, come quello rappresentato dal laboratorio, che presuppone l'utilizzo di soggetti addestrati, si è utilizzata una procedura che ha fornito a cani domestici non addestrati, la possibilità di scegliere tra 2 contenitori (piatti o barattoli), contenenti una quantità di cibo diversa. Tale scelta, è avvenuta tenendo conto del fatto che nei compiti di discriminazione numerica che si basano esclusivamente sull'espressione di preferenze spontanee, le prestazioni degli animali siano inferiori a quelle mostrate in seguito a procedure di *training* (Hauser e Spelke, 2004).

Si è partiti dal presupposto che il cane, sia in grado di distinguere due quantità basandosi sulla visione delle due quantità di cibo presentate in un piattino (*input* visivo), oppure basandosi sul suono provocato dalla caduta di croccantini all'interno di due contenitori metallici (*input* uditivo) ed, in un secondo momento, associando al suono anche la visione della caduta degli stessi (*input* visivo ed uditivo).

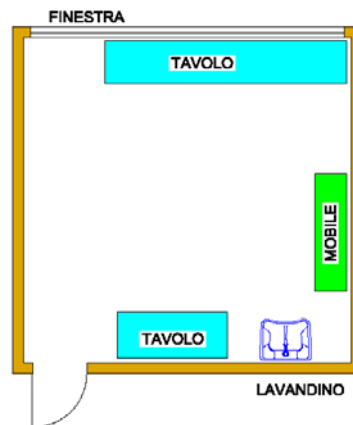
Nella seconda parte del test (valutazione della discriminazione di quantità con *input* uditivo e con *input* uditivo e visivo), l'animale, non poteva vedere il contenuto dei barattoli nel momento in cui eseguiva la sua scelta (sono stati utilizzati a tal scopo contenitori sufficientemente profondi ed opachi), e quindi ha dovuto fare affidamento esclusivamente alle sue capacità mnemoniche.

Al fine di avere una migliore chiarezza nella trattazione dell'argomento e dei test utilizzati si è pensato di descrivere le due procedure sperimentali adottate separatamente.

## ***6.2 Discriminazione spontanea di quantità per mezzo di input visivo***

### ***6.2.1 Procedura sperimentale***

Il test cognitivo utilizzato è stato eseguito in ambiente standardizzato presso il Laboratorio per lo Studio e la Misura del Comportamento del Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie dell'Università di Bologna.



**Figura 22: planimetria del Laboratorio per lo Studio e la Misura del Comportamento del Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie dell'Università di Bologna.**

In questa prima fase, abbiamo voluto rendere i dati più possibile confrontabili tra di loro, svolgendo lo studio in un ambiente che presentasse per tutti i soggetti testati, le medesime caratteristiche. Abbiamo dovuto “fare i conti” con altri fattori di disturbo: la possibilità che l’individuo si trovasse a disagio in un ambiente nuovo, oppure la possibilità che risultasse distratto e di conseguenza meno concentrato e collaborativo nell’esecuzione del compito richiestogli dallo sperimentatore.

La stanza in cui è stato svolto il test ha forma circa quadrata, con la porta posizionata verso un lato rispetto al centro della stanza. All’interno della stanza, sono posizionati 2 tavoli, un armadietto collocati a ridosso dei lati della stanza stessa ed un lavandino posizionato dallo stesso lato in cui si trova la porta (Figura22).

La scelta dei cani impiegati nei test da noi eseguiti, è avvenuta su base volontaria: attraverso conoscenza diretta dei proprietari, volantini appesi, passaparola, ecc.. I proprietari sono stati contattati telefonicamente in modo da prendere accordi sulla giornata in cui eseguire il test ed in questo frangente è stato richiesto loro di tenere i loro cani a digiuno nella 4 ore precedenti l’esecuzione del test stesso, al fine di favorire la motivazione del cane e quindi il completamento del test.

I cani sono stati sottoposti a due tipi di test distinti definiti come test I e test II, con differenti quantità di cibo da discriminare. Nel primo test (test I), sono state impiegate le numerosità 1 vs 8. In quello successivo (test II), si è deciso di aumentare il grado di difficoltà del test portando le numerosità a 2 vs 4. Per le diverse quantità da discriminare è stato utilizzato un alimento specifico per cani presentato sotto forma di croccantini.

Ciascun test ha previsto due varianti differenti per il diverso tipo di rinforzo utilizzato:

- 1) **rinforzo differenziale**: in questa variante del test il cane aveva accesso al cibo contenuto all’interno dei piattini utilizzati come contenitori. In altre parole gli era consentito di mangiare il quantitativo di cibo scelto.
- 2) **Rinforzo non differenziale**: in ragione del fatto, che la prima tipologia di rinforzo può essere responsabile di fenomeni di apprendimento nel corso del test e soprattutto considerando che l’apprendimento non risulta controllato, vale a dire non è uguale per tutti gli individui, si è pensato di utilizzare anche questa modalità di rinforzo in cui, i soggetti

testati venivano ricompensati con un premio uguale per tutti indipendentemente dalla scelta operata.

Sono state eseguite 18 prove per ciascuna variante suddivise in 3 sessioni (eseguite in giorni diversi) ognuna della quali composta da 6 trials.

	<u>TEST I</u>		<u>TEST II</u>	
<i>QUANTITA' DA DISCRIMINARE</i>	1 vs 8		2 vs 4	
<i>VARIANTI RELATIVE AL RINFORZO</i>	<u>RINFORZO DIFFERENZIALE</u>	<u>RINFORZO NON DIFFERENZIALE</u>	<u>RINFORZO DIFFERENZIALE</u>	<u>RINFORZO NON DIFFERENZIALE</u>
<i>NUMERO PROVE</i>	18	18	18	18

Tabella 1: schema sperimentale: caratteristiche dei test somministrati ai cani domestici al fine della discriminazione di quantità diverse. Nello specifico si tratta del test con *input* visivo, sono indicate le 2 varianti che differiscono per la tipologia di rinforzo utilizzato.

Nelle prove eseguite le quantità, rispettivamente 1 vs 8 e 2 vs 4 sono state ripartite equamente a destra ed a sinistra utilizzando una successione randomizzata prestabilita. Lo stesso è stato fatto anche in merito all'ordine di presentazione: prima a destra/sinistra e prima con la quantità maggiore/minore (Tabella 2). Questo scambio di posizioni è stato finalizzato ad evitare l'insorgenza di errori sistematici di lateralizzazione e di familiarizzazione con le quantità diverse.

<i>NUMERO TRIAL</i>	<b>SINISTRA</b>		<b>DESTRA</b>	
	<i>QUANTITA'</i>	<i>ORDINE DI PRESENTAZIONE</i>	<i>QUANTITA'</i>	<i>ORDINE DI PRESENTAZIONE</i>
1	1	I	8	II
2	8	II	1	I
3	1	I	8	II
4	8	II	1	I
5	8	II	1	I
6	1	I	8	II

Tabella 2: schema della sequenza di presentazione delle diverse quantità di cibo in ogni sessione, nello specifico è stato riportato lo schema relativo alla discriminazione 1 vs 8. Per quanto riguarda le quantità 2 vs 4 lo schema utilizzato è stato il medesimo.

Per l'esecuzione di questo esperimento sono stati impiegati i seguenti materiali:

nella prima variante del test con rinforzo differenziale abbiamo utilizzato:

**2 piattini di plastica bianca** di diametro 22 cm. e con bordo alto 2 cm. I piatti venivano sostituiti ad ogni sessione di 6 trials;

**2 contenitori (coperchi) in plastica bianca** non trasparente di dimensioni 13 × 10.5 × 9.5 cm. ottenuti sovrapponendo due vaschette in plastica ed apponendovi un foglio di plastica bucherellato sulla faccia superiore (Figura.23).



**Figura 53: coperchio bucherellato utilizzato nel corso del test**

Il coperchio così ottenuto, dotato di fori sulla faccia superiore veniva poi collocato sopra i piatti di plastica, per impedire la visione dei pezzetti di cibo in essi posizionati. Ciò avveniva prima che lo sperimentatore collocasse i piattini nelle posizioni prefissate.



**Figura 24: posizionamento del coperchio sul piatto nel quale venivano presentati i bocconcini.**

I fori presenti nella parte superiore del coperchio, erano sufficientemente grandi da permettere la diffusione dell'odore del cibo, ma non troppo grandi da permetterne la visione da parte del cane. Il coperchio, realizzato grazie alla sovrapposizione delle 2 vaschette, ha permesso di ottenere un doppiofondo che è servito per posizionare dei pezzetti di cibo in numero complementare a quelli presentati nei piatti che permettevano di uniformare l'odore ed evitare che la scelta potesse essere eseguita per mezzo di questo criterio. I coperchi venivano lavati (sempre con il medesimo detersivo) dopo ogni sessione per evitare che i cani percepissero l'odore dei soggetti testati precedentemente.

**Cibo:** nel corso dei test, sono stati posizionati nei piatti pezzetti di cibo particolarmente appetibili. Nello specifico sono stati utilizzati croccantini di marca "Frolic", ogni croccantino veniva suddiviso in 4 parti. Si è scelto di utilizzare il cibo come materiale sperimentale per comporre le due quantità che i cani dovevano discriminare per un fattore legato all'aspetto motivazionale. La maggior parte dei cani sono motivati a ricevere cibo, in particolare se quest'ultimo è appetibile ed i cani sono affamati. Sono rari i soggetti che non gradiscono il cibo e non lo considerano come una motivazione adeguata per svolgere un compito.

---

In letteratura è stato possibile valutare come, le *performance* di individui chiamati ad eseguire discriminazioni di quantità, siano state migliori in quei soggetti che dovevano discriminare tra differenti quantitativi di cibo piuttosto che tra stimoli non alimentari come oggetti (Addessi *et al.*, 2008).

**Telecamera con grandangolo:** è stata utilizzata per riprendere i test, le riprese sono state eseguite da un operatore che si trovava in posizione defilata rispetto al *set* di esecuzione dei test stesso, ma che ugualmente è riuscito nell'intento di riprendere l'intera procedura sperimentale inquadrando i due piatti ed il cane grazie all'obiettivo grandangolo.

**Tabella cartacea:** in cui sono stati annotati i dati al termine di ogni prova, in modo da possedere una registrazione dei risultati che esulasse dalla ripresa.

**Schema della sequenza di presentazione delle quantità.**

**2 paia di occhiali da sole scuri:** gli occhiali sono stati indossati dallo sperimentatore durante l'esecuzione dei test per evitare che lo sguardo del *tester* potesse influenzare in qualche modo la scelta del cane. Infatti, sembra che i cani siano in grado di localizzare cibo nascosto seguendo lo sguardo dell'uomo (Here *et al.*, 2002). Il secondo paio di occhiali veniva prestato ai proprietari nel caso in cui, in sede di test, non fossero forniti di occhiali da sole propri. Anche ai proprietari si sono fatti indossare occhiali per la stessa motivazione appena accennata.

**Metro avvolgibile:** utilizzato precedentemente all'esecuzione dei test per misurare le distanze alle quali posizionare i piatti ed il cane.

**Nastro adesivo di carta:** per contrassegnare le posizioni di piattini e la posizione in cui il proprietario poteva collocarsi trattenendo il cane.

**Cardiofrequenzimetro:** è stato utilizzato un cardiofrequenzimetro (marca Polar) costituito da fascia elastica da posizionare attorno al torace del cane, *computer* rilevatore di frequenza cardiaca ed orologio in grado di acquisire e memorizzare le frequenze rilevate.

Nella seconda variante del test con rinforzo non differenziale, il materiale utilizzato è stato il medesimo salvo alcune variazioni, sono stati utilizzati:

**2 piatti di plastica bianca** del diametro di 22 cm. e con un bordo alto 2 cm., all'interno dei suddetti sono state posizionate le quantità di cibo necessarie per l'esecuzione dei test (1 vs 8 o 2 vs 4), che sono poi state coperte con un foglio di carta lucida attaccata al piatto per mezzo di punti metallici così da permettere al cane la visione dei bocconcini ed anche la percezione del loro odore, ma non consentire ai soggetti testati di mangiarli (Figura.25).



Figura 25: piatto utilizzato nella variante del test con rinforzo non differenziale. I bocconcini sono visibili al cane ma non accessibili ad esso.

---

**Cibo:** oltre ai croccantini utilizzati all'interno dei piattini nel corso del test, essendo previsto un rinforzo non differenziale, cioè uguale per tutti i soggetti, ci si è premuniti di wurstel di pollo che sono stati tagliati a metà longitudinalmente e poi suddivisi in otto parti uguali in modo che il cane ricevesse un premio di dimensioni  $\pm$  uguali in seguito ad ogni *trial* eseguito.

### 6.2.2 *Preparazione al test*

Lo sperimentatore ha contattato telefonicamente i proprietari dei cani al fine di prendere accordi e definire il giorno, l'ora ed il ritrovo per l'esecuzione dei test. Il proprietario è stato informato della tipologia di test al quale il suo cane sarebbe stato sottoposto, inoltre si è chiesto al proprietario di tenere il proprio cane a digiuno nelle 4 ore precedenti l'esecuzione del test medesimo.

Il giorno del test, il proprietario è stato istruito sulle modalità di comportamento da adottare, gli è stato richiesto di parlare il meno possibile con il cane e di evitare movimenti del corpo che potessero fornire indicazioni al cane stesso, inoltre gli si è chiesto di indossare un paio di occhiali da sole.

Ogni cane ha avuto a disposizione 10 minuti per esplorare il nuovo ambiente e fare conoscenza con lo sperimentatore. Inoltre in questo lasso di tempo si è valutato il gradimento nei confronti del cibo utilizzato nell'esecuzione del test (tutti cani si sono mostrati attratti dal cibo impiegato).

Nei soggetti in cui si è utilizzato il cardiofrequenzimetro e precisamente quelli che hanno eseguito i test 1 vs 8 e 2 vs 4 con rinforzo differenziale, in seguito all'applicazione della fascia toracica con relativo *computer* ed orologio, si sono attesi ulteriori 10 minuti per favorire l'adattamento dell'animale.

Il cardiofrequenzimetro è stato applicato solamente nei test indicati che abbiamo ritenuto essere più semplici, infatti la fascia toracica, per rilevare la frequenza cardiaca, veniva applicata aderente al torace del cane e spesso ciò era fonte di disturbo per l'animale stesso che avvertiva probabilmente una sensazione di lieve compressione. Qualche volta, nei soggetti a pelo lungo, il pelo stesso rimaneva incastrato nella fascia, determinando probabilmente una sensazione fastidiosa per il cane. Per questo motivo, abbiamo scelto di non applicare la strumentazione nei test con rinforzo non differenziale già di per sé più complessi, per evitare che i disagi citati potessero in qualche misura influire con le *performance* dei cani.

### 6.2.3 *Preparazione del materiale*

Lo sperimentatore ha proceduto allestendo i piattini da utilizzare durante i test. Questi sono stati preparati in maniera standardizzata ed al di fuori della vista del cane.

Per quanto riguarda i test 1 vs 8, in un piatto sono stati collocati 8 pezzetti di cibo (croccantini Frolic) ed 1 pezzetto nel coperchio per un totale di 9 pezzetti, nell'altro piatto è stato collocato 1 pezzetto di cibo e all'interno del coperchio ne sono stati collocati 8 sempre per un totale di 9 pezzetti (Figura.26)



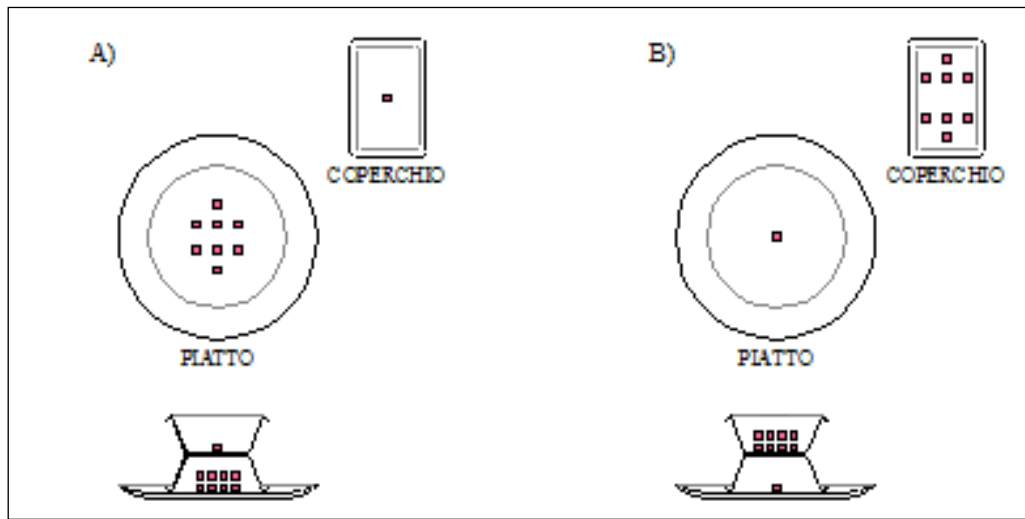


Figura 26: distribuzione dei pezzetti di cibo all'interno dei piattini e dei rispettivi coperchi nel test 1 vs 8.

In questo modo, se i cani avessero scelto avvalendosi dell'olfatto, si sarebbero diretti in maniera casuale da un lato o dall'altro. Per mezzo di questa modalità, si è cercato di limitare il più possibile la disparità tra le tracce olfattive tra i due lati, favorendo lo sfruttamento della vista come organo di senso preponderante durante i test.

I pezzetti di Frolic sono stati attentamente disposti all'interno dei piattini per evitare che si potessero formare dei mucchietti, in altre parole si è cercato di mantenere sempre i bocconcini ben visibili e distinguibili gli uni dagli altri.

La stessa procedura è stata utilizzata nell'esecuzione dei test 2 vs 4.

#### 6.2.4 Procedura del test

I cani sono stati testati individualmente, in ambiente standardizzato. Ad ogni proprietario è stato chiesto di collocarsi con il proprio cane, nella posizione predefinita (la posizione era evidenziata da una striscia di nastro adesivo posta sul pavimento) e di trattenere il cane delicatamente senza costrizioni per mezzo della pettorina o del collare. I proprietari erano posizionati dietro i cani per evitare di precludere loro la vista dei piattini. Si è richiesto al proprietario di mantenere il più possibile la testa dritta di fronte a sé senza guardare i piatti.

A questo punto lo sperimentatore, dopo aver indossato occhiali scuri per non influenzare il cane nella scelta direzionando inavvertitamente lo sguardo verso un piatto oppure un altro, entrava nell'area del test ed appoggiava i piatti di fronte al cane nelle posizioni prefissate e contrassegnate da due croci formate con nastro adesivo apposto sul pavimento. I piatti distavano l'uno dal centro dell'altro circa 60 cm. ed erano collocati ad 150 cm. di distanza dal cane (Figure.27 -28).

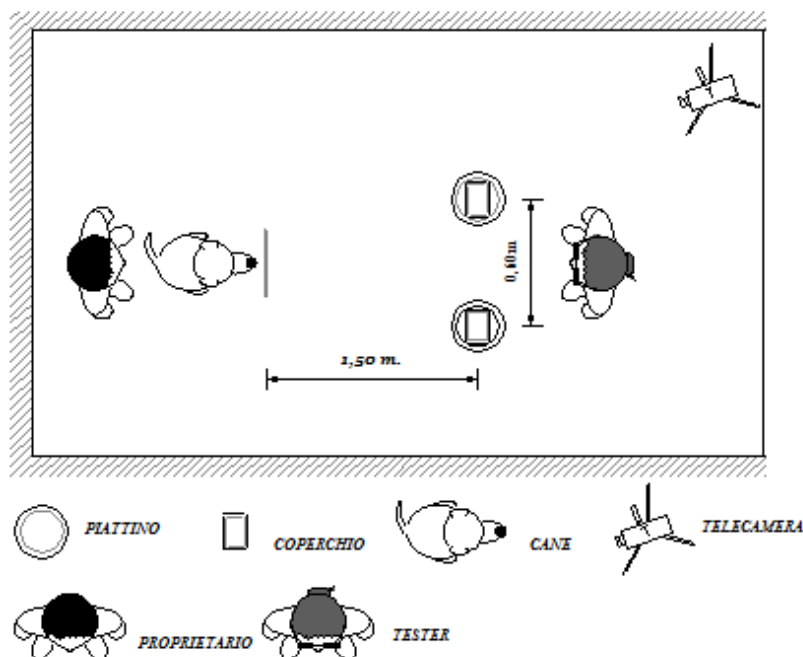


Figura 27: schema in cui vengono indicati il posizionamento di tutti i soggetti che partecipano al test.

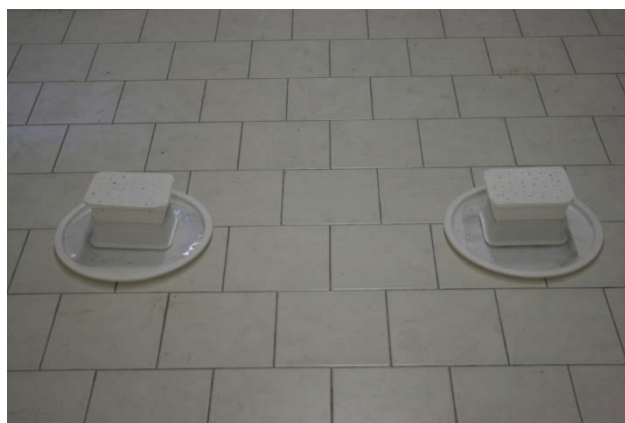


Figura28: posizionamento dei piattini.

Appoggiati i piattini a terra, il tester toglieva entrambi i coperchi contemporaneamente e li appoggiava esternamente ai piatti, sistemandoli a 45° rispetto agli stessi.

A quel punto lo sperimentatore si spostava di qualche passo indietro, cercando di rimanere di fronte al cane ed avendo cura di non guardarlo mantenendo la testa più possibile dritta di fronte a sé. A questo punto, dopo aver lasciato al cane un tempo di circa 5 secondi per osservare entrambi i piatti, lo sperimentatore dava al proprietario il segnale (per mezzo di un cenno dall'alto al basso eseguito con il capo) di rilasciare il cane. Il cane era libero di dirigersi verso uno dei due piatti. Nei test con rinforzo differenziale veniva concesso al cane di mangiare il contenuto del piattini scelto, il *tester* al momento della scelta, si avvicinava e raccoglieva il piatto non selezionato dal cane per evitare che potesse mangiare anche il cibo contenuto in esso. Il cibo contenuto nel piatto scelto costituiva esso stesso il rinforzo. Nel test con rinforzo non differenziale, la scelta veniva considerata eseguita quando il cane si avvicinava a meno di 15 cm. di distanza dal piattino. A quel punto, lo sperimentatore si dirigeva verso il cane bloccandolo per evitare che prendesse contatto con i piatti e

lo riconduceva dal proprietario lodandolo (“Bravo... molto bene!) e dispensando un premio costituito da un pezzetto di wurstel indipendentemente dalla scelta effettuata.

Come già accennato, ogni cane ha eseguito 18 prove suddivise in 3 sessioni composte ognuna da 6 trials. Le 3 sessioni sono state eseguite in giorni diversi e tra una sessione e la successiva dovevano intercorrere almeno 2 giorni.

### 6.2.5 *Soggetti dello studio*

Allo studio hanno partecipato 43 cani in totale, di questi:

- 7 hanno eseguito il test 1 vs 8 con rinforzo differenziale (Tabella 3);
- 6 hanno seguito il test 1 vs 8 con rinforzo non differenziale (Tabella 4);
- 15 hanno eseguito il 2 vs 4 con rinforzo differenziale (Tabella 5);
- 15 hanno eseguito il test 2 vs 4 con rinforzo non differenziale (Tabella 6).

NOME	RAZZA	SESSO	ETA'
<b>ULISSE</b>	Alano	Maschio intero	3 anni e 3 mesi
<b>KIRA1</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	6 anni
<b>PIGNA</b>	Barboncino	Femmina sterilizzata	6 anni e 1/2
<b>DODO</b>	Bassotto	Maschio intero	7 anni
<b>SNOOPY</b>	Maltese	Maschio intero	6 anni e 1/2
<b>KIRA2</b>	Dalmata	Femmina intera	3 anni e 8 mesi
<b>MELODY</b>	Meticcio	Femmina intera	5 anni e 1/2

**Tabella 3: cani che hanno eseguito il test 1 vs 8 con rinforzo differenziale**

NOME	RAZZA	SESSO	ETA'
<b>SAM</b>	Golden Retriever	Maschio castrato	7 anni e 1/2
<b>SOCK</b>	Meticcio	Maschio castrato	7 anni
<b>LEXIE</b>	Segugio	Femmina intera	1 anno e 1/2
<b>KIRA1</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	6 anni
<b>KAOS</b>	Meticcio	Maschio intero	5 anni e 1/2
<b>FLUM</b>	Meticcio	Maschio intero	8 anni

**Tabella 4: cani che hanno svolto il test 1 vs 8 con rinforzo non differenziale.**

<b>NOME</b>	<b>RAZZA</b>	<b>SESSO</b>	<b>ETA'</b>
<b>MARGOT</b>	Beagle	Femmina intera	7 anni
<b>KIBA</b>	Meticcio	Femmina intera	4 anni
<b>TITILLA</b>	Border Collie	Femmina intera	3 anni
<b>KIRA1</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	6 anni
<b>PLUTO</b>	Meticcio	Maschio intero	7 anni ed 8 mesi
<b>LIMA</b>	Levriero	Femmina sterilizzata	6 anni e 1/2
<b>ZOE</b>	Meticcio	Femmina intera	3 anni
<b>ULISSE</b>	W.H. White Terrier	Maschio intero	9 anni
<b>ORESTE</b>	W.H. White Terrier	Maschio castrato	1 anno
<b>BALU'</b>	Meticcio	Maschio intero	1 anno e 1/2
<b>GHILA</b>	Labrador	Femmina intera	5 anni e 1/2
<b>JORDAN</b>	Cavalier King Charls	Femmina sterilizzata	2 anni
<b>OLIVIA</b>	Meticcio	Femmina intera	8 anni
<b>ZAKARY</b>	Meticcio	Maschio intero	1 anno
<b>KEOPE</b>	American Staffordshire Terrier	Femmina sterilizzata	6 anni

**Tabella 5: cani che hanno svolto il test 2 vs 4 con rinforzo differenziale.**

<b>NOME</b>	<b>RAZZA</b>	<b>SESSO</b>	<b>ETA'</b>
<b>ISOTTA</b>	W.H. White Terrier	Femmina sterilizzata	12 anni
<b>LILI</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	9anni
<b>NIKA</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	11 anni
<b>MAIA BOB</b>	Bobtail	Femmina intera	5 anni
<b>AMELIE</b>	Bobtail	Femmina intera	9 mesi
<b>LILLY</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	2 anni
<b>GRINCH</b>	Meticcio	Maschio castrato	5 anni
<b>YASHEL</b>	Bassotto	Femmina intera	2 anni
<b>MAYA M.</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	5 anni
<b>NINA</b>	American Staffordshire Terrier	Femmina intera	2 anni e 1/2
<b>MAYA CO.</b>	Cocker	Femmina intera	2 anni
<b>MAGGY</b>	Labrador	Femmina intera	5 anni e 1/2
<b>NERONE</b>	American Staffordshire Terrier	Maschio intero	6 anni
<b>BELL</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	5 anni
<b>CORAL</b>	Meticcio	Femmina sterilizzata	6 anni

**Tabella 6: cani che hanno eseguito il test 2 vs 4 con rinforzo non differenziale.**

Dei cani presi in considerazione nello studio, 23 erano di razza e 20 meticci, per quel che riguarda il sesso 11 cani erano maschi interi, 4 maschi castrati, 14 femmine intere e 14 femmine sterilizzate. L'età era compresa tra i 9 mesi ed i 12 anni, con un'età media di 61,5 mesi vale a dire circa 5 anni. Tutti i cani erano di proprietà, nessuno dei soggetti testati conosceva lo sperimentatore prima dell'esecuzione del test e nessuno di loro era stato sottoposto in precedenza a nessun test cognitivo.

---

È possibile notare una certa disomogeneità del campione: i cani che hanno eseguito i test 1 vs 8 con rinforzo differenziale e 1 vs 8 con rinforzo non differenziale sono rispettivamente 7 soggetti e 6 soggetti, mentre nei test dove abbiamo ridotto la quantità a 2 vs 4 i soggetti testati sono in numero maggiore. Ciò è stato fatto perché, in letteratura, si era già accertata la capacità dei cani di discriminare tra due quantità così diverse come accade nei test 1 vs 8 rispettivamente con rinforzo differenziale e non differenziale (Prato Previde *et al.*, 2008).

Tutti i cani del campione hanno eseguito un singolo test ad eccezione di Kira1 che, essendosi dimostrata particolarmente brillante, ha eseguito 3 test e precisamente: 1 vs 8 con rinforzo differenziale, 1 vs 8 con rinforzo non differenziale e 2 vs 4 con rinforzo differenziale.

Tutti i soggetti testati, a prescindere dal tipo di test eseguito, hanno portato a termine il numero di *trials* previsti. Da segnalare che, soprattutto nelle prove che prevedevano il rinforzo non differenziale, in un numero esiguo di soggetti, ci sono stati *trials* in cui il cane non ha effettuato la scelta e per la precisione: nel test 1 vs 8 con rinforzo non differenziale il cane Flum non ha eseguito la scelta in 4 *trials*, mentre nel test 2 vs 4 con rinforzo non differenziale ci sono stati: Lili che non ha eseguito la scelta in 4 *trials*, Lilly che non ha eseguito la scelta in 2 *trials*, Greench che non ha eseguito la scelta in un *trial* ed infine Maya Me che non ha operato la scelta in 8 *trials*.

Per quel che concerne il cardiofrequenzimetro è stato applicato ad un totale di 17 cani, di cui 11 hanno eseguito il test 2 vs 4 e 7 il test 1 vs 8 entrambi con rinforzo differenziale.

### 6.2.6 *Analisi dei dati comportamentali*

L'elaborazione dei video ottenuti, è stata effettuata con il *software* THE OBSERVER XT 10.0 (Noldus) che ha consentito, attraverso l'analisi di durate e frequenze, la valutazione qualitativa dei comportamenti osservati durante l'esecuzione dei test.

È stato elaborato un etogramma composto dai comportamenti da rilevare durante il visionamento delle riprese.

L'etogramma utilizzato per analizzare i comportamenti è indicato di seguito (Tabella 7):

<b>COMPORAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>GUARDARE</b>		
<i>Tester</i>	Il cane guarda il <i>tester</i>	STATE EVENT
Piatto dx.	Il cane guarda il piatto destro	STATE EVENT
Piatto sx.	Il cane guarda il piatto sinistro	STATE EVENT
Entrambi i piatti	Il cane guarda entrambi i piatti	STATE EVENT
Sx. e dx. pre-scelta (movimento rapido)	Il cane guarda a destra ed a sinistra in maniera rapida prima di effettuare la scelta	STATE EVENT
Altro piatto mentre mangia	Il cane guarda l'altro piatto mentre mangia i bocconcini presenti nel piatto che ha scelto	STATE EVENT
Ambiente (distratto)	Il cane è distratto e si guarda intorno osservando l'ambiente che lo circonda	STATE EVENT
<b>MODALITA' di SCELTA</b>		
Diretto ai piatti	Al momento della scelta il cane si dirige verso i piatti senza esitazione	POINT EVENT
Interazione cauta	Il cane si dirige verso i piatti ma cautamente	POINT EVENT
Tira verso i piatti	Il cane vuole andare verso i piatti e manifesta questa intenzione quando è ancora trattenuto dal proprietario	POINT EVENT
<b>SCELTA</b>		
Sceglie e mangia	Il cane effettua la sua scelta e mangia il contenuto del piatto scelto	POINT EVENT
Sceglie e non mangia	Il cane effettua la sua scelta ma non mangia il contenuto del piatto scelto	POINT EVENT
Sceglie, non mangia e torna	Il cane effettua la sua scelta, non mangia il contenuto del piatto scelto e si dirige nuovamente dal proprietario	POINT EVENT

<b>COMPORAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>SCELTA</b>		
Resta dal proprietario	Il cane non si dirige verso i piatti ma rimane vicino al proprietario	POINT EVENT
Non sceglie e va dritto dal tester	Il cane non esegue la scelta e si dirige immediatamente verso il tester	POINT EVENT
Non sceglie	Il cane non sceglie	POINT EVENT
Sceglie con intenzione di mangiare	Il cane sceglie e sarebbe motivato a mangiare il contenuto del piatto (rinforzo non differenziale)	POINT EVENT
Sceglie e non tenta di mangiare	Il cane effettua la sua scelta ma non tenta di mangiare il contenuto del piatto (rinforzo non differenziale)	POINT EVENT
Sceglie, mostra interesse ma non tenta di mangiare	Il cane sceglie, mostra interesse per il contenuto del piatto ma non tenta di mangiarlo	POINT EVENT
<b>SEGNALI di STRESS</b>		
Lecca naso/labbra	Il cane si lecca rapidamente il naso e/o le labbra	POINT EVENT
Sbadiglio	Il cane sbadiglia	POINT EVENT
Si gratta	Il cane si gratta	POINT EVENT
Distoglie lo sguardo	Il cane distoglie lo sguardo	POINT EVENT
Si scrolla	Il cane si scrolla	POINT EVENT
Timoroso	Il cane si presenta timoroso nei confronti del <i>set</i> sperimentale e degli sperimentatori	POINT EVENT
Gira testa/corpo	Il cane gira la testa oppure il corpo	POINT EVENT
Annusa il pavimento	Il cane annusa il pavimento non con finalità esplorativa ma utilizzando questo comportamento come segnale calmante	STATE EVENT



<b>COMPORAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>ALTRO</b>		
Beve	Il cane beve	STATE EVENT
Interazione diffusori	Il cane interagisce con i diffusori (coperchi)	STATE EVENT
Comandi proprietario	Il proprietario assumendo un atteggiamento coercitivo "comanda" al cane cosa fare (siedi, stai fermo, ecc.) invece di rimanere in silenzio come richiesto	STATE EVENT
Esortazione vocale	Il proprietario esorta verbalmente il cane a scegliere	POINT EVENT
Esortazione vocale e visiva (indicare)	Il proprietario esorta il cane verbalmente ed indicando, spingendolo a scegliere	POINT EVENT
Esortazione solo visiva (indicazioni)	Il proprietario fornisce indicazioni al cane al momento della scelta	POINT EVENT
Rumori odori	Il cane è distratto da rumori o odori	STATE EVENT
Cane non in vista	Il cane è fuori dalla visuale	STATE EVENT
Esplora ambiente	Il cane esplora l'ambiente	STATE EVENT
Annusa l'aria	Il cane annusa l'aria	STATE EVENT
<b>PROPRIETARIO</b>		
Guarda	Il cane guarda il proprietario	STATE EVENT
Cerca contatto	Il cane cerca il contatto del proprietario	STATE EVENT
Si nasconde dietro	Il cane si nasconde dietro il proprietario	STATE EVENT
<b>POST-SCELTA</b>		
Rinforzo post con contatto	Dopo la scelta il cane viene rinforzato per mezzo del contatto dal proprietario	POINT EVENT
Rinforzo post contatto e vocale	Dopo la scelta il cane viene rinforzato per mezzo del contatto e verbalmente per mezzo di elogi dal proprietario	POINT EVENT
Rinforzo post verbale	Dopo la scelta il cane viene rinforzato verbalmente per mezzo di elogi dal proprietario	POINT EVENT
Esplora ambiente (annusa-guarda-cammina)	Il cane dopo la scelta esplora l'ambiente lo annusa e/o lo guarda e/o cammina nella stanza del test	STATE EVENT

<b>COMPORAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>POST-SCELTA</b>		
Segnali di stress	Dopo la scelta il cane mostra segnali di stress	POINT EVENT
Interazione con il proprietario (guarda-annusa-contatto)	Dopo la scelta il cane vuole interagire con il proprietario per mezzo dello sguardo e/o lo annusa e/o cerca il contatto fisico	STATE EVENT
Interazione con il <i>tester</i> (guarda-annusa-contatto)	Il cane interagisce con il <i>tester</i> lo guarda e/o lo annusa e/o cerca il contatto fisico	STATE EVENT
Fuori visuale	Il cane non è in vista	STATE EVENT
Osserva ancora i piatti	Dopo la scelta il cane osserva ancora i piatti	STATE EVENT
Esplora diffusori	Il cane dopo la scelta esplora i diffusori (coperchi)	STATE EVENT
Other	Altri comportamenti non presenti in questo elenco	STATE EVENT

**Tabella 7: etogramma inserito nel programma Observer XT 10 per l'elaborazione quali-quantitativa e statistica dei comportamenti dei soggetti osservati. Nella prima colonna viene indicato il nome del comportamento, nella seconda colonna la descrizione dello stesso e nell'ultima colonna la tipologia di evento considerata.**

Ogni comportamento è stato etichettato come *state event* o come *point event*. Quando si considera un comportamento come *state event* significa che andremo a valutare la frequenza con la quale il comportamento medesimo si è presentato (quante volte i cani lo hanno mostrato) e la durata di quel comportamento (per quanto tempo i cani hanno manifestato quel comportamento). Quando invece, si etichetta un comportamento come *point event*, si valuta solamente la frequenza con la quale il comportamento stesso si è presentato (quante volte).

### 6.2.7 *Analisi effettuate*

Inizialmente sono stati presi in esame i risultati relativi alle scelte; dai dati raccolti per ciascun cane si è inizialmente ottenuto un indice percentuale di scelta grazie alla formula: (numero di prove in cui il cane ha eseguito la scelta della quantità maggiore/ 18)  $\times$  100.

L'indice percentuale ottenuto, varia da 0 a 100: 0 indica che in tutte le prove eseguite il cane ha scelto la quantità di cibo minore, 100 invece, indica che in tutte le prove eseguite il cane ha scelto la quantità di cibo maggiore. Un valore dell'indice percentuale pari a 50, indica un uguale numero di scelte nei confronti delle 2 quantità e rappresenta il valore atteso qualora i cani eseguissero una scelta casuale.

In seguito sono stati eseguiti i *test di normalità Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk* per valutare la normalità delle distribuzioni.

Per quel che riguarda la distribuzione della frequenza di risposte corrette, quando la quantità maggiore era posizionata a destra, entrambi i test indicano una normalità delle distribuzioni, per

---

quel che riguarda invece la distribuzione della frequenza di risposte corrette quando la quantità maggiore era posizionata a sinistra, i 2 test di normalità utilizzati hanno fornito indicazioni diverse; per la precisione il *test Kolomogorov-Smitnov* indica la distribuzione come normale mentre, il *test Shapiro-Wilk* indica la distribuzione come non normale. In conseguenza a ciò, si è pensato di procedere sia con un'indagine statistica parametrica, sia con un'indagine statistica non parametrica. Per quel che riguarda la statistica parametrica è stato eseguito il test dei contrasti entro i soggetti ed il test degli effetti fra soggetti, mentre per quel che riguarda la statistica non parametrica sono stati eseguiti il *test di Wilcoxon* ed il *test U di Mann-Whitney*. Le differenze tra le categorie prese in esame, sono state considerate statisticamente significative per  $p \leq 0,05$ . Nello specifico nell'ambito della statistica non parametrica i test statistici sono stati considerati a due-code (*two-tailed*). Fatta eccezione per un caso in cui i test statistici sono stati considerati sia con una significatività a due code sia con significatività ad una coda.

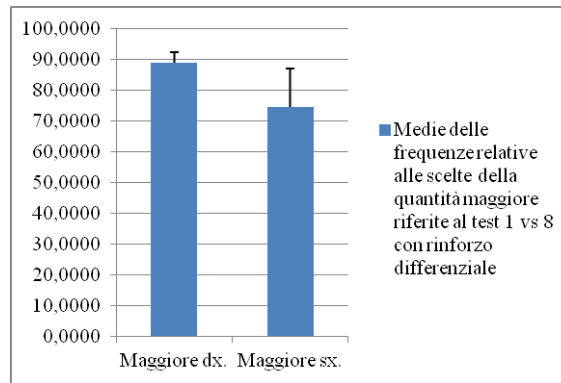
Per quanto riguarda l'elaborazione statistica riguardante i dati ottenuti grazie all'utilizzo di Observer XT 10.0, si è utilizzato il *test U di Mann-Whitney* che ha consentito il confronto tra i gruppi considerati. Anche in questo caso le differenze sono state considerate statisticamente significative per  $p \leq 0,05$ , si è realizzata una significatività a due code. In aggiunta al test appena citato è stato eseguito anche il *test di Monte Carlo* per avere un'ulteriore valutazione delle significatività statistiche; in questo caso i test statistici sono stati realizzati a due code e ad una coda. Nei casi in cui sono state confrontate più di due categorie di comportamenti è stato eseguito il test statistico *Chi quadro*.

Sono state indagate statisticamente le durate percentuali (durata %) e le frequenze al minuto (frequenze/minuto).

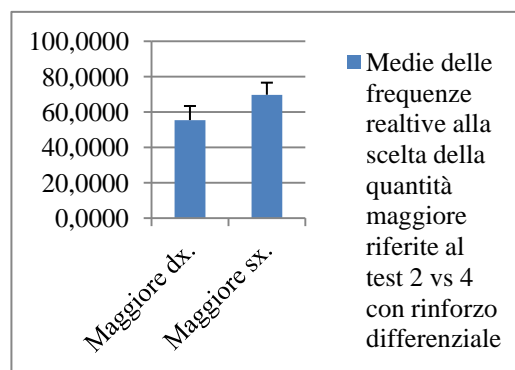
Per ciò che attiene l'elaborazione dei dati ricavati dall'applicazione del cardiofrequenzimetro, si è utilizzato il *test statistico ANOVA*, anche in questo caso le differenze tra le categorie analizzate sono state considerate significative per  $p \leq 0,05$ .

### 6.2.8 *Risultati e discussione*

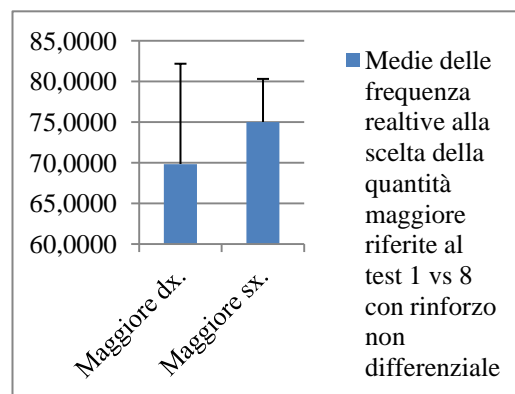
Valutiamo le analisi statistiche relative ai risultati delle prove eseguite. Cominciamo con il considerare i risultati ottenuti per mezzo della statistica parametrica. È stato eseguito il test dei contrasti entro i soggetti ed è stato possibile osservare che la frequenza delle risposte corrette quando c'è più cibo a destra, non differisce dalla frequenza delle risposte corrette quando c'è più cibo a sinistra, infatti non compare nessuna significatività. Di seguito riportiamo i grafici (Grafico1, 2, 3, 4) relativi alle frequenze percentuali di scelta della quantità maggiore riferite ai vari test eseguiti (1 vs 8 con rinforzo differenziale e non differenziale e 2 vs 4 con rinforzo differenziale e non differenziale).



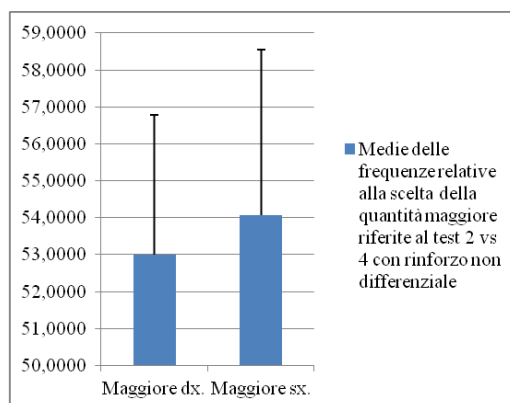
**Grafico 1:** il grafico rappresenta la media delle frequenze relative alle scelte della quantità maggiore riferite al test 1 vs 8 con rinforzo differenziale. Viene indicato rispettivamente quando è stata scelta la quantità maggiore posizionata a destra e quando è stata scelta la quantità maggiore posizionata a sinistra. Non si osservano differenze significative.



**Grafico 2:** il grafico rappresenta la media delle frequenze relative alle scelte della quantità maggiore riferite al test 2 vs 4 con rinforzo differenziale. Viene indicato rispettivamente quando è stata scelta la quantità maggiore posizionata a destra e quando è stata scelta la quantità maggiore posizionata a sinistra. Non si osservano differenze significative.

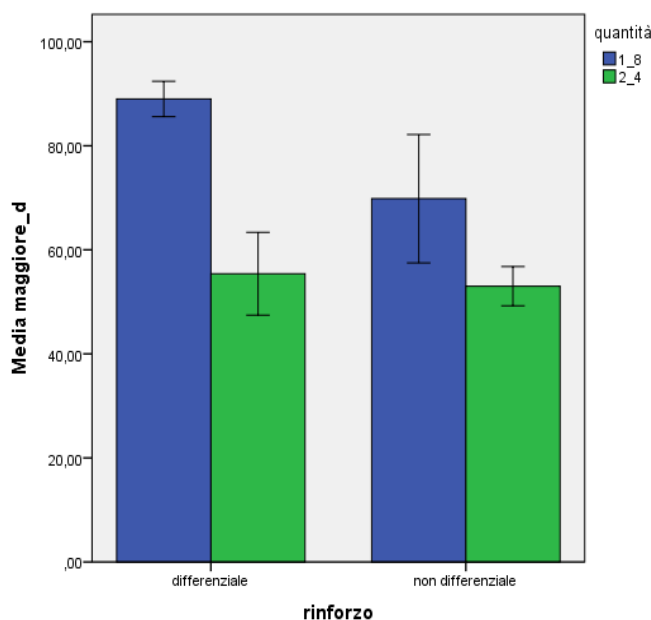


**Grafico 3:** il grafico rappresenta la media delle frequenze relative alle scelte della quantità maggiore riferite al test 1 vs 8 con rinforzo non differenziale. Viene indicato rispettivamente quando è stata scelta la quantità maggiore posizionata a destra e quando è stata scelta la quantità maggiore posizionata a sinistra. Non si osservano differenze significative.



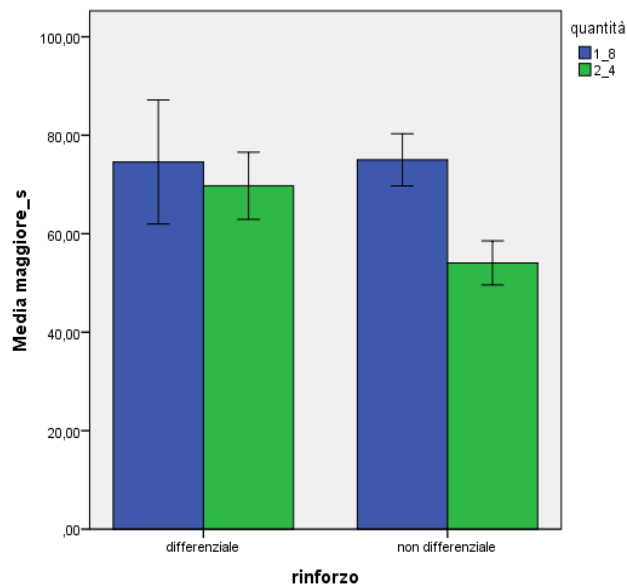
**Grafico 4:** il grafico rappresenta la media delle frequenze relative alle scelte della quantità maggiore riferite al test 2 vs 4 con rinforzo non differenziale. Viene indicato rispettivamente quando è stata scelta la quantità maggiore posizionata a destra e quando è stata scelta la quantità maggiore posizionata a sinistra. Non si osservano differenze significative.

Inoltre, è stato possibile valutare che non c'è interazione con la tipologia di rinforzo utilizzata (differenziale/non differenziale) e con il quantitativo di cibo impiegato nei test (1-8 vs 2-4). Successivamente, è stato eseguito il test degli effetti tra soggetti ed è stato possibile osservare come sia il rinforzo, sia la quantità, influiscano sul numero di risposte corrette (scelta quantitativo maggiore di cibo) come indicano i valori di significatività che sono rispettivamente  $p=0,029$  per quanto concerne il rinforzo e  $p=0,000$  (massima significatività possibile) per quanto riguarda la quantità. Non si osserva nessuna interazione tra le 2 variabili (rinforzo e quantità) prese tra di loro, nonostante i grafici 5 e 6 riportati di seguito, indichino un maggiore effetto dell'interazione quantità/rinforzo per le scelte con maggior quantità di cibo posizionata a destra.



Grafici degli errori: +/- 1 SE

**Grafico 5:** el grafico sono indicate in ascissa la tipologia di rinforzo utilizzata (differenziale/non differenziale), in ordinata la media della frequenza delle risposte corrette con la quantità maggiore posizionata a destra. Inoltre vengono riportate le diverse quantità, in blu 1-8, in verde 2-4.

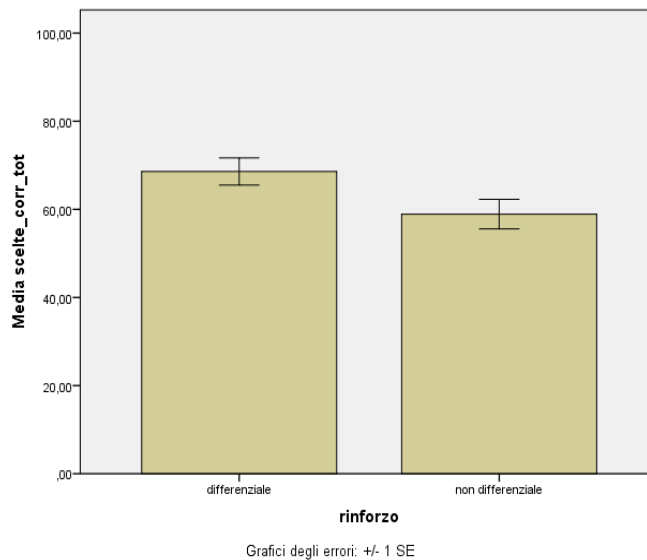


Grafici degli errori: +/- 1 SE

**Grafico 6:** nel grafico sono indicate in ascissa la tipologia di rinforzo utilizzata (differenziale/non differenziale), in ordinata la media della frequenza delle risposte corrette con la quantità maggiore posizionata a sinistra. Inoltre vengono riportate le diverse quantità, in blu 1-8, in verde 2-4.

Di seguito, riportiamo anche i dati ricavati dall'effettuazione di test statistici non parametrici. È stato eseguito il *test di Wilcoxon* per ranghi appaiati per eseguire un confronto tra le percentuali di risposte corrette in relazione del maggior quantitativo di cibo posizionato a destra o a sinistra. Non compare nessuna significatività a conferma di quanto osservato per mezzo delle analisi statistiche parametriche. In altre parole la frequenza di risposte corrette quando il quantitativo maggiore di cibo è posizionato a destra non differisce dalla frequenza di risposte corrette quando il quantitativo di cibo maggiore è posizionato a sinistra.

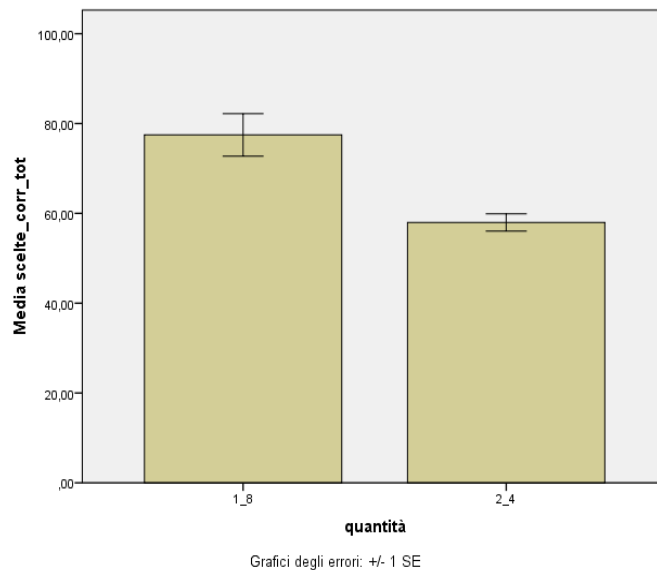
Utilizzando il *test U di Mann-Whitney*, siamo andati ad eseguire un confronto tra i due tipi di rinforzo: differenziale e non differenziale, è stato possibile rilevare la presenza di una differenza statisticamente significativa solamente andando ad unire insieme le percentuali di scelte corrette (percentuale di scelte corrette quando il quantitativo maggiore di cibo era posizionato a destra + percentuale di scelte corrette quando il quantitativo maggiore di cibo era posizionato a sinistra), ed ottenendo così le scelte corrette totali. Si è ottenuto un valore di  $p$ , al limite della significatività  $p=0,048$  per un valore di  $Z=-1,978$  che indica come, la tipologia di rinforzo, incida sulla scelta dei cani. Secondo quanto riportato nel grafico di seguito (Grafico 7), i cani sarebbero in grado di effettuare la scelta della quantità maggiore (indipendentemente da dove è posizionato il cibo) avendo una *performace* migliore nei test con rinforzo differenziale.



**Grafico 7: nel grafico sono riportate in ascissa le tipologie di rinforzo (differenziale/non differenziale) ed in ordinata la media della frequenza delle risposte corrette (scelta quantità maggiore) indipendentemente dal posizionamento del quantitativo maggiore di cibo.**

Un'ulteriore confronto è stato eseguito tra le diverse quantità utilizzate nel test (1 vs 8 e 2 vs 4), è stato eseguito ancora il *test U di Mann-Whitney* dal quale è emerso che i cani testati, sono in grado di discriminare la quantità maggiore di cibo, in particolare quando il quantitativo maggiore di cibo è posizionato a destra come dimostrato dal valore di  $p=0,001$  a cui corrisponde  $Z= -3,117$ , lo stesso non si può dire quando il quantitativo maggiore di cibo è posizionato a sinistra infatti in questo caso non è possibile rilevare un valore significativo di  $p$ .

Per quanto riguarda la capacità dei cani di discriminare il quantitativo di cibo maggiore indipendentemente da dove sia posizionato (parliamo di scelte corrette totali), i soggetti testati si sono mostrati in grado di scegliere il quantitativo di cibo maggiore e ciò è dimostrato da un valore di  $p=0,000$  a cui corrisponde un valore di  $Z= -3,562$  che è indicativo della massima significatività possibile. Quindi i cani sono in grado di discriminare il quantitativo di cibo maggiore scelto tra due quantità differenti, nello specifico tale discriminazione avviene con maggior facilità per quantità molto diverse tra di loro: le *performance* dei cani sono state leggermente migliori nei test 1 vs 8 rispetto ai test 2 vs 4, come indicato dai valori medi rappresentati nel grafico riportato di seguito (Grafico 8).



**Grafico 8:** nel grafico sono riportate in ascissa i quantitativi di cibo utilizzati nei test (1-8 vs 2-4) ed in ordinata la media della frequenza delle risposte corrette (scelta quantità maggiore) indipendentemente dal posizionamento del quantitativo maggiore di cibo.

Anche in questo caso la statistica non parametrica conferma i dati della statistica parametrica.

Per quanto riguarda l’elaborazione statistica dei dati ottenuti grazie all’utilizzo del *software* OBSERVER XT 10.0, siamo andati ad analizzare le frequenze/minuto relative ai vari comportamenti elencati nell’etogramma (Tabella 7) e le durate percentuali.

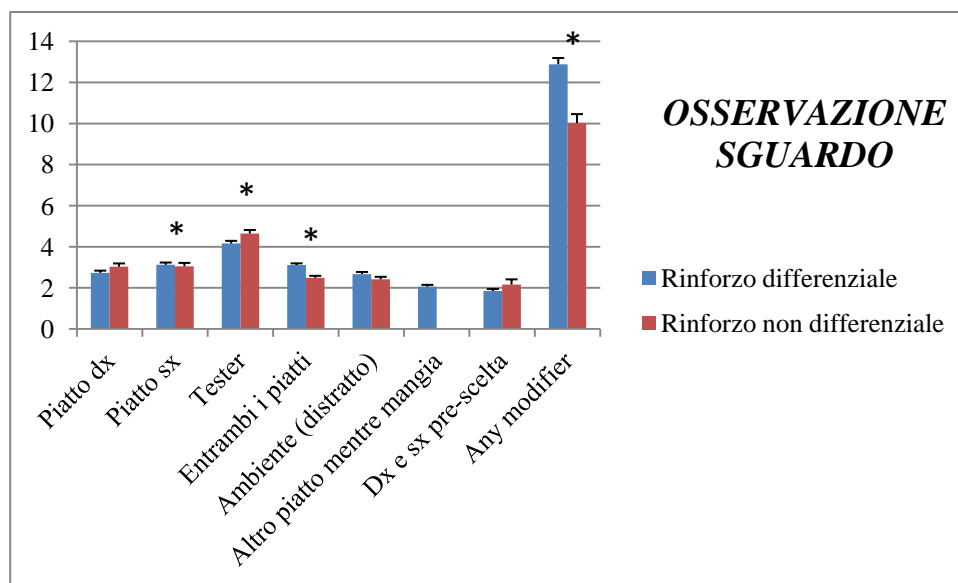
Le elaborazioni statistiche hanno permesso di effettuare confronti tra più categorie:

- tipologia di rinforzo utilizzata: rinforzo differenziale, rinforzo non differenziale;
- quantità di cibo utilizzata per l’esecuzione della discriminazione; 1 vs 8, 2 vs 4;
- sesso dei cani che hanno eseguito il test; maschi, femmine;
- numero della sessione in cui sono state divise le 18 prove: 1° sessione, 2° sessione, 3° sessione.

Valutiamo i dati relativi alle frequenze/minuto; iniziamo eseguendo il confronto tra le due tipologie di rinforzo utilizzate; differenziale e non differenziale; prendendo in considerazione la prima categoria di comportamenti, raccolti sotto la denominazione di “*osservazione e sguardo*” (Grafico 9). Il comportamento “*guarda il tester*”, facente parte della categoria appena menzionata, presenta un valore statisticamente significativo ( $p=0,01$  con  $Z= -2,574$ ), ciò indica che i soggetti che hanno eseguito il test, ricevendo un rinforzo non differenziale hanno rivolto più volte lo sguardo verso lo sperimentatore rispetto ai soggetti che hanno ricevuto un rinforzo differenziale (come si può osservare dai valori medi). Un dato al limite della significatività ( $p=0,49$  con  $Z= -1,65$ ), si rileva anche per ciò che riguarda il comportamento “*guarda il piatto sinistro*”, i cani che hanno eseguito il test ed hanno ricevuto un rinforzo differenziale, hanno mostrato tale comportamento poco di più rispetto alla categoria di cani che ha ricevuto il rinforzo non differenziale (il dato viene citato, ma in realtà non ha grande rilievo). Un ulteriore comportamento che ha mostrato la massima significatività possibile ( $p=0,000$  con  $Z= -4,572$ ), è stato “*guarda entrambi i piatti*”, i cani che hanno eseguito i test con rinforzo differenziale, lo hanno presentato significativamente di più rispetto a quelli che hanno eseguito i test con rinforzo non differenziale, infine una significatività è comparsa nel comportamento “*any modifier*”, tale comportamento prende in considerazione la



somma delle frequenze di tutti i comportamenti facenti parte della categoria “osservazione e sguardo”. Il fatto che “any modifier” si presenti una significatività statisticamente rilevante ( $p=0,000$  con  $Z=-6,731$ ), può essere legato alla presenza, nella categoria “osservazione e sguardo” di ben 3 comportamenti significativi di cui 2 con significatività piuttosto rilevante. In ogni caso è possibile affermare che, i cani che hanno svolto il test con rinforzo differenziale, hanno mostrato i comportamenti appartenenti alla categoria “osservazione e sguardo”, più volte dei soggetti che hanno eseguito il test con rinforzo non differenziale.



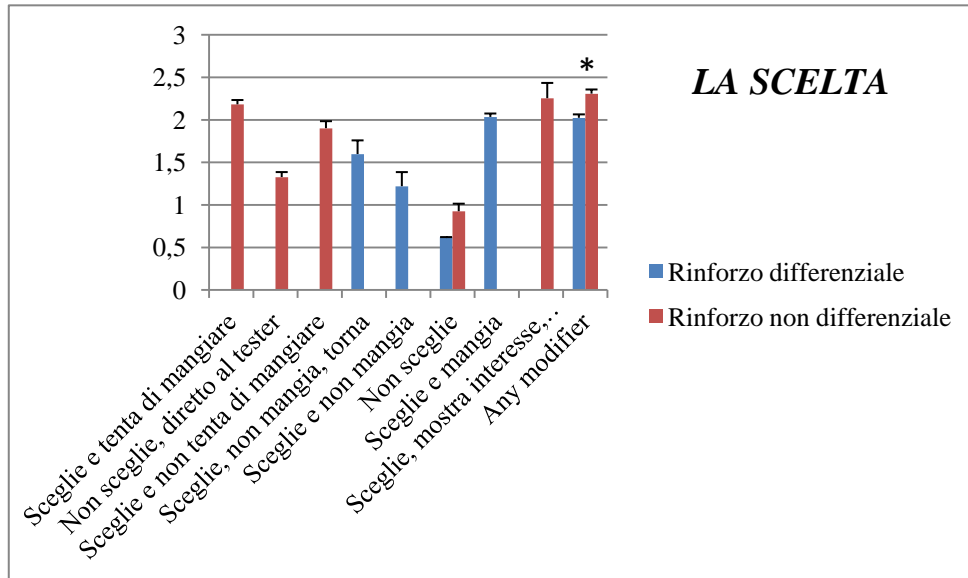
**Grafico 9:** il grafico mostra la categoria di comportamenti "osservazione e sguardo". E' stato eseguito il confronto tra cani che hanno eseguito il test ricevendo rinforzo differenziale ed i cani che hanno eseguito il test ricevendo rinforzo non differenziale.

Notare la significatività mostrata dagli asterischi relativa ai comportamenti: “osservazione piatto sinistro”, “osservazione tester”, “osservazione di entrambi i piatti” ed any modifier.

È possibile che i cani che hanno eseguito i test con rinforzo non differenziale, abbiano osservato maggiormente lo sperimentatore perché più in difficoltà di fronte al compito da svolgere rispetto ai soggetti che hanno eseguito i test con rinforzo differenziale. Il fatto di osservare entrambi i piatti prima di eseguire la scelta, può essere da mettere in relazione al rinforzo: i soggetti che hanno ricevuto un rinforzo differenziale, hanno mostrato più degli altri tale comportamento. È possibile ipotizzare che, conseguentemente al fatto che tali cani potessero mangiare ciò che sceglievano; gli stessi sceglissero più accuratamente e con più attenzione verso quale piatto dirigersi, per poter mangiare più bocconcini di cibo. Il linea generale (valutando la somma delle frequenze di tutti i comportamenti relativi ad “osservazione e sguardo”), è possibile affermare che, i cani che hanno ricevuto un rinforzo differenziale, hanno utilizzato l’osservazione e lo sguardo più dei cani che hanno ricevuto il rinforzo non differenziale.

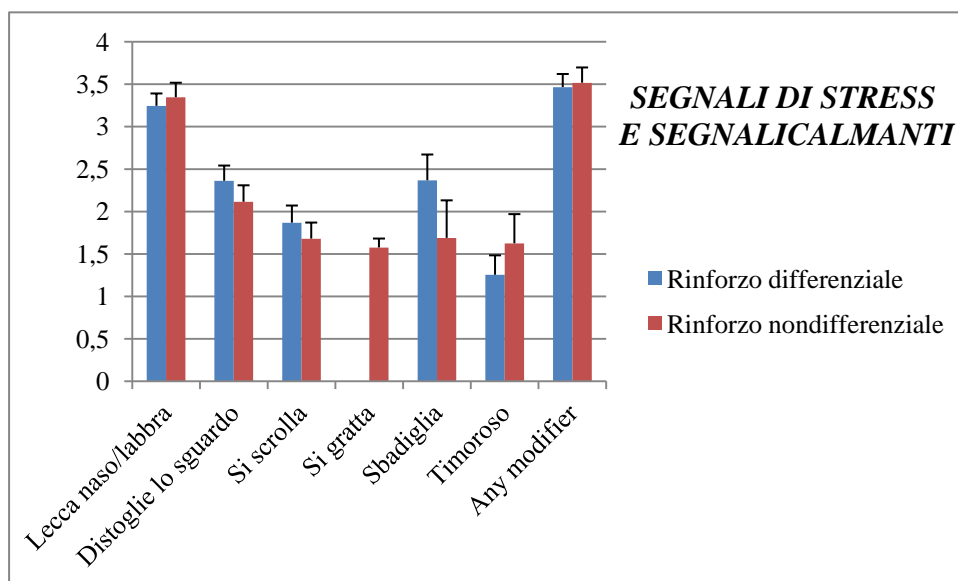
Prendendo in considerazione la categoria di comportamenti “la scelta” (Grafico 10), è stato possibile rilevare una significatività per “any modifier” ( $p=0,000$  con  $Z=-5,107$ ), anche in questo caso si tratta della massima significatività possibile. Questo fenomeno è probabilmente da mettere in relazione con il fatto che, in questa categoria, vengono considerati tutti i comportamenti che si possono osservare al momento della scelta, ma, come è possibile osservare nel grafico, alcuni di questi sono più tipici dei test con rinforzo differenziale ed altri dei test con rinforzo non differenziale; per esempio “sceglie e mangia”, “sceglie e non mangia”, “sceglie non mangia e torna dal proprietario” si riscontrano prevalentemente nei test con rinforzo differenziale in cui il cane effettivamente ha avuto la possibilità di mangiare il contenuto dei piatti, (infatti tali comportamenti

sono comparsi solo in questa categoria di rinforzo), mentre comportamenti come “*sceglie e tenta di mangiare*”, “*sceglie e non tenta di mangiare*”, “*sceglie, mostra interesse ma non tenta di mangiare*”, sono osservabili solamente nei test con rinforzo non differenziale. Ne esistono un paio che possono essere osservati sia nei soggetti che hanno eseguito i test con rinforzo differenziale sia in quelli che hanno eseguito i test con rinforzo non differenziale, e sono: “*non sceglie*” e “*non sceglie e va dritto al tester*”.



**Grafico 10:** grafico relativo alla categoria di comportamenti "la scelta". Le indagini statistiche sono state eseguite valutando le due categorie: rinforzo differenziale e rinforzo non differenziale. Notare la comparsa della significatività relativa ad "any modifier". È possibile che tale significatività, sia determinata dalla presenza di comportamenti che si osservano solamente nel gruppo di soggetti che ha eseguito i test con rinforzo differenziale e dalla presenza di comportamenti che si sono potuti osservare solamente nel gruppo di soggetti che hanno eseguito il test con rinforzo non differenziale.

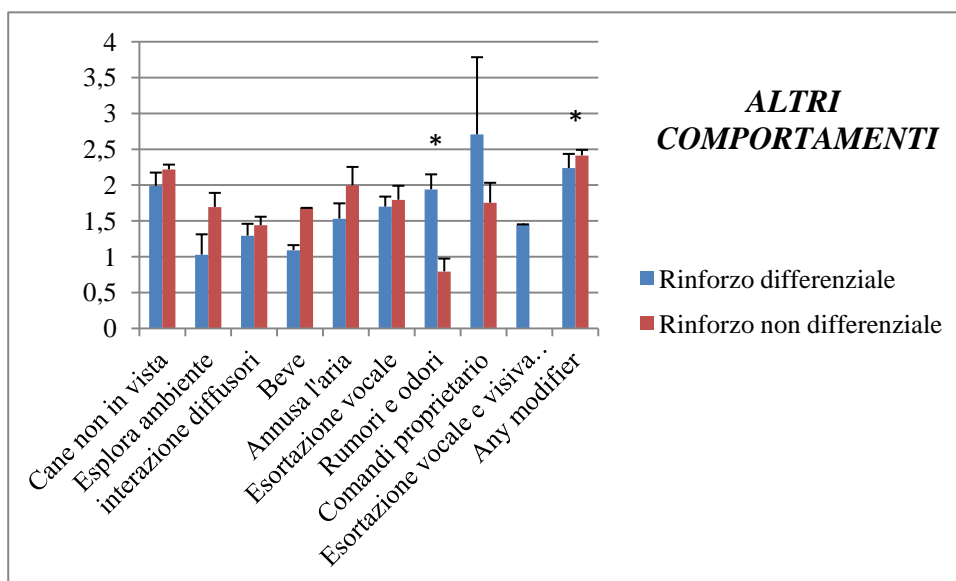
Per quel che riguarda la categoria “*segnali calmanti o di stress*” (Grafico 11) non si rileva nessuna significatività statisticamente rilevante, come indicato dal grafico riportato di seguito. Ciò può essere indicativo del fatto che sia i test con rinforzo differenziale che quelli eseguiti con rinforzo non differenziale, non hanno causato nessun tipo di disagio nei cani esecutori.



**Grafico 11:** grafico relativo alla categoria di comportamenti "segnali calmanti e di stress". Notare l'assenza di significatività, è possibile che ciò indichi un'assenza di disagio da parte dei cani che hanno eseguito le due tipologie di test (con rinforzo differenziale e con rinforzo non differenziale).

Per quel che riguarda la categoria "altri comportamenti" (Grafico 12), si rileva una significatività relativa al comportamento "rumori/odori" ( $p=0,02$  con  $Z= -2,324$ ). I cani che hanno eseguito i test con rinforzo differenziale si sono dedicati più volte all'attività di percezione di odori e rumori ambientali, rispetto ai cani che hanno eseguito il test con rinforzo non differenziale. Ciò può essere spiegabile ipotizzando che i cani che hanno eseguito il test con rinforzo differenziale, fossero più in agio ed avessero compreso meglio il compito richiestogli se paragonati ai cani che eseguivano il test con rinforzo non differenziale. Per questi ultimi può essere stato più difficoltoso comprendere di doversi avvicinare a piatti di cui è possibile osservarne il contenuto, ma non è possibile mangiarlo. Il primo gruppo di soggetti, probabilmente ha potuto rivolgere minor concentrazione verso il compito da svolgere e questa può essere stata la causa che gli ha consentito di rivolgere l'attenzione anche verso aspetti ambientali quali rumori ed odori.

Una significatività statisticamente rilevante, nella categoria "altri comportamenti", compare anche in "any modifier" ( $p=0,032$  con  $Z= -2,138$ ).



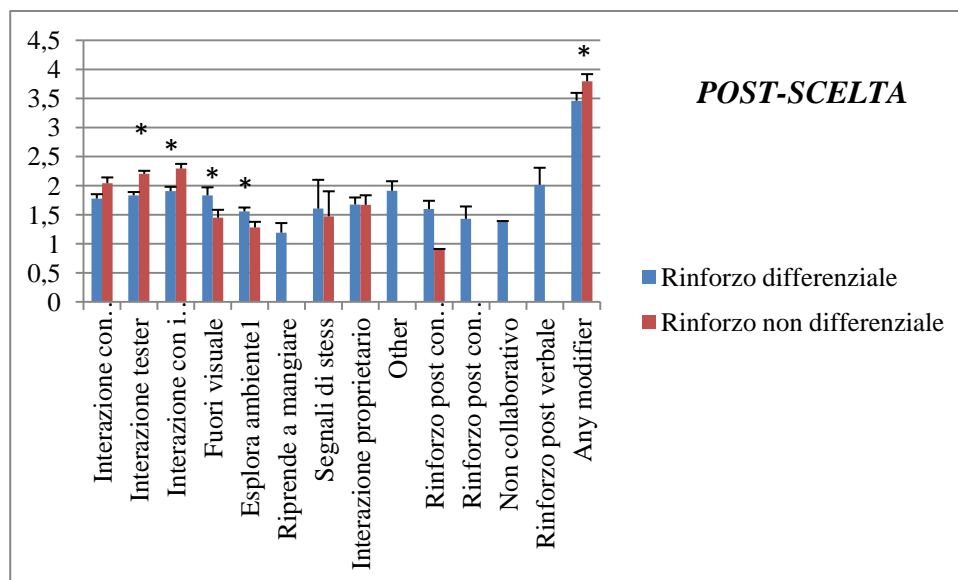
**Grafico 12:** grafico che rappresenta la categoria "altri comportamenti". Sono sempre state considerate le due tipologie di rinforzo: categoria rinforzo differenziale e categoria rinforzo non differenziale. Notare una significatività relativa al comportamento "rumori/odori" ad indicare che probabilmente i soggetti che hanno eseguito i test con rinforzo differenziale hanno eseguito di più l'attività di percezione di odori e rumori ambientali se paragonati alla categoria di cani che ha eseguito i test con rinforzo non differenziale. Notare anche la significatività relativa ad "any modifier", non particolarmente degna di nota.

Infine, analizzando la categoria di comportamenti "post-scelta" (Grafico 13), è possibile rilevare varie significatività relative a comportamenti quali "interazione con il tester (guarda-annusa-contatto)" ( $p=0,000$  con  $Z= -4,896$ ); "interazione con i piatti (guarda-annusa-contatto)" ( $p=0,001$  con  $Z= -3,35$ ); "esplora ambiente (guarda-annusa-cammina)" ( $p=0,008$  con  $Z= -2,666$ ). Inoltre, anche "fuori visuale" è apparso significativo come statisticamente significativo ( $p=0,039$  con  $Z= -2,06$ ).

I cani che hanno eseguito il test con rinforzo differenziale, hanno eseguito più volte il comportamento "esplora ambiente (guarda, annusa, cammina)", rispetto ai cani che hanno ricevuto rinforzo non differenziale e per più tempo sono rimasti "fuori visuale" se paragonati ai cani che hanno eseguito il test con rinforzo non differenziale. Tra l'altro, considerando che la telecamera era posizionata in modo da riprendere tutto il set sperimentale, il fatto che i cani siano stati fuori visuale, presuppone che si siano allontanati da tale set per dedicarsi ad altre attività. C'è da chiedersi se i due comportamenti appena citati, si siano presentati perché i test con rinforzo differenziale sono stati più semplici e quindi hanno permesso ai cani che li hanno svolti, di potersi dedicare, in seguito alla scelta, ad altre attività non essendo stati particolarmente impegnati dal punto di vista della concentrazione mentale. Oppure, entrambe le attività, potrebbero aver consentito al cane un defaticamento predisponendolo a nuove scelte. L'esplorazione ambientale potrebbe essere interpretata come un segnale calmante, in particolare se l'attività principale è stata annusare l'ambiente (ciò non è possibile saperlo), ma alla luce del fatto che non si sono presentate significatività statisticamente importanti, relative ai segnali calmanti e di stress tenderei ad escludere questa ipotesi. È possibile che l'esplorazione ambientale abbia svolto il ruolo defaticante appena citato e che ciò abbia contribuito a ridurre eventuali stati di disagio facendo sì che non si presentassero comportamenti indicativi di stress.

Comportamenti come "interazione con il tester (guarda-annusa-contatto)" ed "interazione con i piatti (guarda-annusa-contatto)", sono stati osservati più frequentemente nei soggetti che hanno eseguito i test con rinforzo non differenziale. Le ipotesi che si possono prendere in considerazione

sono le seguenti: l'interazione con i piatti in seguito alla scelta, può essere stata data dal fatto che ai cani testati, non era data la possibilità di mangiare il contenuto del piatto scelto. Il fatto che i bocconi di cibo fossero visibili, ma non raggiungibili, in conseguenza alla presenza di una pellicola di plastica apposta sopra il piatto, deve aver contribuito a suscitare la curiosità dei soggetti sottoposti al test che hanno più volte interagito con i piatti stessi, osservandoli, annusandoli e cercando di appropriarsene. La maggiore interazione di questi soggetti con lo sperimentatore, può essere indicativa di un maggior grado di difficoltà di questa tipologia di test che porta i cani a rivolgersi verso l'uomo per cercare di avere un possibile aiuto nella risoluzione del problema che gli viene presentato. L'utilizzo del rinforzo non differenziale può rendere più difficoltoso per i cani, comprendere la reale motivazione del compito assegnato loro. Una certa significatività è stata osservata anche per "any modifier" ( $p=0,029$  con  $Z= -1,906$ ), ciò presuppone che i comportamenti, facenti parte del gruppo "post-scelta" siano stati presentati più frequentemente dai soggetti che hanno eseguito test con rinforzo non differenziale.



**Grafico 13:**grafico relativo alla categoria di comportamenti "post-scelta". Sono state considerate ancora una volta le due tipologie di rinforzo: differenziale e non differenziale. Notare le significatività relative ai comportamenti indicati con gli asterischi.

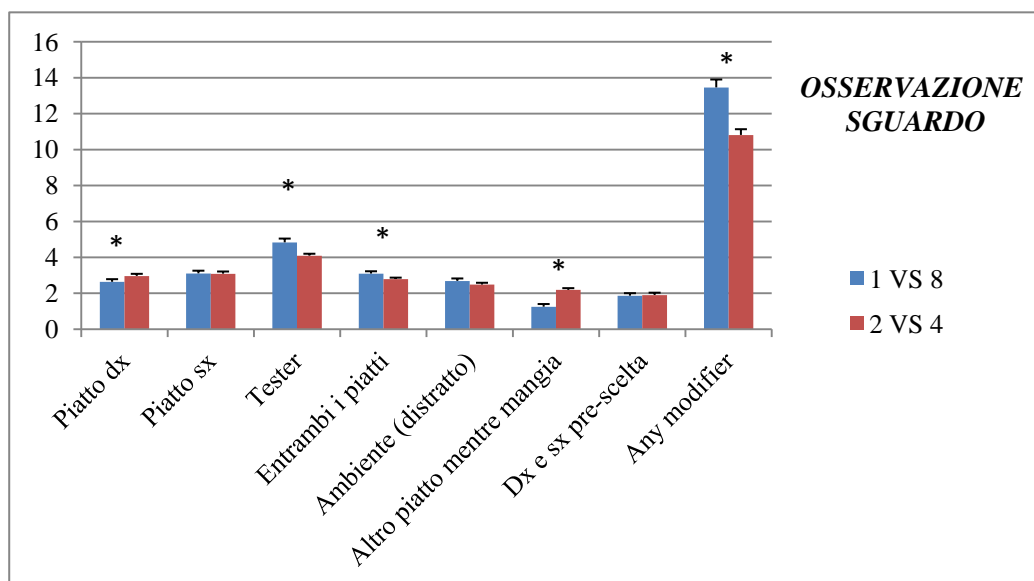
In effetti, i dati relativi ai risultati delle prove eseguite (vedi sopra), dimostrano come per i cani sia più semplice la discriminazione della quantità, quando si utilizzi il rinforzo differenziale rispetto al rinforzo non differenziale. Si può notare come, anche dall'analisi dei risultati relativi ai comportamenti, sia possibile giungere ad una conclusione analoga. Fattore molto importante da prendere in considerazione è che non si siano osservati segni di disagio o di stress nei cani che hanno eseguito i test con rinforzo non differenziale (come indicato dalla mancanza di significatività relativa alla categoria di comportamenti "segnali calmanti e di stress").

Valutiamo ora i dati statistici relativi ai quantitativi di cibo utilizzati per l'esecuzione dei test (1 vs 8 e 2 vs 4). Prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti "osservazione e sguardo" (Grafico 14) si osserva una significatività statisticamente rilevante per quanto riguarda il comportamento "guarda piatto dx." ( $p=0,037$  con  $Z= -1,781$ ), in base ai valori delle medie delle frequenze di tali comportamenti, è possibile notare come i soggetti che hanno eseguito i test 2 vs 4 abbiano guardato il piatto destro un numero di volte significativamente maggiore rispetto ai soggetti

---

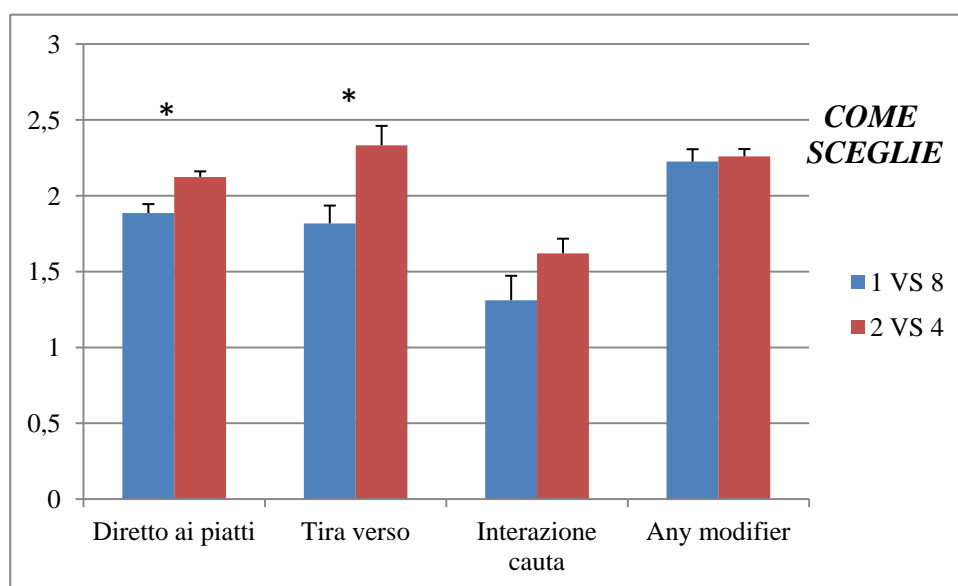
che hanno eseguito i test 1 vs 8. Tutto ciò anche se i valori medi non differiscono particolarmente tra di loro (1 vs 8 valore medio delle frequenze con cui i cani hanno eseguito il comportamento “*guarda il piatto destro*” è pari a 2,632; 2 vs 4 valore medio delle frequenze con cui i cani hanno eseguito questo comportamento pari a 2,959). Un’ulteriore differenza significativa si osserva nel comportamento “*osserva il tester*” ( $p=0,003$  con  $Z= -2,965$ ), i cani che hanno eseguito il test 1 vs 8 hanno mostrato più frequentemente tale comportamento rispetto ai cani che hanno eseguito i test 2 vs 4. Si osserva una differenza significativa tra le due categorie, anche per quel che riguarda il comportamento “*guarda entrambi i piatti*” ( $p=0,019$  con  $Z= -2,355$ ); i cani che hanno eseguito il test 1 vs 8 hanno mostrato più frequentemente questo comportamento rispetto ai cani che hanno eseguito i test 2 vs 4. Anche per quel che riguarda il comportamento “*guarda altro piatto mentre mangia*” si può notare una differenza significativa che per altro è la massima possibile ( $p=0,000$  con  $Z= -3,67$ ); i cani che hanno eseguito i test 2 vs 4 hanno mostrato questo comportamento più frequentemente dei cani che hanno eseguito i test 1 vs 8. È possibile che essendoci poca differenza numerica tra le due quantità (2 pezzetti di cibo contro 4 pezzetti di cibo), i cani abbiano continuato ad osservare il piatto non scelto mentre mangiavano per rendersi conto di tale differenza, mentre nel test 1 vs 8 la differenza può essere stata colta dal cane a colpo d’occhio e quindi la necessità di osservare il piatto controlaterale rispetto a quello scelto sia stata minore.

Infine, da notare la significatività di “*any modifier*” ( $p=0,000$  con  $Z= -5,565$ ), ad indicare che, in generale, i cani che hanno eseguito i test con discriminazione di quantità 1 vs 8 hanno mostrato più frequentemente comportamenti appartenenti alla categoria “*osservazione e sguardo*” rispetto ai soggetti che hanno eseguito la discriminazione di quantità 2 vs 4. Difficile dire per quale motivo i cani che hanno eseguito i test con discriminazione di quantità 1 vs 8 abbiano dedicato più tempo ad osservare rispetto ai cani che hanno eseguito i test con discriminazione 2 vs 4, quello che si può pensare è che la discriminazione 1 vs 8 possa essere più semplice (in letteratura esistono già dati che indicano che i cani sono in grado di eseguire discriminazioni di quantità orientandosi verso il numero maggiore di bocconi di cibo, quando le due quantità differiscano tra loro per un numero di pezzi superiore al 50% (Prato Previde *et al.*, 2008)) rispetto alla discriminazione 2 vs 4 e ciò ha consentito ai cani di essere meno concentrati sulla scelta e di osservare di più, ovviamente si tratta solamente di un’ipotesi; potrebbe trattarsi di una semplice propensione dei soggetti che hanno eseguito i test 1 vs 8 rispetto ai soggetti che hanno eseguito il 2 vs 4.



**Grafico 14:** Grafico relativo alla categoria di comportamenti “osservazione e sguardo”. Sono stati presi in considerazione i gruppi che differiscono per il quantitativo di cibo da discriminare al momento della scelta (1 vs 8 e 2 vs 4). Notare le significatività indicate dalla presenza degli asterischi.

Prendendo in considerazione la categoria di comportamenti “*come sceglie*” (Grafico 15), è possibile rilevare la presenza di due comportamenti per i quali si ritrovano differenze significative: “*diretto ai piatti*” e “*tira verso*”. Per quel che riguarda il primo comportamento “*diretto ai piatti*” ( $p= 0,000$  con  $Z= -3,913$ ) è possibile osservare la massima significatività possibile ed un valore elevato di significatività si è potuto evidenziare anche per l’altro comportamento “*tira verso*” ( $p=0,009$  con  $Z= -2,626$ ). In entrambi i casi, i cani che hanno eseguito i test 2 vs 4, hanno mostrato i comportamenti appena citati più frequentemente rispetto ai cani che hanno eseguito i test con discriminazione di quantità 1 vs 8. Questo risultato, appare contrario alle aspettative; si poteva pensare che le frequenze relative ai due comportamenti citati, sarebbero state maggiori in test in cui il cane era più gratificato nella scelta. Infatti, nel caso dei test 1 vs 8, la scelta risulta più semplice (i risultati statistici relativi alle scelte eseguite, indicano che i cani testati mostrano *performance* leggermente migliori in questo tipo di discriminazione), di conseguenza, nei test con rinforzo differenziale il cane avrebbe potuto mangiare più frequentemente il quantitativo maggiore di cibo mentre in quelli con rinforzo non differenziale, la motivazione avrebbe comunque potuto rimanere alta proprio perché rimaneva l’aspettativa del soggetto di poter mangiare 8 bocconi quando eseguiva la scelta corretta. Il fatto che il risultato sia stato disatteso, in realtà ci fornisce ugualmente delle informazioni; anche nel caso di una discriminazione di quantità più complessa come il 2 vs 4, i cani sono evidentemente riusciti a mantenere una motivazione molto alta nell’esecuzione del test anche se, nei test con rinforzo differenziale, il quantitativo di cibo da poter mangiare era inferiore. Il fatto che i cani che hanno eseguito i test con discriminazione 2 vs 4, abbiano tirato verso i piatti per spostarsi verso di essi, quando erano ancora trattenuti dai proprietari, dimostra una buona motivazione allo svolgimento del compito assegnato loro.



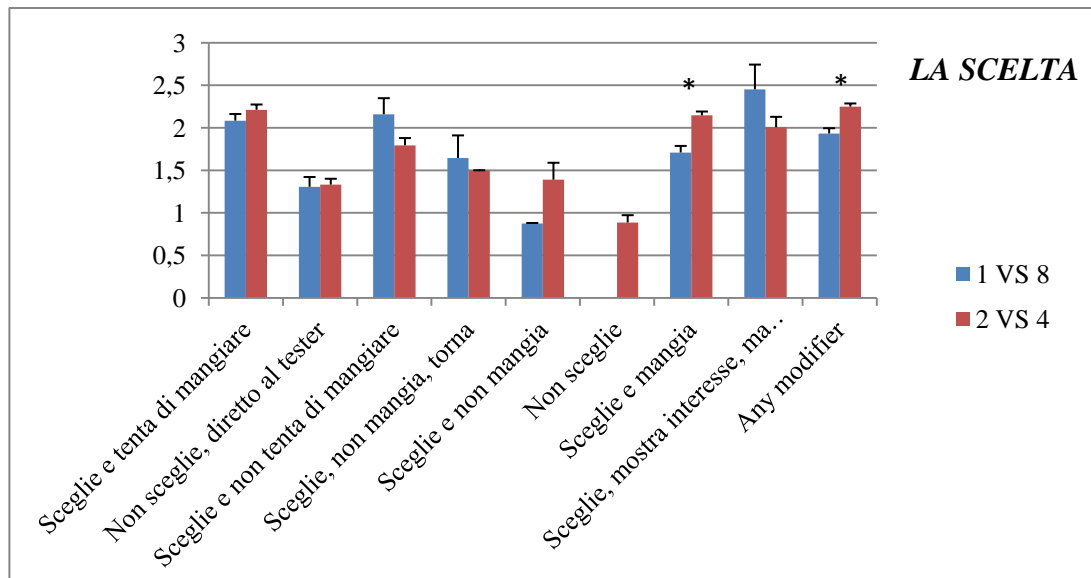
**Grafico 15:** grafico relativo alla categoria di comportamenti “*come sceglie*”. Sono stati presi in considerazione i gruppi che differiscono per il quantitativo di cibo da discriminare al momento della scelta (1 vs 8 e 2 vs 4). Notare la presenza di significatività indicata dagli asterischi e relativa ai comportamenti “*diretto ai piatti*” e “*tira verso*”.

Valutiamo ora la categoria di comportamenti indicata con “*la scelta*” (Grafico 16), in questo caso si osserva una significatività solamente, relativa al comportamento “*sceglie e mangia*” ( $p=0,000$  con  $Z= -5,425$ ), anche in questo caso si tratta della maggior significatività possibile. Il comportamento, se confrontiamo le medie, è stato mostrato più frequentemente dai soggetti che hanno eseguito i test 2 vs 4 rispetto ai soggetti che hanno eseguito la discriminazione 1 vs 8. Inutile specificare, che questo comportamento si è potuto osservare solamente nei soggetti che hanno eseguito test 1 vs 8 e test 2 vs 4 con rinforzo differenziale, cioè quelli in cui è stato possibile per i cani mangiare i bocconcini scelti. Non è semplice capire perché ci si trovi di fronte a questo risultato, ci si attenderebbe che i cani fossero più motivati a scegliere e mangiare quando hanno eseguito i test 1 vs 8; dalle analisi statistiche basate sulle scelte eseguite, è emerso che i cani hanno scelto la quantità maggiore di cibo più spesso nei test 1 vs 8 di conseguenza ci si sarebbe aspettati che il comportamento di “*sceglie e mangia*” fosse più rappresentato nei cani che hanno eseguito i test 1 vs 8, senza dimenticare che la motivazione per un quantitativo di cibo maggiore (8 bocconi rispetto a 4) dovrebbe essere superiore. Un fattore che può aver inciso sul risultato ottenuto, può essere stato il periodo di svolgimento dei test. I test sono stati svolti in ambiente standardizzato, come indicato nel paragrafo “*procedura sperimentale*”, nella stanza in cui si sono svolti, non era disponibile un dispositivo di condizionamento (ma solo un paio di ventilatori) e quindi nel periodo estivo, le temperature risultavano elevate. Andando a considerare il periodo dell’anno in cui si sono svolti i test 1 vs 8 con rinforzo differenziale (quelli in cui il soggetto testato ha potuto mangiare il quantitativo di cibo scelto), si è potuto notare che sono stati eseguiti tra maggio e settembre. Valutando invece il periodo dell’anno in cui si sono svolti i test 2 vs 4, con rinforzo differenziale, vediamo che sono stati eseguiti tra settembre e novembre. Quindi, i cani che hanno eseguito i test 1 vs 8 con rinforzo differenziale, lo hanno fatto nel periodo più caldo dell’anno, ciò può aver determinato il risultato ottenuto sapendo che, i cani, in condizioni di stress termico notevole, hanno la tendenza a perdere l’appetito. Da non dimenticare che, i cani protagonisti dello studio, spesso arrivavano nel luogo di esecuzione dei test, già accaldati, dopo un viaggio in automobile o un



percorso a piedi. Quanto detto, potrebbe spiegare perché i cani che hanno eseguito il test 2 vs 4 sono stati più stimolati a scegliere e mangiare il cibo.

Anche “*any modifier*” mostra una significatività ( $p=0,000$  con  $Z= -4,959$ ), che è da mettere in relazione soprattutto con la significatività del comportamento “*sceglie e mangia*”.



**Grafico 16:** il grafico mostra la categoria di comportamenti indicata con “*la scelta*”. Ancora una volta sono stati presi in considerazione i due gruppi che differiscono per il quantitativo di cibo da discriminare al momento della scelta (1 vs 8 e 2 vs 4). È possibile osservare le significatività indicate dagli asterischi e relative ai comportamenti “*sceglie e mangia*” ed “*any modifier*”.

Prendiamo ora in considerazione la categoria di comportamenti “*segnali calmanti e segnali di stress*” (Grafico 17) ai quali abbiamo aggiunto il comportamento “*annusa il terreno*” che era stato considerato separatamente durante l’osservazione dei filmati, pur appartenendo ai segnali calmanti. Per quel che attiene questa categoria, è possibile osservare una significatività a carico del comportamento “*si scrolla*” ( $p=0,002$  con  $Z= -3,007$ ), tale comportamento viene mostrato più frequentemente da soggetti che hanno eseguito i test di discriminazione 1 vs 8 piuttosto che da quelli che hanno eseguito i test 2 vs 4. Il comportamento di scrollarsi viene indicato come un comportamento di stress e non è annesso ai segnali calmanti (Rugaas, 2007); può anche essere legato a fattori soggettivi che non ci è dato di conoscere ( per esempio, prurito per infestazioni parassitarie o patologie cutanee). Si è rilevato un valore di  $p$  al limite della significatività anche a carico di “*any modifier*” ( $p=0,053$  con  $Z= -1,626$ ) probabilmente determinato dalle significatività del comportamento “*si scrolla*”. Infine osserviamo la significatività del comportamento “*annusa il terreno/pavimento*” ( $p=0,002$  con  $Z= -3,04$ ), in questo caso il comportamento è stato mostrato più frequentemente dai cani che hanno eseguito i test 2 vs 4 piuttosto che 1 vs 8. Il comportamento medesimo rappresenta sia un segnale calmante, sia un segnale di stress. Si potrebbe ipotizzare che tale comportamento, sia stato presentato più frequentemente dai cani che hanno eseguito il test 2 vs 4 perché questo ha prodotto in loro uno stato di stress o di disagio trattandosi di un test più complesso. Considerando che, i cani che hanno eseguito tali test (2 vs 4), hanno comunque conservato una motivazione molto alta al loro svolgimento, appare contraddittorio che si siano trovati in condizioni di disagio in questo frangente. L’annusare il terreno, oltre che far parte dei segnali di stress e dei segnali calmanti, rappresenta un comportamento di esplorazione; visto che

non ci sono dati indicativi del fatto che i cani che hanno svolto i test 2 vs 4 possano essersi trovati più a disagio di quelli che hanno eseguito i test 1 vs 8, proprio di esplorazione potrebbe trattarsi.

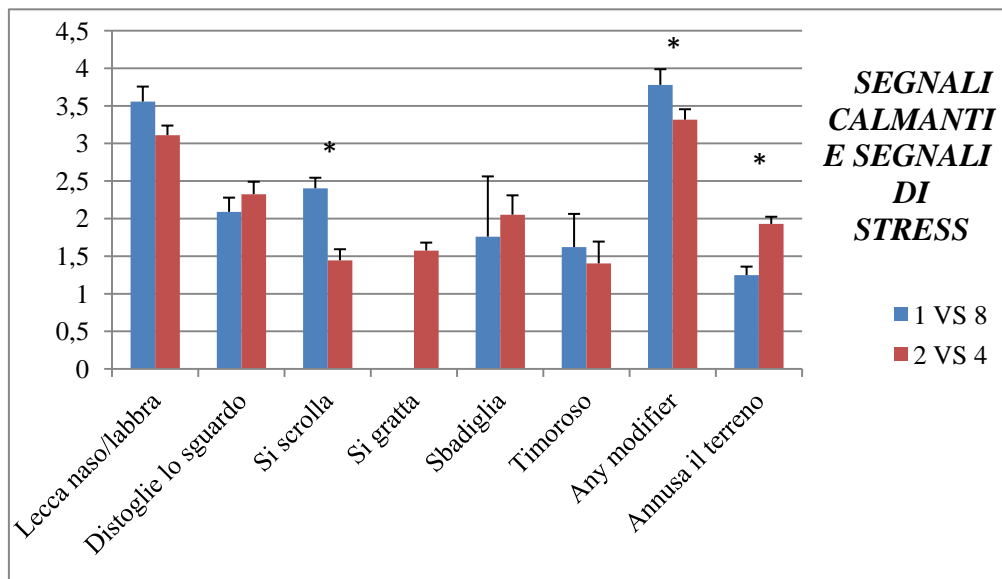


Grafico 17: Il grafico mostra la categoria di comportamenti “segnali calmanti e segnali di stress”. Sono stati presi in considerazione i due gruppi che differiscono per il quantitativo di cibo da discriminare al momento della scelta (1 vs 8 e 2 vs 4). Notare le significatività indicate dagli asterischi a carico dei comportamenti “si scrolla”, “any modifier” e “annusa terreno/pavimento”.

Nella categoria “post-scelta” (Grafico 18) ritroviamo un valore statisticamente significativo relativo al comportamento “rinforzo post con contatto” ( $p=0,045$  con  $Z= -1,828$ ). I soggetti che hanno eseguito i test 2 vs 4, sono stati rinforzati dal proprietario con il contatto (ovviamente dopo aver eseguito la scelta), più frequentemente dei soggetti che hanno eseguito i test 1 vs 8. Non è semplice capire perché, non credo che ciò sia determinato dal fatto che i proprietari ritenessero questo test più difficile del 1 vs 8 infatti, nessuno di loro, era a conoscenza del fatto che ad altri cani prima del loro, era stato somministrato un altro tipo di test se vogliamo più semplice. Potrebbe semplicemente trattarsi di un fattore casuale, i proprietari dei cani appartenenti al gruppo che ha eseguito i test 2 vs 4, potevano essere semplicemente più inclini al contatto fisico con il loro animale.

In questa categoria si è potuto osservare una differenza statisticamente rilevante anche a carico di “any modifier” ( $p=0,000$  con  $Z= -3,664$ ), indicazione del fatto che la somma delle frequenze di tutti i modifier facenti parte della categoria comportamentale “post-scelta”, è stata significativa. Nello specifico i soggetti che hanno eseguito i test 1 vs 8 hanno mostrato più frequentemente i comportamenti facenti parte della categoria “post-scelta” rispetto ai soggetti che hanno eseguito i test con discriminazione di quantità 2 vs 4.

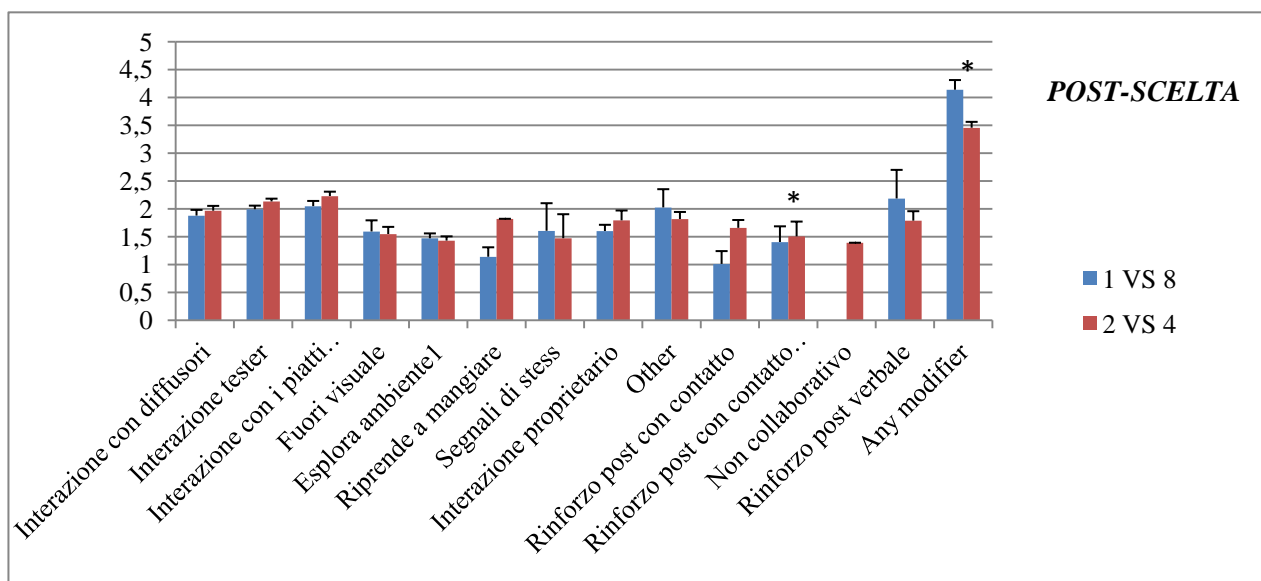


Grafico 18: grafico relativo alla categoria di comportamenti “post-scelta”. Sono stati presi in considerazione i due gruppi che differiscono per il quantitativo di cibo da discriminare al momento della scelta (1 vs 8 e 2 vs 4). Notare le significatività indicate dagli asterischi a carico dei comportamenti “rinforzo con contatto” e “any modifier”.

Un’ulteriore indagine statistica, è stata eseguita prendendo in considerazione il sesso dei cani che hanno partecipato ai test, è stata realizzata una distinzione tra cani di sesso maschile e quelli di sesso femminile.

Cominciamo con il considerare la categoria comportamentale “osservazione e sguardo” (Grafico 19); è stato possibile rilevare una differenza statisticamente significativa a carico dei comportamenti “guarda piatto destro” ( $p=0,022$  con  $Z= -2,285$ ); “osserva altro piatto mentre mangia” ( $p=0,034$  con  $Z= -2,124$ ) e “guarda dx. e sx. pre-scelta” ( $p=0,012$  con  $Z= -2,52$ ). I cani di sesso femminile, hanno mostrato tutti e tre i comportamenti, per i quali è comparsa un significatività, con una frequenza più alta rispetto ai cani maschi.

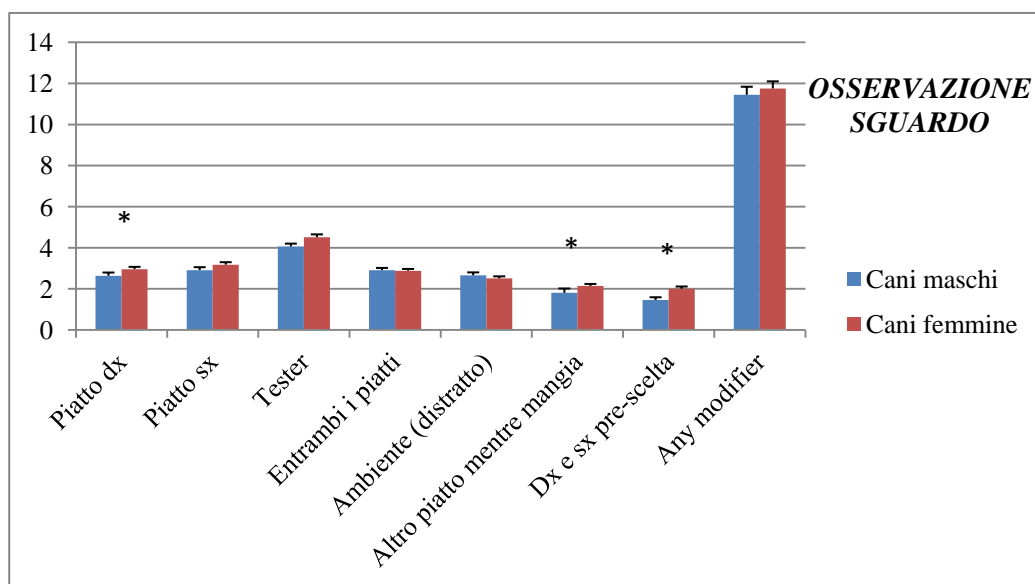
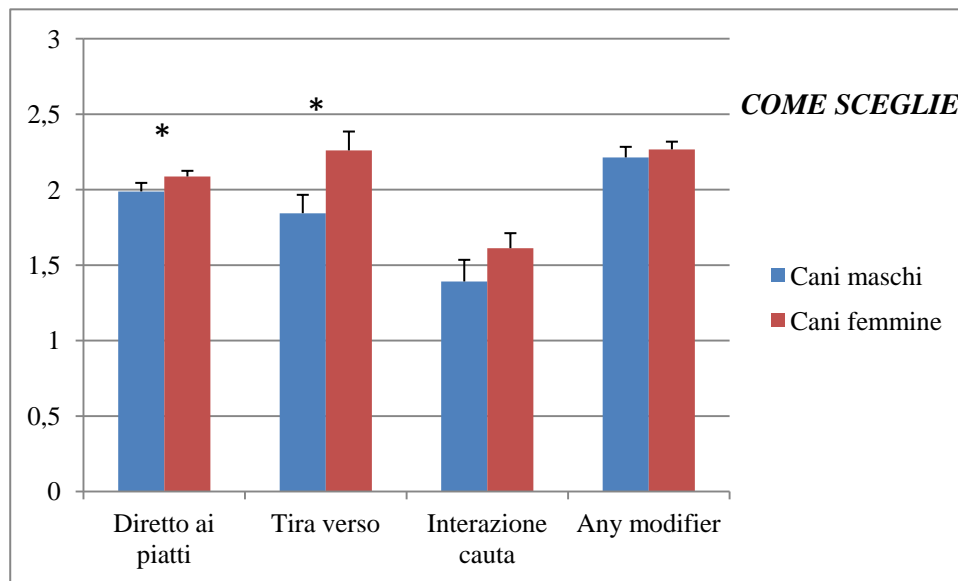


Grafico19: grafico relativo alla categoria di comportamenti “osservazione e sguardo”. I due gruppi presi in considerazione differiscono per il sesso (maschi e femmine). Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti “guarda piatto destro”, “osserva altro piatto mentre mangia” e “guarda a destra e a sinistra pre-scelta”.

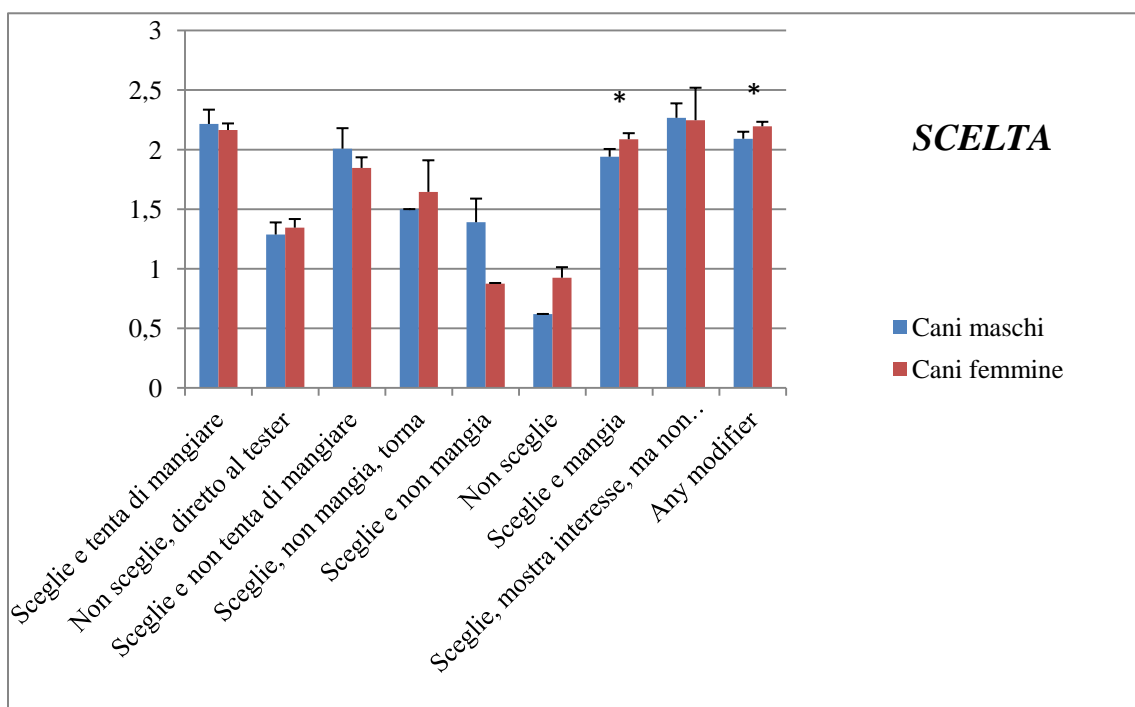
Prendiamo ora in considerazione la categoria di comportamenti “come sceglie” (Grafico 20); i comportamenti per i quali è emersa una differenza significativa sono: “diretto ai piatti” ( $p=0,026$

con  $Z = -2,228$ ) e “*tira verso*” ( $p = 0,031$  con  $Z = -1,894$ ). Anche in questo caso, entrambi i comportamenti sono stati presentati più frequentemente dalle femmine rispetto ai maschi.



**Grafico 20:** Grafico relativo alla categoria di comportamenti “*come sceglie*”. I due gruppi presi in considerazione differiscono per il sesso (maschi e femmine). Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*diretto ai piatti*” e “*tira verso*”.

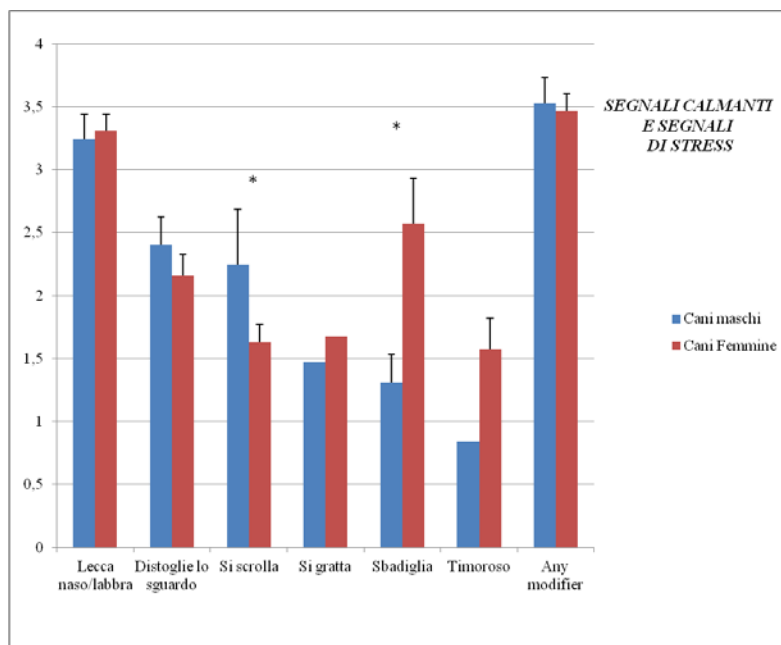
Valutiamo ora la categoria di comportamenti indicati con “*scelta*” (Grafico21), osserviamo una differenza significativa a carico dei comportamenti “*diretto ai piatti*” ( $p = 0,026$  con  $Z = -2,2$ ) ed “*any modifier*” ( $p = 0,027$  con  $Z = -2,205$ ), relativo alla somma di tutte le frequenze dei comportamenti facenti parte del gruppo.



**Grafico21:** grafico relativo alla categoria di comportamenti “*la scelta*”. I due gruppi presi in considerazione differiscono per il sesso (maschi e femmine). Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*sceglie e mangia*” e “*any modifier*”.

Anche in questo caso, le femmine hanno mostrato più frequentemente i comportamenti esaminati rispetto ai maschi.

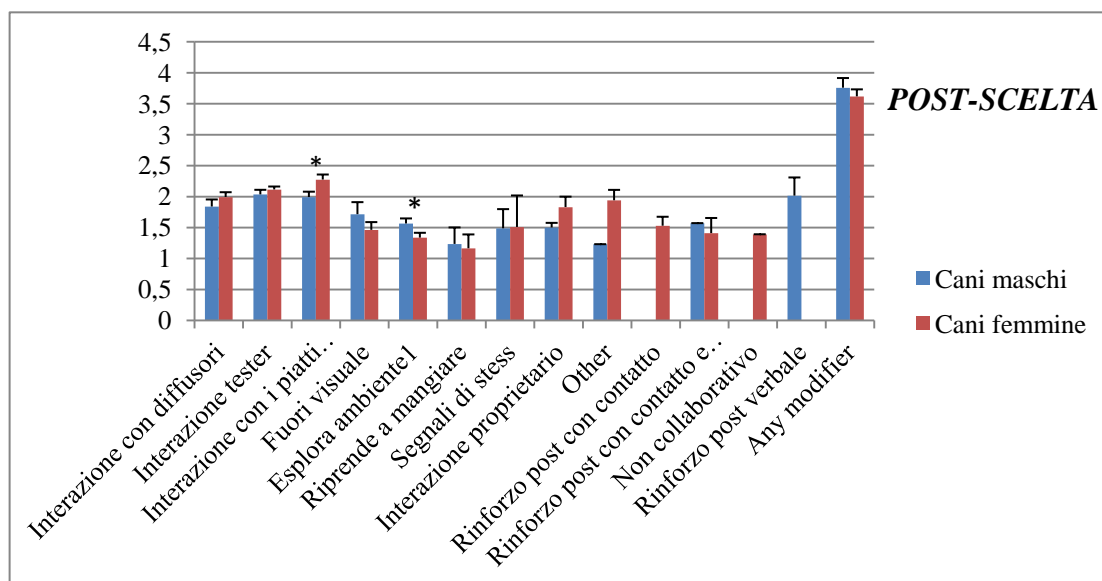
Consideriamo la categoria di comportamenti “*segnali calmanti e segnali di stress*” (Grafico 22), i comportamenti che hanno mostrato una differenza statisticamente significativa sono stati “*si scrolla*” ( $p=0,048$  con  $Z= -1,703$ ) e “*sbadiglia*” ( $p= 0,043$  con  $Z= -2,021$ ), il primo dei quali, per altro, al limite della significatività.



**Grafico 22: grafico relativo alla categoria di comportamenti “*segnali calmanti e segnali di stress*”. I due gruppi presi in considerazione differiscono per il sesso (maschi e femmine). Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*si scrolla*” e “*sbadiglia*”.**

In questo caso, si sono scrollati più frequentemente i cani di sesso maschile rispetto a quelli di sesso femminile, mentre per quel che riguarda lo sbadiglio, lo hanno mostrato più frequentemente le femmine rispetto ai maschi.

Infine, prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti “*post-scelta*” (Grafico 23), è possibile notare una differenza significativa relativa ai comportamenti “*interazione con i piatti*” ( $p=0,040$  con  $Z= -1,733$ ) ed “*esplora ambiente*” ( $p=0,032$  con  $Z= -2,146$ ).



**Grafico 23:** grafico relativo alla categoria di comportamenti “*post scelta*”. I due gruppi presi in considerazione differiscono per il sesso (maschi e femmine). Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*interazione con i piatti*” e “*esplora ambiente*”.

Per quel che riguarda il comportamento di interazione con i piatti, le femmine lo hanno mostrato più frequentemente rispetto ai maschi, mentre il comportamento di esplorazione (“*esplora l’ambiente*”) si è riscontrato più frequentemente nei cani di sesso maschile. È possibile notare come la maggior parte dei comportamenti che hanno mostrato una significatività statistica, siano stati mostrati più frequentemente dalle femmine rispetto ai maschi ad eccezione dei comportamenti “*si scrolla*” ed “*esplora ambiente*”. I comportamenti esibiti più frequentemente dalle femmine, sono per la maggior parte focalizzati sulla situazione sperimentale: “*guarda piatto destro*”, “*guarda altro piatto mentre mangia*”, “*guarda a destra e a sinistra pre-scelta*”, “*diretto ai piatti*” e “*interazione con i piatti*”; ciò potrebbe indicare una maggiore concentrazione ed attenzione delle femmine durante l’esecuzione dei test se paragonate ai maschi che invece mostrano una maggior attitudine all’esplorazione ambientale.

Per concludere, sono state prese in considerazione le prove eseguite suddivise nelle 3 sessioni (1° sessione, 2° sessione, 3° sessione) che sono state messe a confronto tra loro per mezzo del test statistico *Chi quadro*.

Cominciamo con il prendere in esame la categoria di comportamenti denominata “*osservazione e sguardo*” (Grafico 24), è stato possibile mettere in evidenza una differenza statisticamente significativa relativa ai comportamenti “*guarda entrambi i piatti*” ( $p=0,003$ ) e “*guarda altro piatto mentre mangia*” ( $p=0,035$ ).

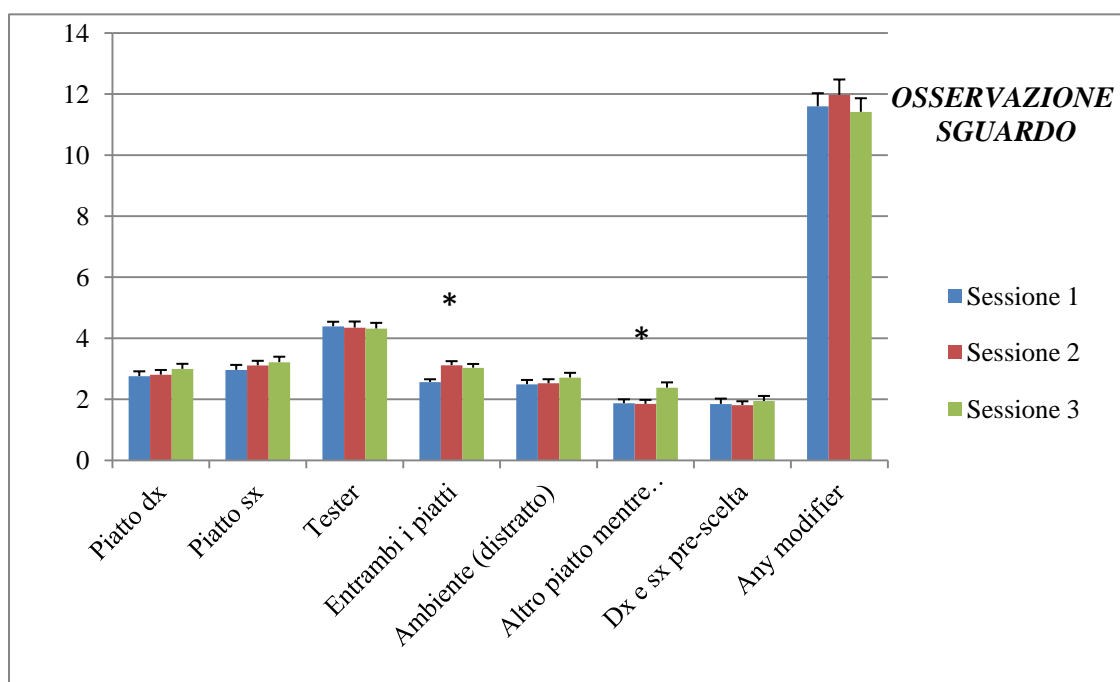


Grafico 24: grafico relativo alla categoria di comportamenti “osservazione sguardo”. I gruppi presi in considerazione questa volta sono tre e sono rappresentati dalle 3 sessioni di realizzazione del test (1° sessione, 2° sessione, 3° sessione) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “guarda entrambi i piatti” e “guarda altro piatto mentre mangia”.

L’osservazione di entrambi i piatti compare più frequentemente nella 2° sessione di prove, mentre il comportamento relativo all’osservazione del piatto controlaterale mentre il cane mangia il contenuto di quello scelto, si osserva più frequentemente nella 3° sessione del test, ciò osservando i valori medi relativi alle frequenze.

Valutiamo ora la categoria di comportamenti raggruppati sotto la dicitura “come sceglie” (Grafico 25), in questo caso è possibile osservare una differenza significativa tra le frequenze di presentazione del comportamento “tira verso” ( $p=0,007$ ).

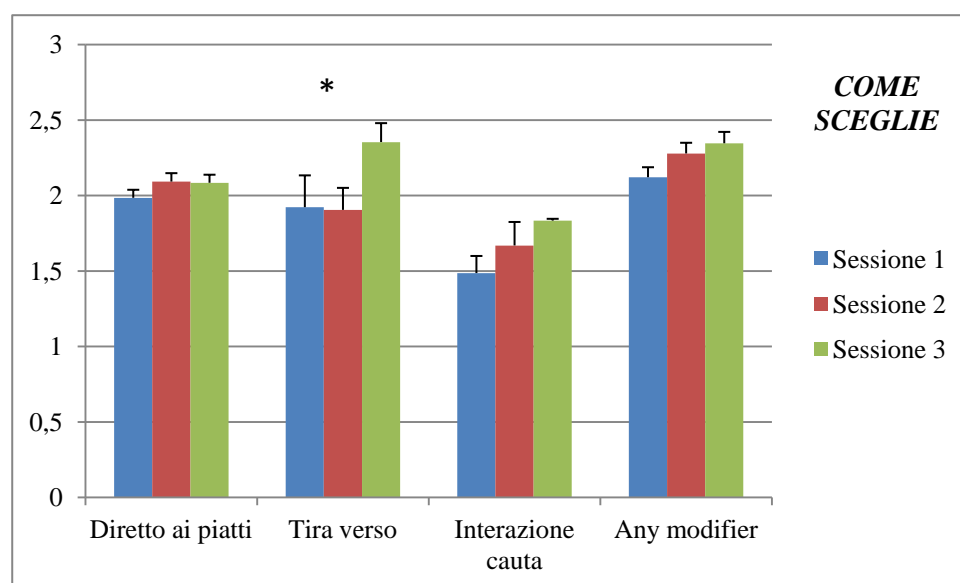
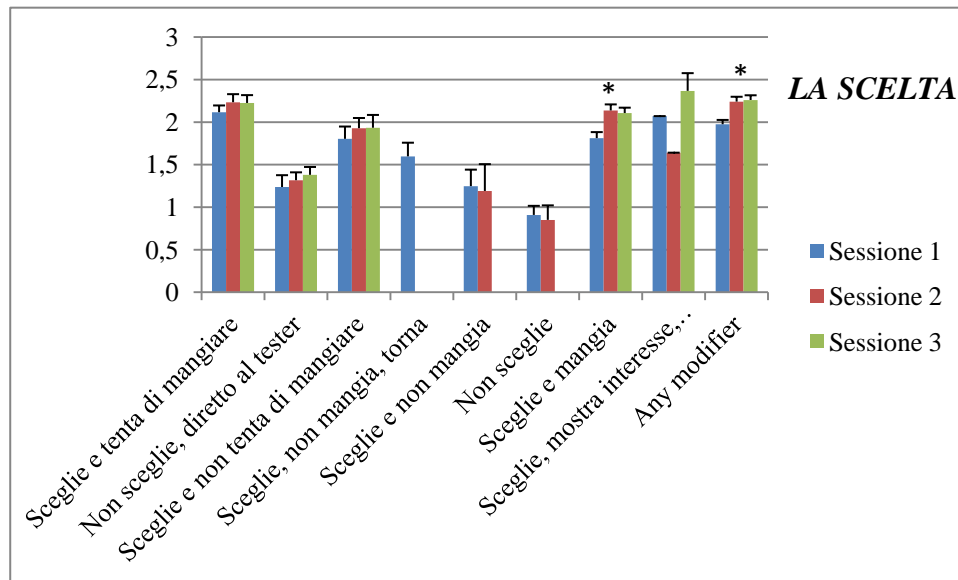


Grafico 25: grafico relativo alla categoria di comportamenti “come sceglie”. I gruppi presi in considerazione questa volta sono tre e sono rappresentati dalle 3 sessioni di realizzazione del test (1° sessione, 2° sessione, 3° sessione) Notare la significatività indicata dall’asterisco relativa al comportamento: “tira verso”.

Il comportamento è comparso più frequentemente nella 3° sessione di prove, ciò potrebbe indicare che i cani, avendo già compreso cosa gli si richiedeva, avevano una maggiore motivazione ed erano più propensi a svolgere il compito assegnatogli.

Prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti denominata “*la scelta*” (Grafico 26), è possibile notare una differenza statisticamente significativa relativa al comportamento “*sceglie e mangia*” ( $p=0,001$ ) e ad “*any modifier*” ( $p=0,001$ ).

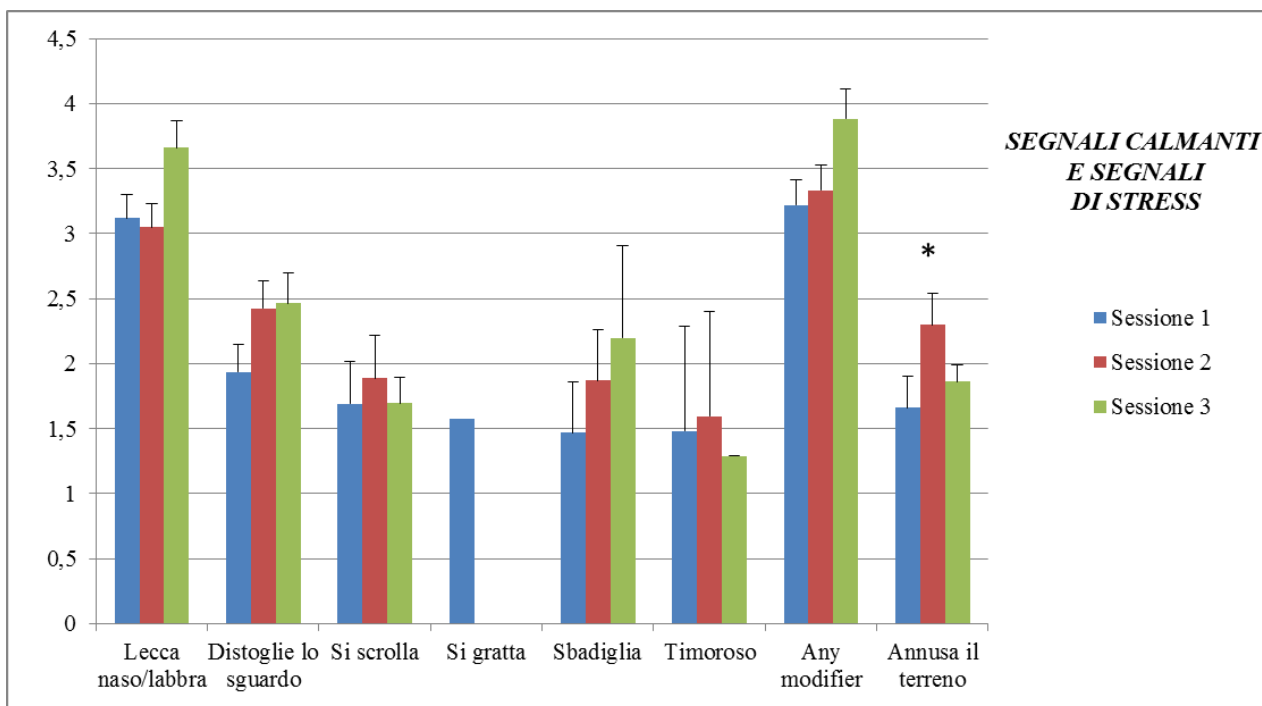


**Grafico 26:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*la scelta*”. I gruppi presi in considerazione sono tre e sono rappresentati dalle 3 sessioni di realizzazione del test (1° sessione, 2° sessione, 3° sessione) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*sceglie e mangia*” e “*any modifier*”.

Il comportamento “*sceglie e mangia*” si è osservato più frequentemente nella 2° sessione di prove, per quel che riguarda la significatività di “*any modifier*” essa sembra essere determinata in particolare da quella del comportamento “*sceglie e mangia*”. La somma di tutti i comportamenti appartenenti alla categoria “*la scelta*”, sembra essere più frequentemente presentata nella 3° sessione di prove.

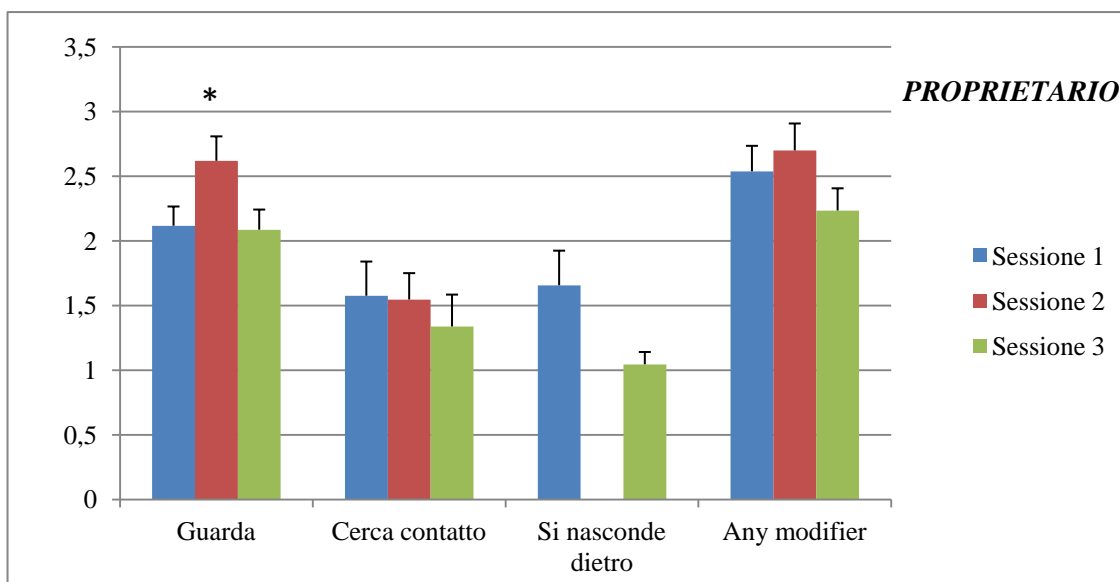
Ora consideriamo la categoria di comportamenti “*segnali calmenti e segnali di stress*” (Grafico 27) a tale categoria, come ricordato sopra, è stato annesso il comportamento “*annusa il terreno/pavimento*” che è per altro proprio quello che mostra valori statisticamente significativi ( $p=0,002$ ). È possibile notare come il comportamento sia stato mostrato più frequentemente dai cani nella 2° sessione di prove.





**Grafico 27:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*segnali calmanti e di stress*”. I gruppi presi in considerazione sono tre e sono rappresentati dalle 3 sessioni di realizzazione del test (1° sessione, 2° sessione, 3° sessione) Notare la significatività indicata dall’asterisco relativa al comportamento: “*annusa terreno/pavimento*”.

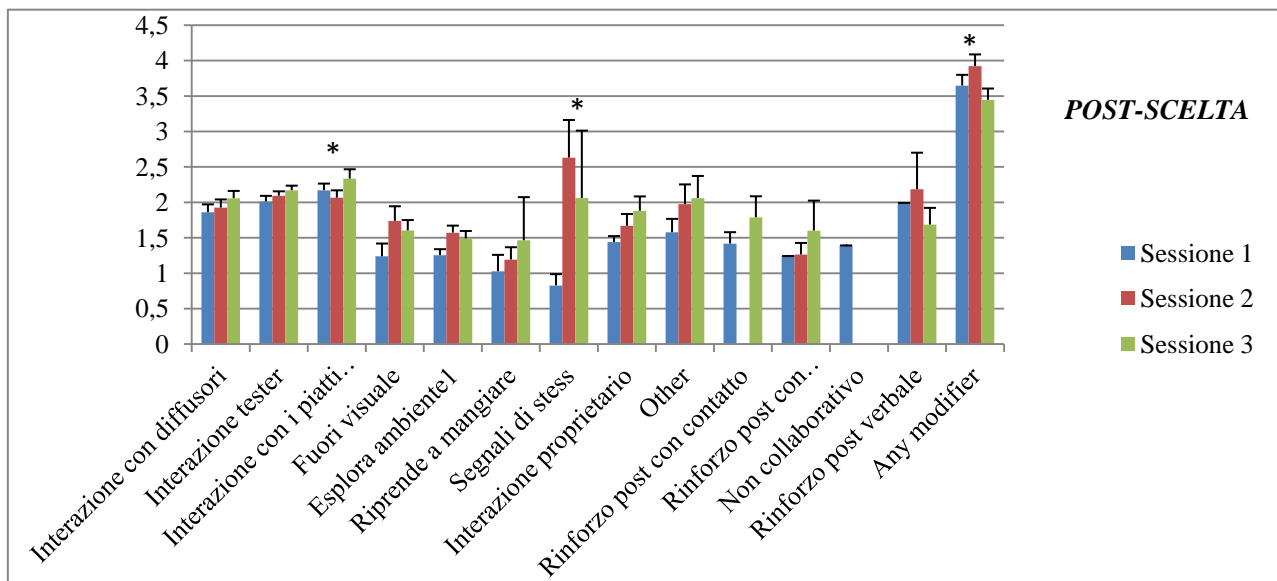
Ora valutiamo la categoria comportamentale denominata “*proprietario*” (Grafico 28), il comportamento appartenente a questa categoria che ha mostrato differenze statisticamente significative nelle tre sessioni, è stato “*guarda proprietario*” ( $p=0,032$ ).



**Grafico 28:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*proprietario*”. I gruppi presi in considerazione sono tre e sono rappresentati dalle 3 sessioni di realizzazione del test (1° sessione, 2° sessione, 3° sessione) Notare le significatività indicata dall’asterisco relativa al comportamento: “*guarda proprietario*”.

Tale comportamento è comparso più frequentemente nella 2° sessione di prove come mostrato dai valori medi relativi alle frequenze di presentazione dei comportamenti stessi.

Infine, prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti indicata con “*post-scelta*” (Grafico 29), è possibile notare una differenza statisticamente significativa per i comportamenti “*interazione tester*” ( $p=0,04$ ); “*segnali di stress*” ( $p=0,035$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,036$ ).

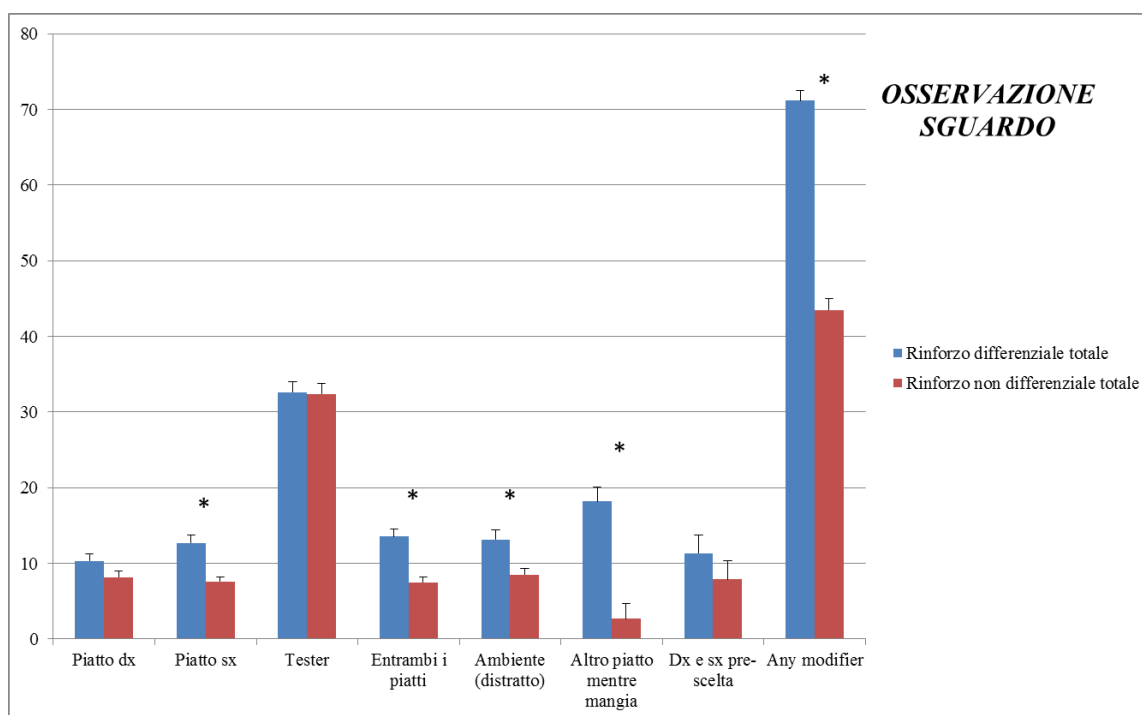


**Grafico 29: grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*post-scelta*”. I gruppi presi in considerazione sono tre e sono rappresentati dalle 3 sessioni di realizzazione del test (1° sessione, 2° sessione, 3° sessione) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*interazione tester*”, “*segnali di stress*” ed “*any modifier*”.**

L’“*interazione con il tester*” si osserva più frequentemente nella 3° sessione di prove; i “*segnali di stress*” invece compaiono più frequentemente nella 2° sessione. Anche i comportamenti “*post-scelta*” in generale sono più rappresentati nella 2° sessione di prove.

A questo punto andiamo a valutare i risultati statistici relativi alle durate percentuali; le categorie comportamentali prese in considerazione sono sempre le medesime citate nell’etogramma (Tabella 7) ed anche i gruppi tra i quali sono stati eseguiti i confronti sono gli stessi valutati nell’analisi statistica delle frequenze/minuto. In questo caso siamo andati ad osservare per quanto tempo è stato esibito un certo comportamento.

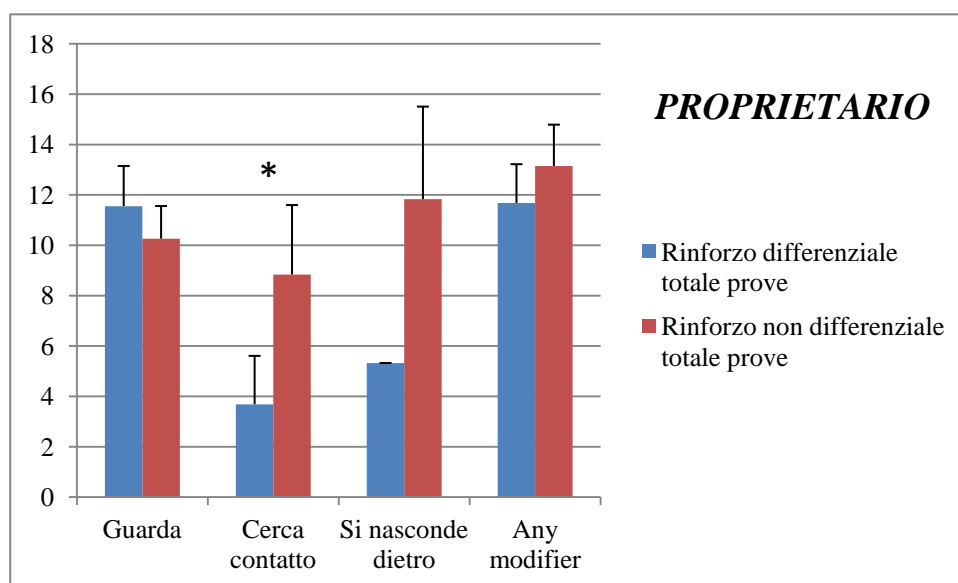
Come per le frequenze/minuto, il primo confronto è stato realizzato tra le prove in cui si è utilizzato il rinforzo differenziale e le prove in cui si è utilizzato il rinforzo non differenziale. Consideriamo come prima categoria di comportamenti esaminati, quella denominata “*osservazione e sguardo*” (Grafico 30). È stato possibile rilevare delle differenze statisticamente significative per quanto attiene ai comportamenti “*osserva piatto sinistro*” ( $p=0,041$  con  $Z= -2,039$ ); “*osserva entrambi i piatti*” ( $p= 0,000$  con  $Z= - 4,1$ ) per altro per quanto riguarda questo comportamento è possibile osservare la massima significatività; “*osserva ambiente*” ( $p=0,021$  con  $Z= -2,301$ ); “*osserva altro piatto mentre mangia*” ( $p=0,037$  con  $Z= -2,084$ ) ed infine “*any modifier*” ( $p=0,000$  con  $Z= - 11,828$ ).



**Grafico 30:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “osservazione e sguardo”. I gruppi presi in considerazione valutano il tipo di rinforzo utilizzato (differenziale, non differenziale) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “osserva piatto sinistro”, “osserva entrambi i piatti” ed “osserva ambiente”, “osserva altro piatto mentre mangia” ed “any modifier”.

I soggetti che hanno ricevuto rinforzo differenziale, mostrano di aver osservato il piatto sinistro per più tempo rispetto a quelli che hanno ricevuto il rinforzo non differenziale ed anche per quanto riguarda gli altri comportamenti, che presentano una significatività statistica degna di nota, si osserva che i soggetti che hanno eseguito test con rinforzo differenziale, li hanno eseguiti per più tempo rispetto a quelli che hanno eseguito i test con rinforzo non differenziale. In particolare, considerando che il rinforzo differenziale consentiva di mangiare il cibo scelto, comportamenti come “guarda entrambi i piatti” e “guarda a destra ed a sinistra pre-scelta”, sembra siano stati presentati per più tempo così da permettere ai cani di eseguire la scelta più motivante, cioè quella della quantità maggiore di cibo che permetteva loro di mangiare il numero maggiore di bocconi. Inoltre, soprattutto nelle fasi iniziali del test, quando il cane non aveva ancora ben compreso che una volta effettuata la scelta, lo sperimentatore provvedeva a sottrarre il piatto non selezionato, c’era da parte del cane una forte aspettativa di poter mangiare anche il contenuto dell’altro piatto presentato; ciò potrebbe giustificare il maggior tempo impiegato dai cani, che hanno svolto test con rinforzo differenziale, ad osservare il piatto controlaterale mentre mangiavano i bocconi scelti. In generale la somma delle durate di tutti i comportamenti relativi all’osservazione si è mostrata più significativa nei test con rinforzo differenziale rispetto a quelli con rinforzo non differenziale, ad indicare che i soggetti che hanno eseguito i test con rinforzo differenziale hanno trascorso più tempo nello svolgimento di tale attività osservativa.

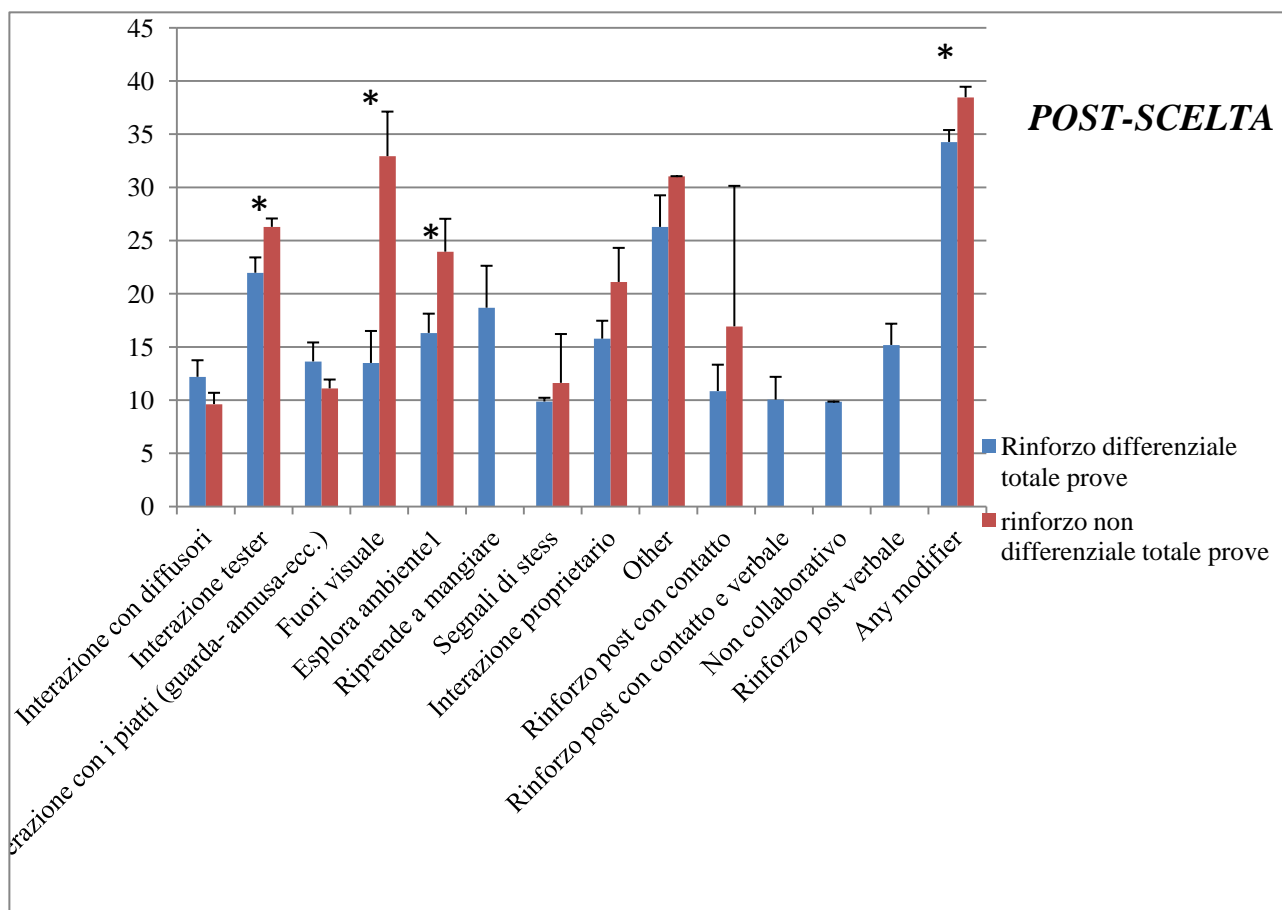
Prendiamo ora in esame i comportamenti rientranti nella categoria “proprietario” (Grafico 31), notare come il comportamento “cerca contatto” appare statisticamente significativo ( $p=0,032$  con  $Z=-1,86$ ).



**Grafico 31:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*proprietario*”. I gruppi presi in considerazione valutano il tipo di rinforzo utilizzato (differenziale, non differenziale) Notare le significatività indicata dall’asterisco relativa al comportamento: “*cerca contatto*”.

Il comportamento citato, sembra sia stato mostrato per più tempo nei test con rinforzo non differenziale, è probabile che i cani che hanno eseguito questa tipologia di test, abbiano avuto una maggiore necessità di contatto con il proprietario per avere un supporto. In effetti, in alcuni soggetti potrebbe presentarsi anche un certo grado di frustrazione determinato dalla impossibilità di poter mangiare il contenuto dei piatti presentati. Nella categoria “*segnali calmanti e segnali di stress*” non sono stati rilevati comportamenti che presentino differenze significative, ciò potrebbe indicare che in realtà i cani non si sono trovati a disagio nell’esecuzione delle due tipologie di prove (con rinforzo differenziale e con rinforzo non differenziale) oppure potrebbe essere stato proprio il contatto con il proprietario, a ridurre o mitigare lo stato di stress nei soggetti che hanno eseguito i test con rinforzo non differenziale e ciò avrebbe contribuito a non creare differenze significative a carico dei comportamenti compresi nella categoria “*segnali calmanti e segnali di stress*”.

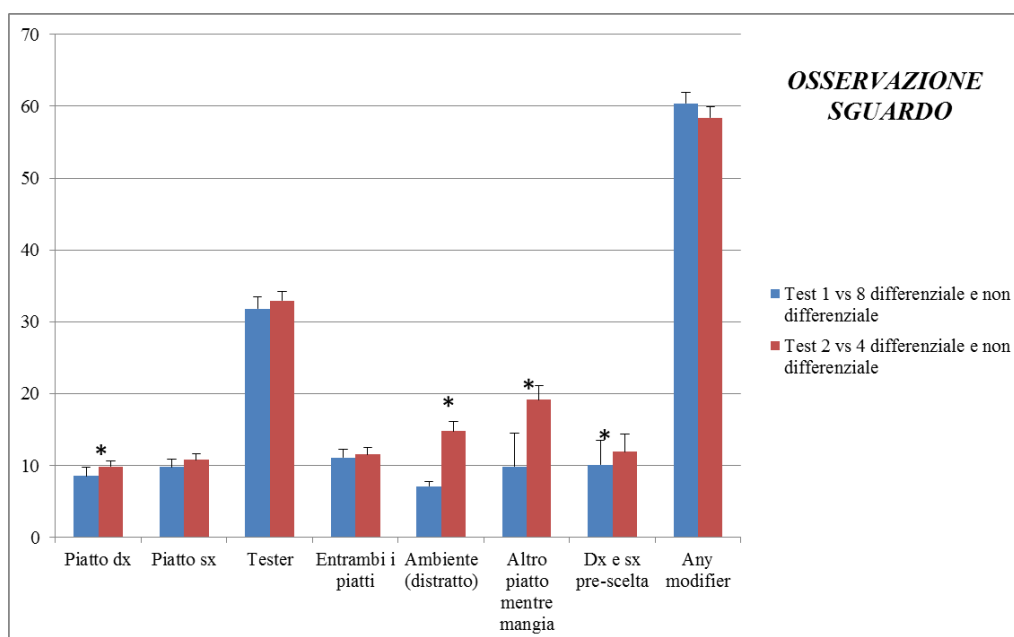
Infine, andiamo a prendere in considerazione la categoria di comportamenti “*post-scelta*” (Grafico 32), è possibile osservare differenze statisticamente significative relative ad alcuni comportamenti: “*interazione tester*” ( $p=0,001$  con  $Z= -3,467$ ); “*fuori visuale*” ( $p=0,005$  con  $Z= -2,816$ ); “*esplora ambiente*” ( $p=0,041$  con  $Z= -1,698$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,01$  con  $Z= -2,572$ ).



**Grafico 32:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*post-scelta*”. I gruppi presi in considerazione valutano il tipo di rinforzo utilizzato (differenziale, non differenziale) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*interazione tester*”, “*fuori visuale*”, “*esplora ambiente*” ed “*any modifier*”.

Il comportamento di interazione con il *tester* è stato mostrato per più tempo dal gruppo di cani che ha eseguito i test con rinforzo non differenziale, anche in questo caso, tale interazione può aver contribuito a stemperare un certo grado di frustrazione avvertita dai cani nell’esecuzione di queste prove. Anche il comportamento di esplorazione ambientale, è stato mostrato per più tempo dai cani che hanno eseguito i test con rinforzo non differenziale e così anche il comportamento “*fuori visuale*” che non fornisce di per sé grosse informazioni, ma comunque indica che i cani si sono allontanati per più tempo dal *set* di svolgimento del test che era completamente ripreso dalla telecamera. Anche in questo caso, i cani che hanno mostrato questo comportamento per più tempo dopo la scelta, potrebbero averlo fatto per stemperare il lieve stato di frustrazione derivante dal non poter accedere al cibo scelto, ancora una volta ciò potrebbe essere stato sufficiente ad evitare che comparissero segnali indicativi di uno stato di stress.

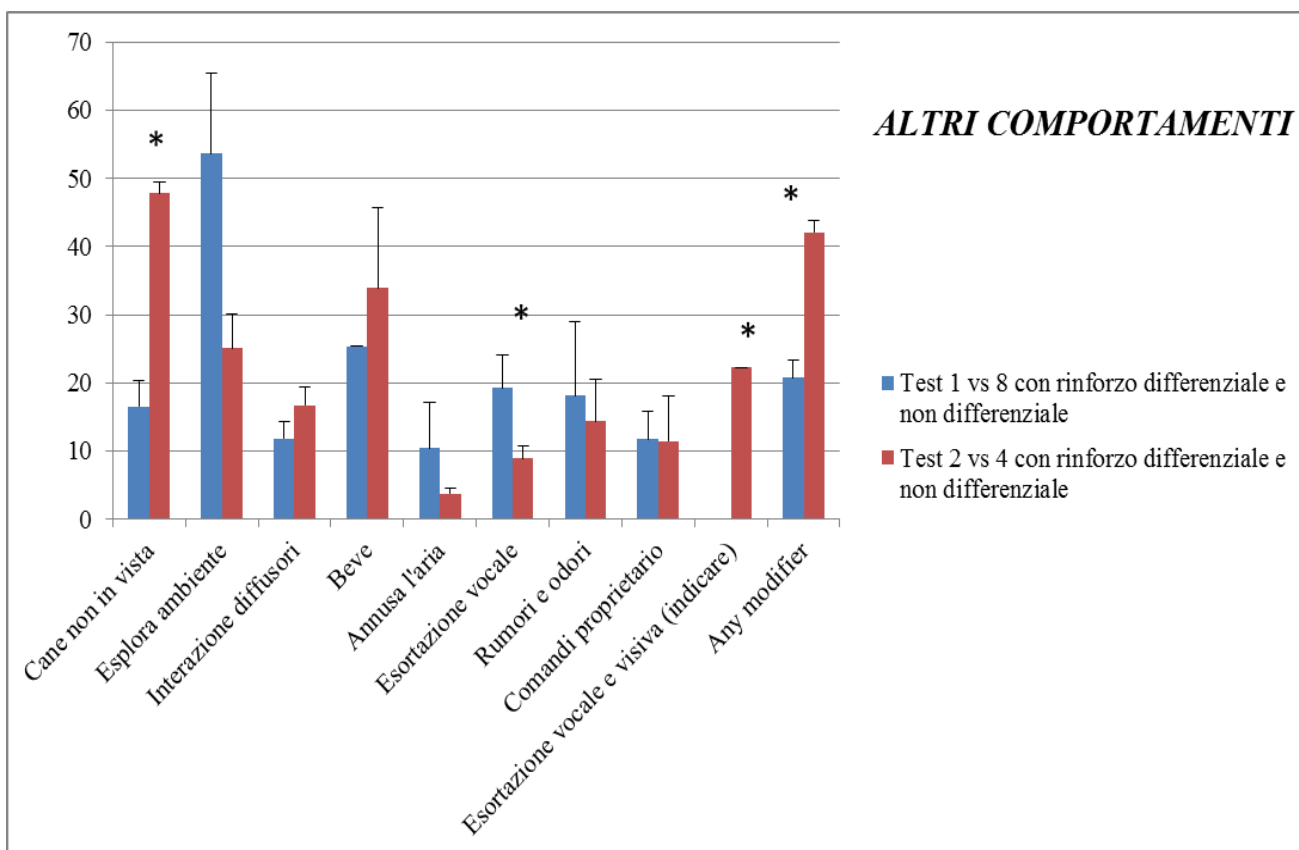
Andiamo ora ad eseguire il confronto tra i quantitativi di cibo che sono stati utilizzati nei test di discriminazione (1 vs 8 e 2 vs 4). Prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti “*osservazione e sguardo*” (Grafico 33), è possibile osservare la presenza di comportamenti che mostrano differenze significative quali: “*guarda piatto destro*” ( $p=0,011$  con  $Z= -2,54$ ); “*guarda ambiente*” ( $p=0,000$  con  $Z= -4,4$ ); “*guarda altro piatto mentre mangia*” ( $p=0,006$  con  $Z= -2,774$ ) ed infine “*guarda a destra e a sinistra pre-scelta*” ( $p=0,009$  con  $Z= -2,628$ ).



**Grafico 33: grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “osservazione e sguardo”. I gruppi presi in considerazione valutano il quantitativo di alimento utilizzato nei test (1 vs 8 e 2 vs 4) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “guarda piatto destro”, “guarda ambiente”, “altro piatto mentre mangia” ed “guarda destra e sinistra pre-scelta”.**

Tutti i comportamenti, sono stati eseguiti per più tempo dai soggetti che hanno eseguito i test con discriminazione di quantità 2 vs 4. Il fatto di guardare a destra ed a sinistra prima di eseguire la scelta potrebbe essere indicativo di un maggior certo grado di attenzione dei cani che hanno tentato di scegliere il quantitativo di cibo maggiore. L’osservazione del piatto opposto a quello scelto, come accennato precedentemente, rappresenterebbe un comportamento maggiormente presentato dai soggetti che hanno svolto test con rinforzo differenziale; a questo punto potremo aggiungere un’ulteriore discriminante dicendo che l’hanno eseguito per più tempo i soggetti che hanno ricevuto un rinforzo differenziale ed hanno eseguito una discriminazione di quantità 2 vs 4. Probabilmente, essendo il quantitativo complessivo di cibo da poter mangiare, inferiore nel test 2 vs 4 rispetto al test 1 vs 8 (6 pezzetti contro 9 pezzetti), i cani erano più focalizzati verso il piatto controlaterale ed avevano un’aspettativa maggiore a mangiarne il contenuto. I soggetti sottoposti ai test 2 vs 4 sono anche coloro che hanno per più tempo, se confrontati con i soggetti che hanno eseguito i test 1 vs 8, mostrato il comportamento di esplorazione ambientale ( $p=0,000$  vale a dire massima significatività possibile) e ciò li ha portati ad essere più distratti. Ciò potrebbe rappresentare una lieve perdita di motivazione nei cani, oppure potrebbe dipendere dalla percezione di altri odori o rumori che hanno interessato i soggetti testati più del test sperimentale stesso.

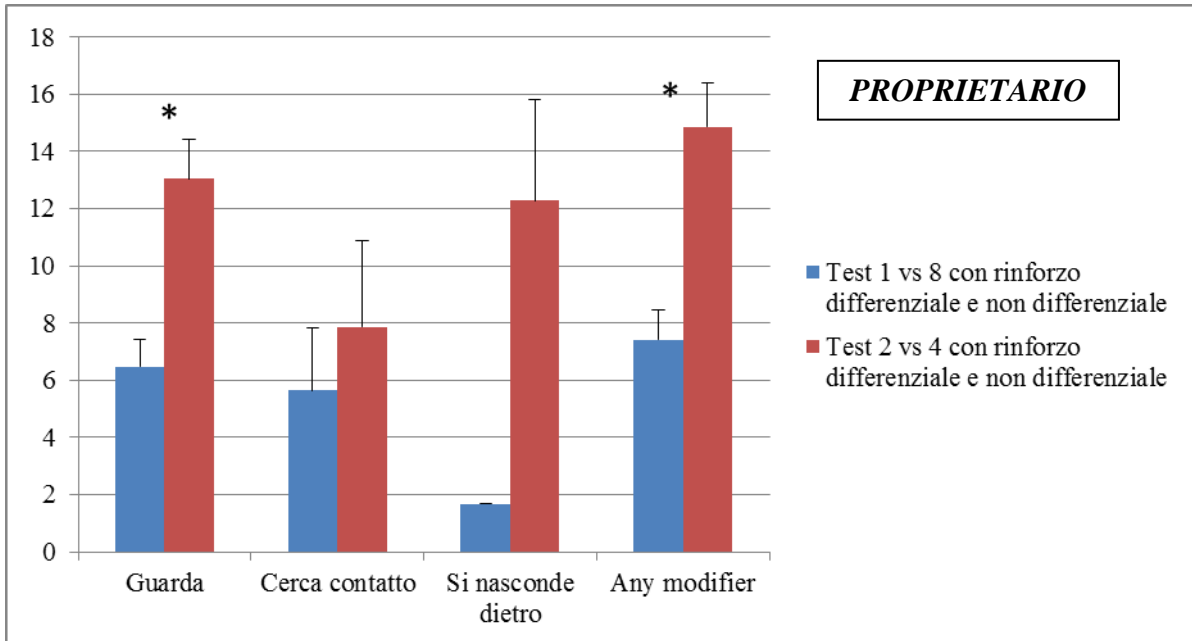
Considerando il gruppo “altri comportamenti” (Grafico 34) è stato possibile rilevare differenze statisticamente significative a carico di alcuni comportamenti quali: “cane non in vista” ( $p=0,000$  con  $Z= -5,096$ ); “esortazione vocale” ( $p=0,041$  con  $Z= -1,736$ ); “esortazione vocale e visiva” ( $p=0,000$  con  $Z= -5,485$ ) ed infine “any modifier” ( $p=0,011$  con  $Z= -2,537$ ).



**Grafico 34:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “altri comportamenti”. I gruppi presi in considerazione valutano il quantitativo di alimento utilizzato nei test (1 vs 8 e 2 vs 4) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “cane non in vista”, “esortazione vocale”, “esortazione vocale e visiva” ed “any modifier”.

Mi soffermerei particolarmente a parlare dei comportamenti “esortazione vocale” ed “esortazione vocale e visiva”. Prima di tutto è importante dire che si tratta di comportamenti esibiti dai proprietari ai quali era stato esplicitamente richiesto di evitarne la messa in atto, in quanto avrebbero in qualche modo potuto influire con la scelta. Per quel che riguarda l’esortazione vocale, cioè stimolare il cane per mezzo della voce ad eseguire la scelta, il comportamento è stato messo in atto per più tempo dai proprietari dei cani che hanno eseguito il test 1 vs 8. Per quel che riguarda il comportamento di esortazione vocale e visiva (con questo termine abbiamo indicato un’esortazione di tipo gestuale), sono stati i proprietari dei cani che hanno eseguito i test 2 vs 4 a presentarlo maggiormente, quasi volessero fornire un aiuto maggiore ai loro cani nell’esecuzione della discriminazione. È ovvio che non conosciamo le motivazioni che hanno spinto questi proprietari a mostrare tali comportamenti nonostante gli fosse stato espressamente richiesto di non farlo, quello che possiamo dire è che potrebbero essere stati fonte di interferenza nel corso dei test.

Prendiamo ora in esame la categoria di comportamenti etichettata con la dicitura “proprietario” (Grafico 35), qui è stato possibile rilevare differenze statisticamente significative a carico di comportamenti quali “guarda il proprietario” ( $p=0,002$  con  $Z= -3,063$ ) ed “any modifier” ( $p=0,003$  con  $Z= -2,952$ ).

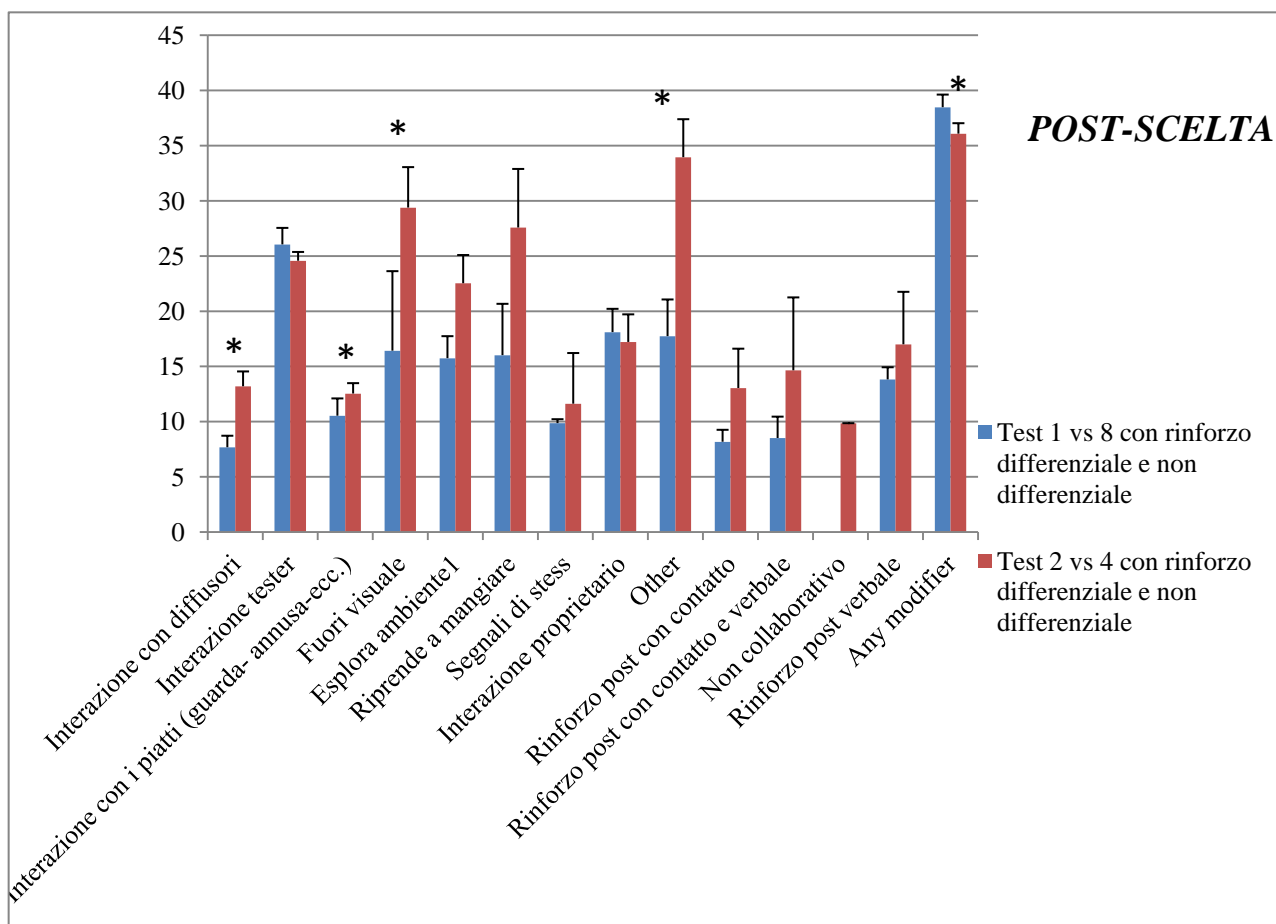


**Grafico 35:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*proprietario*”. I gruppi presi in considerazione valutano il quantitativo di alimento utilizzato nei test (1 vs 8 e 2 vs 4) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*guarda proprietario*” ed “*any modifier*”.

I cani che hanno eseguito i test con discriminazione di quantità 2 vs 4, hanno per più tempo guardato il proprietario rispetto ai cani che hanno eseguito i test 1 vs 8. Questo comportamento, è possibile che abbia rappresentato una richiesta di “auto” mostrata dai cani e rivolta verso i proprietari. Infatti, tale tipo di discriminazione (2 vs 4), risulta più complessa dell’altra. Ricordiamo che, le indagini statistiche relative ai risultati conseguenti alle scelte eseguite dai cani, hanno mostrato che i cani sono in grado di eseguire la discriminazione di entrambe le quantità con *performance* leggermente migliori nei cani che hanno eseguito i test 1 vs 8. Quindi la discriminazione di quantità 2 vs 4 potrebbe effettivamente essere stata più complessa per alcuni cani che per questo motivo si sono rivolti per più tempo verso i proprietari guardandoli, magari in cerca di un sostegno o di una collaborazione nella risoluzione del problema presentatogli.

Infine, prendiamo in considerazione il gruppo di comportamenti denominati “*post-scelta*” (Grafico 36), è stato possibile rilevare la presenza di differenze significative a carico di alcuni comportamenti: “*interazione con i diffusori*” ( $p=0,001$  con  $Z= -3,256$ ); “*interazione con i piatti*” ( $p=0,041$  con  $Z= -2,041$ ); “*fuori visuale*” ( $p=0,050$  con  $Z= -1,698$ ); “*other*” ( $p=0,001$  con  $Z= -3,395$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,032$  con  $Z= -2,139$ ).

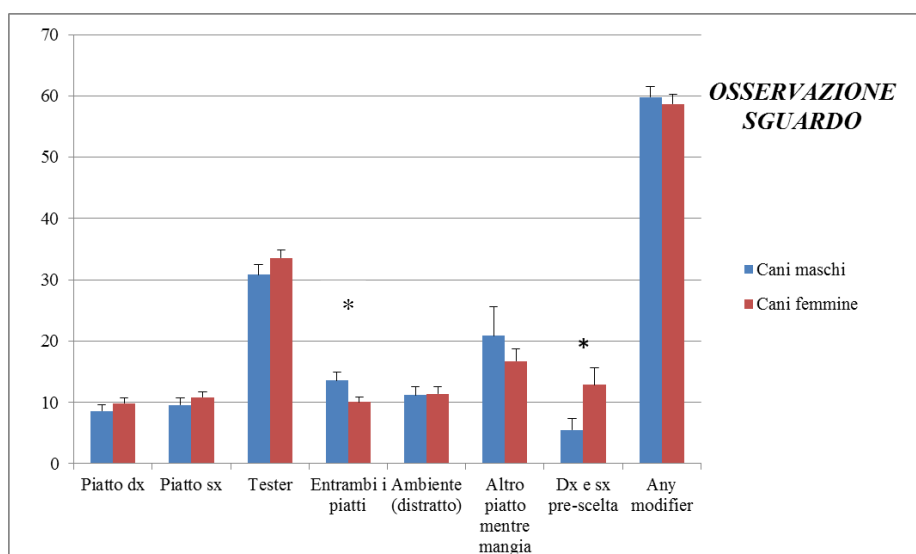




**Grafico 36: grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “post-scelta”. I gruppi presi in considerazione valutano il quantitativo di alimento utilizzato nei test (1 vs 8 e 2 vs 4) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “interazione con i diffusori”, “interazione con i piatti”, “fuori visuale”, “other”, ed “any modifier”.**

L’interazione con i diffusori è stata osservata per più tempo nelle prove con discriminazione di quantità 2 vs 4 rispetto a quelle in cui la discriminazione è avvenuta per quantità pari ad 1 vs 8, lo stesso dicasi per quel che riguarda il comportamento di interazione con i piatti. I cani che hanno eseguito la discriminazione 2 vs 4, sono stati anche quelli che per più tempo sono rimasti fuori visuale o hanno eseguito altri comportamenti non menzionati all’interno dell’etogramma preso in esame. Per quel che riguarda “any modifier” (che indica la somma della durate di tutti i comportamenti compresi nella categoria “post-scelta”), i cani che hanno eseguito la discriminazione 1 vs 8, hanno per più tempo eseguito i comportamenti indicati nella categoria citata. Difficile dire quale possa essere stata la motivazione che ha spinto i cani che hanno eseguito i test 2 vs 4, ad interagire maggiormente dopo la scelta con i diffusori o con i piatti.

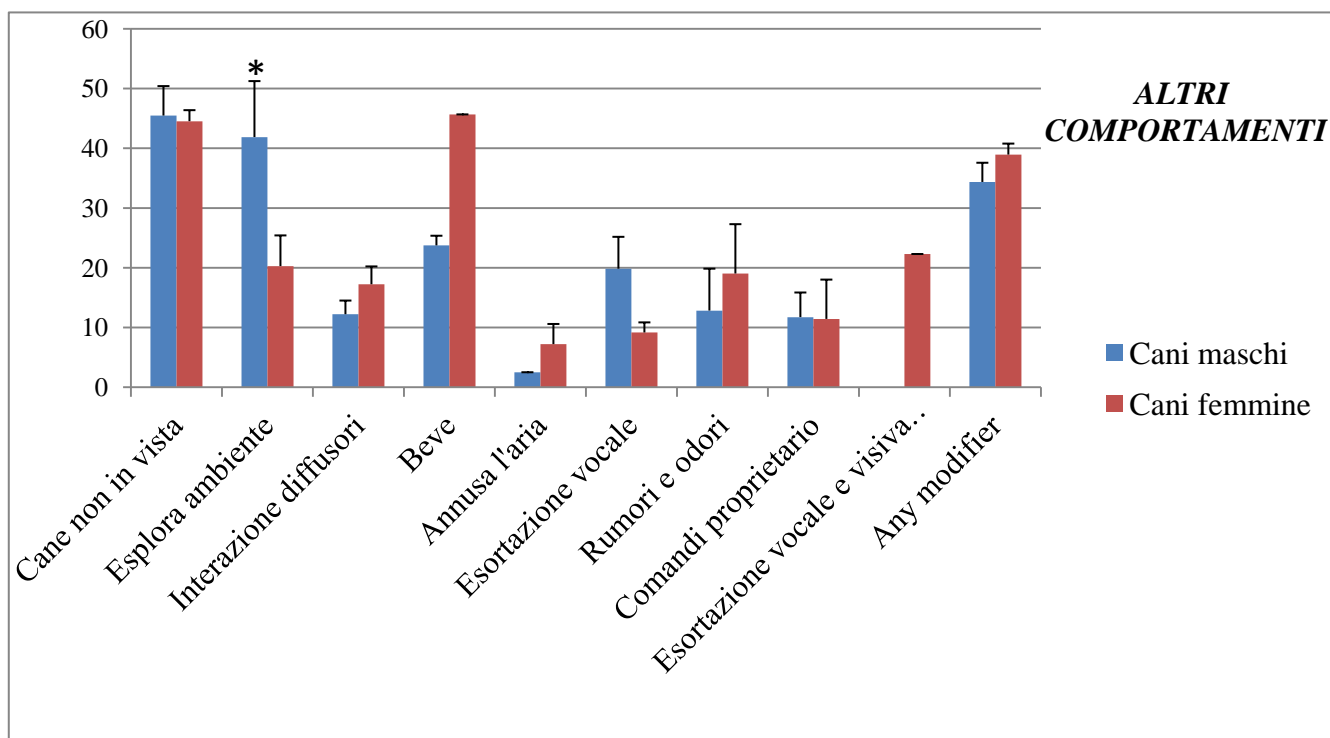
Ora prendiamo in considerazione la categoria sesso ed i due gruppi che la compongono: maschi e femmine ed andiamo a valutare i risultati delle indagini statistiche eseguite. Iniziamo prendendo in esame la categoria di comportamenti definita “osservazione e sguardo” (Grafico 37), osserviamo la presenza di valori statisticamente significativi per quel che riguarda i comportamenti “guarda entrambi i piatti” ( $p=0,003$  con  $Z= - 2,962$ ) e “guarda a destra e a sinistra pre-scelta” ( $p=0,048$  con  $Z= -1,975$ ).



**Grafico 37:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “osservazione e sguardo”. I gruppi presi in considerazione valutano il sesso dei soggetti testati (maschi e femmine) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “guarda entrambi i piatti” e “guarda a destra e sinistra pre-scelta”.

I maschi hanno “guardato entrambi i piatti” per più tempo rispetto alle femmine, mentre le femmine, hanno guardato per più tempo a destra ed a sinistra prima dell’effettuazione della scelta. Le femmine hanno quindi mostrato quest’ultimo comportamento più frequentemente e la sua durata è stata maggiore.

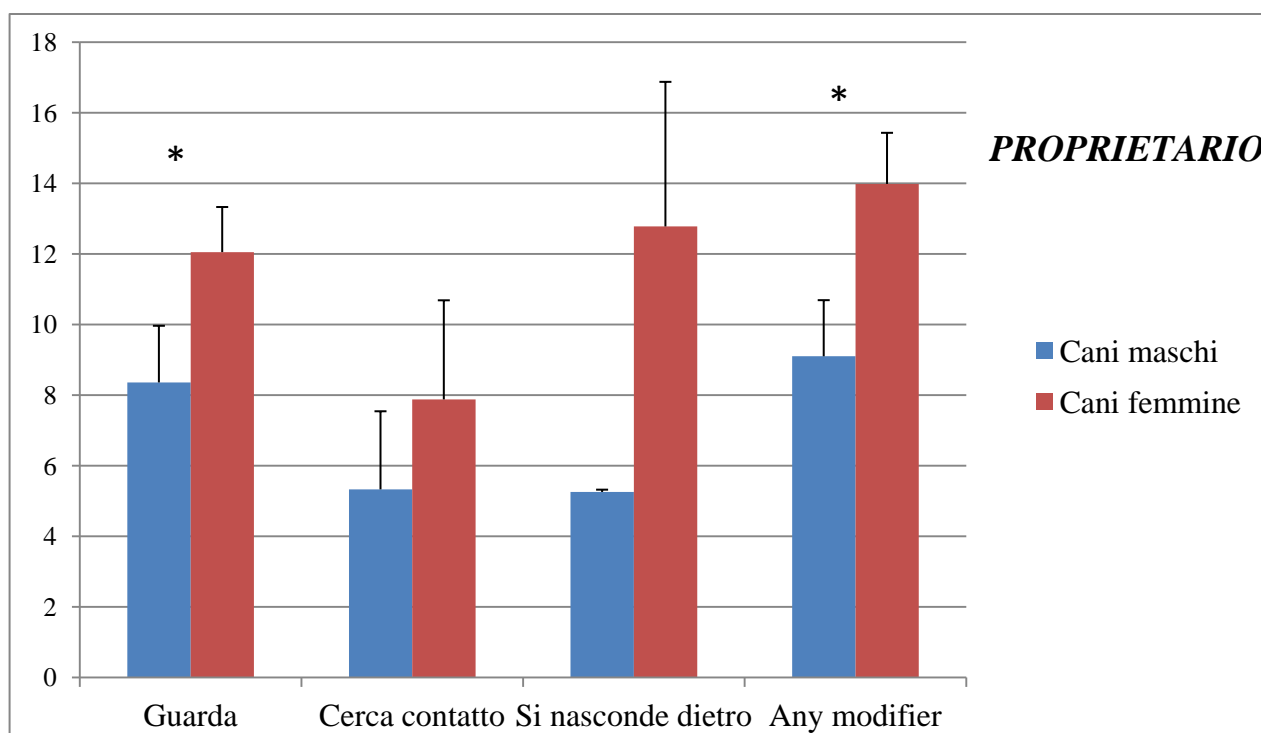
Prendiamo ora in considerazione la categoria di comportamento “altri comportamenti” (Grafico 38), osserviamo la presenza di un comportamento statisticamente significativo: “esplora ambiente” ( $p=0,032$  con  $Z= -2,143$ ).



**Grafico 38:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “altri comportamenti”. I gruppi presi in considerazione valutano il sesso dei soggetti testati (maschi e femmine) Notare le significatività indicata dall’asterisco relativa al comportamento: “esplora ambiente”.

I cani maschi, hanno mostrato di eseguire il comportamento di esplorazione ambientale per più tempo rispetto alle femmine, tale comportamento si rivelato essere anche più frequentemente rappresentato, nella categoria di comportamenti “*post-scelta*”, sempre dai maschi.

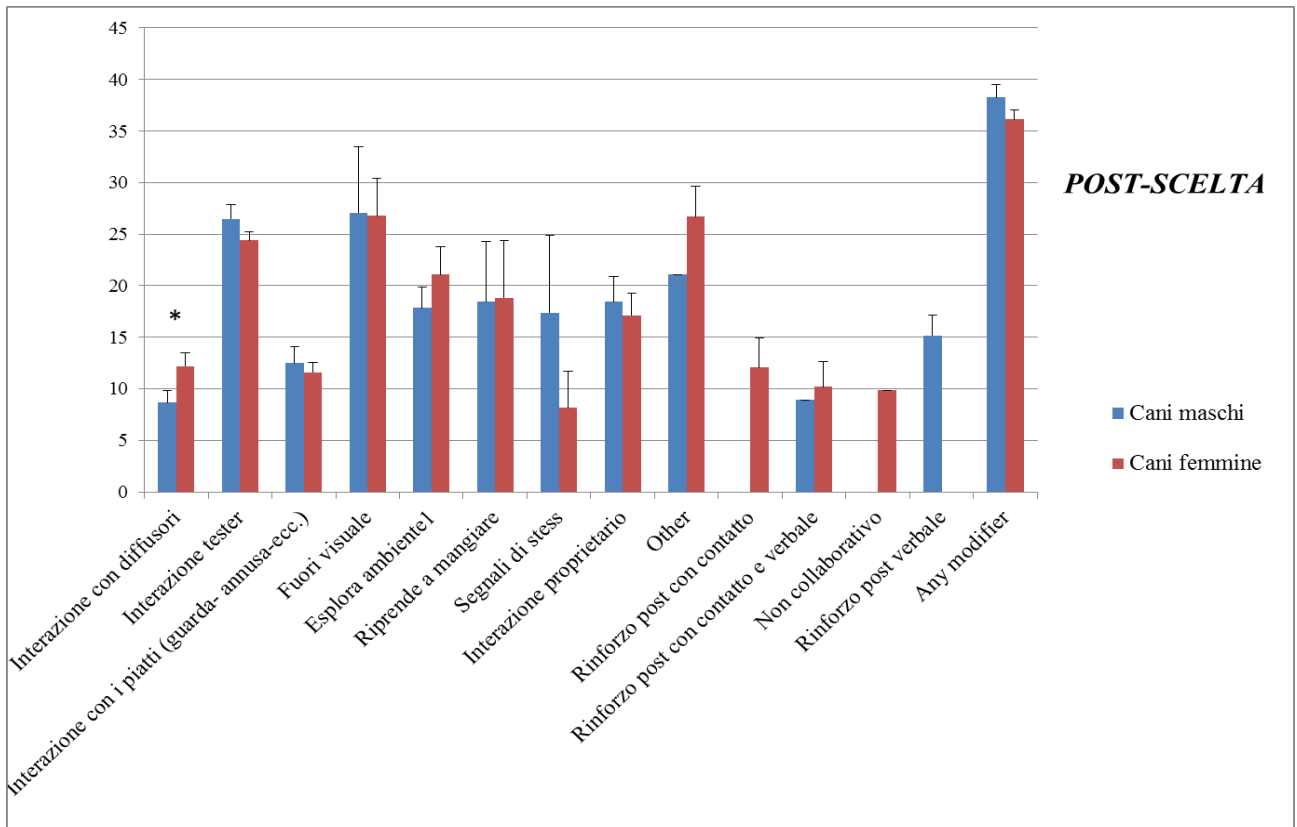
Consideriamo ora la categoria comportamentale denominata “*proprietario*” (Grafico 39), è stato possibile rilevare una differenza statisticamente significativa per i comportamenti “*guarda proprietario*” ( $p=0.052$  con  $Z= -1,915$  valore per altro al limite della significatività) ed in “*any modifier*” ( $p=0,036$  con  $Z= -2,093$ ).



**Grafico 39: grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*proprietario*”. I gruppi presi in considerazione valutano il sesso dei soggetti testati (maschi e femmine) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “*guarda proprietario*” ed “*any modifier*”.**

Entrambi i comportamenti sono stati mostrati per un tempo superiore dalle femmine rispetto ai maschi. Le femmine hanno quindi guardato i proprietari per più tempo rispetto ai maschi ed in generale hanno mostrato per più tempo i comportamenti relativi alla categoria “*proprietario*”. Ciò può essere indicativo del fatto che le femmine riescano meglio a rapportarsi con i loro proprietari e si rivolgano ad essi tramite lo sguardo per le più differenti motivazioni: aiuto, approvazione, rassicurazione, ecc. I maschi d’altro canto potrebbero guardare meno il proprietario perché più indipendenti, meno predisposti alla comunicazione con l’uomo o più focalizzati verso l’ambiente, ma ciò non ci è possibile saperlo con certezza valutando i dati in nostro possesso.

In ultima analisi, abbiamo preso in considerazione i comportamenti appartenenti alla categoria “*post-scelta*” (Grafico 40), è possibile osservare una differenza statisticamente significativa a carico di un unico comportamento “*interazione con i diffusori*” ( $p=0,025$  con  $Z= - 2,236$ ).



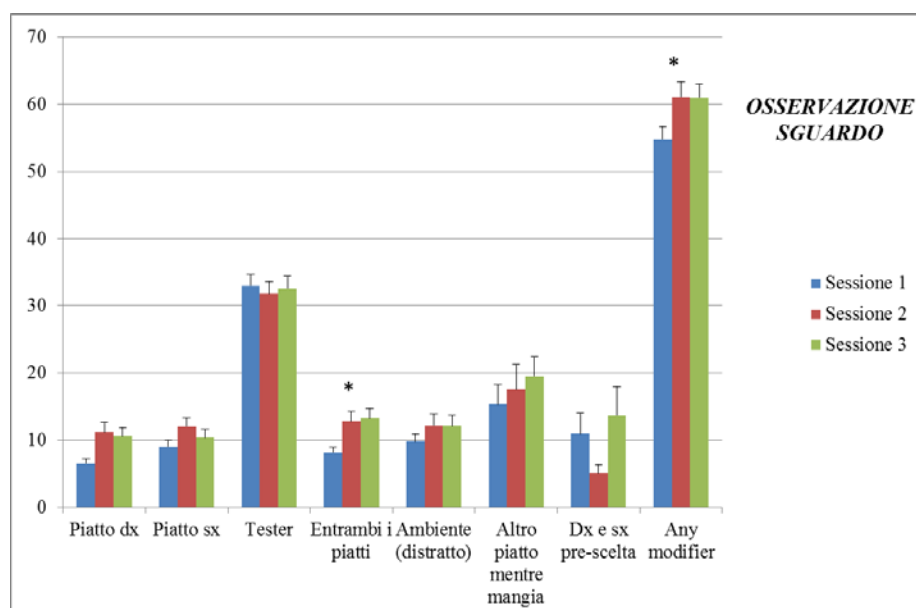
**Grafico 40:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “*post-scelta*”. I gruppi presi in considerazione valutano il sesso dei soggetti testati (maschi e femmine) Notare la significatività indicata dall’asterisco relativi al comportamento: “*interazione con i diffusori*”.

Anche il comportamento di interazione con i diffusori dopo la scelta è stato mostrato per più tempo dalle femmine rispetto ai maschi, difficile comprendere per quale motivo.

Per ultimo andiamo a valutare i risultati ottenuti dall’indagine statistica che ha preso in esame le 3 sessioni di prove (1° sessione, 2° sessione, 3° sessione) che hanno composto i test.

Anche in questo caso essendo state esaminate tre categorie, è stato eseguito un test statistico *Chi quadro*.

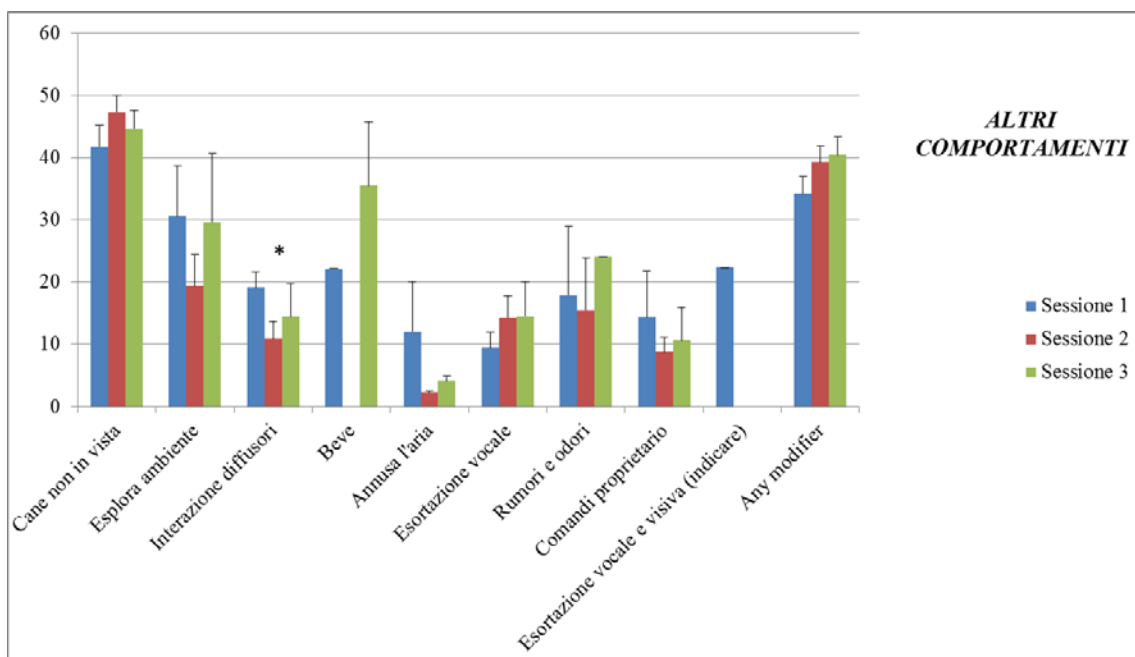
Prendendo in considerazione la categoria di comportamenti “*osservazione e sguardo*” (Grafico 41), è stato possibile osservare una differenza statisticamente significativa a carico di due comportamenti: “*guarda entrambi i piatti*” ( $p=0,052$  valore al limite della significatività) ed “*any modifier*” ( $p=0,009$ ).



**Grafico 41:** grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “osservazione e sguardo”. I gruppi presi in considerazione valutano le tre sessioni in cui sono state suddivise le 18 prove dei test (1° sessione, 2° sessione e 3° sessione) Notare le significatività indicate dagli asterischi relative ai comportamenti: “guarda entrambi i piatti” ed “any modifier”.

Il comportamento “*guarda entrambi i piatti*” è stato messo in atto maggiormente nella 3° sessione di prove, mentre la somma delle durate dei comportamenti presenti nella categoria “*osservazione e sguardo*” vale a dire “*any modifier*” è risultata maggiore nella 2° sessione di prove.

Infine, prendendo in esame la categoria di comportamenti indicata con la dicitura “*altri comportamenti*” (Grafico 42) si osserva una differenza statisticamente significativa in un solo comportamento “*interazione diffusori*” ( $p=0,054$  anche questo valore di  $p$  al limite della significatività). Tale interazione è stata mostrata per maggior tempo nella 1° sessione dei test. Forse, in questa sessione i cani hanno mostrato maggior curiosità nei confronti del contenitore utilizzato per coprire il cibo presente nei piatti.



**Grafico 42: grafico relativo alla categoria di comportamenti denominata “altri comportamenti”. I gruppi presi in considerazione valutano le tre sessioni in cui sono state suddivise le 18 prove dei test (1° sessione, 2° sessione e 3° sessione) Notare la significatività indicata dall’asterisco e relativa al comportamento: “interazione con i diffusori”.**

Ora prendiamo in considerazione i dati statistici ottenuti dall’elaborazione dei dati ricavati dall’applicazione del cardiofrequenzimetro.

Nel grafico mostrato di seguito (Grafico 43), sono indicati: la media delle frequenze cardiache/minuto basali (Bpm basale), la media delle frequenze superiori ai valori basali considerate dall’inizio al termine della prova (aree positiva prova), la media delle frequenze inferiori ai valori basali considerati sempre dall’inizio al termine della prova (aree negativa prova), la media delle frequenze superiori ai valori basali togliendo i 10 minuti necessari per l’abituazione del cane ad “indossare” il cardiofrequenzimetro (aree positiva test), in definitiva la durata effettiva del test ed infine la media dei valori inferiori alla frequenza basale sempre relativi alla durata effettiva del test cioè privati dei 10 minuti necessari per l’abituazione (aree negative test). Tali valori sono stati valutati rispettivamente nei test 1 vs 8 differenziale e 2 vs 4 differenziale.

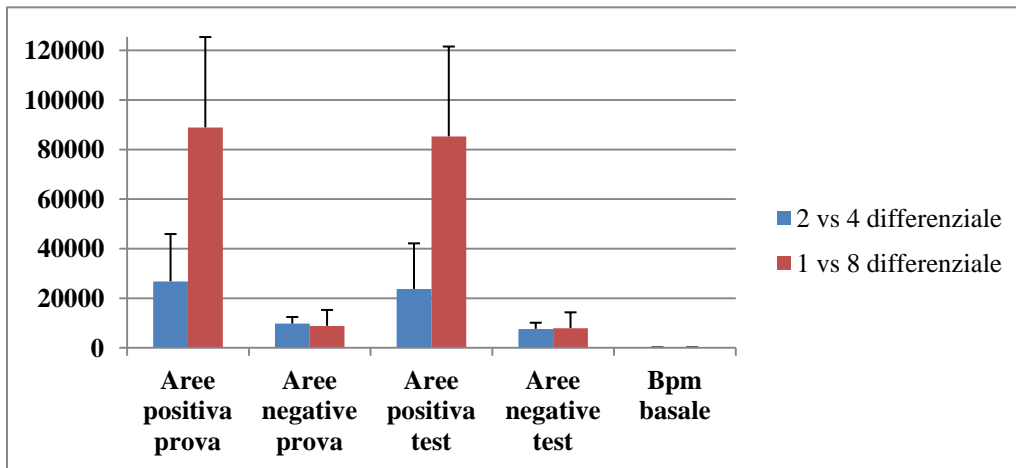


Grafico 43: nel grafico, sono indicati: la media delle frequenze cardiache/minuto basali (Bpm basale), la media delle frequenze superiori ai valori basali se considerati dall'inizio al termine della prova (aree positiva prova), la media delle frequenze inferiori ai valori basali se considerati sempre dall'inizio al termine della prova (aree negativa prova), la media delle frequenze superiori ai valori basali togliendo i 10 minuti necessari per l'abituazione del cane ad "indossare" il cardiofrequenzimetro (aree positiva test), in definitiva per la durata effettiva del test ed infine la media dei valori inferiori alla frequenza basale sempre relativi alla durata effettiva del test cioè privati dei 10 minuti necessari per l'abituazione (aree negative test). Tali valori sono stati valutati rispettivamente nei test 1 vs 8 differenziale e 2 vs 4 differenziale

Non si osservano dati statisticamente significativi. Di seguito viene riportato un grafico (Grafico 44) in cui sono indicate le medie relative ai valori di frequenza cardiaca che sono superiori alla frequenza basale e quelli inferiori alla frequenza basale rispettivamente nell'ambito della prova (vale a dire dal momento in cui il cardiofrequenzimetro è stato attivato fino al momento in cui è stato disattivato) e nell'ambito del test (vale a dire dopo aver sottratto i primi 10 minuti della prova considerati necessari per l'abituazione dei cani). È possibile osservare la presenza di risultati statisticamente significativi sia nell'ambito della prova ( $p=0,039$ ), sia nell'ambito del test ( $p=0,044$ ). Osservando i valori medi, sia nell'ambito della prova che nell'ambito dei test, è possibile notare, come, i valori di frequenza cardiaca si attestino al di sopra dei valori basali, in maniera significativa. In altre parole la frequenza cardiaca sia nell'ambito della prova che nell'ambito del test tende ad essere superiore alla frequenza cardiaca basale.

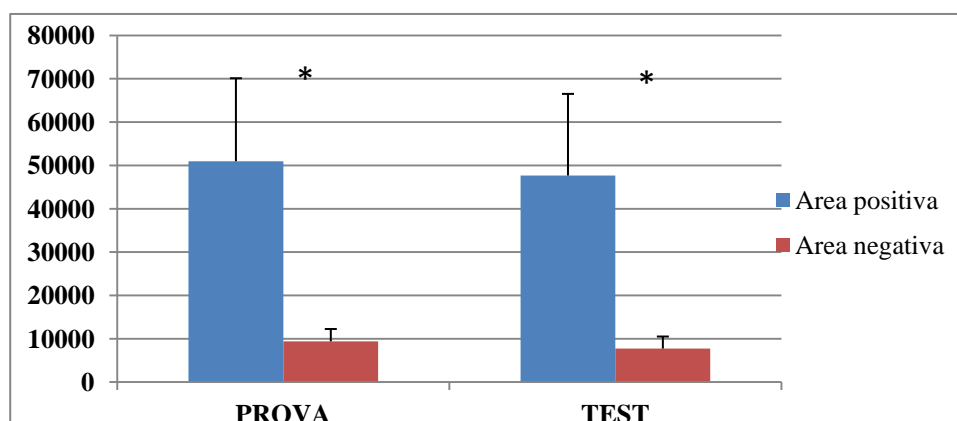
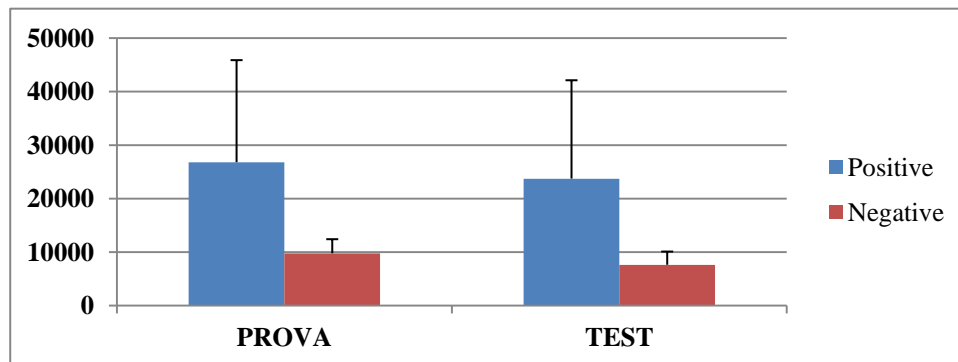


Grafico 44: nel grafico, sono riportate le medie relative ai valori di frequenza cardiaca che sono superiori alla frequenza basale e quelli inferiori alla frequenza basale stessa, rispettivamente nell'ambito della prova (vale a dire dal momento in cui il cardiofrequenzimetro è stato attivato fino al momento in cui è stato disattivato) e nell'ambito del test (vale a dire dopo aver sottratto i primi 10 minuti della prova considerati necessari per l'abituazione dei cani). Notare la presenza di risultati statisticamente significativi indicati dagli asterischi.

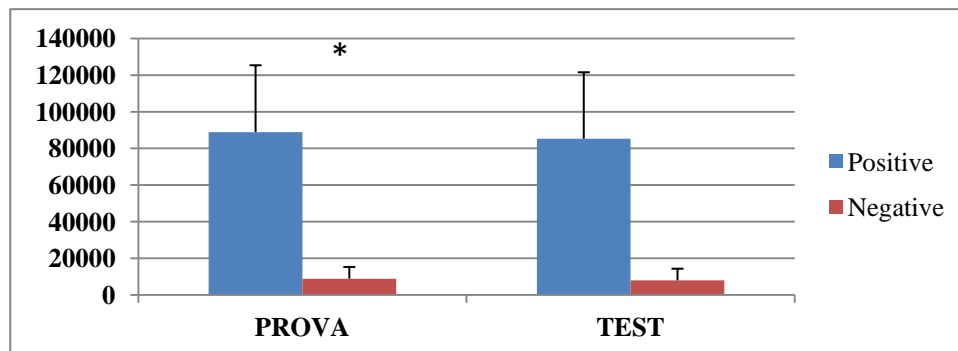
Ora prendiamo in considerazione le medie relative ai valori di frequenza cardiaca che sono superiori alla frequenza basale e quelli inferiori alla frequenza basale sempre valutate nell'ambito della prova

e nell'ambito del test È stata presa in considerazione la categoria di soggetti che ha svolto i test con discriminazione di quantità 2 vs 4 (Grafico 45). Non si osservano risultati significativi.



**Grafico 45:** nel grafico, sono riportate le medie relative ai valori di frequenza cardiaca che sono superiori alla frequenza basale e quelli inferiori alla frequenza basale stessa, rispettivamente nell'ambito della prova (vale a dire dal momento in cui il cardiofrequenzimetro è stato attivato fino al momento in cui è stato disattivato) e nell'ambito del test (vale a dire dopo aver sottratto i primi 10 minuti della prova considerati necessari per l'abituazione dei cani). È stata presa in considerazione la categoria di soggetti che ha svolto il test di discriminazione 2 vs 4.

Di seguito riportiamo il grafico (Grafico 46), in cui osserviamo le medie relative ai valori di frequenza cardiaca che sono superiori alla frequenza basale e quelli inferiori alla frequenza basale rispettivamente nell'ambito della prova e nell'ambito del test considerando la categoria di soggetti che ha eseguito la discriminazione di quantità 1 vs 8. È possibile affermare che nell'ambito della prova, i valori di frequenza cardiaca si sono attestati sopra il livello basale per più tempo.



**Grafico 46:** nel grafico, sono riportate le medie relative ai valori di frequenza cardiaca che sono superiori alla frequenza basale e quelli inferiori alla frequenza basale stessa, rispettivamente nell'ambito della prova (vale a dire dal momento in cui il cardiofrequenzimetro è stato attivato fino al momento in cui è stato disattivato) e nell'ambito del test (vale a dire dopo aver sottratto i primi 10 minuti della prova considerati necessari per l'abituazione dei cani). È stata presa in considerazione la categoria di soggetti che ha eseguito la discriminazione di quantità 1 vs 8. L'asterisco indica un risultato statisticamente significativo.

Studi condotti da (Fallani *et al.*, 2006), indicano che in conseguenza a stati emotivi che conducono a fenomeni di stress si assiste ad un'evidente risposta cardiovascolare caratterizzata da una minore attività cardiaca (riduzione della frequenza) che indicano una prevalenza del sistema nervoso parasimpatico. Mentre ogni volta in cui, si assiste ad un innalzamento della frequenza cardiaca che si osserva prevalentemente in seguito al gioco o ad altre attività fisiche, si assiste ad una prevalenza del sistema nervoso simpatico. In alcuni casi la riduzione della frequenza cardiaca può essere determinata da episodi di rimbalzo tra sistema nervoso simpatico e parasimpatico.



---

Considerando quanto indicato da questi Autori, i risultati ottenuti dall'applicazione del cardiofrequenzimetro nei soggetti che hanno partecipato al nostro studio, indicherebbero la ridotta presenza di stress durante l'esecuzione dei test con rinforzo differenziale che sono stati quelli in cui si è potuta eseguire la misurazione della frequenza cardiaca. Ciò sarebbe dimostrato dal fatto che le frequenze cardiache tenderebbero ad attestarsi al di sopra dei valori basali sia quando prendiamo in esame le frequenze cardiache valutate considerando le due tipologie di test eseguiti insieme (test 1 vs 8 con rinforzo differenziale + test 2 vs 4 con rinforzo differenziale), sia quando andiamo a considerare la sola categoria 1 vs 8 con rinforzo differenziale nell'ambito della prova. Inoltre, la ridotta presenza della componente stressogena nei soggetti che hanno eseguito i test di discriminazione, sarebbe confermata anche dalle indagini comportamentali che mostrano una ridotta significatività nella comparsa dei comportamenti di stress.

### 6.2.9 Conclusioni

In conclusione, è possibile affermare che, i cani che hanno partecipato ai test di discriminazione di quantità con *input* visivo, siano stati in grado di eseguire tale discriminazione. Non si rilevano differenze significative nella scelta della quantità maggiore in base al suo posizionamento a destra o a sinistra e pare che quantità e rinforzo siano in grado di influire sul numero di risposte corrette presentate dai soggetti testati. I soggetti che hanno eseguito test con rinforzo differenziale, hanno mostrato di essere maggiormente in grado di discriminare la quantità maggiore di cibo soprattutto quando questa era posizionata a destra (dati contrastanti con quanto affermato da Wells, 2003).

Per quanto riguarda la quantità, i cani testati sono stati in grado di eseguire la scelta del quantitativo di cibo maggiore sia nei test 1 vs 8, sia nei test 2 vs 4 con *performance* leggermente superiori per la prima discriminazione nominata.

Fattore interessante da considerare, l'assenza o la ridotta presenza di segnali di stress durante l'esecuzione della procedura sperimentale. È possibile affermare ciò valutando i risultati ottenuti dall'elaborazione statistica dei dati comportamentali che indica una ridotta presenza di comportamenti indicativi di stress nei cani testati. Solo raramente sono comparsi comportamenti quali “*si scrolla*”; “*sbadiglia*” o “*annusa terreno/pavimento*”, per altro con alcuni dubbi sul primo e l'ultimo che avrebbero potuto avere diversa valenza (“*annusa terreno/pavimento*” legato ad esplorazione) o essere messi in relazione con altri aspetti (“*si scrolla*” legato a prurito o a parassiti). I risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati forniti dal cardiofrequenzimetro, confermerebbero quanto detto. Infatti basandoci sugli studi condotti da Fallani *et al.* nel 2007, che indicano una correlazione tra stress e frequenze cardiache al di sotto dei valori basali, sarebbe possibile affermare che nei soggetti da noi esaminati, lo stress è stato ridotto in quanto i valori delle frequenze cardiache si sono attestati al di sopra dei livelli basali per tempi significativamente rilevanti. Ciò è valido prevalentemente per i test comportamentali eseguiti servendoci del rinforzo differenziale e che prevedevano le discriminazioni di quantità 1 vs 8 e 2 vs 4 (i soli test in cui è stato possibile l'applicazione del cardiofrequenzimetro). Per avere conferme relative ai dati ottenuti, sarebbe auspicabile poter eseguire ulteriori approfondimenti in merito.

Altra domanda alla quale sarebbe interessante dare una risposta, eseguendo ulteriori valutazioni, è se alcuni comportamenti quali “*interazione con il tester*” (comparso più frequentemente) in fase post-scelta oppure “*cerca contatto*” (comparso per tempi più lunghi), appartenente alla categoria di comportamenti riferiti al proprietario, abbiano in realtà la funzione di ridurre e stemperare eventuali stati di disagio contribuendo in questo modo a ridurre la presentazione di comportamenti di stress.

---

Da quanto emerso dai risultati, pare che anche le condizioni climatiche possano aver in qualche modo influito sulla realizzazione dei test, il dato emerge dalla valutazione dei risultati relativi ai comportamenti presentati dai cani. I cani che hanno eseguito i test con discriminazione di quantità 2 vs 4 con rinforzo differenziale, hanno mostrato più frequentemente il comportamento “*sceglie e mangia*” rispetto ai cani che hanno eseguito i test 1 vs 8. Tale fenomeno del tutto disatteso ed opposto a ciò che ci si attenderebbe di osservare, potrebbe essere da mettere in relazione con il periodo dell’anno in cui i test sono stati eseguiti: maggio-settembre per i test 1 vs 8 con rinforzo differenziale e settembre-novembre per i test 2 vs 4 con rinforzo differenziale. Come già discusso nei risultati, l’assenza di apparecchiature di condizionamento all’interno della stanza in cui si sono svolti i test sperimentali, potrebbe aver contribuito a produrre un rialzo termico tale da creare, nei cani testati tra maggio e settembre in cui si è eseguito il test 1 vs 8, un *discomfort* termico responsabile di una riduzione della motivazione verso il cibo.

Inoltre, in linea generale, la valutazione dei risultati comportamentali, ci porta ad affermare che ci sono differenze da mettere in relazione al sesso dei cani partecipanti ai test. I cani di sesso femminile hanno mostrato più spesso o più frequentemente comportamenti di attenzione rivolti al set sperimentale o al proprietario (“*osserva piatto destro*”; “*osserva altro piatto mentre mangia*”; “*guarda a destra ed a sinistra pre-scelta*”; “*diretto ai piatti*”; “*tira verso*”; “*interazione con i piatti*”; “*osserva entrambi i piatti*”; “*interazione con i diffusori*” e “*guarda proprietario*”) fattore che potrebbe essere indicativo di una maggiore concentrazione, attenzione ed attitudine alla collaborazione. Nei maschi, invece, il comportamento che per eccellenza si è presentato più frequentemente durante lo svolgimento dei test e per più tempo nel *post-scelta* è stato “*esplora l’ambiente*”, ciò indica un certo grado di centrifugazione dei soggetti rispetto alla situazione sperimentale ed una minor attitudine collaborativa nei confronti dell’uomo che potrebbe riflettere un maggior grado di indipendenza.

Un’altra osservazione che è possibile fare, valutando i risultati statistici derivanti dall’elaborazione dei dati comportamentali ci permetterebbe di ipotizzare, in ragione del fatto che i comportamenti “*diretto ai piatti*” e “*tira verso*” sono stati mostrati più frequentemente dai soggetti che hanno eseguito i test di discriminazione 2 vs 4, che la motivazione dei cani sia rimasta ugualmente alta anche se il test è risultato più complesso rispetto al 1 vs 8 (ciò viene indicato anche dai risultati relativi alle scelte eseguite, che indicano come le *performance* dei cani, siano state leggermente superiori nei cani che hanno eseguito i test 1 vs 8).

Quindi, lo studio da noi condotto, ha fornito una risposta a ciò che inizialmente ci eravamo chiesti e cioè se i cani fossero in grado di discriminare tra due quantità, ciò nonostante ha lasciato aperti ancora molti interrogativi che sarebbe interessante poter approfondire.

---

## 6.3 *Discriminazione spontanea di quantità per mezzo di input uditivo e visivo-uditivo*

### 6.3.1 *Procedura sperimentale*

Il presente test cognitivo è stato condotto in ambiente familiare e precisamente presso le abitazioni dei proprietari dei cani al fine di evitare che questi ultimi, trovandosi in un luogo sconosciuto, potessero rivolgere minore concentrazione ed attenzione al compito richiestogli dallo sperimentatore perché distratti o a disagio. Inutile dire che l'ambiente in cui sono stati condotti i test è risultato, pertanto, molto eterogeneo.

Le stanze in cui è stato allestito il test, erano di forma rettangolare o quadrata, con presenza di

mobilio e con la porta che si apriva più o meno centralmente rispetto al centro della stanza stessa.

Ogni volta in cui è stato possibile e quando il proprietario si è mostrato collaborativo, si è tentato di ricreare nelle diverse *location* un'area in cui allestire il *set* che presentasse caratteristiche comuni.

Prima dell'esecuzione del test e precisamente al momento degli accordi telefonici con il proprietario, si è richiesta la disponibilità nell'abitazione una stanza tranquilla, non frequentata da altre persone o animali. Inoltre si è richiesto al proprietario di tenere il cane a digiuno nelle 4 ore precedenti il test così da invogliarlo a ripetere più volte le prove.

Ciascun cane è stato sottoposto a due tipi di test definiti come test I e test II, con differenti quantità di cibo da discriminare. Nel primo test (test I), sono state impiegate le numerosità 4 vs 2. In quello successivo (test II), pur mantenendo sempre costante il rapporto tra le due quantità (i 2 quantitativi di cibo differiscono tra di loro del 50%), si è deciso di aumentare il grado di difficoltà del test portando le numerosità a 2 vs 1.

Ciascun test ha previsto due varianti:

- 1) variante con **input uditivo**: lo sperimentatore ha tenuto stretti all'interno della mano chiusa a pugno dei croccantini e li ha lasciati cadere uno alla volta all'interno di due contenitori senza mostrarli al cane; in tal modo gli animali hanno potuto solamente sentire il suono provocato dalla caduta di ogni singolo croccantino nel contenitore metallico;
- 2) variante con **input visivo ed uditivo**: si sono ripetute le stesse manualità sopra descritte (solo *input* uditivo), ma in questo caso i cani hanno potuto assistere alla caduta di ogni croccantino in quanto lo sperimentatore, ha tenuto ciascuno di essi ben esposto tra pollice ed indice (*stimolo visivo*) prima di farli cadere nel contenitore. La caduta del bocconcino, come nella prima variante, ha prodotto un suono che ha rappresentato lo stimolo uditivo.

Sono state eseguite 12 prove per ciascuna variante. Ricordiamo che è stata sempre eseguita per prima la variante dei test con solo *input* uditivo per ridurre la possibilità che potesse subentrare una qualunque forma di apprendimento.

Lo schema sperimentale è riportato in Tabella 8:

	<b><i>TEST I</i></b>		<b><i>TEST II</i></b>	
<b><i>QUANTITA' DA DISCRIMINARE</i></b>	<b>4 vs 2</b>		<b>2 vs 1</b>	
<b><i>VARIANTI RELATIVE ALLO STIMOLO</i></b>	<b><u>INPUT UDITIVO</u></b>	<b><u>INPUT VISIVO ED UDITIVO</u></b>	<b><u>INPUT UDITIVO</u></b>	<b><u>INPUT VISIVO ED UDITIVO</u></b>
<b><i>NUMERO PROVE</i></b>	12	12	12	12

**Tabella 8: schema sperimentale: caratteristiche dei test somministrati ai cani domestici al fine di discriminare quantità diverse in relazione a stimoli visivi ed uditivi.**

In tali prove, le quantità 4 vs 2 e 2 vs 1 sono state, ripartite equamente a destra ed a sinistra utilizzando una successione randomizzata prestabilita. Lo stesso è stato fatto anche in merito all'ordine di presentazione: prima a destra/sinistra e prima con la quantità maggiore/minore (Tabella 9). Questo scambio di posizioni è stato finalizzato ad evitare l'insorgenza di errori sistematici di lateralizzazione e di familiarizzazione con le quantità diverse.

	<b>SINISTRA</b>		<b>DESTRA</b>	
<b><i>PROVA</i></b>	<b><i>QUANTITA'</i></b>	<b><i>ORDINE DI PRESENTAZIONE</i></b>	<b><i>QUANTITA'</i></b>	<b><i>ORDINE DI PRESENTAZIONE</i></b>
1	2	II	4	I
2	4	I	2	II
3	2	I	4	II
4	4	II	2	I
5	2	II	4	I
6	4	I	2	II
7	2	I	4	II
8	4	II	2	I
9	2	II	4	I
10	4	I	2	II
11	2	I	4	II
12	4	II	2	I

**Tabella 9: schema della sequenza di presentazione delle diverse quantità di cibo, rappresentato da un numero di croccantini diverso (4 vs 2 o 2 vs 1), presentato ai cani domestici nei test di discriminazione. Nella tabella è riportato, lo schema utilizzato per il test I dove è stato effettuato il confronto 4 vs 2 croccantini.**

Per l'esecuzione delle prove sperimentali sono stati impiegati i seguenti materiali:

- **2 contenitori metallici uguali**, di altezza 11 cm. e diametro 8,5 cm. (contenitori sperimentali) all'interno dei quali sono state fatte cadere, le diverse quantità di croccantini che l'animale doveva discriminare (Figura. 29);
- **2 contenitori traforati uguali**, di altezza 9 cm. e diametro 5 cm. (profumatori). Questi contenitori, sono stati riempiti con la stessa quantità di croccantini in entrambi i test eseguiti

---

4 vs 2 o 2 vs 1 e sono stati disposti accanto ai due contenitori sperimentali in modo opposto ad esempio: il profumatore con 2 croccantini, è stato posto vicino al contenitore sperimentale dove sono stati lasciati cadere 4 croccantini ed il profumatore contenente 4 croccantini, è stato posizionato vicino al contenitore sperimentale in cui sono si sono fatti cadere 2 croccantini. Tutto ciò al fine di annullare l'eventuale differenza di odore dovuta alla diversa quantità di cibo presente nei contenitori sperimentali al momento della scelta del cane (Figura. 29);



Figura 29: contenitore utilizzato per l'esecuzione del test con relativo profumatore.

- **telecamera** con treppiede fornita di obiettivo grandangolo;
- **cibo secco** di consistenza tale da provocare un suono alla momento della caduta nel contenitore metallico (croccantini). Si è scelto di usare un cibo non particolarmente odoroso, ma comunque in grado di stimolare l'interesse del cane, per evitare che quest'ultimo lo preferisse al cibo utilizzato in seguito come premio;
- **cibo-premio** (utilizzato come rinforzo/premio) scelto liberamente dal proprietario in base alle preferenze dell'animale. Il premio doveva essere particolarmente appetibile e di piccole dimensioni, per invogliare/motivare il cane senza però saziarlo/stancarlo.
- **schema della sequenza di presentazione;**
- **occhiali da sole** che sono stati indossati sia dallo sperimentatore, sia dal proprietario dell'animale al fine di non influenzare, anche involontariamente, il cane nelle scelte.

Ogni soggetto è stato sottoposto alla seguente procedura sperimentale: il giorno del test, dopo aver istruito il proprietario e familiarizzato con il cane, lo sperimentatore, in assenza di entrambi, ha disposto l'attrezzatura nella stanza selezionata e successivamente ha richiamato il proprietario con il suo animale, al quale, è stata data la possibilità di ispezionare il *set* sperimentale prima di iniziare la prova. I contenitori sperimentali sono stati posizionati a 60 cm. l'uno dall'altro su una stessa linea mentre, i profumatori sono stati posti nelle immediate vicinanze dei contenitori sperimentali. Una videocamera dotata di grandangolo, posta su treppiede in un angolo della stanza o dietro i contenitori, ha ripreso il cane dal momento del suo ingresso nella stanza fino alla fine delle 12 prove (Figure. 30, 31). Nella situazione ideale, nella stanza non erano presenti elementi strutturali favorevoli l'approccio preferenziale ad uno dei due contenitori.

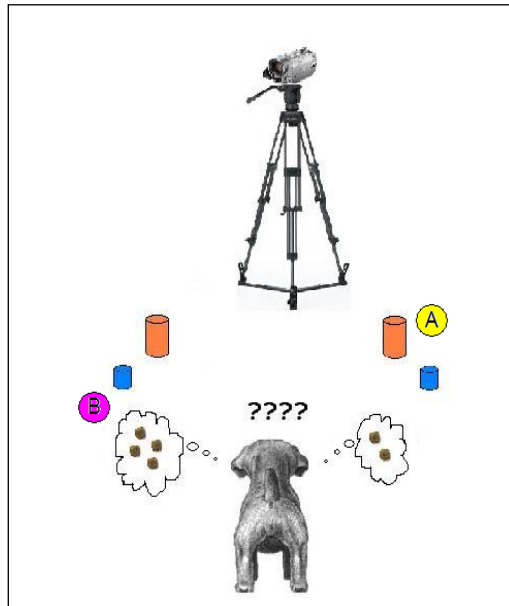


Figura 30: schema della disposizione del materiale all'interno dell'ambiente utilizzato per l'esecuzione dei test, A=contenitori sperimentali; B=profumatori.

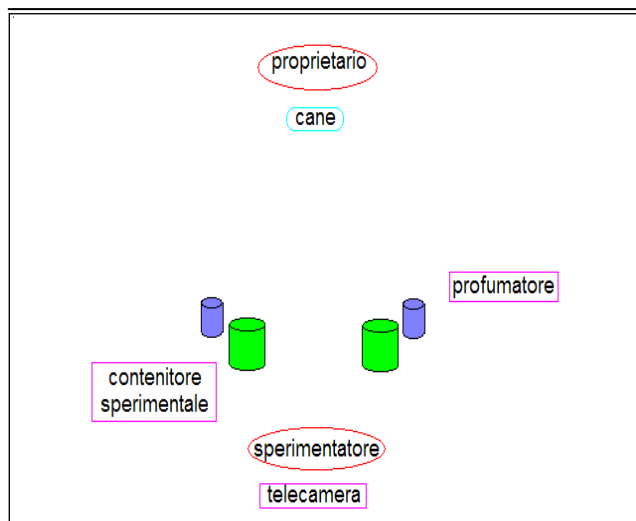


Figura 31: schema che indica la disposizione dei materiali e degli individui all'interno del *set* sperimentale.



**Figura 32**



**Figura 33**



**Figura 34**



**Figure 32-35: sequenza delle fasi del test.**

Il proprietario, quindi, è stato invitato a prendere posto di fronte ai contenitori utilizzati nei test, tenendo il cane accanto a sé senza eccessive costrizioni e cercando di posizionarlo quanto più centralmente possibile rispetto all'ubicazione dei due barattoli ed a circa 1,5 m. di distanza da questi. Lo sperimentatore ed il proprietario hanno indossato gli occhiali da sole ed è stato richiesto ad entrambi di non gesticolare nel momento in cui il cane compiva la scelta, per evitare qualsiasi forma di interferenza sulla decisione dell'animale: è stata, infatti, ampiamente dimostrata la profonda sensibilità che il cane manifesta nei confronti dello sguardo e delle altre forme di indicazione fornite con i gesti (Bräuer *et al.*, 2006; Soproni *et al.*, 2002; Miklósi *et al.*, 1998; Miklósi *et al.*, 2005; Udell *et al.*, 2008).

La procedura ha avuto inizio quando il cane si è mostrato tranquillo ed attento.

Lo sperimentatore ha fatto cadere i croccantini all'interno dei barattoli, secondo lo schema di presentazione precedentemente illustrato ( Tabella 9), poi, trascorsi alcuni secondi, si è allontanato dai contenitori e, facendo un lieve cenno con la testa, ha indicato al proprietario di liberare il cane. Al proprietario è stato concesso di incitare il cane dicendogli semplicemente: "Vai!". L'animale, a questo punto, ha potuto muoversi liberamente all'interno della stanza.

La scelta era espressa dal semplice avvicinamento a uno dei due barattoli, con o senza tentativi di accesso al contenuto.

Se l'animale spontaneamente si dirigeva verso uno dei contenitori, allora veniva premiato indipendentemente dalla sua scelta (rinforzo non differenziale). Il premio, è stato elargito dal proprietario, dopo aver richiamato il cane vicino a sé. Si è deciso di impiegare un rinforzo non differenziale per evitare che il cane, durante l'esecuzione delle varie prove, potesse imparare ad andare verso il contenitore "rinforzato". Questo studio, infatti, non vuole valutare la capacità di apprendimento del cane, bensì la sue naturali competenze numeriche. Per tale ragione, non è stata data la possibilità all'animale di mangiare il contenuto del barattolo scelto.

Le prove sono state eseguite una di seguito all'altra, facendo delle piccole pause nel caso in cui lo sperimentatore riscontrasse un certo disinteresse da parte del soggetto in quanto, annoiato o



---

distratto. Solamente per un cane, Zackary, sono stati necessari due incontri per il completamento di ciascun test.

Al termine dell'esperimento è stato richiesto al proprietario di compilare un questionario in cui venivano fornite ulteriori informazioni relative all'animale. La scheda presentava le seguenti voci:

- Nome del cane;
- Numero componenti famiglia: umani e animali (specificando quali);
- Sesso: maschio/femmina e intero/sterilizzato;
- Età;
- Età di adozione;
- Razza e colore;
- Salute;
- Provenienza;
- Timidezza/paurosità;
- Attività/curiosità;
- Giocosità;
- Intraprendenza/esplorazione;
- Partecipazione;
- Tranquillità *vs* nervosismo.

### 6.3.2 *Soggetti dello studio*

Per la ricerca sono stati testati 69 cani domestici di proprietà; tra questi, solamente 21 hanno portato a termine i test eseguiti e sono stati, quindi, utilizzati per l'esecuzione delle analisi statistiche.

I soggetti esaminati nelle due prove sono gli stessi ad eccezione di due cani: Rousseau ha partecipato solamente al primo test (test I), mentre Ego ha preso parte solamente al secondo test (test II). Pertanto, per ciascuna prova, sono stati valutati 20 cani di cui 14 di sesso maschile (10 interi e 4 sterilizzati) e 7 di sesso femminile (4 interi e 3 sterilizzati).

Non è stata operata alcuna selezione in merito all'appartenenza o meno ad una razza: hanno preso parte al nostro esperimento 7 cani meticci e 14 cani di razza. Sebbene non fossero stati stabiliti dei limiti di età, sono stati scelti animali con un *range* estremamente variabile compreso tra gli 8 mesi ed i 10 anni. Lo studio è stato realizzato servendosi di cani residenti nella provincia di Bologna, anche se a volte erano originari di altre località perché appartenenti a studenti della Facoltà di Medicina Veterinaria; l'unica eccezione è rappresentata da Rousseau che ha eseguito le prove dei test a Foggia.

La scelta dei cani è avvenuta attraverso conoscenza diretta dei proprietari, "passaparola", ecc.

Di seguito è riportata una tabella (Tabella 10), in cui viene indicato il segnalamento: nome, sesso, razza ed età relativo a ciascun cane testato.

NOME	RAZZA	SESSO	ETA'
ARTU'	Meticcio	Maschio steriliz.	3 anni e 8 mesi
BRIOCHE	Beagle	Femmina steriliz.	7 anni
EGO	Jack Russel Terrier	Maschio intero	1 anno e 6 mesi
ETTORE	Yorkshire	Maschio intero	5 anni e 2 mesi
GASTONE	Lagotto	Maschio intero	1 anno
GEORGE	Meticcio	Maschio steriliz.	9 anni e 2 mesi
KEEBA	Boxer	Femmina intera	3 anni e 11 mesi
KIRA	Meticcio	Femmina steriliz.	5 anni e 6 mesi
LIMA	Galgo	Femmina steriliz.	6 anni e 6 mesi
MARGOT	Beagle	Femmina intera	7 anni e 6 mesi
MARVIN	Meticcio	Maschio steriliz.	11 mesi
MATATA	Australian Shepherd	Femmina intera	1 anno e 6 mesi
ORESTE	West Highland White Terrier	Maschio intero	1 anno e 2 mesi
PAN	Beagle	Maschio intero	8 mesi
PETER	Meticcio	Maschio steriliz.	10 anni e 3 mesi
ROUSSEAU	Meticcio	Maschio intero	1 anno e 3 mesi
SEMOLA	Cocker Spaniel	Maschio intero	6 anni e 8 mesi
TITILLA	Border Collie	Femmina intera	3 anni e 2 mesi
ULISSE	West Highland White Terrier	Maschio intero	9 anni
WINNIE	American Staffordshire Terrier	Maschio intero	2 anni e 9 mesi
ZACKARY	Meticcio	Maschio intero	1 anno e 1 mese

Tabella 10: Segnalamento relativo ai cani domestici utilizzati nella ricerca che hanno concluso tutte le prove dei test.

### 6.3.3 *Analisi statistica*

Dato il ridotto numero di casi a distribuzione non normale, per l'analisi statistica dei dati raccolti sono stati utilizzati metodi non parametrici:

- test delle frequenze attese contro quelle osservate con *Chi quadro con correzione di Yates*: utilizzato per valutare se le scelte erano diverse dal livello casuale.
- *Test U di Mann-Whitney*: per l'esplorazione delle differenze tra le scelte delle diverse quantità, in tutte le variabili considerate

Le differenze sono state considerate statisticamente significative per  $p \leq 0,05$ .

---

### 6.3.4 *Risultati e discussione*

#### 6.3.4.1 *Trattamento dei dati*

L'esperimento è stato condotto sottoponendo i cani a 4 test:

1. solo stimolo uditivo per distinzione tra 4 e 2 unità;
2. stimolo uditivo e visivo per distinzione tra 4 e 2 unità;
3. solo stimolo uditivo per distinzione tra 2 e 1 unità;
4. stimolo uditivo e visivo per distinzione tra 2 e 1 unità.

Non tutti i soggetti, però, hanno completato tutti i test e dunque la dimensione del campione varia a secondo del test svolto, si ricorda infatti che i test incompleti sono stati esclusi.

I campioni relativi sono i seguenti:

- distinzione 4 vs 2:
  - stimolo uditivo n=9 cani;
  - stimolo uditivo e visivo n=12 cani;
- distinzione 2 vs 1:
  - stimolo uditivo n=20 cani;
  - stimolo uditivo e visivo n=20 cani.

#### 6.3.4.2 *Scelta in base alla quantità e fattori di disturbo*

Alcuni soggetti hanno mostrato significative *bias* laterali o di sequenza e perciò le loro prove sono state eliminate dall'analisi come di seguito riportato.

- distinzione 4 vs 2:
  - stimolo uditivo: n=2 casi di lateralizzazione (destra), n=7 prove utili;
  - stimolo uditivo e visivo: n=3 casi di lateralizzazione (destra), n=1 caso di scelta in base alla sequenza (ultima presentazione), n=8 prove utili;
- distinzione 2 vs 1:
  - stimolo uditivo: n=3 casi di lateralizzazione (2 destra e 1 sinistra), n=17 prove utili;
  - stimolo uditivo e visivo: n=4 casi di lateralizzazione (3 destra e 1 sinistra), n=3 casi di scelta in base alla sequenza (1 prima e 2 ultima presentazione), n=13 prove utili.

Inoltre, nel corso delle 4 prove, 7 soggetti (Ulisse, Gastone, Artù, Peter, Winnie, Oreste e Ego) hanno mostrato sistematicamente di scegliere in base a lato o sequenza di presentazione. Il sistematico errore di lateralizzazione o sequenza di questi cani, anche quando non raggiunge il livello di significatività è tuttavia elevato (9 prove su 12) e dunque le prove di questi soggetti sono state eliminate. Il sospetto sussiste anche per un ottavo soggetto: Ettore, con 9 scelte su 12 basate sull'ordine di presentazione nelle uniche due prove condotte (2 vs 1: uditivo e uditivo+visivo). Il sospetto sussiste in realtà anche per altri individui, ma in misura ridotta, come illustrato in Tabella 4.

	<b>4 vs 2</b>	<b>2 vs 1</b>	<b>4 vs 2</b>	<b>2 vs 1</b>	
	<b>UDITIVO</b>	<b>UDITIVO</b>	<b>UDITIVO VISIVO</b>	<b>UDITIVO VISIVO</b>	
KIRA	-	9	5	6	
LIMA	9	6	9	8	
MARVIN	-	9*	9**	3	*: 9 dx, **: 9 II
BRIOCHE	7	5*	6	4	*: 9 dx, 9 I
GEORGE	-	6	9**	4	** : 9 dx
MARGOT	-	7	8	-	
MATATA	8	6	8	6	
TITILLA	5	3	-	1	
SEMOLA	-	6	-	7	
ZACKARY	6	8	-	-	
PAN	9	10	-	-	
ETTORE	-	9***	-	7***	***: 9 II

**Tabella 11: campione utile complessivo per i 4 test.**

Di conseguenza il campione complessivo risulta estremamente ridotto:

- distinzione 4 vs 2:
  - stimolo uditivo: n=6 prove utili;
  - stimolo uditivo e visivo n=7 prove utili;
- distinzione 2 vs 1:
  - stimolo uditivo: n=11 prove utili;
  - stimolo uditivo e visivo: n=8 prove utili.

Il numero di scelte per la quantità maggiore, attraverso le 12 prove reiterate, in ciascun test, è stato molto basso.

Inoltre, in base al *test Chi quadro con correzione di Yates* sulle frequenze osservate ed attese, il limite di significatività sulle 12 reiterazioni è di 10 scelte su 12, limite raggiunto da un solo cane su 11 nel test con solo stimolo uditivo nella discriminazione 2 vs 1. Altri 2 soggetti si avvicinano al limite con 9 scelte su 10 sia nel test di discriminazione 4 vs 2 sia in quello 2 vs 1 con il solo stimolo uditivo, e 3 cani lo fanno in quello con stimolo uditivo e visivo nella discriminazione 4 vs 2.

Il bassissimo livello raggiunto, assieme ai forti dubbi persistenti sulle associazioni di lateralità e ordine di presentazione ed al campione insufficiente (il progetto prevedeva 4 test completi per un minimo di 12 individui) inducono a ritenere che lo studio eseguito non ci abbia condotto ai risultati sperati. Resta da valutare quale siano state le motivazioni per cui questi soggetti si siano mostrati così inefficienti nell'eseguire i test proposti. Sicuramente il periodo durante il quale sono stati condotti i primi 2 test con distinzione 4 vs 2 ha influito pesantemente: a luglio i cani erano inappetenti e distratti a causa del caldo notevole. Tuttavia anche nei 2 test successivi (2 vs 1 con *input* esclusivamente uditivo e 2 vs 1 con *input* uditivo e visivo) eseguiti a settembre non si sono riscontrate rese ottimali.

SCELTE PER LA QUANTITÀ MAGGIORE	4 vs 2	2 vs 1	4 vs 2	2 vs 1
	UDITIVO	UDITIVO	UDITIVO E VISIVO	UDITIVO E VISIVO
1	-	-	-	1
2	-	-	-	-
3	-	1	-	1
4	-	-	-	2
5	1	1	1	-
6	1	4	1	2
7	1	1	-	1
8	1	1	2	1
9	2	2	3	-
10	-	1	-	-
<b>TOTALE</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

**Tabella 12: risultati ottenuti dai cani nei 4 test.**

Il *test di Wilcoxon* per campioni appaiati a ranghi segnati, effettuato su tutti i dati disponibili, non tenendo conto delle esclusioni causate da lateralizzazione o fissazione sull'ordine di presentazione, mostra che nei test 4 vs 2 effettuati a luglio non vi è differenza significativa tra le scelte effettuate in presenza del solo stimolo uditivo e dello stimolo uditivo e visivo insieme ( $n=19$ ,  $Z=0.198$ , n.s.), mentre nei successivi 2 test effettuati a settembre, dove le quantità erano 2 vs 1, le scelte per la quantità maggiore in presenza del solo stimolo uditivo sono state più frequenti di quelle effettuate in presenza di stimolo uditivo e visivo insieme ( $n=20$ ,  $Z=2.101$ ,  $p=0.035$ ); ciò potrebbe essere dovuto a stanchezza.

Le scelte per la quantità maggiore sono lievemente, ma non significativamente più frequenti a settembre (2 vs 1) sia nel test con solo stimolo uditivo, sia in quello con stimolo uditivo e visivo se paragonate a luglio (4 vs 2) ( $n=19$ ,  $Z=0.283$ , n.s. e  $n=18$ ,  $Z=1.088$ , n.s., rispettivamente).

Riducendo il campione ai soli 11 cani esaminati, a settembre (test II = 2 vs 1) la frequenza delle scelte per la quantità maggiore in presenza del solo stimolo uditivo è stata più elevata che in presenza di stimolo uditivo e visivo in maniera quasi significativa ( $n=11$ ,  $Z=1.95$ ,  $p=0.0506$ ).

Poiché i due test venivano eseguiti di seguito, questo risultato rafforza l'idea che la reiterazione induca stanchezza e distrazione.

### 6.3.5 *Ulteriori approfondimenti*

In seguito all'analisi dei dati riportata poco sopra, si è pensato di procedere ulteriormente ed eseguire una breve analisi per cercare di comprendere se alcuni aspetti dei test precedenti potevano essere stati fuorvianti per i cani testati o causa di criticità. Per questo sono state apportate alcune modifiche che hanno riguardato la dispensazione del rinforzo e la tipologia di attrezzatura utilizzata. Nello specifico nei test precedenti, il rinforzo (ricordiamo che si trattava di un rinforzo non

differenziale), veniva dispensato dal proprietario nel momento in cui il cane, dopo aver eseguito la scelta, tornava nuovamente verso di lui. Cioè il proprietario richiamava a sé il cane, che una volta ritornato, riceveva il premio indipendentemente da quale fosse stata la sua scelta. Nei nuovi test eseguiti la ricompensa è stata dispensata dallo sperimentatore mentre riconduceva il cane dal proprietario (si è utilizzata la stessa modalità di dispensazione sfruttata nei test di discriminazione di quantità con *input* visivo) . Questa modifica è stata apportata per cercare di eliminare un possibile fraintendimento: ci siamo chiesti se in realtà con la prima modalità di dispensazione della ricompensa, non favorissimo esclusivamente il ritorno del cane dal proprio padrone. Nei nuovi test eseguiti, si è cercato di evitare che il cane associasse la ricompensa direttamente alla scelta per escludere che le scelte eseguite in seguito si direzionassero sempre nei confronti del medesimo barattolo. Si è cercato però di mantenere un maggior legame con l'evento "scelta" e quindi la ricompensa, è stata dispensata dallo sperimentatore mentre riconduceva il cane dal proprietario.

L'altra modifica apportata è stata di tipo tecnico, osservando i filmati relativi alle prove eseguite, ci si è accorti che la caduta del cibo all'interno dei barattoli di latta a volte produceva una sorta di rimbombo responsabile di uno sdoppiamento del suono prodotto dalla caduta del boccone mentre altre volte si verificava un rimbalzo del croccantino all'interno del barattolo che faceva, ancora una volta, percepire il suono come sdoppiato. Per questo motivo abbiamo apportato una modifica ai contenitori utilizzati per il test, abbiamo inserito una sorta di doppio fondo nel quale abbiamo posizionato un disco di gommapiuma che potesse attutire il suono del croccantino e renderlo più definito (Figura.36).



**Figura 36: barattoli utilizzati: a sx. barattolo utilizzato nel primo gruppo di prove a dx. barattolo utilizzato nel secondo gruppo di prove; è possibile notare la presenza del doppio fondo.**

Sono state eseguite esclusivamente 12 prove per quel che attiene la discriminazione 2 vs 4 per la variante esclusivamente uditiva. Per tentare di ridurre l'affaticamento dei soggetti durante lo svolgimento del test si è apportata un'ulteriore miglioria, le 12 prove sono state suddivise in 3 sessioni ognuna delle quali composta da 4 *trials* che sono state eseguite in tempi diversi.

Per il nuovo test sono stati presi in esame 10 cani di cui 7 di razza e 3 meticci, di età compresa tra 1 ed 11 anni, appartenenti ad ambo i sessi e per la precisione 3 maschi interi, 3 maschi sterilizzati, 2 femmine intere e 2 femmine sterilizzate.

Nella Tabella 13 riportata di seguito, è possibile osservare il segnalamento di tutti i cani testati.

<i>SEGNALAMENTO</i>			
<i>NOME</i>	<i>RAZZA</i>	<i>SESSO</i>	<i>ETA'</i>
LIME	Jack Russel	Maschio intero	1 anno
PAT	Beagle	Femmina sterilizzata	9 anni
FRITZ	Cocker Spaniel	Maschio sterilizzato	1 anno e 1/2
ARGO	Labrador	Maschio intero	10 anni
ISOTTA	Jack Russel	Femmina intera	7 anni
LUNA	Pastore Tedesco	Femmina intera	4 anni e 1/2
PACO	Meticcio	Maschio sterilizzato	8 anni
LEO	Meticcio	Maschio sterilizzato	11 anni
TRUDY	Meticcio	Maschio intero	1 anno
APRIL	Border Collie	Femmina sterilizzata	9 anni

Tabella 13: segnalamento relativo ai cani sottoposti al test modificato.

Le restanti condizioni sperimentali sono rimaste invariate.

### 6.3.6 *Risultati e discussione*

Come nel test precedente, le scelte effettuate dai cani testati, sono state annotate all'interno di una tabella. A questo punto si è valutato con quale frequenza è avvenuta la scelta della quantità maggiore quando tale quantità si trovava nel contenitore di destra e con quale frequenza si è verificata la scelta della quantità maggiore quando tale quantità si trovava nel contenitore di sinistra. Nel grafico riportato di seguito vengono riportate le medie relative a tali frequenze, è possibile notare come la quantità maggiore sia stata selezionata più frequentemente quando era posizionata a destra (sussiste una lieve differenza).

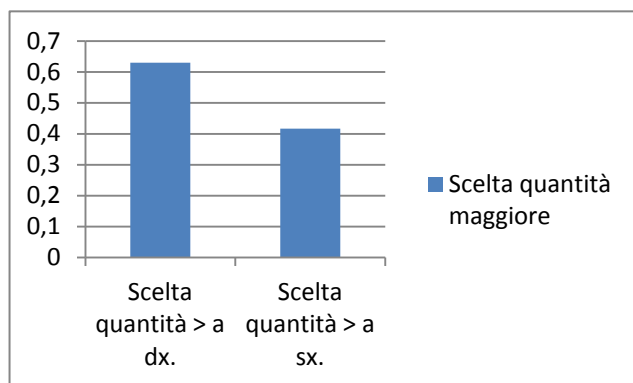


Grafico 47: Il grafico riporta la media delle frequenze relative alle scelte della quantità maggiore quando questa era posizionata a destra e quando era posizionata a sinistra. È possibile notare come la scelta si sia orientata più frequentemente a destra (la differenza tra le due medie risulta comunque minima).

---

Si è poi proceduto effettuando test per valutare la normalità delle due popolazioni (frequenza della scelta della quantità maggiore quando questa era posizionata a destra e frequenza della scelta della quantità maggiore quando questa era posizionata a sinistra). I test utilizzati sono stati:

- *Kolmogorov-Smirnov*;
- *Shapiro-Wilk*.

Dall'esecuzione dei test citati è risultato che le due popolazioni non sono normali e quindi si è proceduto all'esecuzione di test statistici non parametrici per campioni indipendenti.

È stato eseguito il *test di Wilcoxon* basato su ranghi positivi e non è emersa nessuna significatività ( $Z= 0,920$   $p=0,357$ ) ad indicare che non c'è differenza nella frequenza di scelta della quantità maggiore fra prove in cui c'è più cibo a destra e prove in cui c'è più cibo a sinistra. Infine, valutando la ripetizione delle prove è possibile osservare che non c'è una maggior presenza della scelta della quantità maggiore nelle ultime prove eseguite, quindi sembra non esserci apprendimento.

### 6.3.7 *Conclusioni*

I test cognitivi utilizzati si sono rilevati poco stimolanti per i cani, in quanto, su un totale di 69 soggetti testati, solamente 21 li hanno ultimati. La maggior parte dei soggetti testati, è stata motivata da una certa curiosità iniziale per questa attività che probabilmente ha assunto la connotazione di un nuovo “gioco”. Inizialmente i cani si recavano verso uno dei barattoli per ispezionarne il contenuto, ma dopo poche prove perdevano completamente l'interesse rifiutandosi di continuare con l'esecuzione del test. Sono stati pochissimi, i cani che sin dall'inizio hanno mostrato totale indifferenza verso l'apparato, restando pertanto in disparte senza mai avvicinarsi ad alcun barattolo. Prendendo in considerazione i cani che hanno portato a termine ciascun test, occorre focalizzare l'attenzione su tre aspetti: l'età, la voracità e l'abitudine da parte del proprietario a coinvolgere il proprio animale in varie attività ludiche. Per quanto riguarda il primo punto, la maggior parte dei soggetti esaminati (14 soggetti su 21), aveva un'età inferiore a 6 anni e tra questi individui ce n'erano 6 che avevano da poco superato il primo anno di vita e 2 che, invece, dovevano ancora ultimarli. Tra i restanti 7 soggetti testati, 2 avevano 9 anni ed 1 poco più di 10 anni. Questi dati si trovano in apparente accordo con l'idea popolare che un soggetto giovane sia generalmente più curioso e attivo rispetto ad uno anziano. Ciononostante, esaminando le schede dei 7 individui più maturi appare evidente che, a dispetto dell'età anagrafica, il loro livello di attività/curiosità fosse alquanto discreto se non addirittura elevato, pertanto possiamo affermare con sicurezza che il fattore età, qualora non minasse la vivacità del soggetto, non abbia inciso in modo preponderante sulla partecipazione al test. Per ciò che riguarda la “voracità”, non era una voce inclusa nella scheda compilata dal proprietario, tuttavia è stato uno dei principali prerequisiti ricercati dallo sperimentatore nel momento in cui prendeva accordi con il proprietario: nella maggior parte dei casi, infatti, il proprietario riferiva che il proprio animale manifestava una certa forma di attaccamento verso il cibo. Ciononostante, questa considerazione si è mostrata valida anche per molti dei cani che in seguito non hanno mostrato alcun interesse per il test. Probabilmente ciò è dipeso dal fatto che l'animale, non potendo visualizzare direttamente il cibo al momento della scelta, non ne era particolarmente attratto presentando una motivazione piuttosto ridotta, pur potendone percepire l'odore in prossimità dei barattoli. Ciò dimostra, come, in realtà, gli animali siano stati motivati soprattutto dalla voglia di giocare e dalla curiosità, piuttosto che dalla fame. Infine, per quanto attiene l'ultimo punto, i 69 soggetti esaminati, che hanno partecipato al test, sono quasi tutti cani di proprietà di giovani studenti, i quali hanno dichiarato di essere soliti stimolare il



---

proprio animale con particolari giochi, tra cui il riporto o il ritrovamento di oggetti (giocattoli o cibo) nascosti all'interno della casa ed altri *problem solving*; tali attività, quindi, possono in qualche modo aver contribuito a mantenere alto il livello di attenzione degli animali durante l'esecuzione dei test cognitivi.

Un'altra importante osservazione va fatta in merito al comportamento assunto dai cani quando sono stati sottoposti al secondo test (2 vs 1). E' opportuno evidenziare, infatti, come la maggior parte dei soggetti, abbiano eseguito il secondo test con maggiore rapidità e risolutezza, cioè mostrandosi più decisi nel compiere la scelta e soprattutto completando i test interamente: a differenza di quanto accaduto nel primo test (2 vs 4), non ci sono state prove per le quali gli animali non hanno optato per nessun barattolo. Molti cani, inoltre, nel corso del primo test, si sono rivolti verso lo sperimentatore o verso il proprietario oppure hanno eseguito una breve esplorazione all'interno della stanza prima di dirigersi verso uno dei barattoli. Quest'atteggiamento ha indicato un certo disorientamento da parte degli animali che l'hanno presentato, come se non gli fosse del tutto chiaro il reale motivo per il quale erano stati premiati. Nel secondo test, invece, un simile comportamento si è potuto osservare solamente in una bassissima percentuale di soggetti. Si ipotizza, quindi, che l'animale, memore dell'esperienza precedente, avesse meglio compreso il compito richiestogli, svolgendolo, pertanto, con minori difficoltà ed incertezze. I risultati del primo esperimento (2 vs 4), rivelano che il 50% dei soggetti testati (10 cani su 20), ha risposto scegliendo la quantità maggiore in più del 50% delle prove, in entrambe le varianti (*input* solo uditivo; *input* uditivo e visivo). Per quanto riguarda il secondo esperimento, invece, il 40% dei soggetti (8 cani su 20) ha risposto scegliendo la quantità maggiore in più del 50% delle prove nella variante con solo *input* uditivo, mentre la percentuale si è abbassata al 35% (7 cani su 20) nella variante con *input* sia uditivo sia visivo. Tali risultati sono in accordo con quelli osservati nell'esperimento di Ward e Smuts (2007) e dimostrano che i soggetti in questione hanno agito seguendo il principio della distanza numerica: la discriminazione tra due grandezze numeriche migliora all'aumentare della distanza tra i gruppi osservati.

Inoltre, poiché i due test venivano eseguiti di seguito, il risultato ottenuto rafforza l'idea che la reiterazione induca stanchezza e distrazione.

Pur con i limiti dovuti all'esiguità del campione, quanto emerso dal nostro studio può dar luogo a due interpretazioni. La prima consiste nell'affermare che il cane non è in grado di discriminare due diverse quantità basandosi sull'ascolto del suono determinato dalla caduta del singolo croccantino all'interno del barattolo, neppure nel caso in cui gli venga offerta la possibilità di osservare tale caduta.

È plausibile ritenere che lo stimolo sonoro non sia da considerarsi particolarmente attrattivo per il cane il quale utilizza come canale sensoriale principale l'olfatto, ciò è dimostrato anche da test analoghi condotti su gatti che hanno fornito risultati totalmente opposti che indicherebbero questa specie come in grado di discriminare la quantità maggiore di cibo in entrambi i test (2 vs 4 e 2 vs 1) ed in entrambe le sue varianti (Montanari, (2009/2010), dati non pubblicati). È possibile ipotizzare che i risultati ottenuti nel gatto, siano stati totalmente diversi perché, essendo il gatto un predatore crepuscolare, sfrutterebbe molto di più il canale sensoriale uditivo rispetto al cane. Che l'udito non sia l'organo di senso più importante nel cane lo dimostrano alcuni cani da lavoro come i cani da caccia che molto spesso mentre seguono una pista olfattiva filtrano lo stimolo uditivo non percependo i richiami dei loro conduttori. Inoltre, va considerata la possibilità che i cani abbiano attribuito scarsa importanza al numero di croccantini presenti nel barattolo verso il quale si dirigevano, in quanto comunque ricevevano lo stesso compenso indipendentemente dalla scelta

---

mostrata (rinforzo non differenziale). Per escludere tale evenienza potrebbe essere opportuno condurre un ulteriore studio in cui si utilizzi un rinforzo di tipo differenziale; in cui, cioè, venga offerta la possibilità all'animale di accedere e, quindi, consumare il contenuto del barattolo da lui selezionato.

Occorre fare una precisazione in merito alla modalità di ricompensa adottata nello studio eseguito, la quale, infatti, potrebbe essere oggetto di alcune contestazioni. Fra queste spicca soprattutto la possibilità che il cane, seguendo tale procedura, possa aver associato il premio al fatto di aver obbedito al comando del proprietario di ritornare da lui. Se ciò fosse vero, si sarebbe creato il rischio che l'animale, nelle prove successive, non si recasse più verso i barattoli, ma restasse piuttosto seduto accanto al suo proprietario. Nonostante alcuni cani abbiano, in effetti, manifestato quest'ultimo comportamento, ce ne sono stati altri che hanno comunque associato la ricompensa al fatto di dirigersi verso uno dei barattoli, permettendo così la prosecuzione dell'esperimento. Inoltre, tale procedura è stata adottata in sostituzione ad una precedente in cui l'animale veniva premiato dallo sperimentatore nel preciso momento in cui effettuava la scelta, posizionando il cibo-premio al centro tra i barattoli. Questa modalità, infatti, presentava un inconveniente: la maggior parte dei cani associava il premio al barattolo che aveva scelto e, pertanto, continuava a dirigersi sempre in direzione di quest'ultimo anche nelle prove successive. Sebbene ci siano stati cani che, anche con il nuovo sistema di ricompensa, abbiano mostrato di preferire, in modo alquanto rimarchevole, un lato piuttosto che l'altro, il loro numero è stato, comunque, decisamente inferiore. Per quanto riguarda la tendenza a perseguire sempre la stessa direzione, si tratta di un comportamento palesato da molti cani nel corso delle varie prove. La maggior parte dei soggetti testati, infatti, ha manifestato una spiccata preferenza per il barattolo destro (posizionato alla sinistra dell'animale), sebbene tale atteggiamento sia comparso nella maggior parte dei casi solamente in una delle due varianti (con *input* uditivo; con *input* uditivo e visivo) e solamente in uno dei due esperimenti (4 vs 2; 2 vs 1), secondo una modalità di volta in volta differente per ciascun cane. Tuttavia, ci sono stati 3 soggetti (Artù, Keeba e Peter) che hanno espresso un'evidente predilezione verso il lato sinistro in quasi tutte le prove. Inoltre, il caso di Gastone e quello di Ulisse suscitano un particolare interesse, in quanto: Gastone nel primo test non aveva mostrato alcuna direzione preferenziale, tuttavia, nel corso del secondo test ed in entrambe le varianti, è stata decisamente preponderante la scelta del barattolo destro; viceversa, Ulisse nel primo test ed in entrambe le varianti, si è diretto quasi esclusivamente verso sinistra, mentre nel secondo test non ha manifestato alcuna propensione verso un lato piuttosto che l'altro. Questa singolare attitudine ad andare sempre verso lo stesso lato, trova due possibili spiegazioni. La prima è che l'animale, dopo aver constatato che l'azione da lui eseguita, ha ricevuto una ricompensa, quindi, viene marcata come corretta, tende a ripeterla per ottenere ancora il compenso. Tuttavia, se fosse effettivamente questa la ragione di un simile comportamento, allorché l'animale avesse casualmente cambiato direzione, ricevendo ugualmente il premio, in seguito avrebbe dovuto iniziare ad andare verso entrambi i contenitori; i dati, invece, dimostrano che i soggetti che assumevano questo particolare atteggiamento successivamente continuavano a recarsi con maggior frequenza sempre verso lo stesso lato. In alternativa, bisogna considerare la possibilità che l'animale potesse nutrire una spontanea preferenza verso un lato piuttosto che l'altro in assenza di un motivo ben preciso o comunque per cause a noi sinora sconosciute. Occorre, quindi, prendere in esame il problema della lateralizzazione nel cane. Gli studi realizzati finora in merito a questo argomento sono incentrati prevalentemente su quale sia l'arto (destro o sinistro) maggiormente impiegato dall'animale nell'esecuzione di alcuni compiti. Wells (2003), condusse tre esperimenti per risolvere tale quesito, ponendo, inoltre, particolare

---

riguardo al sesso dei partecipanti. Ne risultò che i cani di sesso femminile preferivano adoperare la zampa destra, viceversa, quelli di sesso maschile erano più inclini ad utilizzare la zampa sinistra. Tuttavia, tali conclusioni sono state smentite da un successivo studio realizzato da Poyser *et al.*, (2006), i quali hanno constatato che, nei cani di sesso maschile, la tendenza ad utilizzare la zampa sinistra compariva solamente quando i soggetti erano posti dinanzi a un nuovo test per la prima volta e che tale propensione veniva meno in seguito alla ripetuta presentazione del medesimo test; mentre per quanto riguarda i soggetti di sesso femminile non riscontrarono alcuna significativa prevalenza. Di recente, Siniscalchi *et al.* (2010) hanno, invece, valutato l'atteggiamento del cane posto in presenza di stimoli in grado di suscitare in esso una reazione emotiva (immagini di un gatto, di un serpente e di un cane), cercando di capire se l'animale, nel volgere la testa verso tali stimoli, mostrasse un lato preferenziale. Presentando la stessa immagine contemporaneamente sia alla destra sia alla sinistra del cane, gli studiosi hanno osservato nella maggior parte dei soggetti una certa tendenza nel ruotare la testa verso il lato sinistro solamente in presenza delle immagini che raffiguravano un gatto o un serpente, ma non in presenza dell'immagine del cane; mentre, esponendo ciascuno stimolo in corrispondenza di un solo lato (destro o sinistro) dell'animale, quest'ultimo rispondeva in modo più reattivo quando lo stimolo era presentato sul suo lato sinistro, indipendentemente dall'immagine adoperata. Questi risultati si trovano in perfetto accordo con i nostri: i cani, infatti, scegliendo più frequentemente il barattolo destro, si dirigevano verso il loro lato sinistro. Tuttavia, alla luce di quanto sopra enunciato, appare evidente che la questione della lateralizzazione nel cane, considerando animali rigorosamente in buona salute, è tuttora aperta, in quanto non è chiaro se tale fenomeno sia estendibile all'intera popolazione o debba essere rapportato esclusivamente al singolo individuo.

Pertanto, si auspica che in futuro vengano realizzati ulteriori studi per indagare la ragione di questo comportamento.

In conclusione, i forti dubbi persistenti sulle associazioni di lateralità e ordine di presentazione ed il campione esiguo ci inducono a ritenere che il cane non sia in grado di discriminare tra due quantità differenti del 50% quando vengano presentate per mezzo del solo stimolo uditivo oppure uditivo e visivo insieme; quantomeno il protocollo sperimentale, positivamente adottato in un'altra specie con caratteristiche comportamentali diverse dal cane, deve essere modificato tenendo conto di questa esperienza. In particolare, l'indicazione per un eventuale futuro tentativo di replicare questo esperimento è di frazionare i test in "puntate" così da mantenere l'attenzione dei soggetti a livelli ottimali e di eseguire tutti i test in condizioni climatiche che ne favoriscano piuttosto che deprimano l'interesse verso lo stimolo e il premio.

### 6.3.8 *Ulteriori conclusioni*

Come già spiegato, abbiamo cercato di modificare alcuni punti critici del test eseguito e ne abbiamo condotto un altro in cui le principali modifiche apportate sono state:

- modificazione nella dispensazione del rinforzo per cercare di eliminare qualsiasi contestazione possibile. Come accennato poco sopra, si poteva pensare che il rinforzo dispensato dal proprietario al momento del ritorno del cane dopo la scelta, potesse stimolare il cane a non dirigersi più verso i contenitori per continuare il test ed operare nuove scelte. per questo abbiamo modificato questo aspetto ed è stato lo sperimentatore ad elargire la ricompensa mentre riconduceva il cane verso il proprietario.

- 
- Modificazione dei contenitori utilizzati per cercare di migliorare lo stimolo acustico e rendere il suono più chiaro e distinguibile. I contenitori utilizzati inizialmente, facevano sì che il suono prodotto dal croccantino che cadeva a volte producesse un rimbombo causa di un suono sdoppiato, in più la caduta dei bocconcini nel contenitore alle volte produceva un ribalzo dei medesimi sul fondo che produceva un ulteriore sdoppiamento del suono. Per ovviare a queste problematiche, si è applicato un doppio fondo al contenitore all'interno del quale è stata posizionata della gommapiuma sulla quale abbiamo riposizionato un fondo metallico; in questo modo abbiamo cercato di ridurre i fattori di disturbo per quel che concerne lo stimolo ed abbiamo ottenuto un suono di qualità migliore.
  - Infine l'ulteriore modifica è stata quella di dividere le 12 prove eseguite in 3 sessioni composte da 4 *tirlas* ciascuna, per tenere di ridurre l'affaticamento.

Nonostante tutto questo, il nuovo test eseguito non ha condotto a nessuna sostanziale variazione dei risultati rispetto a quanto già discusso poco sopra. Sicuramente il campione testato è stato esiguo ed inoltre abbiamo eseguito solamente le prime 12 prove.

Quindi il test andrebbe eseguito su un campione più vasto, ed apportando ulteriori migliorie:

- valutare se il rinforzo differenziale sia o meno in grado di apportare modifiche ai risultati;
- valutare se in condizioni standardizzate di temperatura ed umidità, sia possibile ridurre i fenomeni di disattenzione ed affaticamento.

Anche in quest'ultimo campione è stato possibile rilevare una frequenza di scelta lievemente maggiore a destra come già osservato precedentemente (Siniscalchi *et al.*, 2010).

Concludiamo col dire che attualmente non possiamo affermare che i cani siano in grado di discriminare due quantità divergenti tra loro del 50% basandosi esclusivamente sullo stimolo uditivo oppure sull'abbinamento di stimolo uditivo e visivo; ciò ci conduce a pensare che la causa principale di questo fenomeno sia da attribuire alla tipologia dello stimolo sensoriale sfruttato che non è di primaria importanza per la specie canina.

---

## 6.4 *Progetto Mirror e Strange Situation Test (SST)*

### 6.4.1 *Scopi*

Gli studi condotti dal Dipartimento di Etologia, presso l'università di Budapest, diretto dal professor Miklosi, hanno dimostrato la capacità del cane di riprodurre azioni compiute da uno sperimentatore umano (Topal *et al.*, 2006). Da tali studi è stato dedotto un protocollo di lavoro (Ghidelli *et al.*, 2013) su cui ci siamo basati per allestire la procedura sperimentale da noi adottata. L'applicazione di questi studi, consentirebbe lo sviluppo di una nuova metodologia educativa e di addestramento del cane basata sull'apprendimento sociale; ossia insegnare al cane nuovi comportamenti e modalità di risoluzione di problemi attraverso l'osservazione e l'imitazione delle azioni svolte dai proprietari o da conspecifici che fungono da dimostratori. In particolare, grazie a questo metodo, si riuscirebbe a slegare l'addestramento del cane dall'uso di un rinforzo positivo alimentare (bocconcino), motivandolo maggiormente attraverso un rinforzo sociale. In questo modo, al cane sarebbe fornito uno strumento per comprendere che, l'azione da lui svolta, ha uno scopo ben preciso e non è fine a sé stessa; ad esempio imparare ad aprire un rubinetto, imparare ad accendere la luce, ecc., osservando un modello, sono comportamenti che hanno una precisa finalità. Quindi dovremo iniziare a sfruttare la **motivazione intrinseca**, cioè accendere la luce perché la motivazione è il buio, oppure aprire una porta perché la motivazione è andare dall'altra parte, ecc., mentre sarà opportuno tentare di liberarci della **motivazione estrinseca**, cioè del bocconcino (Ghidelli *et al.*, 2013).

Per altro, l'utilizzo di questa metodica di apprendimento, potrebbe permettere ai proprietari di insegnare ai loro cani nuovi comportamenti senza avvalersi di aiuti esterni (educatori, istruttori, addestratori). In altre parole dovrebbe trattarsi di una modalità pratica di istruzione dei cani semplice e fruibile da chiunque.

In aggiunta al suddetto protocollo, attraverso l'uso dello *Strange Situation Test* (SST) modificato (Topal, 1998), ci si è prefissi di valutare il legame d'attaccamento cane-proprietario. Il test è in grado di fornire indicazioni sul comportamento del cane in presenza di un estraneo e del padrone, dell'estraneo esclusivamente e quando lasciato in solitudine. Lo *Strange Situation Test*, anche detto test "dello straniero", è stato inizialmente applicato in psicologia umana alla fine degli anni '60 dalla psicologa canadese, esperta in sviluppo infantile, Mary Ainsworth (1969) per indagare il rapporto madre-figlio in situazioni di stress; i diversi *pattern* di attaccamento riscontrabili e un'eventuale relazione tra *deficit* di attaccamento e *deficit* di sviluppo e apprendimento nei bambini (Ainsworth *et al.*, 1969).

Sulla base di questi presupposti gli scopi della presente ricerca sono stati:

- mettere in evidenza l'esistenza di una capacità imitativa in cani "lavoratori" e in cani cosiddetti "pet", e la possibilità di attivarla ed utilizzarla come base per una tecnica di *training*. Per cane "lavoratore" si intende un soggetto che abbia svolto o che svolga tuttora attività con il proprio proprietario sia di pubblica utilità (cani guida, soccorso e ricerca, cani delle forze dell'ordine, ecc.) sia di interesse ludico o agonistico (*agility*, *obedience*, corsi educazione base ed avanzati, ecc.). Per cani "pet" si intendono animali che non hanno mai svolto attività particolari. Questo consentirà di verificare se l'addestramento facilita o meno l'attivazione e l'uso di queste facoltà imitative.
- Mettere in relazione i risultati ottenuti dai test precedenti, relativi alla capacità di osservazione e di apprendimento attraverso imitazione del soggetto sperimentale (*Mirror Test*), con

---

le caratteristiche del rapporto cane-proprietario valutato attraverso SST. In particolare, si è voluto verificare se effettivamente un cane che è maggiormente portato ad osservare ed imitare il proprietario è anche un soggetto maggiormente attaccato ad esso o se invece non c'è nessuna corrispondenza tra i due fattori.

### 6.4.2 *Ambiente di studio*

Lo studio è stato svolto presso il Laboratorio per lo Studio e la Misura del Comportamento del Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie dell'Università di Bologna. Per quanto riguarda i soggetti in addestramento destinati a diventare cani guida per non vedenti e il soggetto impiegato in *pet therapy*, i test, sono stati condotti presso la Scuola Nazione Cani Guida per Ciechi di Scandicci (FI) e per quel che riguarda soggetti impiegati dalla polizia come cani antidroga e/o antisommossa i test sono stati eseguiti presso i locali della Polizia Municipale di Padova e Belluno.

La stanza del Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie dove è stata svolta la prova (Figura. 22), è stata allestita in modo differente per il *Mirror Test* e per l'SST, la descrizione nello specifico verrà trattata in seguito nei rispettivi capitoli.

### 6.4.3 *Soggetti dello studio*

Requisiti fondamentali dei cani partecipanti allo studio sono stati: saper osservare, possedere una buona abilità comunicativa, motivazione a svolgere attività con il proprietario.

Per quel che riguarda il saper osservare il cane ha appreso a direzionare la propria attenzione verso un modello. In cani già avvezzi all'utilizzo dell'apprendimento sociale si può osservare come l'attenzione e l'osservazione si riducano (Ghidelli *et al.*, 2013).

Per la ricerca sono stati utilizzati 35 soggetti suddivisi in 22 cani "lavoratori" (9 maschi e 13 femmine) e 13 cani "pet" (6 maschi e 7 femmine). Tutti questi soggetti sono stati sottoposti al *Mirror Test*. Tra i cani "lavoratori" abbiamo annesso qualsiasi soggetto che nel corso della sua vita avesse svolto attività con il proprietario di utilità sociale (ad esempio ricerca e soccorso, *pet therapy*, cani guida per non vedenti, cani impiegati dalle forze dell'ordine), o di interesse agonistico (*agility* ad esempio) o ludico (*mobility* o corsi di educazione di base).

Tra le attività svolte dai cani appartenenti al gruppo dei "lavoratori" troviamo:

- *agility* : 7 cani;
- *mobility*: 1 cane ;
- corso educazione di base: 1 cane;
- corso avanzato di educazione e avviamento alla ricerca in superficie e su macerie: 1 cane;
- ricerca e soccorso in superficie e su macerie per la Protezione Civile: 1 cane;
- cani guida per non vedenti in addestramento: 5 cani;
- cane da *pet therapy* in addestramento: 1 cane;
- cani impiegati dalle forze dell'ordine (Polizia Municipale): 5 cani.

Per cani "pet", invece, intendiamo soggetti che non abbiano mai svolto particolari attività cinofile, sportive o d'addestramento insieme al proprietario. I soggetti considerati, sono risultati vivere soprattutto in zone di periferia e/o paesi rurali ed in appartamento.

Nelle Tabelle 14 e 15 sono indicate le caratteristiche di ogni soggetto suddivisi nei due gruppi sperimentali. Dei 35 soggetti totali sottoposti al *Mirror Test*, 11 sono stati testati anche con lo

*Strange Situation Test*: 7 cani “lavoratori” (2 maschi e 5 femmine) e 4 cani “pet” (3 maschi e 1 femmina).

I nomi, le razze, il sesso e l’eventuale attività svolta dai soggetti sottoposti all’SST sono elencate nella Tabella 16.

NOME	RAZZA	ETA’	SESSO	ATTIVITA’ SVOLTA
<i>LUCYEN</i>	Lupo italiano	3 anni	M intero	Ricerca e soccorso per la protezione civile
<i>CICCIO</i>	Meticcio	2 anni e 6 mesi	M intero	<i>Mobility</i>
<i>ETTORE</i>	Jack Russel	3 anni	M intero	<i>Agility</i>
<i>JERRY LEE</i>	Border Collie	3 anni	M intero	<i>Agility</i>
<i>AMELIE</i>	Meticcia	2 anni	F sterilizzata	<i>Agility</i>
<i>JOY</i>	Australian Sheperd	18 mesi	F intera	<i>Agility</i>
<i>WINNING MOOD</i>	Jack Russel	16 mesi	F intera	<i>Agility</i>
<i>PIPPI</i>	Meticcia	9 mesi	F intera	<i>Agility</i>
<i>OLIVIA</i>	Meticcia	10 anni	F intera	<i>Agility</i>
<i>YUKI</i>	Cane Lupo Cecoslovacco	3 anni	F sterilizzata	Corso educazione di base
<i>ARA</i>	Meticcia	3 anni	F sterilizzata	Corso educazione di base ed introduzione alla ricerca e soccorso
<i>ALDERICA</i>	Labrador	2 anni	F sterilizzata	Cane in preparazione per guida ipovedenti
<i>ALOR</i>	Labrador	20 mesi	F sterilizzata	Cane in preparazione per guida ipovedenti
<i>RAKEL</i>	Labrador	1 anno e 7 mesi	F sterilizzata	Cane in preparazione per guida ipovedenti
<i>SUMBA</i>	Labrador	20 mesi	F sterilizzata	Cane in preparazione per guida ipovedenti
<i>SHIRLEY</i>	Golden Retriever	2 anni	F sterilizzata	Cane in preparazione per guida ipovedenti
<i>NIKE</i>	Pastore Olandese	1 anno e 1/2	F intera	Cane impiegato dalla Polizia Municipale
<i>RASTY</i>	Pastore Olandese	1 anno e 1/2	M intero	Cane impiegato dalla Polizia Municipale
<i>CICO</i>	Pastore Tedesco	7 anni	M intero	Cane impiegato dalla Polizia Municipale
<i>HERO</i>	Pastore Olandese	1 anno e 1/2	M intero	Cane impiegato dalla Polizia Municipale
<i>THOR</i>	Pastore Olandese	1 anno e 1/2	M intero	Cane impiegato dalla Polizia Municipale
<i>CAOS</i>	Cavalier King Charles	1 anno	M intero	Preparazione per <i>pet-therapy</i>

Tabella 14: segnalamento dei cani lavoratori sottoposti a *Mirror Test*

<b>NOME</b>	<b>RAZZA</b>	<b>ETA'</b>	<b>SESSO</b>	<b>ATTIVITA' SVOLTA</b>
<b>PLUTO</b>	Meticcio	12 anni	M intero	<i>Pet</i>
<b>MIA</b>	Bull Mastiff	2 anni	F intera	<i>Pet</i>
<b>MATISSE</b>	Cocker Spaniel	5 anni e mezzo	M intero	<i>Pet</i>
<b>RAJA</b>	Cane Corso	3 anni	F sterilizzata	<i>Pet</i>
<b>MOU</b>	Meticcio	1 anno e mezzo	F sterilizzata	<i>Pet</i>
<b>ELLA</b>	Labrador	4 anni e mezzo	F intera	<i>Pet</i>
<b>SOFIA</b>	Meticcio	5 mesi	F intera	<i>Pet</i>
<b>GINA</b>	Meticcio	5 anni	F intera	<i>Pet</i>
<b>ZELDA</b>	Meticcio	5 anni e mezzo	F sterilizzata	<i>Pet</i>
<b>CESARE</b>	Bulldog Francese	3 anni	M intero	<i>Pet</i>
<b>SNOOPY</b>	Maltese	9 anni e mezzo	M intero	<i>Pet</i>
<b>SPILLO</b>	Bassotto	1 anno	M intero	<i>Pet</i>
<b>ARTU'</b>	Border Collie	1 anno e 3 mesi	M intero	<i>Pet</i>

**Tabella 75: segnalamento dei cani "pet" sottoposti a *Mirror Test*.**

<b>NOME</b>	<b>RAZZA</b>	<b>ETA'</b>	<b>SESSO</b>	<b>ATTIVITA' SVOLTA</b>
<b>LUCYEN</b>	Lupo Italiano	3 anni	M intero	Ricerca e soccorso in superficie e su macerie
<b>ETTORE</b>	Jack Russel Terrier	3 anni	M intero	<i>Agility</i>
<b>AMELIE</b>	Meticcio	2 anni	F sterilizzata	<i>Agility</i>
<b>JOY</b>	Australian Sheperd	18 mesi	F intera	<i>Agility</i>
<b>PIPI</b>	Meticcio	9 mesi	F intera	<i>Agility</i>
<b>OLIVIA</b>	Meticcio	10 anni	F intera	<i>Agility</i>
<b>ARA</b>	Meticcio	3 anni	F sterilizzata	Corso di educazione avanzato e introduzione alla ricerca in superficie
<b>MIA</b>	Bull Mastiff	2 anni	F intera	<i>Pet</i>
<b>SPILLO</b>	Bassotto	1 anno	M intero	<i>Pet</i>
<b>PLUTO</b>	Meticcio	12 anni	M intero	<i>Pet</i>
<b>CESARE</b>	Bulldog Francese	3 anni	M intero	<i>Pet</i>

**Tabella 16: segnalamento dei cani che hanno eseguito oltre al *Mirror Test* lo *Strange Situation Test*.**



---

#### 6.4.4 *Materiali e protocollo sperimentale Mirror Test*

Per ogni test è stato necessario l'intervento di 3 sperimentatori: uno che filmasse la sessione, uno che trattenesse il cane mentre il proprietario svolgeva l'esercizio ed uno che annotasse i comportamenti mostrati dal soggetto, su un'apposita scheda.

Di seguito si riporta un elenco dei materiali utilizzati per lo svolgimento dei test:

- **tappetino in gomma:** è stato utilizzato un tappetino in gomma morbida ed ondulata di forma rettangolare (Figura. 37);



Figura 37: immagine relativa al tappetino utilizzato durante l'esecuzione del Mirror Test.

- **sedia:** si è utilizzata una normale sedia in plastica con gambe metalliche (Figura38);



Figura 38: sedia utilizzata nella procedura sperimentale del Mirror Test.

- **cestino:** ci si è serviti di un cestino in materiale plastico, di quelli che normalmente si utilizzano per contenere le mollette per appendere i panni. Tale cestino è di forma circolare, costituito da tre cerchi concentrici che si chiudono uno sull'altro (Figura 39);

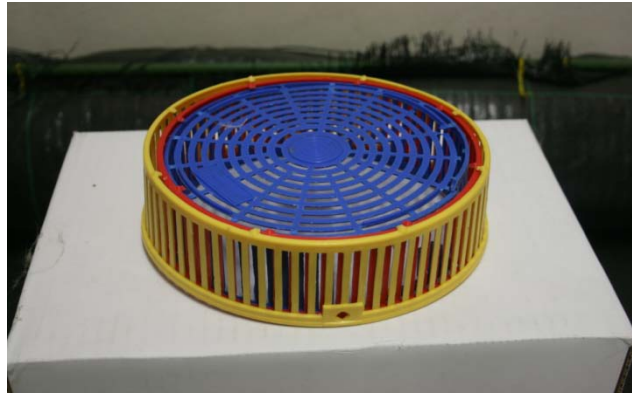


Figura 39: cestino in materiale plastico utilizzato nell'esecuzione del *Mirror Test*.

- **due palline uguali:** sono state utilizzate due palline di materiale plastico di uguale forma, colore e dimensione (Figure. 40 e 41). A seconda della taglia del cane e delle sue preferenze, ne abbiamo utilizzati due modelli diversi: uno liscio e di dimensioni più piccole ed uno di dimensioni leggermente più grandi e somigliante ad un "riccio";



Figura 40: palline utilizzate nel corso del *Mirror Test*.



Figura 41: seconda variante di palline utilizzata nel *Mirror Test*.

- **ostacolo:** ci si è serviti di un ostacolo costituito da 3 paletti in materiale plastico: 2 paletti utilizzati come sostegni verticali e dotati di appositi supporti per il terzo paletto che costituiva l'asta orizzontale. Essendo l'ostacolo, privo di un piedistallo, abbiamo provveduto a crearne uno con 2 blocchi di legno che permettessero allo stesso di rimanere in piedi (Figura42).

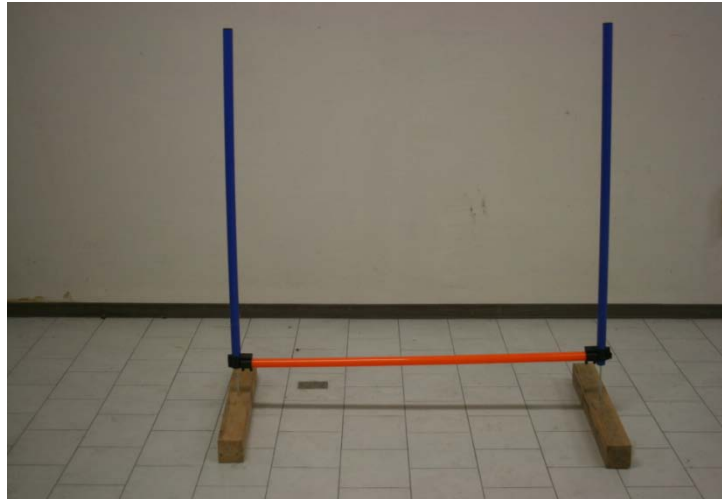


Figura 42: ostacolo impiegato nell'esecuzione del *Mirror Test*.

- **cassetto costruito con una scatola di cartone:** abbiamo provveduto a costruire un cassetto servendoci di scatole di cartone. Abbiamo utilizzato le scatole contenenti la carta per stampanti; abbiamo preso una scatola dotata di coperchio nella quale abbiamo praticato una foro di dimensioni adeguate a consentire ad un cassetto, creato con il coperchio di un'altra scatola, di entrare . Il manico del cassetto è stato realizzato con un pezzetto di tubo di gomma fissato grazie a un paio di tappi da bottiglia;
- **indicatore stradale a forma di cono;**
- **pedana in legno:** è stato utilizzato un *pallet* di legno usato nei supermercati;
- **ciotola piena d'acqua;**
- **videocamera Panasonic NV-GS21:** per mezzo della quale tutti i test eseguiti sono stati ripresi;
- **scheda cartacea** in cui annotare le risposte dei cani,
- **termocamera Flir I5:** utilizzata per eseguire scansioni termografiche del corpo dei soggetti che hanno eseguito il *Mirror Test* (Figura 43).



Figura 43: termocamera Flir I5 (4).

Il protocollo di lavoro seguito è stato quello redatto da Ghidelli *et al.*, 2013; si compone di 7 fasi e in ogni fase ci sono obiettivi da soddisfare per poter passare a quella successiva.

In una fase preliminare, il proprietario con il proprio animale, veniva condotto nella stanza dove si sono svolti i test; il cane veniva quindi liberato dal guinzaglio e lasciato libero di esplorare il nuovo

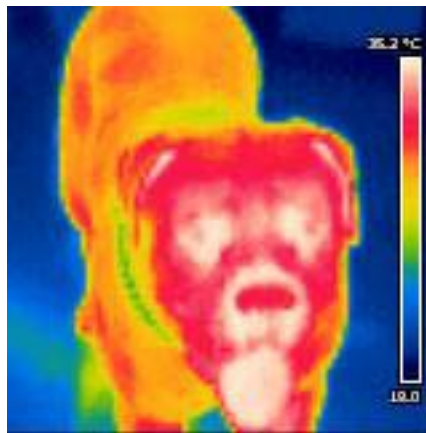
---

ambiente per circa 5 minuti, nel frattempo le sperimentatrici istruivano il padrone sullo svolgimento del test.

Prima dell'inizio di ogni test ed al termine dello stesso, è stata rilevata la frequenza respiratoria/minuto per ogni soggetto testato, al fine di valutare eventuali variazioni della stessa nel corso della prova.

Inoltre, prima dell'inizio di ogni prova ed al termine della medesima, si è provveduto ad eseguire scansioni termografiche dei soggetti testati (le scansioni sono state seguite in 20 soggetti). Normalmente venivano eseguite 3 scansioni prima di iniziare i test: una scansione del muso dell'animale e due scansioni *total-body* rispettivamente del fianco sinistro e del fianco destro, lo stesso è avvenuto al termine di ogni prova. Tali scansioni ci hanno permesso di rilevare eventuali variazioni della temperatura corporea dei soggetti durante l'esecuzione del *Mirror Test*.

Di seguito vengono riportate alcune termoscansioni (Figure 44, 45).



**Figura 44:** scansione termografica del muso di uno dei soggetti che hanno partecipato allo studio.

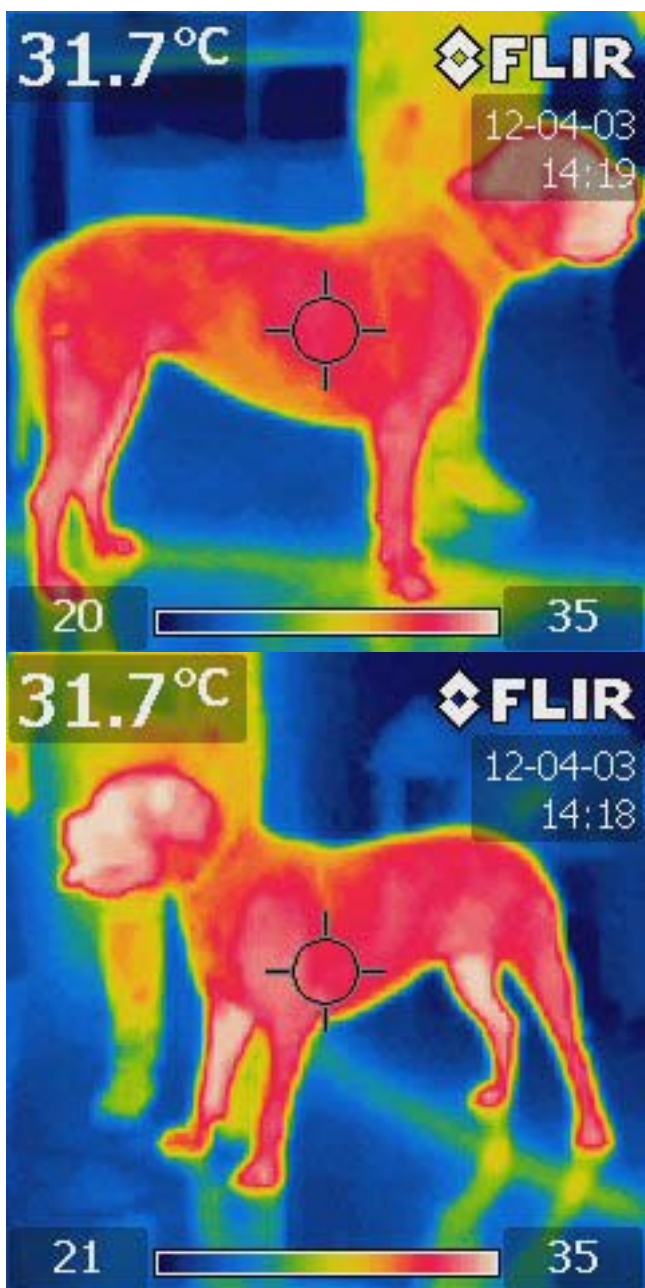


Figura 45: scansione termografica *total body*, sono state eseguite le scansione laterali dell'intero corpo del cane.

Riportiamo di seguito le varie fasi del *Mirror Test* impiegato nello studio:

### FASE I

In questa fase sono stati presi in esame 6 comportamenti:

- 1) sedersi su una sedia;
- 2) salire su un tappetino;
- 3) toccare un oggetto;
- 4) afferrare/raccogliere un oggetto;
- 5) saltare un ostacolo;
- 6) dare la zampa (o mettersi a "terra").

---

Tali comportamenti dovevano essere già conosciuti dal cane o perché esibiti spontaneamente o perché appresi in precedenza con altro metodo. I comportamenti scelti, definiti “allelomimetici” o “contagiosi”, già di per sé si prestano ad essere imitati; in questo modo, la probabilità di essere riproposti dal cane, è stata più elevata. Lo scopo di questa prima fase è stato di migliorare la capacità di osservazione del cane e di focalizzare la sua attenzione sul compito eseguito dal proprietario. In questa fase del test, si è rivelato ancora necessario l’uso di un rinforzo in cibo, in particolare in cani abituati a modalità di *training* che prevedono il rinforzo alimentare; ciò per evitare stati di frustrazione. Inoltre, ricordiamo come sia opportuno cercare di concludere le sessioni di lavoro in maniera positiva ossia con un “successo” del cane, in modo che la volta successiva lo stesso sia invogliato/motivato a tentare nuovamente.

Il proprietario è stato istruito sul comportamento da eseguire e su come eseguirlo, a questo punto lo ha proposto al cane, che nel frattempo è stato trattenuto delicatamente da uno degli sperimentatori per mezzo del guinzaglio o della pettorina. Terminata la dimostrazione del comportamento da parte del modello (proprietario), il cane è stato rilasciato dallo sperimentatore e gli sono stati concessi 5 secondi per riproporre l’azione; nel caso in cui, l’azione, non sia stata riproposta il proprietario l’ha eseguita nuovamente. Ogni comportamento è stato riproposto 6 volte. Su una scheda di valutazione cartacea, è stato annotato l’esito di ogni prova, nello specifico; se il cane ha eseguito il comportamento, se lo ha approssimato e quale tipo di approssimazione ha mostrato, se lo ha eseguito oltre i 5 secondi concordati o se non lo ha eseguito affatto.

Per approssimazione del comportamento, si indica l’emissione di un comportamento simile a quello mostrato dal proprietario.

In caso di mancata esecuzione del comportamento da parte del cane, sono stati utilizzati degli aiuti, per esempio far eseguire il comportamento al cane insieme al proprietario, fornire al cane delle indicazioni, apportare modifiche al posizionamento ed alla costituzione del *set* sperimentale, ecc. Il proprietario, per tutta la durata del test, è stato invitato a non parlare e a non fornire suggerimenti sul da farsi (a meno che non si rendessero necessarie le facilitazioni sopra citate) al proprio cane. Per quanto riguarda gli esercizi che hanno previsto l’uso di un oggetto (pallina, tappetino, *target*), si è richiesto al padrone del cane di mantenere lo sguardo sull’oggetto in questione, in seguito all’esecuzione dell’esercizio, in modo da dare origine un potenziamento locale dello stimolo.

Descriviamo ora brevemente come sono stati svolti i 6 comportamenti scelti:

1) ***Sedersi su una sedia***: il proprietario, si è posizionato davanti ad una sedia dandole le spalle e, flettendo lentamente le gambe si è seduto. Durante l’attuazione dell’esercizio, lo sguardo del dimostratore è rimasto orientato in avanti; il cane non è stato guardato dal proprietario e non gli è stata concessa attenzione, anche in caso di richiesta. Il cane, dopo aver osservato il proprietario doveva imitare l’azione mostratagli e sedersi.

2) ***Salire su un tappetino***: davanti al proprietario-dimostratore è stato posizionato un tappetino in gomma, verso il quale il proprietario stesso, doveva mostrare particolare interesse toccandolo, annusandolo, sollevandolo, osservandolo da vicino, ecc. Dopo aver ispezionato il tappeto, il proprietario si alzava ed effettuava un passo indietro continuando ad osservare l’oggetto (tappeto). Il cane doveva avvicinarsi al tappetino annusarlo e salirci sopra.

3) ***Toccare un oggetto***: il proprietario, si posizionava in ginocchio davanti all’oggetto utilizzato (in questo caso un cestino) e lentamente, enfatizzando particolarmente il gesto e spostando il braccio dall’altro verso il basso, toccava l’oggetto stesso posandogli sopra una mano. La mano, veniva lasciata sopra l’oggetto per qualche secondo, a questo punto, il dimostratore poteva toglierla e

---

portarla dietro la schiena, continuando a fissare l'oggetto. Il cane doveva avvicinarsi all'oggetto e toccarlo. Sulla scheda cartacea, si è provveduto ad annotare con quale parte del corpo, il cane, toccasse l'oggetto (muso, zampa o entrambi).

4) **Afferrare/raccogliere un oggetto**: in questo caso sono state utilizzate due palline identiche, una è stata posizionata davanti al dimostratore e una di fronte al cane. Il proprietario, con un gesto lento della mano, ha afferrato la pallina posizionata davanti a sé e l'ha portata dietro la schiena, mantenendo lo sguardo su quella posizionata davanti al cane. Il cane doveva avvicinarsi ed afferrare la pallina con la bocca.

5) **Saltare un ostacolo**: cane e proprietario, questa volta, erano posizionati uno di fianco all'altro, dalla stessa parte rispetto l'ostacolo. Il dimostratore, doveva procedere verso l'ostacolo ed enfatizzando il gesto, saltarlo. A questo punto il proprietario si rivolgeva verso il cane mantenendo lo sguardo fisso sull'ostacolo stesso. Il cane doveva saltare l'ostacolo e dirigersi verso il proprietario rimasto dall'altra parte.

6) **Dare la zampa (o sdraiarsi)**: cane e proprietario erano disposti uno di fronte l'altro, il cane in posizione seduta e il padrone in ginocchio. Con una mano il dimostratore dava dei piccoli colpetti a livello di spalla del cane, nel caso di mancata esecuzione del comportamento i colpetti potevano essere dati a livello di gomito. Il cane, doveva mettere la propria zampa sopra la mano del proprietario.

Nel caso in cui, il soggetto testato non conoscesse il comportamento "dare la zampa" o presentasse particolari disagi nel farsi toccare le zampe stesse, questo comportamento poteva essere sostituito con quello di mettersi a terra; in questo caso il proprietario si posizionava "a sfinge" o accucciato attendendo l'imitazione del cane che doveva sdraiandosi.

Per poter passare alla fase successiva, il soggetto doveva ripetere ogni comportamento in modo corretto ed immediato (entro 5 secondi) nell'80% delle prove (eseguire almeno 5 prove corrette su 6 per ognuno dei 6 comportamenti selezionati).

## **FASE II**

In questa fase è stato introdotto il comando vocale discriminante "*ripeti*" o "*faì*" (*doing*). I 6 comportamenti della fase precedente sono stati riproposti in maniera mista e prima di liberare il cane gli è stato dato il comando "*ripeti*". Per ognuno dei 6 comportamenti sono state eseguite 2 prove; in questo caso, per passare alla fase successiva, i cani dovevano devono eseguire correttamente entrambe le prove. L'introduzione del comando vocale, è stata pensata per evitare che il cane possa imitare in modo indiscriminato.

## **FASE III**

In questa fase sono stati proposti al cane 3 comportamenti nuovi, ossia diversi dai 6 precedenti, ma comunque da esso conosciuti. In questo caso sono stati scelti 4 comportamenti (uno di riserva) che vengono indicati di seguito:

- mettere una pallina all'interno di una scatola;
- estrarre una pallina da una scatola;
- *detour* (girare attorno ad un cono);
- salire su una pedana rialzata (tale comportamento è stato utilizzato come alternativa ad uno dei precedenti nel caso in cui, qualche soggetto, mostrasse difficoltà o non conoscesse uno dei comportamenti precedenti).

---

Il cane, avendo acquisito nella fase precedente, il comando discriminante “ripeti”, poteva essere messo in “resta” dal proprietario (nel caso in cui conoscesse il comando); a questo punto il proprietario/dimostratore eseguiva l’esercizio ed una volta proposto il comportamento al cane è stato dato il comando di sblocco (“ripeti” o “fai”) e si è atteso che il cane imitasse quanto mostrato dal “modello”. In questa fase, il comando “ripeti”, ha assunto valore ambivalente fungendo da sblocco per i cani che erano stati messi in “resta” e da attivatore per la ripetizione del comportamento mostrato dal proprietario.

Descriviamo brevemente come sono stati eseguiti i nuovi comportamenti scelti:

- 1) ***mettere una pallina all’interno di una scatola*** : cane e proprietario erano posizionati uno di fianco all’altro, davanti a loro era posizionata una scatola di cartone vuota, con due palline una disposta di fronte al proprietario ed una di fronte al cane. Il cane è stato trattenuto da uno sperimentatore o messo in “resta”. Il proprietario afferrava una pallina e lentamente, enfatizzando il movimento del braccio, la disponeva nella scatola. A questo punto è stato dato il comando “ripeti” e si è atteso che il cane afferrasse la pallina con la bocca e facesse lo stesso.
- 2) ***Estrarre una pallina da una scatola***: il comportamento è del tutto simile a quello appena descritto, ma questa volta la pallina è stata estratta dalla scatola. Ciò che è diverso in questo esercizio è la motivazione del cane, infatti, questo compito risulta più motivante, per esempio, il cane potrebbe estrarre la pallina dalla scatola con l’intento di giocarci.
- 3) ***Detour***: il proprietario, lentamente, ha aggirato un cono utilizzato per la segnaletica stradale, poi ha impartito il comando “ripeti” al cane. Il cane è stato liberato dallo sperimentatore nel caso fosse stato trattenuto da esso, oppure il comando “ripeti” ha avuto funzione sbloccante nel caso in cui il cane in precedenza fosse stato messo in “resta”. A questo punto si è attesa la ripetizione dell’esercizio da parte del soggetto testato.
- 4) ***Salire su una pedana rialzata***: come già accennato, questo comportamento è stato utilizzato in sostituzione ad uno dei precedenti qualora il cane non lo conoscesse. Si è utilizzata una pedana di legno rialzata costituita da un *pallet*; questa è stata posizionata di fronte al proprietario il quale lentamente è salito sopra di essa. Dopo di che, una volta sceso dalla medesima, il dimostratore ha continuato a guardare l’oggetto dicendo al cane “ripeti”. Il cane dopo essere stato rilasciato dallo sperimentatore o essere stato sbloccato dal “resta” dal comando “ripeti”, doveva imitare l’azione proposta dal dimostratore stesso.

#### **FASE IV**

In questa fase, al cane è stata proposta una sequenza di comportamenti conosciuti, scelti tra quelli delle fasi I e III. I comportamenti sono stati presentati uno di seguito all’altro (sono state eseguite sequenze di 2 o 3 comportamenti). La difficoltà legata all’esercizio, è stata quella di memorizzare correttamente l’intera sequenza.

#### **FASE V**



---

In questa fase, è previsto che vengano insegnati al cane comportamenti non conosciuti e quindi normalmente non esibiti nel corso della sua giornata tipo o mai appresi attraverso altri tipi di *training*.

#### **FASE VI**

In questa fase, si prevede di chiedere al cane di eseguire sequenze miste composte da comportamenti già conosciuti e da comportamenti sconosciuti.

#### **FASE VII**

Vengono proposti al cane due comportamenti diversi tra loro, che verranno compiuti in riferimento ad uno stesso oggetto e gli verranno poi mostrati in ordine misto. In questo modo sarà possibile valutare la capacità del cane di discriminare comportamenti diversi riferiti ad uno stesso oggetto.

### **6.4.5 *Analisi dei dati del Mirror Test***

Per ogni test sono stati annotati su una scheda di valutazione: la data di esecuzione, le condizioni ambientali della stanza di esecuzione, la temperatura della stessa stanza, il nome del proprietario ed il segnalamento del cane. Inoltre, è stato compilato un breve questionario iniziale per conoscere se il cane avesse già svolto in precedenza esercizi relativi all'apprendimento per imitazione e se conoscesse già i comportamenti presentati nel corso del test quali: seduto, salire su un tappetino, raccogliere un oggetto da terra, toccare un oggetto, saltare un ostacolo e dare la zampa. Per ognuna delle sei ripetizioni che sono state eseguite per ogni comportamento considerato, su questa scheda, è stato annotato se il cane ha eseguito il comportamento in modo corretto entro i 5 secondi, se lo ha eseguito oltre il tempo massimo stabilito di 5 secondi, se non lo ha eseguito o se lo ha approssimato solamente; in quest'ultimo caso, è stato annotato anche il tipo di comportamento di approssimazione messo in atto.

Nel caso in cui sia reso necessario l'aiuto del proprietario, per favorire la ripetizione da parte del cane del comportamento da lui mostrato, si è provveduto ad annotare l'utilizzo dell'aiuto fornito precisandone anche la tipologia. Le tipologie di aiuti forniti sono state:

- cambio di posizione: per il seduto, ad esempio, il proprietario si sedeva a terra invece che sulla sedia;
- cambio dell'oggetto;
- "fare insieme": per esempio nel salto dell'ostacolo il cane poteva eseguire il comportamento una prima volta insieme al proprietario.

Sempre nella scheda di valutazione, si è annotato se il cane, ha eseguito l'esercizio "tocca l'oggetto" utilizzando il muso e/o la zampa. Infine è stata appuntata anche la frequenza respiratoria rilevata all'inizio ed al termine dell'intera prova. Di seguito viene riportata la scheda di valutazione appena descritta.

## **SCHEDA di VALUTAZIONE PROGETTO MIRROR**

Data

Condizioni climatiche nella stanza di esecuzione:

### **SEGNALAMENTO**

Nome proprietario:

Tel.

Nome cane:

Razza

Età

Sesso

Il cane ha già svolto in precedenza esercizi che prevedono l'imitazione?

- Sì
- No

Il cane conosce i comportamenti che gli proponiamo?

Seduto:

- SI
- NO

Salto di un ostacolo:

- SI
- NO

Toccare un oggetto:

- SI
- NO

Raccogliere un oggetto:

- SI
- NO

Dare la zampa:

- SI
- NO

Salire su un tappetino:

- SI
- NO

### **SEDUTO**

#### ***1° prova***

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita ma oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Modifica posizione→

#### ***2° prova***

- Eseguita
- Non eseguita

- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Modifica posizione→

### **3° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Modifica posizione→

### **4° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Modifica posizione→

### **5° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Modifica posizione→

### **6° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione →

Modifica posizione→

## **TAPPETINO**

### **1° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

### **2° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

### **3° prova**

- Eseguita

- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

#### **4° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre 5 secondi

Tipo di approssimazione→

#### **5° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Modifica posizione→

#### **6° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

### **TOCCARE OGGETTO**

#### **1° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi
- Tocca con zampa
- Tocca con muso

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **2° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi
- Tocca con zampa
- Tocca con muso

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **3° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi
- Tocca con zampa

- Tocca con muso

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **4° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi
- Tocca con zampa
- Tocca con muso

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **5° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi
- Tocca con zampa
- Tocca con muso

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **6° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi
- Tocca con zampa
- Tocca con muso

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto →

### **PRENDERE OGGETTI**

#### **1° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **2° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **3° prova**

- Eseguita

- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **4° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **5° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto→

#### **6° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Cambio oggetto →

### **OSTACOLO**

#### **1° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Aiuto del proprietario

- Fare insieme
- Invio

#### **2° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Aiuto del proprietario

- Fare insieme
- Invio

#### **3° prova**

- Eseguita
- Non eseguita

- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Aiuto del proprietario

- Fare insieme
- Invio

#### **4° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Aiuto del proprietario

- Fare insieme
- Invio

#### **5° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Aiuto del proprietario

- Fare insieme
- Invio

#### **6° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Aiuto del proprietario

- Fare insieme
- Invio

### **ZAMPA o TERRA**

#### **1° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

#### **2° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

#### **3° prova**

- Eseguita

- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

**4° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

**5° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

Modifica posizione→

**6° prova**

- Eseguita
- Non eseguita
- Approssimazione
- Eseguita oltre i 5 secondi

Tipo di approssimazione→

**RILEVAMENTO FREQUENZA RESPIRATORIA**

Frequenza respiratoria iniziale (atti respiratori/minuto)→

Frequenza respiratoria finale (atti respiratori/minuto)→

**Tabella 17: Scheda di valutazione: per ognuno dei sei comportamenti**

è stato annotato il risultato del test ossia se il soggetto ha messo in atto il comportamento in modo corretto, se lo ha eseguito solo dopo il tempo massimo di 5 secondi, se lo ha approssimato, e nel caso che tipo di approssimazione ha mostrato, o se non lo ha eseguito. La parte iniziale della scheda è dedicata al segnalamento del cane e del proprietario ed al breve questionario.

Nella parte finale è stata annotata la frequenza respiratoria.



In seguito, ad ogni prova, sono stati assegnati dei punteggi in base a come è stato eseguito ogni comportamento:

- **0 punti:** la prova non è stata eseguita;
- **1 punto:** il cane ha guardato l'oggetto verso il quale il comportamento era rivolto;
- **2 punti:** il cane ha approssimato il comportamento molto vicino a quello richiesto;
- **3 punti:** la prova è stata eseguita correttamente, ma oltre i 5 secondi;
- **4 punti:** la prova è stata eseguita correttamente e nei 5 secondi previsti.

Per ogni prova eseguita è stata poi compilata una tabella di punteggi (Tabella 18) dove sono stati riportati:

- **totali parziali:** somma dei punteggi ottenuti nelle 6 prove per ogni comportamento;
- **aiuti:** sono stati presi in considerazione gli aiuti forniti durante l'esecuzione degli esercizi e per ogni aiuto sono stati sottratti 0,25 punti;
- **totali:** ai totali parziali sono stati sottratti gli aiuti forniti (totali parziali - aiuti forniti = totali), in questo modo si sono ottenuti i punteggi definitivi.

<i>NOME CANE</i>	<i>SEDUTO</i>	<i>TAPPETO</i>	<i>TOCCARE OGGETTO</i>	<i>RACCOLTA OGGETTO</i>	<i>OSTACOLO</i>	<i>ZAMPA</i>
<b>PUNTEGGI</b>						
<b>1ª PROVA</b>						
<b>2ª PROVA</b>						
<b>3ª PROVA</b>						
<b>4ª PROVA</b>						
<b>5ª PROVA</b>						
<b>6ª PROVA</b>						
<b>7ª PROVA</b>						
<b>TOTALI PARZIALI</b>						
<b>AIUTI FORNITI</b>						
<b>TOTALI</b>						

**Tabella 18: tabella dei punteggi utilizzata.**

Per ogni cane, sono state compilate 2 tabelle: una in riferimento al breve questionario iniziale riportato nella scheda di valutazione in cui si valutava la conoscenza o meno dei 6 comportamenti proposti nel test e l'esecuzione passata di esercizi di introduzione all'apprendimento imitativo (Tabella 19); l'altra in cui è stata indicata la parte del corpo (muso e/o zampa) utilizzata dai cani nell'esecuzione dell'esercizio "toccare l'oggetto" (Tabella 20). Di seguito vengono riportate le tabelle descritte.

QUESTIONARIO	IMITAZIONE	CONOSCE SEDUTO	SALTA OSTACOLI	TOCCA OGGETTI	RACCOGLIE OGGETTI	DA' ZAMPA	SALE SU TAPPETO
SI							
NO							

Tabella 19: tabella riferita al questionario.

TOCCARE OGGETTO	1 <sup>a</sup> PROVA	2 <sup>a</sup> PROVA	3 <sup>a</sup> PROVA	4 <sup>a</sup> PROVA	5 <sup>a</sup> PROVA	6 <sup>a</sup> PROVA
ZAMPA						
MUSO						

Tabella 20: tabella riferita all'esercizio di tocco dell'oggetto.

#### 6.4.6 *Analisi statistica*

Per l'analisi statistica dei punteggi parziali ottenuti nella prima prova della fase I e dei punteggi totali della fase I sono stati applicati i seguenti test non parametrici:

- Test del *Chi quadro* sulle frequenze osservate contro le attese, con correzione di *Yates* per determinare il valore soglia di significatività nel punteggio.
- Test *U Mann-Whitney* e il Test di *Wilcoxon* per campioni dipendenti al fine di verificare eventuali differenze tra le risposte dei cani dei due gruppi sperimentali (lavoratori e *pet*) al test. Tali test, sono stati impiegati anche per eseguire le indagini statistiche relative alle frequenze respiratorie/minuto rilevate all'inizio ed al termine della prima fase del *Mirror Test* ed in parte anche nelle indagini statistiche relative ai dati ricavati dalle scansioni temiche.
- *Sign Test* per valutare quale dei comportamenti fosse stato scelto più frequentemente dai cani nel complesso delle 6 prove ripetute.
- *Test di Monte Carlo* per avere un'ulteriore valutazione delle significatività statistiche.

Il livello di significatività è stato posto, a priori, inferiore uguale a 0,05 ( $p \leq 0,05$ ).

#### 6.4.7 *Materiali e protocollo sperimentale dello Strange Situation Test (SST)*

Per l'attuazione del test è stato indispensabile l'aiuto di più sperimentatori: uno per cronometrare la durata dei vari episodi e uno che interpretasse il ruolo di estraneo. La stanza dove è stata svolta la prova (Figura 22) è stata allestita in modo simile a come indicato da Ainsworth e Bell (1970) e si presenta come in Figura 46.



**Figura 46:** allestimento della stanza per l'esecuzione dello *Strange Situation Test* (SST): notare le due sedie posizionate una di fronte all'altra, una per il proprietario del cane ed una per l'estraneo disposte al centro della stanza; la presenza di un "fantoccio" spaventoso nell'angolo, la cassa contenente giocattoli posizionata vicino alle sedie; lo scatolone posizionato sopra alla scatola più piccola contenente cibo in prossimità della porta ed una ciotola d'acqua.

Al centro della stanza sono state poste *due sedie* una di fronte l'altra, una per il proprietario e una per la persona che ha interpretato il ruolo dell'estraneo; negli angoli vicini alle finestre, sono state posizionate *due telecamere*: una per la registrazione dei test (Panasonic NV-GS21) ed una collegata ad un *monitor*, posizionato nella stanza accanto, che ci ha permesso di visionare il test durante il suo svolgimento in modo da poter intervenire in caso di eccessivo stress da parte dei cani partecipanti.

Inoltre, nella stanza sono stati posti diversi punti di distrazione e di interesse:

- una *scatola di legno* di 10,5x10x14 cm. contenente cibo (croccantini). La scatola presenta una parete costituita da una rete in modo da rendere, il cibo in essa contenuto, visibile ed annusabile, ma non raggiungibile dal cane. La scatola è stata fissata al pavimento attraverso del velcro in modo da poter essere facilmente rimovibile dallo sperimentatore, ma da porre un minimo di resistenza ad eventuali tentativi di rimozione messi in atto del cane. Tale scatola è stata nascosta, nella prima parte del test, da uno scatolone di cartone di dimensioni più grandi posizionata sopra ad essa.



Figura 47: dettaglio della scatola in legno contenete i bocconcini di cibo.

- una *ciotola per l'acqua*
- una *cassetta di plastica contenente diversi giochi* per cani: due palline, una palla legata ad una corda, un anello di gomma, due giochi *squeeze*, una treccia, ecc.
- un *pupazzo dall'aspetto minaccioso* avente la funzione di stimolare nei cani eventuali reazioni di paura, timore, aggressività verso un oggetto sconosciuto. Tale pupazzo è stato costruito dagli sperimentatori utilizzando un cuscino di gomma piuma rivestito con una maglia scura, appoggiato su un vaso di 27 cm. di altezza, ricoperto da un sacco di nailon nero; sulla sommità è stata posta una parrucca nera ed una maschera, questo oggetto è stato usato per la prima volta in uno studio sull'attaccamento nei cani guida per non vedenti ed era stato pensato per essere simile ad un Troll norvegese (Fallani *et al.*, 2006).



Figura 48: pupazzo impiegato per il test SST.

---

La versione originale dello SST proposta della Ainsworth (1969), prevedeva 8 mini episodi, ciascuno della durata di 3 minuti, in cui il bambino in osservazione veniva sottoposto a situazioni potenzialmente fonti di stress, prima in presenza della madre, poi in presenza della madre e di un estraneo e poi quando lasciato solo; il test è stato successivamente ri-adattato per la valutazione del rapporto uomo-cane (Ainsworth *et al.*, 1969; Topal *et al.*, 1998). È possibile suddividere l'intero processo sperimentale in tre fasi: una fase preliminare, una fase sperimentale vera e propria e una fase conclusiva.

- **Fase preliminare:** il proprietario insieme al cane vengono fatti accomodare nella stanza adiacente a quella sperimentale e gli vengono fornite informazioni sull'intero protocollo e sui comportamenti da tenere. Nella stanza sperimentale, il proprietario, ha potuto trovare sulla propria sedia, una "sceneggiatura" riassuntiva dei vari episodi in cui veniva specificato il suo ruolo e quello dell'estraneo.
- **Fase sperimentale:** si compone di 6 episodi ognuno dei quali è stato cronometrato da uno degli sperimentatori presenti nella stanza adiacente a quella sperimentale.
- **Fase conclusiva:** il padrone ed il cane vengono fatti accomodare nuovamente nella stanza adiacente a quella sperimentale; nel frattempo la stanza sperimentale viene pulita, l'acqua della ciotola cambiata e la telecamera spenta.

Di seguito riportiamo una breve descrizione dei 6 episodi del test.

**Episodio 1: Cane + Proprietario.** Il proprietario entrerà nella stanza, libererà il cane da guinzaglio e pettorina/collare e si accomoderà su una delle due sedie. Il proprietario sarà solo nella stanza sperimentale con il proprio cane per l'intera durata di questa scena. Il padrone lascerà il cane libero di esplorare la stanza, non concedendogli attenzione e non rispondendo ad eventuali sue richieste di contatto o conforto. La durata di questo episodio sarà di 4 minuti cronometrati a partire dalla chiusura della porta della stanza sperimentale. Trascorsi 2 minuti, uno sperimentatore nella stanza accanto, avvertirà il proprietario, attraverso uno squillo di cellulare di alzare la scatola di cartone posizionata sulla scatolina contenente cibo: in questo modo il cane avrà a disposizione un'ulteriore fonte di interesse. Il proprietario si risiederà e continuerà ad ignorare il cane per i successivi 2 minuti.

**Episodio 2: Cane + Proprietario + Estraneo.** La durata dell'episodio sarà di 3 minuti (1'30'' + 1'30''). Entrerà l'estraneo; all'inizio ignorerà il cane ed andrà a sedersi sulla sedia posta di fronte a quella del proprietario mettendosi a conversare con lui. L'estraneo, allo scadere del minuto e mezzo verrà avvisato, sempre attraverso uno squillo di cellulare, si alzerà ed andrà a rimuovere la piccola scatola di legno contenente cibo ponendola fuori dalla porta della stanza. A questo punto l'estraneo tenterà di interagire con il cane se questo sarà disponibile, invitandolo a giocare o coccolandolo in base alle preferenze del cane stesso. Al termine dell'episodio il proprietario uscirà dalla stanza.

**Episodio 3: Cane + Estraneo.** Il cane rimarrà da solo con l'estraneo (prima separazione dal proprietario); quest'ultimo continuerà ad interagire con esso, proponendogli i giochi disponibili nella stanza o fornendo coccole o contatto fisico se gradito. Nel momento in cui il proprietario uscirà, l'estraneo, dovrà cercare di richiamare l'attenzione del cane per evitare che segua il padrone fuori dalla stanza. La durata dell'episodio sarà di 3 minuti.

---

**Episodio 4: Cane + Proprietario.** Il proprietario al termine del precedente episodio rientrerà nella stanza e simultaneamente il soggetto estraneo se ne andrà. In questo episodio, si osserverà il primo ricongiungimento tra cane e padrone. La durata dell'episodio stesso sarà ancora di 3 minuti. Rientrando, il proprietario, potrà interagire con il cane giocando, fornendogli conforto per mezzo di parole e/o contatto fisico se il soggetto lo richiederà. Il proprietario, trascorrerà il restante tempo, dell'episodio rapportandosi con il proprio cane. Al termine dell'episodio stesso il padrone uscirà dalla stanza lasciando il cane completamente da solo.

**Episodio 5: Cane lasciato solo.** Il cane sarà solo; la durata dell'episodio sarà di 3 minuti, ma qualora il proprietario o gli sperimentatori nella stanza adiacente, osservando il *monitor*, ritenessero lo stato di stress o ansia del cane troppo elevato, il test verrebbe interrotto in qualunque momento. Nel nostro studio non è mai stato necessario interrompere la seduta prima del tempo predeterminato. Gli sperimentatori ed il padrone del cane in osservazione avranno premura di non produrre eccessivi rumori e di non parlare a voce troppo alta per non distrarre il cane.

**Episodio 6: Cane + Proprietario.** In questo episodio avverrà il secondo ricongiungimento tra il cane ed il padrone. La durata sarà di 1 minuto e in questo periodo di tempo il proprietario, rientrato nella stanza sperimentale, sarà libero di interagire con il proprio cane come meglio crede. Allo scadere del minuto lo sperimentatore entrerà nella stanza sperimentale ed il test potrà considerarsi concluso.

#### 6.4.8 *Analisi dei dati relativi allo Strange Situation Test*

L'intera procedura sperimentale è stata videoregistrata per ogni soggetto; l'elaborazione dei video ottenuti è stata effettuata con il *software* THE OBSERVER XT 10.0 (Noldus) che ha consentito attraverso l'analisi di durate e frequenze, la valutazione quali-quantitativa dei comportamenti osservati durante l'esecuzione dei test.

È stato elaborato un etogramma composto dai comportamenti da rilevare durante il visionamento delle riprese.

L'etogramma utilizzato per analizzare i comportamenti è indicato di seguito (Tabella 21):

<b>COMPORAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>COMPORAMENTI DI RELAZIONE CON L'AMBIENTE</b>		
Esplorazione	Attivamente diretta verso gli aspetti fisici dell'ambiente, include i gesti di annusare, ispezionare a stretto contatto gli oggetti, esaminarli oralmente (leccandoli e afferrandoli con la bocca); è spesso associata alla locomozione.	STATE EVENT
Esplorazione visiva	Il soggetto la effettua associata alla locomozione o restando fermo in una posizione.	STATE EVENT
Esplorazione pupazzo	Il soggetto si avvicina al pupazzo e lo annusa.	STATE EVENT
Evitamento pupazzo	Manifestazione di timore e conseguente evitamento del pupazzo tramite indietreggiamento a scatti o tramite la voluta assenza di avvicinamento	STATE EVENT
Esplorazione scatola	Il soggetto si avvicina alla scatola e la annusa.	STATE EVENT
Interazione scatola	In seguito all'esplorazione, viene tentata l'apertura della scatola con le zampe e il muso.	STATE EVENT
Esplorazione giochi	Il soggetto si avvicina ai giocattoli contenuti nella cassa e li annusa	STATE EVENT
Attenzione	Attenzione diretta verso i rumori esterni	STATE EVENT
Esplorazione sedia padrone/estraneo	Il soggetto si avvicina ad essa la annusa	STATE EVENT
Locomozione	Apparentemente senza meta e senza esplorazione, il cane compie larghi giri nella stanza	STATE EVENT

<b>COMPORTAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>COMPORTAMENTI DI RELAZIONE CON LE PERSONE</b>		
Avvicinamento festoso a padrone/estraneo	Chiaramente orientato verso esso, il cane sceglie di avvicinarsi spontaneamente in modo rilassato o festoso	POINT EVENT
Avvicinamento impaurito a padrone/estraneo	chiaramente orientato verso esso, il cane sceglie di avvicinarsi spontaneamente in modo impaurito	POINT EVENT
Venire festoso verso padrone/estraneo	Quando esplicitamente chiamato localmente o invitato con un gioco, il soggetto si dirige verso il padrone/estraneo festosamente o in modo rilassato	POINT EVENT
Viene impaurito verso padrone/estraneo	quando esplicitamente chiamato vocalmente o invitato con un gioco, il soggetto si dirige verso il padrone/estraneo in modo timoroso	POINT EVENT
<i>Freeze</i> verso padrone/estraneo	Quando esplicitamente chiamato localmente o invitato al gioco, il soggetto risponde restando fermo nella sua posizione, orientato verso la persona, ma senza avvicinarsi ad essa	STATE EVENT
Seguire padrone/estraneo	Il soggetto segue attivamente il padrone/estraneo nei movimenti nella stanza	STATE EVENT
Seguire padrone/estraneo alla porta	Il soggetto segue liberamente il padrone/estraneo mentre si dirige alla porta per uscire	POINT EVENT
Evitamento del padrone/estraneo	Evitamento attivo del padrone/estraneo tramite movimento del corpo o deviazione dello sguardo	POINT EVENT
Interazione con padrone/estraneo	Il soggetto sta in contatto fisico con la persona facendosi coccolare	STATE EVENT



<b>COMPORAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>COMPORAMENTI DI RELAZIONE CON LE PERSONE</b>		
Prossimità stretta rilassata al padrone/estraneo	Il soggetto rimane in piedi o sdraiato molto vicino alla persona in modo rilassato e apparentemente non fa altro, oppure esplora visivamente la stanza o è in attenzione ai rumori esterni	STATE EVENT
Prossimità stretta timorosa al padrone/estraneo	Il soggetto rimane in piedi o sdraiato molto vicino alla persona in modo timoroso e apparentemente non fa altro, oppure esplora visivamente la stanza o è in attenzione ai rumori esterni	STATE EVENT
<i>Greeting</i> moderato al padrone/estraneo	Il soggetto fa festa alla persona andandogli incontro spontaneamente, scodinzolando e saltellando	STATE EVENT
<i>Greeting</i> intenso al padrone/estraneo	Il soggetto fa festa alla persona in modo molto evidente andandogli incontro spontaneamente, scodinzolando e saltando addosso ad essa in modo frenetico	STATE EVENT
Guardare il padrone/estraneo	Orientato verso la persona, il cane la guarda cercando di comunicare con essa	STATE EVENT
Orientare verso il padrone/estraneo	Il cane rimane fermo nella direzione della persona	STATE EVENT

<b>COMPORAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>COMPORAMENTI DI GIOCO</b>		
Gioco individuale	Qualsiasi atteggiamento giocoso nei confronti dei giochi, senza nessuna interazione con la persona presente, come masticare, mordere, scuotere, rompere, fare rotolare la palla e lanciarla	STATE EVENT
Gioco sociale con padrone/estraneo	Qualsiasi atteggiamento giocoso nei confronti dei giochi esibito dopo invito della persona presente, come rincorrere il gioco, prenderlo e riportarlo	STATE EVENT
<b>COMPORAMENTI DI PROTESTA E STRESS</b>		
Sbadigliare	Il soggetto sbadiglia in modo evidente	POINT EVENT
Ansimare	Il soggetto ansima in maniera eccessiva	POINT EVENT
Scrollarsi	Il soggetto si scrolla il corpo	POINT EVENT
Bere	Il soggetto beve ripetutamente	POINT EVENT
Grattare la porta	Orientato verso la porta, il soggetto cerca di aprirla grattandola con le zampe anteriori, mordendola e saltando verso la maniglia	STATE EVENT
Andare alla porta	Il soggetto si dirige ripetutamente alla porta	POINT EVENT
Stare in prossimità della porta	Il soggetto rimane sdraiato, seduto o in piedi nei pressi della porta senza muoversi, apparentemente senza fare nient'altro o stando in attenzione verso i rumori esterni	STATE EVENT
Orientarsi verso la porta	Il soggetto rimane sdraiato, seduto o in piedi rivolto verso la porta mantenendosi a distanza da essa	STATE EVENT

<b>COMPORAMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO DI EVENTO</b>
<b>COMPORAMENTI DI PROTESTA E STRESS</b>		
Girare su se stesso	Il soggetto fa brevi giri su se stesso tornando alla porta	POINT EVENT
Abbaire	Il soggetto in prossimità della porta abbaia in modo stressato cercando di richiamare a se il proprio padrone	POINT EVENT
Guaisce	Il soggetto in prossimità della porta guaisce cercando di richiamare a se il proprio padrone	POINT EVENT

**Tabella 21: etogramma inserito nel programma Observer XT 10 per l'elaborazione quali-quantitativa e statistica dei comportamenti dei soggetti osservati. Nella prima colonna viene indicato il nome del comportamento, nella seconda colonna la descrizione dello stesso e nell'ultima colonna la tipologia di evento considerata.**

Ogni comportamento è stato etichettato come *state event* o come *point event*. Quando si considera un comportamento come *state event* significa che andremo a valutare la frequenza con la quale il comportamento medesimo si è presentato (quante volte i cani lo hanno mostrato) e la durata di quel comportamento (per quanto tempo i cani hanno manifestato quel comportamento). Quando invece, si etichetta un comportamento come *point event*, si valuta solamente la frequenza con la quale il comportamento stesso si è presentato (quante volte).

#### 6.4.9 *Analisi statistiche per la SST*

I dati ottenuti per mezzo del software THE OBSERVER XT 10.0 sono poi stati elaborati statisticamente mediante l'utilizzo del test statistico ANOVA. Il livello di significatività è stato posto, a priori, inferiore o uguale a 0,05 ( $p \leq 0,05$ ).

#### 6.4.10 *Risultati e discussione*

Dei 35 soggetti sottoposti al *Mirror Test*, pochissimi tra i cani *pet* sono arrivati alla seconda fase del protocollo sperimentale, solamente la prima fase è stata presa in considerazione dal punto di vista statistico in modo da poter confrontare i dati dei cani *pet* con quelli dei cani "laboratori". In particolare, non si è tenuto conto di quante volte ogni soggetto ha dovuto ripetere i comportamenti della prima fase per raggiungere la percentuale di ripetizioni corrette e poter passare alla seconda fase del test. Ci si è voluti concentrare, in particolar modo, sulla prima volta in cui il cane è stato sottoposto al *Mirror Test* in modo da poter valutare la capacità imitativa senza l'influenza di un

successivo apprendimento a causa della ripetizione delle sequenze comportamentali nelle sedute sperimentali successive.

Sono state diverse le categorie di cani che abbiamo sottoposto ad indagine statistica:

- cani *pet* vs cani lavoratori;
- cani di razza vs cani meticci;
- cani di sesso maschile vs cani di sesso femminile;
- cani appartenenti a differenti fasce d'età (fino a 12 mesi; fino a 36 mesi; oltre 36 mesi);
- cani che conoscevano gli esercizi da noi proposti vs cani che non conoscevano gli esercizi da noi proposti;
- cani che hanno eseguito il tocco dell'oggetto con il muso vs cani che hanno eseguito il tocco dell'oggetto con la zampa;
- esercizi con scopo vs esercizi privi di scopo;

Cominciamo con il prendere in considerazione il gruppo suddiviso nelle 2 categorie cani *pet* e cani da lavoro (Grafici 48 e 49).

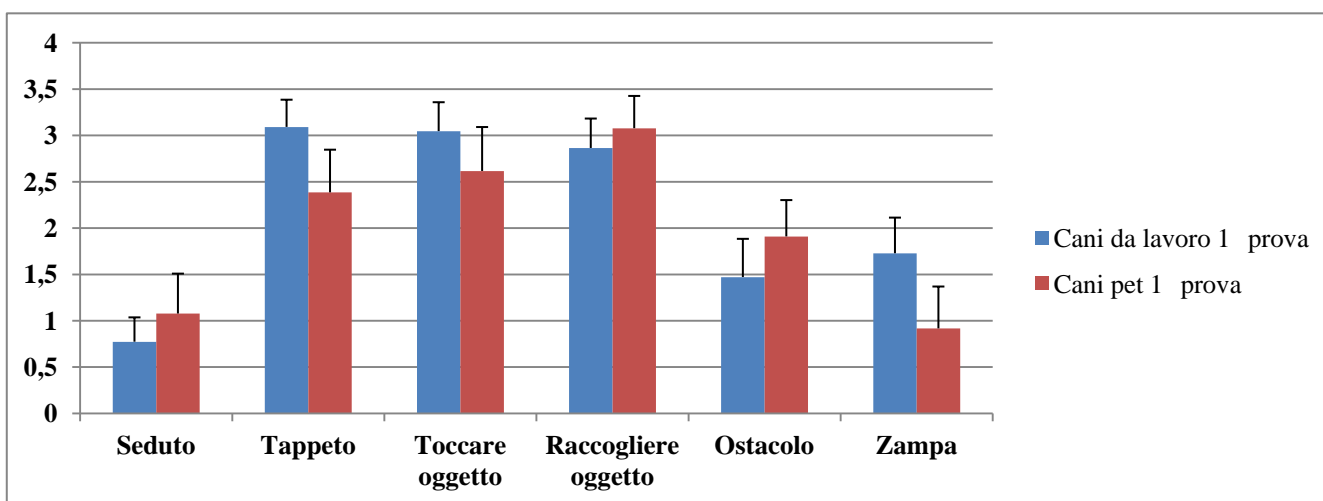


Grafico 48: rappresentazione dei risultati dopo la prima ripetizione dei sei comportamenti della prima fase del *Mirror Test*. Distinzione tra cani da lavoro e cani *pet*, notare l'assenza di significatività.

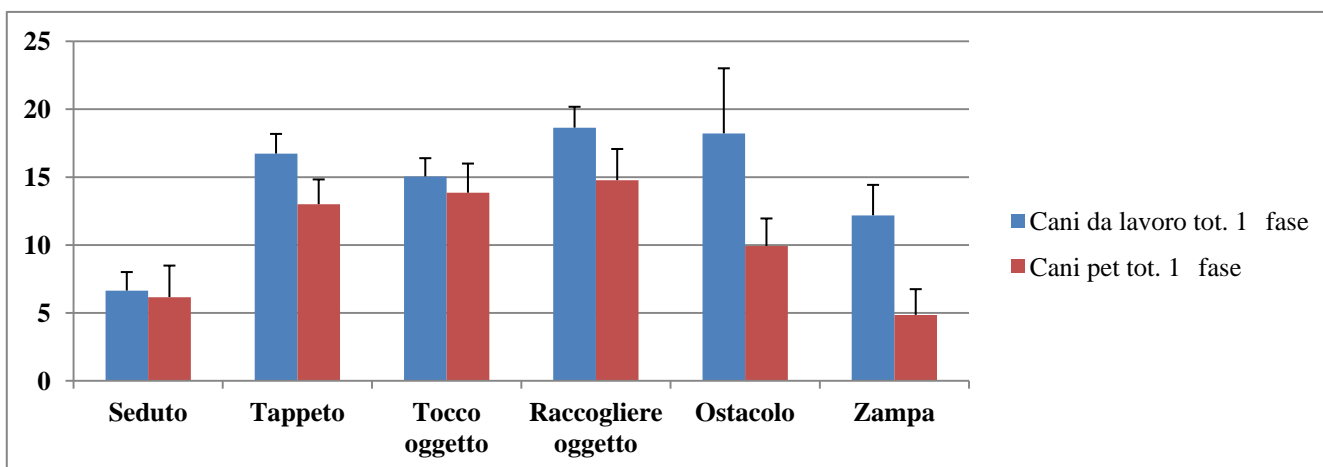


Grafico 49: rappresentazione dei risultati dopo la prima fase del *Mirror Test*. Distinzione tra cani da lavoro e cani *pet*, notare l'assenza di significatività.

---

Risulta evidente dai grafici come non compaiano differenze significative tra i risultati ottenuti dai cani “*pet*” e da quelli “*lavoratori*” sia considerando la prima prova per i 6 comportamenti della prima fase, sia considerando il totale ottenuto da ciascun cane al termine della Fase I. Se ci soffermiamo sul Grafico 49, indicante i risultati dei cani al termine della sessione sperimentale, dove sono considerate tutte e 6 le ripetizioni per i 6 comportamenti scelti per la Fase I del *Mirror Test*, è possibile notare, osservando i valori medi, come i cani “*lavoratori*” abbiano ottenuto punteggi più alti rispetto al gruppo dei cani “*pet*”, migliorando anche in quei comportamenti dove nel Grafico 48 i “*pet*” avevano ottenuto risultati migliori in alcuni esercizi come la raccolta dell’oggetto ed il salto dell’ostacolo. Ciò può essere considerato una prova di come i cani “*lavoratori*” apprendano più velocemente rispetto i cani “*pet*” forse perché maggiormente abituati ed allenati ad imparare nuovi comportamenti. Si nota, inoltre, che i cani di entrambi i gruppi presentano una maggiore attitudine ad imitare quei comportamenti che prevedono l’uso di un oggetto come ad esempio raccogliere un oggetto, toccare un oggetto e il salire sul tappetino; infatti in questi esercizi i cani ottengono punteggi più alti. Tali risultati risultano supportati dai dati discussi nei lavori di Ghidelli *et al.* (2013) e di Range *et al.* (2007); possiamo quindi pensare che i cani abbiano una certa predisposizione ad imitare le azioni messe in atto da una persona con funzione di dimostratore e/o modello e che siano più capaci nell’imitare azioni dirette verso oggetti piuttosto che azioni a corpo libero quali il seduto o il dare la zampa (questo aspetto verrà approfondito dalla statistica mostrata in seguito).

Osservando i risultati da noi ottenuti e quelli rilevati in bibliografia, si può ritenere che i cani non siano particolarmente sensibili ai dettagli dell’azione, ma ad ottenere un adattamento funzionale. Le loro azioni sembrano essere dirette verso uno scopo e sembrano avere un forte legame con gli oggetti, infatti hanno maggiori difficoltà ad imitare azioni intransitive (cioè non dirette verso oggetti) (Range *et al.*, 2007). Range *et al.* (2007) hanno potuto dimostrare come, cani addestrati, preferissero imitare nuove azioni in cui l’oggetto *target* dell’azione non era più presente (*vacuum actions*). Dato che le differenze tra i due gruppi di cani non sono risultate significative, tutti i soggetti sperimentali, sia quelli appartenenti al gruppo “*pet*” sia quelli appartenenti al gruppo dei “*lavoratori*”, sono stati considerati come un unico insieme; in tale contesto sono state indagate eventuali differenze in base all’appartenenza o meno ad una specifica razza, al sesso ed all’età.

Prendiamo ora in considerazione le categorie cani di razza e cani meticci. Di seguito riportiamo i Grafici 50 e 51 relativi a questo confronto statistico.

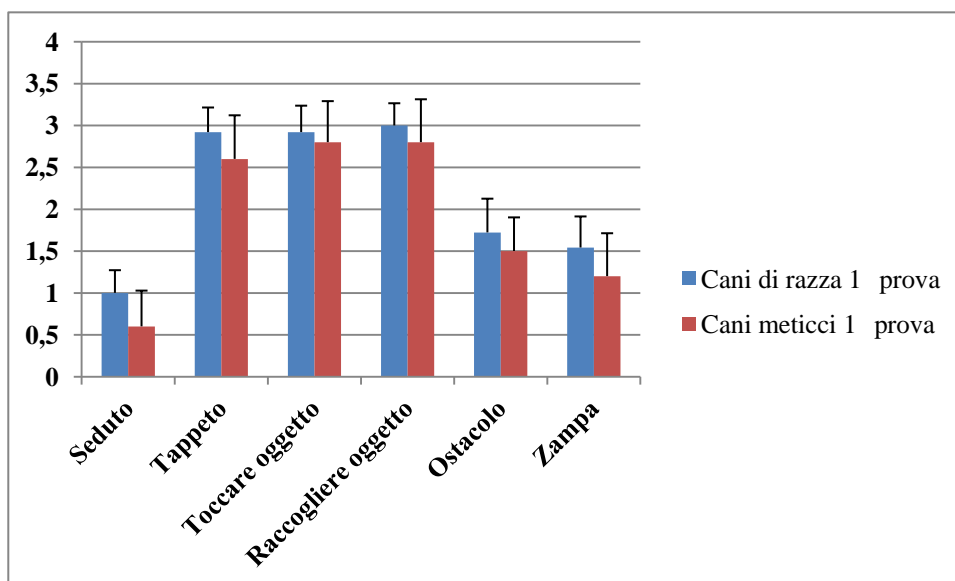


Grafico 50: confronto dei risultati tra cani di razza e meticci, dopo la prima ripetizione dei sei comportamenti della Fase I (media  $\pm$  E.S.). Notare l'assenza di dati statisticamente significativi.

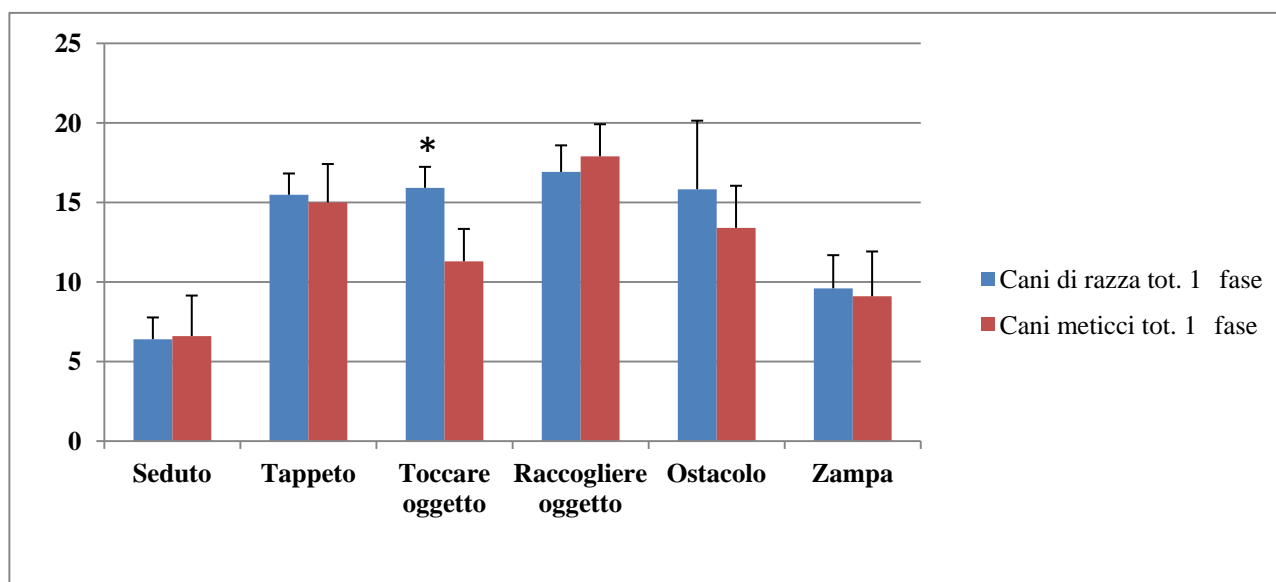


Grafico 51: confronto dei risultati tra cani di razza e meticci dopo la prima sessione di test della Fase I del *Mirror test* (media  $\pm$  E.S.). Notare la presenza di un dato statisticamente significativo a carico del comportamento "toccare oggetto".

È possibile notare in questo grafico la presenza di un dato statisticamente significativo a carico del comportamento "toccare oggetto" ( $p=0,048$  con  $Z=-1,98$ ). Il dato è al limite della significatività ed indicherebbe che nell'ambito della I fase i cani di razza sono stati più abili nell'esecuzione del comportamento "toccare oggetto" rispetto ai meticci. Osservando i valori medi è possibile notare come, i cani di razza, sia nell'ambito della prima prova che della prima fase del test, abbiano mostrato *performance* migliori quasi in tutti gli esercizi presentati nel *Mirror Test*.

In seguito, sono stati eseguiti confronti statistici tra cani di sesso maschile e cani di sesso femminile; inizialmente sono stati presi in considerazione i maschi nella loro totalità e le femmine sempre nella loro totalità, in seguito ogni gruppo è stato suddiviso in 2 sottogruppi: soggetti interi e soggetti sterilizzati, ottenendo in questo modo 4 categorie: maschi interi, femmine intere, maschi sterilizzati e femmine sterilizzate. I soggetti appartenenti alle 4 categorie sono stati confrontati tra di

loro per mezzo del test statistico *Kruskal-Wallis*. In seguito sono stati eseguiti confronti a 2 a 2 tra le varie categorie, utilizzando il test statistico *U di Mann-Whitney*.

Di seguito vengono riportati i grafici relativi alle differenze statistiche tra i soggetti di sesso maschile ed i soggetti di sesso femminile rispettivamente nell'ambito della prima prova e della prima fase (Grafici 52 e 53).

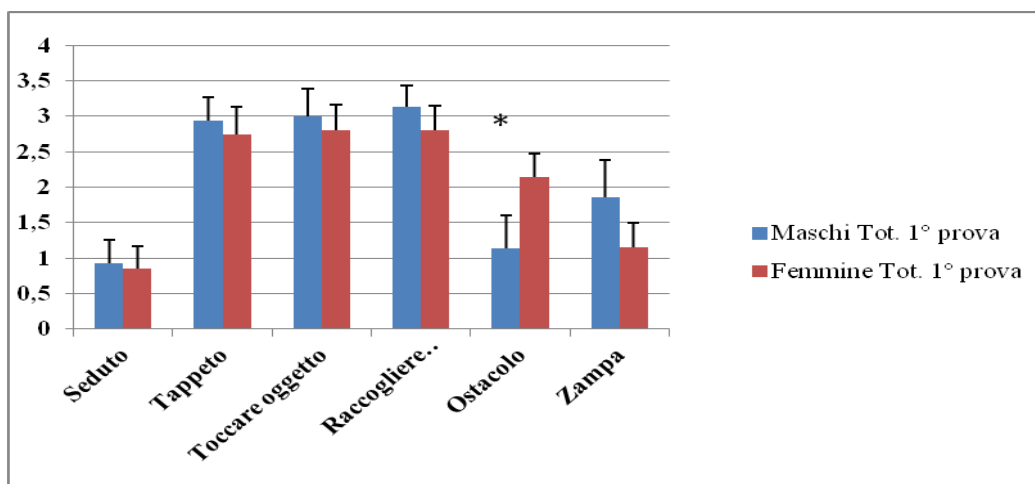


Grafico 52: confronto statistico tra cani maschi totali e cani femmine totali nell'ambito della prima prova del *Mirror Test*; notare la presenza di significatività a carico del comportamento relativo all'ostacolo.

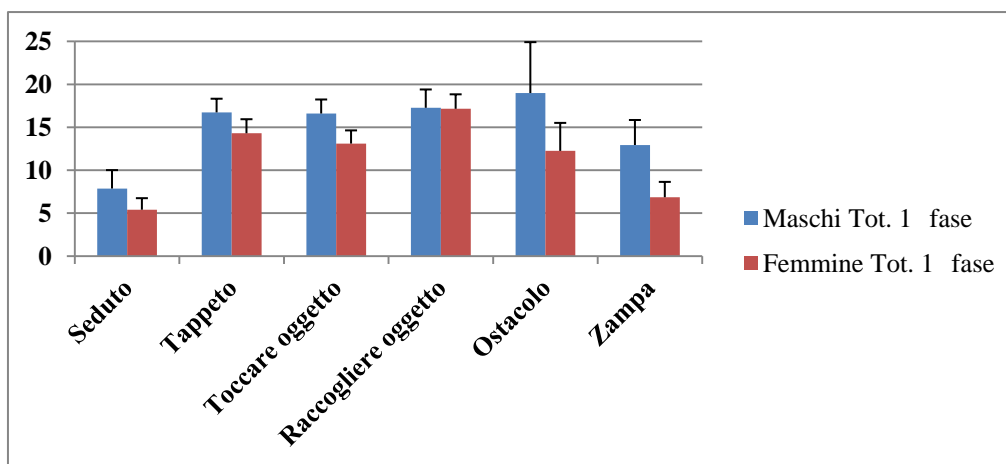


Figura 53: confronto statistico tra cani maschi totali e cani femmine totali nell'ambito della prima fase del *Mirror Test*; non si evidenziano significatività.

Osservando i grafici è possibile notare una differenza statisticamente significativa, contrassegnata per mezzo di un asterisco, che compare a carico del comportamento “salta ostacolo” relativo alla prima prova del test ( $p=0,044$  con  $Z= -2,011$ ). Le *performance* delle femmine per quanto riguarda l'esecuzione di tale esercizio risultano migliori di quelle dei maschi.

In seguito, sono state confrontate statisticamente le 4 categorie: maschi interi, maschi sterilizzati, femmine intere e femmine sterilizzate nell'ambito della prima prova e della prima fase del *Mirror Test*. Non sono comparse differenze statisticamente degne di nota. A questo punto si è proceduto andando ad eseguire il confronto delle categorie considerate prese a 2 a 2:

- maschi interi vs femmine intere;
- maschi interi vs maschi sterilizzati;

- maschi interi vs femmine sterilizzate;
- femmine intere vs maschi sterilizzati;
- femmine intere vs femmine sterilizzate;
- maschi sterilizzati vs femmine sterilizzate.

In questo caso, le uniche differenze significative, sono comparse nel confronto tra maschi interi e femmine intere nell'ambito della prima prova; è possibile notare una significatività a carico del comportamento "salta ostacolo" ( $p=0,045$  con  $Z=-2,004$ ). Come indicato anche nel grafico in cui vengono prese in considerazione le femmine ed i maschi totali, anche nel Grafico 54 riportato di seguito, le *performance* delle femmine intere nell'esecuzione dell'esercizio "saltare l'ostacolo" risultano migliori se paragonate a quelle dei maschi interi, nell'ambito della prima prova.

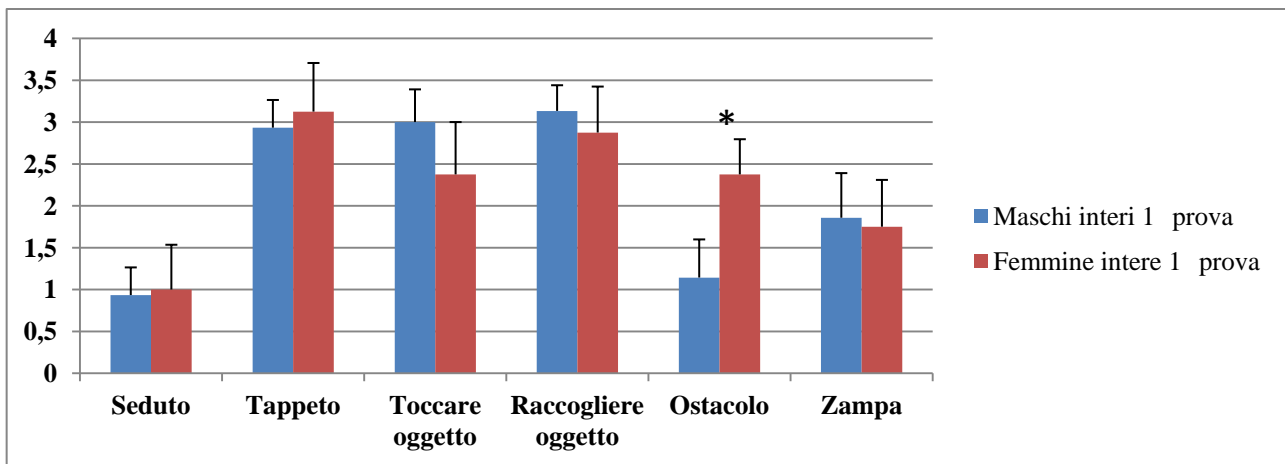


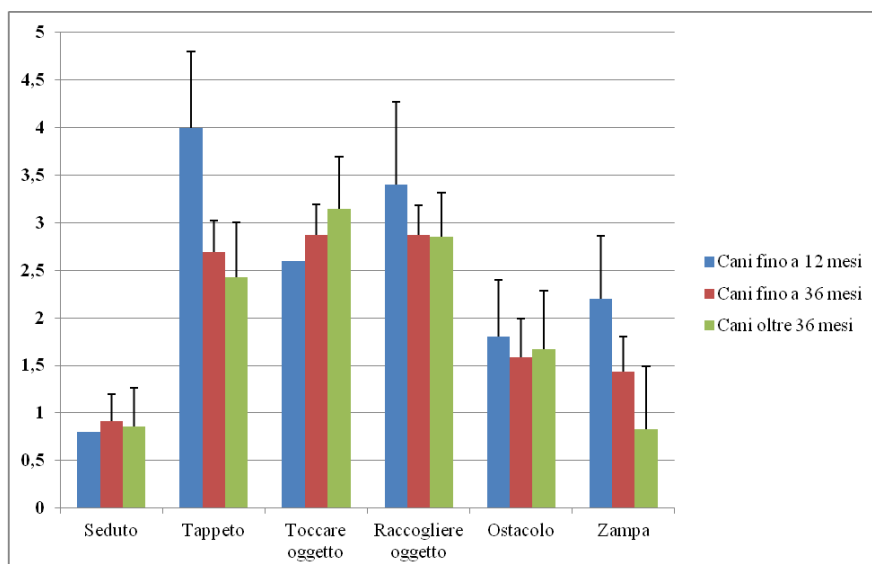
Figura 54: confronto statistico tra le 2 categorie maschi interi e femmine intere nell'ambito della prima prova; notare la presenza di una differenza statisticamente significativa a carico del comportamento "saltare l'ostacolo".

Volendo fare un confronto numerico tra i 2 gruppi esaminati, è possibile osservare che le femmine intere sono rappresentate da 9 soggetti mentre i maschi interi da 15 soggetti. Quindi i soggetti di sesso femminile, pur risultando numericamente svantaggiati sono riusciti a superare le *performance* dei soggetti di sesso maschile.

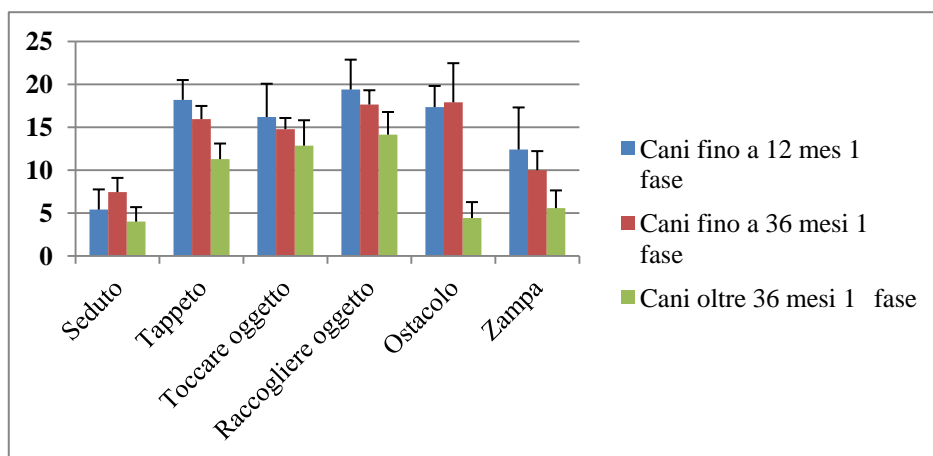
Prendiamo in considerazione ora le categorie relative all'età; i cani che hanno partecipato al *Mirror Test* sono stati suddivisi in 3 categorie di età: cani fino a 12 mesi, cani fino a 36 mesi e cani oltre i 36 mesi. Anche in questo caso è stata eseguita una valutazione statistica delle 3 categorie insieme, sfruttando il test statistico *Kruskal-Wallis* ed in seguito si è provveduto ad eseguire un confronto tra le categorie prendendole in esame 2 a 2 ed utilizzando il test statistico *U di Mann-Whitney*.

Di seguito, riportiamo i grafici relativi al confronto eseguito tra le 3 categorie (Grafici 55 e 56) rispettivamente nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase del test.





**Grafico 55: confronto tra le 3 categorie di età: cani fino a 12 mesi, cani fino a 36 mesi e cani oltre i 36 mesi; nell'ambito della prima prova del *Mirror Test*.**

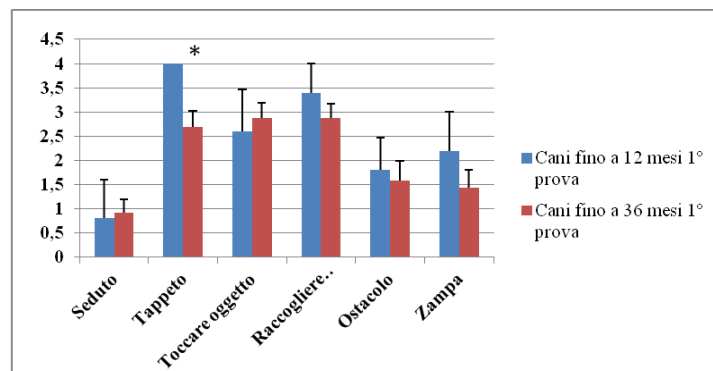


**Grafico 56: confronto tra le 3 categorie di età: cani fino a 12 mesi, cani fino a 36 mesi e cani oltre i 36 mesi; nell'ambito della prima fase del *Mirror Test*.**

Non sono emerse differenze statisticamente significative tra le 3 categorie di età valutate. Osservando i valori medi, è possibile notare come le *performance* dei soggetti più giovani (fino a 12 mesi) siano state migliori di quelle dei cani appartenenti alle altre 2 categorie, in particolare, nell'ambito della prima prova del test, i cani fino a 12 mesi hanno avuto risultati migliori per quel che riguarda gli esercizi: “salire sul tappeto”, “raccogliere l'oggetto”, “salto ostacolo” e “dare zampa”; per quel che riguarda la prima fase del test, i risultati migliori sono stati ottenuti dai cani appartenenti a questa categoria negli esercizi: “salire sul tappeto”, “toccare l'oggetto”, “raccogliere l'oggetto” e “dare la zampa” quindi sempre in 4 esercizi su 6.

Andando ad effettuare i confronti tra le categorie relative all'età prese 2 a 2, abbiamo potuto osservare differenze statisticamente significative, solamente nei confronti tra cani fino a 12 mesi e cani fino a 36 mesi e tra cani fino a 12 mesi e cani oltre i 26 mesi.

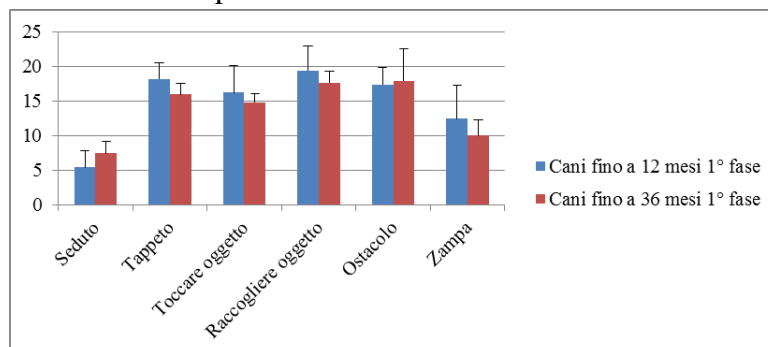
Procediamo andando ad analizzare per primo il confronto tra cani fino a 12 mesi e cani fino a 36 mesi, di seguito vengono riportati i Grafici 57 e 58 relativi rispettivamente a tale confronto nella prima prova (Grafico 57) e nella prima fase (Grafico 58) del test.



**Grafico 57: confronto statistico eseguito tra le categorie cani fino a 12 mesi e cani fino a 36 mesi nell'ambito della prima prova del *Mirror Test*.**

Nell'ambito di questo confronto è possibile notare la presenza di una differenza statisticamente significativa a carico del comportamento “salire sul tappeto” ( $p=0,045$  con  $Z= - 2,002$ ) in relazione alla prima prova; i cani appartenenti al gruppo fino a 12 mesi hanno svolto il compito assegnatogli con risultati migliori rispetto ai cani appartenenti alla categoria fino a 36 mesi.

Nell'ambito della prima fase del test, tra le 2 categorie non sono comparse differenze statisticamente significative come è possibile osservare valutando il Grafico 58 riportato di seguito.



**Grafico 58: confronto statistico eseguito tra le categorie cani fino a 12 mesi e cani fino a 36 mesi nell'ambito della prima fase del *Mirror Test*.**

Andando però ad osservare i valori medi, è possibile notare come i cani facenti parte della categoria fino a 12 mesi, abbiano avuto performance leggermente migliori ai cani appartenenti alla categoria fino a 36 mesi in 4 comportamenti su 6 (“salire sul tappeto”, “toccare l'oggetto”, “raccogliere l'oggetto” e “dare la zampa”).

Andando ora a valutare il confronto eseguito tra le 2 categorie cani fino a 12 mesi e cani oltre i 36 mesi, è possibile notare la presenza di differenze statisticamente significative sia nell'ambito della prima prova che nell'ambito della prima fase del *Mirror Test*, come indicato nei Grafici 59 e 60.

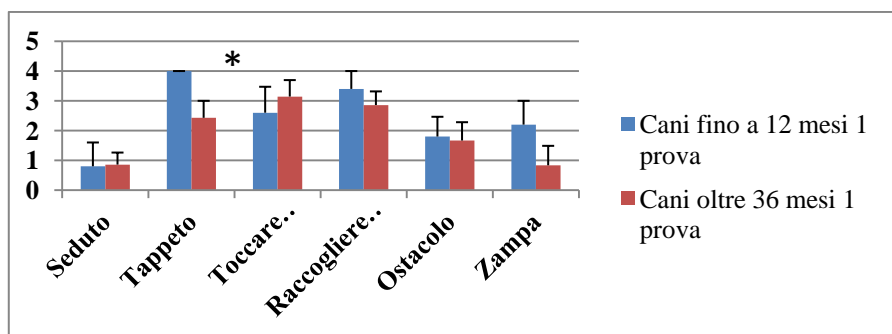


Grafico 59: confronto statistico eseguito tra le categorie cani fino a 12 mesi e cani oltre i 36 mesi nell'ambito della prima prova del *Mirror Test*.

Nel Grafico 59 è possibile notare la presenza di una differenza statisticamente significativa a carico del comportamento “salire sul tappeto” ( $p=0,023$  con  $Z=-2,269$ ); i cani appartenenti al gruppo fino a 12 mesi di età hanno svolto l'esercizio mostrando *performance* migliori rispetto ai cani facenti parte della categoria oltre 36 mesi. Per quel che riguarda la stessa tipologia di confronto, ma nell'ambito della prima fase del test (Grafico 60), è possibile notare la presenza di 2 differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “salire sul tappeto” ( $p=0,046$  con  $Z=-1,956$ ) e “salta l'ostacolo” ( $p=0,007$  con  $Z=-2,689$ ). I cani appartenenti alla categoria fino a 12 mesi sono risultati più abili nell'esecuzione di entrambi gli esercizi rispetto ai cani appartenenti alla categoria oltre 36 mesi. Per quel che riguarda il comportamento “salire sul tappeto” la significatività si era palesata anche nell'ambito della prima prova ed è stata confermata nella prima fase del test, per ciò che riguarda il comportamento “salta l'ostacolo”, nell'ambito della prima prova le *performance* dei cani facenti parte delle 2 categorie differivano di poco, mentre nell'ambito della prima fase è possibile osservare una notevole differenza tra i valori medi confermata anche da una significatività piuttosto alta  $p=0,007$ . Osservando i valori medi riportati nel Grafico 60 è possibile notare che anche per i comportamenti in cui non sono comparse significatività statisticamente rilevanti, sussistono differenze tra i valori che indicano come i soggetti più giovani (fino a 12 mesi) mostrino una maggiore abilità nell'imitazione di tutti e 6 i comportamenti, se paragonati ai soggetti di età più avanzata (oltre 36 mesi).

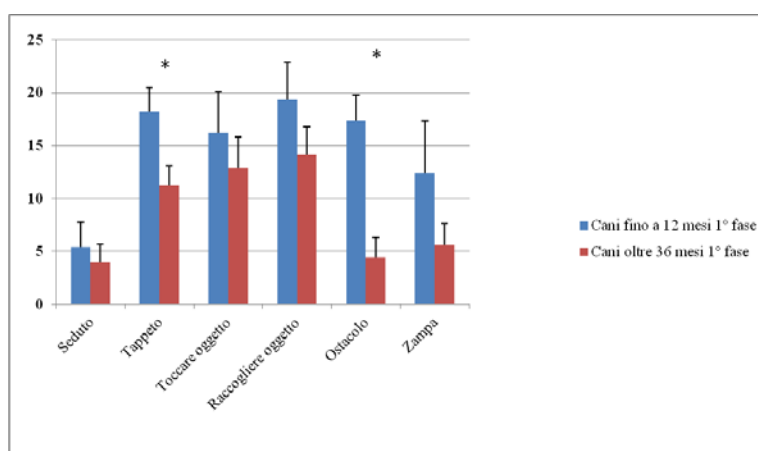


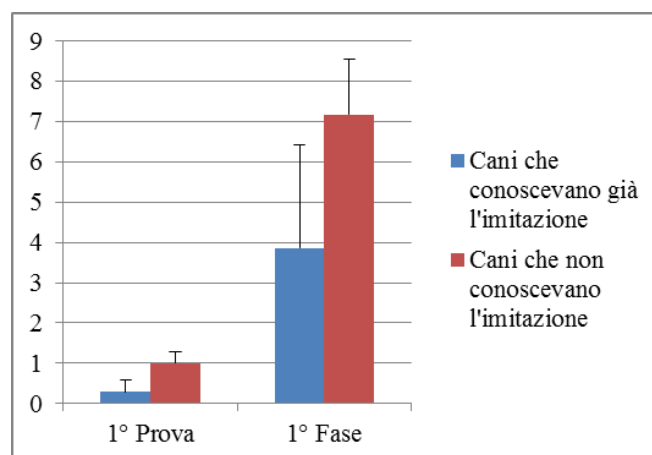
Grafico 60: confronto statistico eseguito tra le categorie cani fino a 12 mesi e cani oltre i 36 mesi nell'ambito della prima fase del *Mirror Test*.

I risultati osservati, relativi alle *performance* in base all'età dei cani, vanno a confermare i risultati di altri studi che hanno osservato grandi capacità imitative dei cuccioli nei confronti di un cane dimostratore. Adler e Adler (1977), per esempio, fecero un esperimento in cui, a cuccioli osservatori, fu permesso di guardare dei cani dimostratori apprendere per prove ed errori a tirare un nastro fissato ad un piccolo carrello contenente del cibo in modo da portare il cibo stesso all'interno delle loro gabbie. Dopo cinque sessioni di osservazione, ai cuccioli fu dato accesso al *set* sperimentale e furono cronometrati mentre svolgevano il compito assegnatogli. I dimostratori a 38 giorni di età, impiegavano 697 secondi nel tentare di risolvere il problema che gli veniva presentato, gli osservatori (che rammentiamo erano cuccioli) lo risolvevano in 9 secondi. A 60 giorni di età, i dimostratori impiegavano 595 secondi ad eseguire il compito che gli era stato affidato, mentre i cani osservatori impiegavano solo 40 secondi. Sabblert e Rasa (1997), invece, scoprirono che cuccioli tra 9 e 12 settimane di età, ai quali era stato concesso di osservare le madri cercare sacchetti contenenti sostanze stupefacenti, generalmente a 6 mesi si mostravano più abili nell'apprendere lo stesso compito se paragonati ad un gruppo di controllo a cui non era stato permesso di osservare le madri al lavoro.

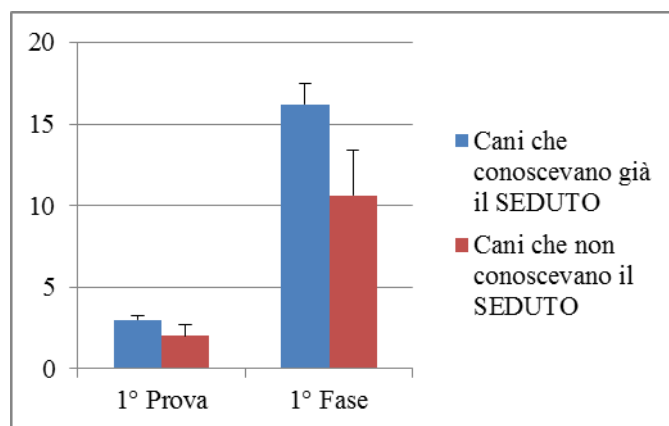
Abbiamo poi valutato le differenze esistenti tra soggetti che avevano già svolto esercizi inerenti l'imitazione e soggetti che non avevano svolto esercizi di questo tipo (Grafico 61); inoltre siamo andati a valutare, basandoci sulle risposte annotate sulle schede di valutazione, se erano presenti differenze tra cani che conoscevano già i 6 comportamenti presentati nel *Mirror Test* e cani che non conoscevano tali comportamenti (Grafici 62, 63, 64, 65, 66, 67). Ciò essenzialmente per stimare quanto questa discriminante, possa aver influito sulle *performance* dei soggetti.

Non è possibile osservare la presenza di differenze statisticamente significative fatta eccezione per l'esercizio del "salta l'ostacolo" in cui è possibile notare un debole significatività ( $p=0,048$  con  $Z=-1,978$ ), che indicherebbe i soggetti che già conoscevano questo tipo di esercizio, più abili nello svolgerlo rispetto ai soggetti che non conoscevano l'esercizio stesso (Grafico 66).

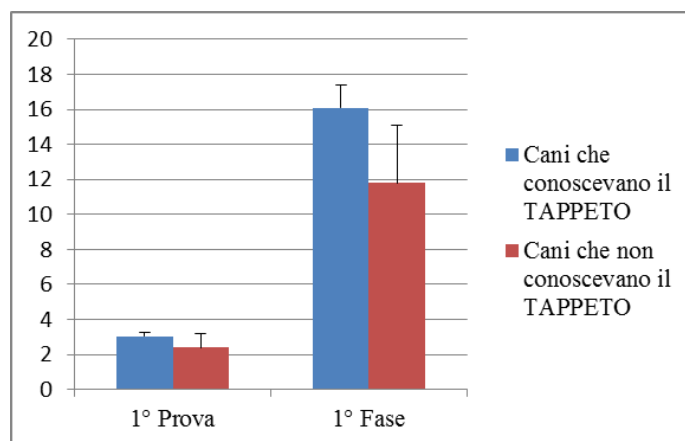
Osservando i Grafici 62, 63, 64, 65, 66, 67, è possibile notare, valutando i valori medi come, in linea generale, cani che prima di eseguire il *Mirror Test* conoscevano già gli esercizi dai noi proposti abbiano avuto *performance* migliori rispetto ai cani che non conoscevano tali esercizi.



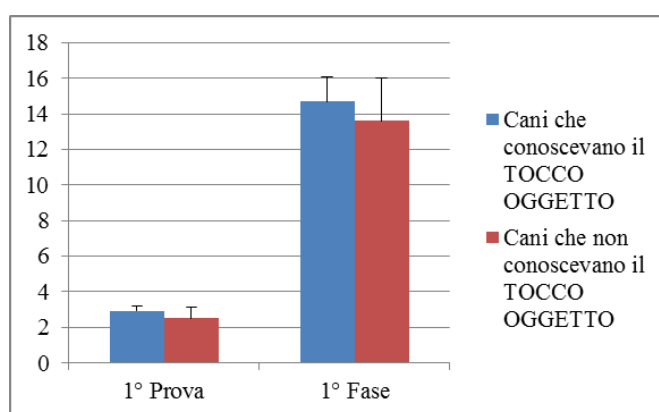
**Grafico 61: confronto statistico eseguito tra le categorie cani che conoscevano già esercizi di imitazione e cani che non conoscevano esercizi di imitazione quando hanno iniziato il *Mirror Test*. La valutazione è stata eseguita nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase del test.**



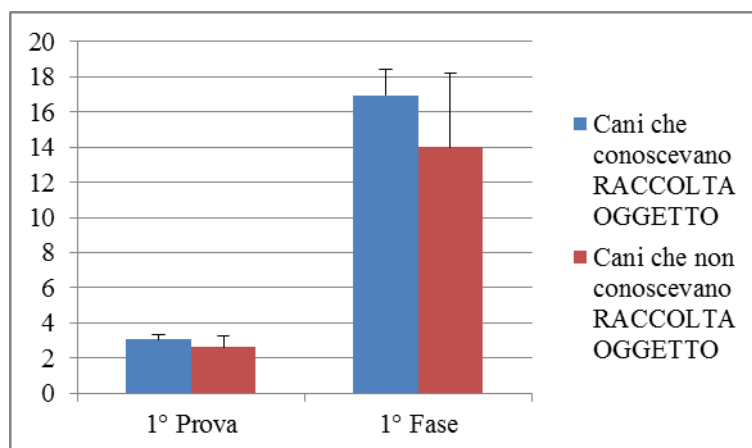
**Grafico 62:** confronto statistico eseguito tra le categorie: cani che conoscevano già l'esercizio del "SEDUTO" e cani che non conoscevano l'esercizio del "SEDUTO" quando hanno iniziato il *Mirror Test*. La valutazione è stata eseguita nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase del test.



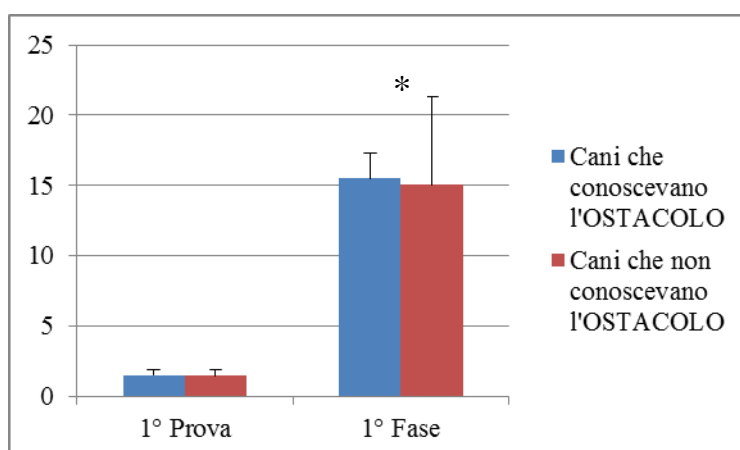
**Grafico 63:** confronto statistico eseguito tra le categorie: cani che conoscevano già l'esercizio del "SALIRE SUL TAPPETO" e cani che non conoscevano l'esercizio del "SALIRE SUL TAPPETO" quando hanno iniziato il *Mirror Test*. La valutazione è stata eseguita nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase del test.



**Grafico 64:** confronto statistico eseguito tra le categorie: cani che conoscevano già l'esercizio del "TOCCARE L'OGGETTO" e cani che non conoscevano l'esercizio del "TOCCARE L'OGGETTO" quando hanno iniziato il *Mirror Test*. La valutazione è stata eseguita nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase del test.

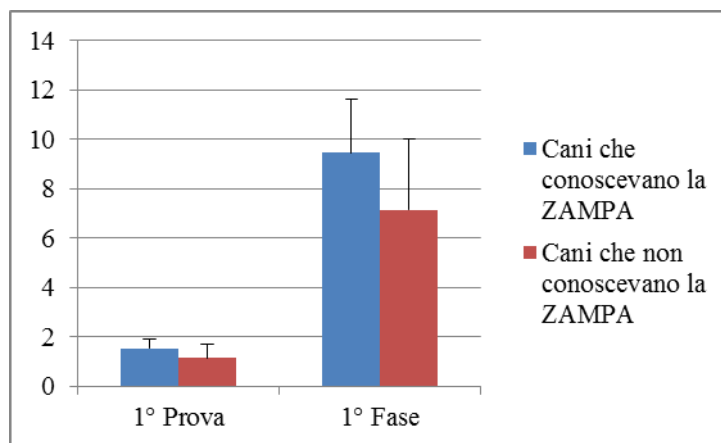


**Grafico 65:** confronto statistico eseguito tra le categorie: cani che conoscevano già l'esercizio di "RACCOLTA DELL'OGGETTO" e cani che non conoscevano l'esercizio di "RACCOLTA DELL'OGGETTO" quando hanno iniziato il *Mirror Test*. La valutazione è stata eseguita nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase del test.



**Grafico 66:** confronto statistico eseguito tra le categorie: cani che conoscevano già l'esercizio di "SALTO DELL'OSTACOLO" e cani che non conoscevano l'esercizio di "SALTO DELL'OSTACOLO" quando hanno iniziato il *Mirror Test*. La valutazione è stata eseguita nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase del test. Notare la presenza di significatività contrassegnata dall'asterisco.

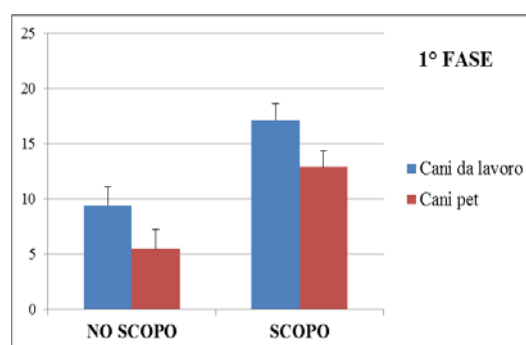
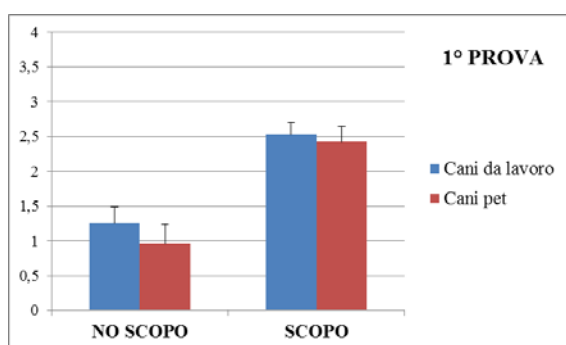
È importante fare una precisazione: quando è stato descritto il protocollo del test, tra le caratteristiche che dovevano possedere i comportamenti selezionati era previsto che tutti e 6 fossero conosciuti dal cane. Allora com'è possibile che nei grafici mostrati poco sopra vengano presi in considerazione soggetti che non conoscono i comportamenti scelti? Per rispondere a questa domanda possiamo avvalerci di un esempio; consideriamo il comportamento "seduto", tutti i cani si siedono spontaneamente, nelle più svariate circostanze e per i più svariati motivi, ma solo alcuni lo fanno su richiesta. Abbiamo considerato tra i cani che conoscevano il "seduto" quelli che lo avevano appreso per mezzo di altre tecniche di apprendimento ed erano in grado di mostrarlo a richiesta, mentre il comportamento, veniva indicato come non conosciuto nei soggetti che non erano in grado di eseguire l'esercizio in seguito richiesta. In ogni caso, questi ultimi soggetti, potevano comunque presentare il comportamento spontaneamente e quindi lo si poteva considerare come un comportamento adeguato ad essere selezionato per eseguire il *Mirror Test* perché comunque mostrato dal soggetto.



**Grafico 67:** confronto statistico eseguito tra le categorie: cani che conoscevano già l'esercizio del "DARE LA ZAMPA" e cani che non conoscevano l'esercizio del "DARE LA ZAMPA" quando hanno iniziato il *Mirror Test*. La valutazione è stata eseguita nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase del test.

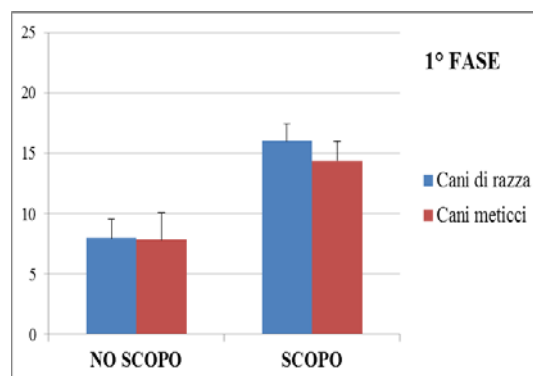
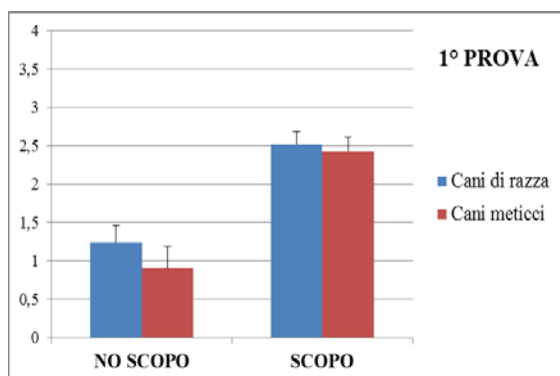
Un ulteriore confronto è stato eseguito tra gli esercizi caratterizzati da uno scopo e quelli privi di scopo. Spieghiamo meglio cosa intendiamo: consideriamo esercizi caratterizzati da uno scopo tutti quelli rivolti verso oggetti ("toccare oggetto", "raccogliere oggetto", "salire sul tappeto", "salto ostacolo") e per i quali il cane riesce ad avere ben chiara la finalità dell'esercizio stesso, mentre per esercizi privi di scopo intendiamo quelli a corpo libero ("seduto" e "dare la zampa"), non diretti verso un oggetto specifico e per i quali, il cane, fatica molto di più a comprenderne la finalità.

Inizialmente abbiamo preso in considerazione le 2 categorie cani da lavoro e cani *pet* ed abbiamo eseguito un confronto, nell'ambito della prima prova e della prima fase del *Mirror Test*, tra esercizi "con scopo" ed esercizi "senza scopo". Come è possibile vedere osservando i Grafici 68 e 69 non si osserva nessuna differenza statisticamente significativa, ma è possibile notare osservando i valori medi, come sia i cani da lavoro che i cani *pet* mostrino *performance* migliori nell'esecuzione di esercizi "con scopo" sia nell'ambito della prima prova sia della prima fase.



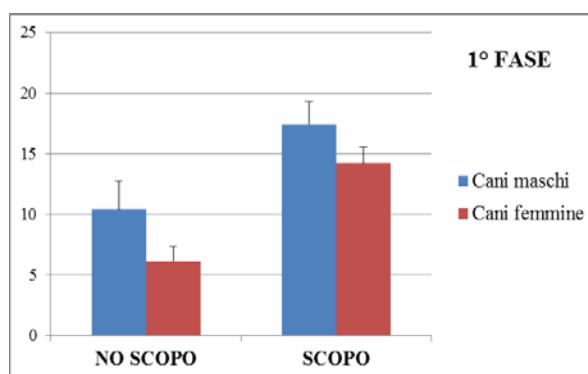
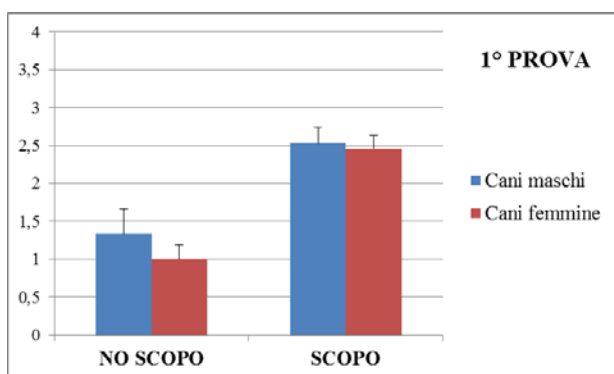
**Grafici 68 e 69:** sono state considerate le due categorie cani da lavoro e cani *pet* e si è eseguito nell'ambito della prova e della prima fase del test un confronto tra esercizi "con scopo" ed esercizi "privi i scopo"

Poi abbiamo considerato le 2 categorie cani di razza e cani meticci ed abbiamo eseguito un confronto nell'ambito della prima prova e della prima fase del test, sempre prendendo in considerazione gli esercizi "con scopo" e gli esercizi "senza scopo". Anche in questo caso non è stato possibile rilevare la presenza di una differenza statisticamente significativa (Grafici 70 e 71), ma osservando i valori medi si può notare come, sia i cani di razza, sia i cani meticci siano stati più abili nell'esecuzione di esercizi "con scopo".



Grafici 70 e 71: sono state considerate le due categorie cani di razza e cani meticci e si è eseguito nell'ambito della prova e della prima fase del test un confronto tra esercizi "con scopo" ed esercizi "privi i scopo"

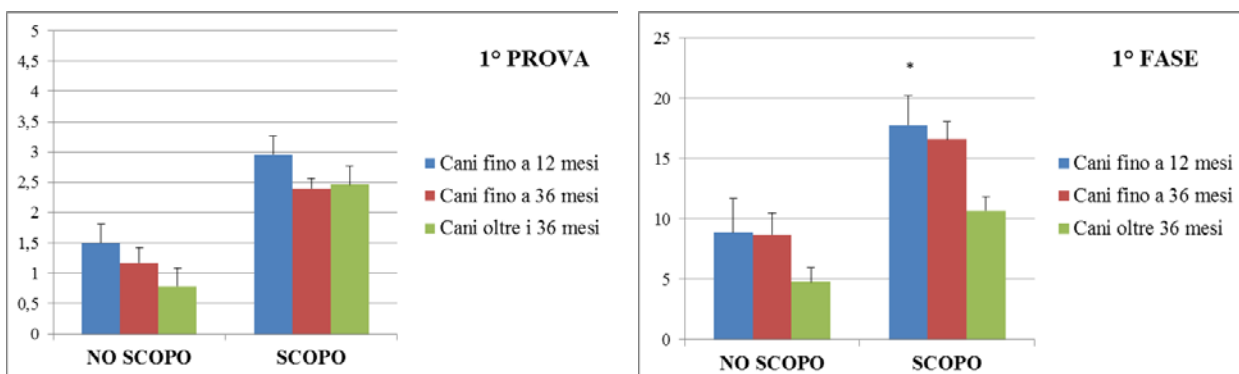
A questo punto abbiamo considerato le 2 categorie cani maschi e cani femmine ed abbiamo eseguito un confronto sempre nell'ambito della prima prova e della prima fase del test, tra esercizi "con scopo" e "senza scopo". Ancora una volta non è stato possibile rilevare la presenza di valori statisticamente significativi, ma osservando i valori medi (Grafici 72 e 73) è possibile notare come sia i cani maschi che le femmine abbiano mostrato *performance* migliori negli esercizi "con scopo" sia nell'ambito della prima prova che nell'ambito della prima fase del *Mirror Test*.



Grafici 72 e 73: sono state considerate le due categorie cani maschi e cani femmine e si è eseguito nell'ambito della prova e della prima fase del test un confronto tra esercizi "con scopo" ed esercizi "privi i scopo"

Infine sono state considerate le 3 categorie di età: fino a 12 mesi, fino a 36 mesi, oltre 36 mesi ed è stato eseguito un confronto, ancora una volta nell'ambito della prima prova e nell'ambito della prima fase de test, tra esercizi "con scopo" ed esercizi "senza scopo". Si è potuta osservare una differenza statisticamente significativa ( $p=0,026$ ) che indica come i cani nella fascia di età fino a 12 mesi nell'ambito della prima fase del test, abbiano avuto rendimenti migliori rispetto alle altre 2 categorie di età, negli esercizi "con scopo". Andando ad osservare i valori delle medie relative alle 3 categorie di età sia nell'ambito della prima prova sia nell'ambito della prima fase del test, si possono notare *performance* migliori dei soggetti appartenenti alle 3 categorie nei confronti degli esercizi "con scopo".





**Grafici 78 e 79:** sono state considerate le 3 categorie cani fino a 12 mesi, cani fino a 36 mesi e cani oltre 36 mesi e si è eseguito nell'ambito della prova e della prima fase del test un confronto tra esercizi "con scopo" ed esercizi "privi i scopo"

Prendendo in considerazione i cani che hanno eseguito il *Mirror Test* nella loro totalità, è possibile notare una differenza statisticamente significativa (per la precisione il massimo della significatività possibile) sia nell'ambito della prima prova ( $p=0.000$  con  $Z= -4,931$ ), sia nell'ambito della prima fase ( $p=0,000$  con  $Z= -4,051$ ) del test, tra esercizi "con scopo" ed "esercizi "senza scopo". Quindi, in generale, è possibile affermare che i cani testati, sono stati più abili nell'esecuzione di esercizi "con scopo"; quanto osservato, viene confermato da studi già presenti in letteratura, Pittavino *et al.*, (2011) e Ghidelli *et al.*, (2013).

Infine, basandoci sui dati ottenuti dalla compilazione della Tabella 20, che è stata compilata per ognuno dei cani testati, siamo andati a valutare se, nel corso dell'esercizio "*tocca l'oggetto*", i cani oggetto di studio, abbiano preferito eseguire il tocco prevalentemente con il muso o con la zampa. Sono state prese in considerazione le 6 ripetizioni dell'esercizio e sono state considerate 3 categorie in cui siamo andati ad eseguire la valutazione: cani che hanno partecipato al test nella loro totalità, cani da lavoro e cani *pet*. Nell'ambito dei cani nella loro totalità è stato possibile rilevare valori significativi relativi alla I ( $p=0,000$ ), alla III ( $p=0,002$ ), alla IV ( $p=0,040$ ) ed alla V ripetizione ( $p=0,007$ ); per altro tali valori risultano tendenzialmente molto alti e ci indicano andando a valutare i valori medi, che il tocco nell'ambito delle prove citate è avvenuto prevalentemente con il muso. Eseguendo la stessa valutazione però nell'ambito dei 2 gruppi: cani da lavoro e cani *pet* è stato possibile osservare la presenza di risultati statisticamente significativi nei cani da lavoro e precisamente in relazione alla I ( $p=0,001$ ), alla IV ( $p=0,008$ ) ed alla V ( $p=0,023$ ) ripetizione, ad indicare che nell'ambito di tali ripetizioni i cani lavoratori, per quel che riguarda l'esercizio di "*toccare l'oggetto*" hanno utilizzato prevalentemente il muso. Per quel che riguarda il gruppo dei cani *pet*, non sono comparse differenze statisticamente significative in nessuna delle ripetizioni nonostante, la tendenza ad eseguire il tocco utilizzando il muso, abbia prevalso rispetto alla tendenza a toccare l'oggetto servendosi della zampa.

Considerando che quando il dimostratore ha eseguito l'esercizio "*toccare l'oggetto*", lo ha fatto utilizzando la mano, potevamo attenderci che i cani eseguissero l'esercizio utilizzando prevalentemente la zampa; in realtà, osservando i dati riportati poco sopra, ciò non è stato. Questo potrebbe indicare la tendenza dei cani ad imitare l'azione che osservano eseguire da un modello, ma dopo aver eseguito una rielaborazione mentale personale e non pedissequamente.

Dei 35 soggetti sottoposti al *Mirror Test*, uno solamente tra i cani "*pet*" è arrivato alla seconda fase del protocollo sperimentale e dei 22 cani lavoratori, solo 5 sono passati alla Fase II dello stesso protocollo. Visto lo scarso numero di cani che hanno potuto proseguire l'*iter* sperimentale, non è stata eseguita alcuna indagine statistica, ma verrà eseguita solo una descrizione dei risultati ottenuti

I cani che hanno proseguito l'iter sperimentale sono stati in totale 6. Nella seconda fase del *Mirror Test* è stato semplicemente introdotto il comando "Ripeti" in relazione ai comportamenti della fase precedente quindi, i soggetti hanno facilmente superato questo *step* dopo una sola sessione sperimentale. Inoltre, i soggetti, in questa fase, hanno ottenuto risultati uniformi indipendentemente dal fatto che il comportamento fosse riferito ad un oggetto o meno. Dei 6 soggetti che hanno partecipato alla Fase II solo 4 hanno partecipato allo *step* successivo (Fase III); il numero dei soggetti sperimentali è drasticamente diminuito per cause lavorative e/o personali dei proprietari che hanno impedito loro di poter proseguire i test.

La Fase III ha rappresentato un ostacolo per i cani che l'hanno affrontata; sono state necessarie più sessioni lavorative per raggiungere la percentuale di comportamenti corretti necessaria per passare alla fase successiva e si è dovuto sostituire uno dei tre comportamenti iniziali previsti dal protocollo sperimentale. Probabilmente ciò è dovuto al fatto che i comportamenti considerati ("*detour*", "*togliere un oggetto da una scatola*" ed "*inserire oggetto nella scatola*"), erano più complessi e meno comuni per il cane. Sono state necessarie da 3 a 5 sessioni lavorative per permettere ai cani di raggiungere la percentuale di ripetizioni necessaria per passare alla fase IV. Il comportamento "*inserire un oggetto dentro ad una scatola*" è stato quello che ha ottenuto i punteggi minori sia dopo la prima ripetizione sia dopo la conclusione dell'intera sessione lavorativa (Grafico 80), infatti è stato sostituito con il comportamento "*salire sopra ad una pedana*" di legno. È possibile ipotizzare che il comportamento "*inserire un oggetto dentro ad una scatola*", sia stato quello che ha mostrato i punteggi minori in quanto la motivazione dei cani a portare a termine tale esercizio fosse troppo bassa. Liberarsi di un oggetto ambito come può essere una pallina, che normalmente viene impiegata per attività ludiche, per andare a collocarla in una scatola può non essere semplice.

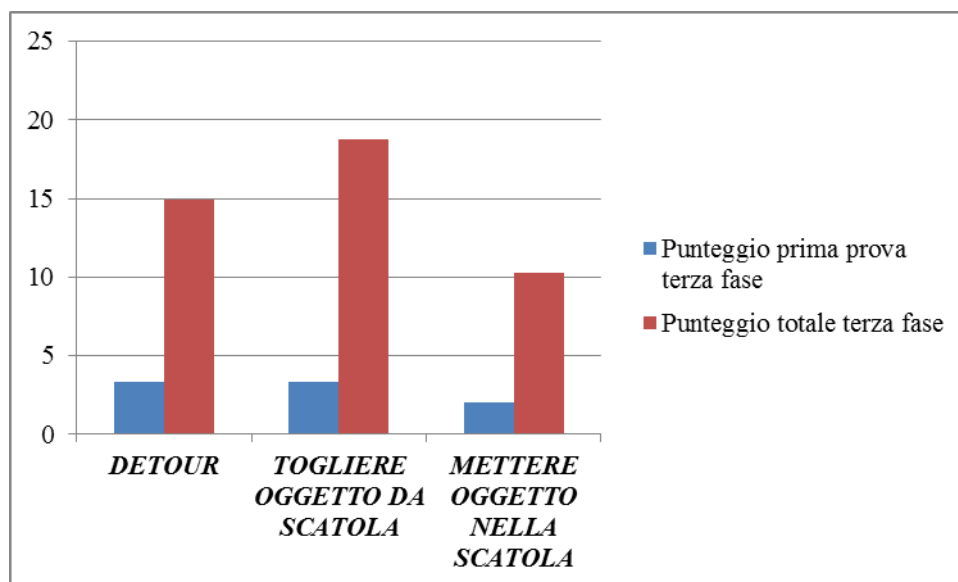


Grafico 80: grafico raffigurante ai valori medi relativi ai punteggi presentati al termine della prima prova ed della prima fase del terzo *step* del *Mirror Test*.

Dei 4 cani che hanno affrontato questa fase solo 2 sono passati alla successiva Fase IV, anche in questo caso i proprietari hanno avuto difficoltà nel proseguire i test. Nella Fase IV sono state considerate 3 sequenze di comportamenti di cui: le prime 2 formate da comportamenti ("*toccare oggetto*" + "*salire su pedana*"; "*salto ostacolo*" + "*estrarre pallina da una scatola*") e l'ultima, invece, da 3 comportamenti ("*salto ostacolo*" + "*salire su tappetino*" + "*raccogliere una pallina*"). I

---

comportamenti che hanno composto le sequenze, erano conosciuti dai cani perché erano gli stessi proposti nella Fase I e III del *Mirror Test*. Nella Fase IV, i soggetti hanno dovuto dimostrare di possedere capacità mnemoniche tali da permettergli di riproporre la sequenza di comportamenti nel giusto ordine. 2 cani “lavoratori” solamente hanno raggiunto questa fase e di questi, uno, ha potuto eseguire solo la prima sequenza formata da 2 comportamenti in serie. Dai risultati relativi a questi ultimi test, è possibile rilevare come, i soggetti, tendono a riproporre per primo o come unico comportamento, l’ultimo mostratogli dal proprietario a meno che quest’ultimo non aiuti il cane indicandogli la giusta sequenza di esercizi da svolgere. In alcuni casi, invece, i cani ripropongono il comportamento per loro più stimolante o che conoscono meglio, come il “*toccare l’oggetto*” nel caso della prima sequenza o il “*salire sul tappetino*” per quanto riguarda la terza, indipendentemente dall’ordine di presentazione.

Andiamo ora a valutare i risultati statistici relativi alle frequenze respiratorie/minuto rilevate all’inizio ed al termine della prima fase del *Mirror Test*. Sono state valutate le frequenze respiratorie/minuto all’inizio ed alla fine della prima fase del test nell’ambito di tutti i 35 cani testati ed in seguito sono stati valutati i 2 gruppi: cani da lavoro e cani *pet*.

Valutando la totalità dei cani è possibile rilevare la presenza di differenze statisticamente significative tra le frequenze respiratorie rilevate all’inizio del test ( $p=0,04$  con  $Z= -2,054$ ) e le frequenze respiratorie rilevate al termine dello stesso ( $p= 0,04$  con  $Z= -2,52$ ). È possibile osservare la presenza di frequenze respiratorie/minuto già piuttosto elevate nella fase iniziale del test, frequenze che si sono mantenute alte, anzi che si sono incrementate nella fase finale del test stesso. Non è semplice spiegare per quale motivo i cani presentassero già in partenza frequenze respiratorie/minuto elevate, è possibile ipotizzare che il fatto di trovarsi in un ambiente sconosciuto (*set* sperimentale), le condizioni climatiche (a volte i test sono stati eseguiti in tarda primavera estate) ed eventuali altri fattori a noi sconosciuti, possono aver contribuito a determinare questo innalzamento. Nel corso del test le frequenze respiratorie/minuto si sono mantenute alte ed anzi hanno avuto un incremento, come mostrano i valori medi delle frequenze respiratorie/minuto finali. L’innalzamento delle frequenze al termine della prima fase del test, potrebbe essere determinato da fattori ambientali (disagio di fronte al *set* sperimentale e/o agli sperimentatori, condizioni climatiche caratterizzate da temperature elevate che hanno portato i cani ad iperventilare), lieve disagio durante l’esecuzione del test stesso, può essere accaduto che alcuni soggetti, in questa fase iniziale del test, si siano trovati in difficoltà non comprendendo a pieno che cosa gli venisse richiesto (in stati di disagio/stress la frequenza respiratoria/minuto ha la tendenza ad innalzarsi) (Nagel *et al.*, 2003).

Andando a valutare le frequenze respiratorie all’inizio del test ed al termine dello stesso nelle 2 categorie considerate: cani da lavoro e cani *pet*, non si sono osservate differenze statisticamente significative (Grafico 81).

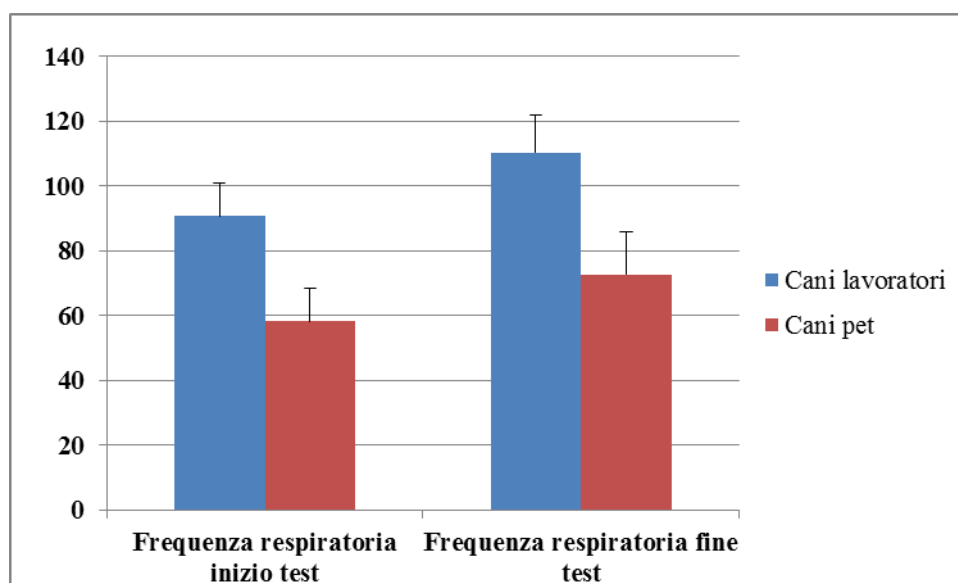


Grafico 81: frequenze respiratorie/minuto rilevate all'inizio della prima fase del test ed al termine della stessa nelle 2 categorie: cani da lavoro e cani *pet*.

Osservando i valori medi, è possibile notare come i cani da lavoro siano partiti da frequenze respiratorie/minuto più elevate all'inizio del test rispetto ai cani *pet*. Anche al termine del test le frequenze respiratorie/minuto dei cani da lavoro sono risultate più alte rispetto a quelle dei *pet*. Difficile dire se in fase iniziale, può aver giocato un ruolo determinante nell'incrementare le frequenze, l'aspettativa dei cani da lavoro per l'esecuzione di una nuova attività di collaborazione con i proprietari, non credo che i fattori ambientali possano essere chiamati in causa in quanto non sono stati diversi per i due gruppi di cani. I valori delle frequenze respiratorie al termine della prova, possono aver subito un maggiore incremento nei cani da lavoro in conseguenza ad un maggior entusiasmo dei soggetti rivolto verso la nuova attività, oppure questa nuova tipologia di *training* può essere risultata spiazzante per cani abituati a tipologie di addestramento totalmente diverse ed aver creato un certo disagio nei soggetti. Sarebbe necessario effettuare ulteriori approfondimenti per poter avere risposte più precise che potessero avallare o smentire le nostre ipotesi.

Prendiamo in considerazione i dati relativi alle temperature ottenute per mezzo delle scansioni termografiche. Le scansioni sono state eseguite all'inizio ed al termine della prima fase del *Mirror Test* e sono state realizzate in 20 cani. Come già accennato sono state eseguite 3 scansioni termografiche all'inizio ed al termine del test: una scansione del muso, una scansione *total-body* del fianco sinistro ed una scansione *total-body* del fianco destro. Le immagini sono state elaborate per mezzo di un *software* preposto THERMACAM™ QUICK REPORT. Siamo andati a rilevare la temperatura a livello oculare in quanto ci sono studi (Houe, 1999), che sostengono che a livello oculare e nasale è possibile mettere in risalto maggiori incrementi termici. Grazie ad un particolare puntatore il *software* ci ha permesso di selezionare una zona dell'immagine ed ottenere il valore medio della temperatura rilevata in ogni *pixel* selezionato in quella zona.

Le temperature così ottenute sia per l'occhio destro che per l'occhio sinistro all'inizio ed al termine della prova, sono state elaborate statisticamente per mezzo di test statistici non parametrici. Sono state prese in considerazione le seguenti categorie tra le quali sono stati eseguiti i confronti:

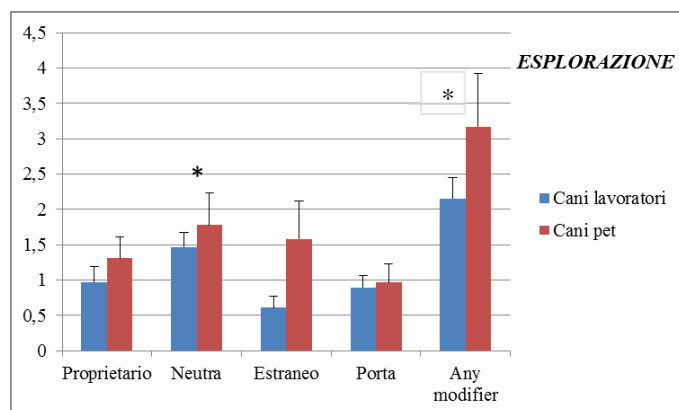
- media temperatura iniziale occhio destro;
- media temperatura finale occhio destro;

- 
- media temperatura iniziale occhio sinistro;
  - media temperatura finale occhio sinistro;
  - somma delle temperature medie dell'occhio destro e dell'occhio sinistro in fase iniziale;
  - somma delle temperature medie dell'occhio destro e dell'occhio sinistro in fase finale.

Andando ad eseguire confronti tra le temperature iniziali rilevate nell'occhio destro e le temperature iniziali rilevate nell'occhio sinistro, tra le temperature finali rilevate nell'occhio destro e le temperature finali rilevate nell'occhio sinistro e tra le temperature iniziali di entrambi gli occhi (dx. e sx.) e le temperature finali di entrambi gli occhi (dx. e sx.), non sono comparse differenze statisticamente significative. Ed anche valutando la temperatura complessiva dell'occhio sinistro (temperatura occhio sinistro in fase iniziale + temperatura occhio sinistro in fase finale), la temperatura complessiva dell'occhio destro (temperatura occhio destro in fase iniziale + temperatura occhio destro in fase finale) e la somma delle temperature dei 2 (temperatura complessiva occhio destro + temperatura complessiva occhio sinistro) non si sono rilevate differenze statisticamente significative. Probabilmente non sono comparse differenze significative in conseguenza alla ridotta numerosità del campione esaminato. In ogni caso le temperature non hanno mostrato particolari differenze tra la fase iniziale del test e la fase finale, come dimostrano anche i valori medi rilevati, ciò potrebbe farci ipotizzare che i soggetti testati, nei quali è stato possibile eseguire le misurazioni termografiche hanno eseguito il *Mirror Test* in assenza di stress. In letteratura ci sono dati che affermano che in caso di stress si assiste ad un aumento della temperatura corporea, conseguente ad un innalzamento dell'attività metabolica dell'organismo, conseguente ad una maggiore richiesta di ossigeno, legata ad un incremento della frequenza cardiaca e della tensione muscolare conseguenti ad uno stato di stress (Nagel *et al.*,2003), quindi essendo le variazioni di temperatura da noi rilevate minime, potremmo affermare che i soggetti che hanno partecipato al nostro studio, abbiano eseguito la prima fase del *Mirror Test* senza disagi o stress particolari. Tuttavia essendo il campione da noi esaminato piuttosto esiguo sarebbe opportuno eseguire ulteriori approfondimenti sull'argomento.

Infine, procediamo con la valutazione dei risultati ottenuti dall'elaborazione statistica dei dati ricavati dalle analisi comportamentali quali-quantitative relative allo *Strange Situation Test*. Sono state prese in considerazione per i comportamenti da noi esaminati (Tabella 21), le frequenze/minuto e le durate percentuali.

Cominciamo con il prendere in considerazione le frequenze/minuto. Sono stati messi a confronto i cani lavoratori ed i cani *pet* poi si è proceduto andando a valutare la presenza di differenze statisticamente significative nell'ambito dei 6 episodi del test. Procediamo con il confronto tra le 2 categorie cani da lavoro e cani *pet*. Iniziamo con il prendere in considerazione i comportamenti relativi alla categoria comportamentale “*esplorazione*”, è possibile notare la presenza di differenze statisticamente significative a carico del comportamento “*esplorazione neutra*” ( $p=0,031$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,026$ ) come mostrato nel Grafico 82 riportato di seguito.

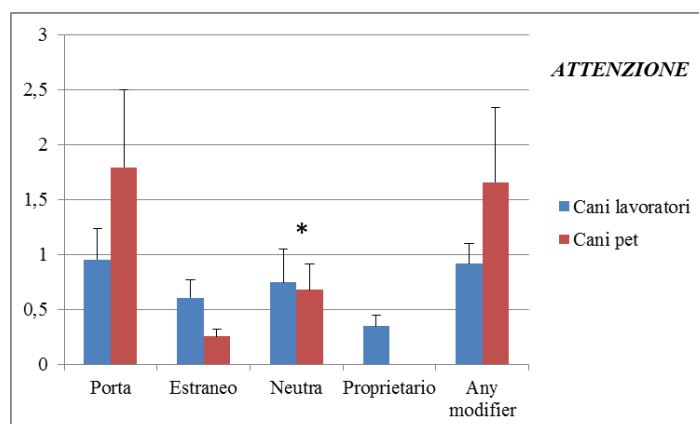


**Grafico 82:** grafico relativo alla categoria di comportamenti “*esplorazione*”, è stato eseguito un confronto tra le due categorie cani da lavoro e cani *pet*, notare la presenza di differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*esplorazione neutra*” ed “*any modifier*”.

È possibile affermare che i cani *pet* mostrano i comportamenti per i quali è comparsa la significatività, un numero di volte superiore rispetto ai cani lavoratori.

Andando ad osservare i valori medi relativi agli altri comportamenti appartenenti al gruppo “*esplorazione*”, è possibile notare come i cani *pet* li presentino più frequentemente rispetto ai cani “lavoratori” ciò ci viene indicato anche dalla significatività a carico di “*any modifier*”.

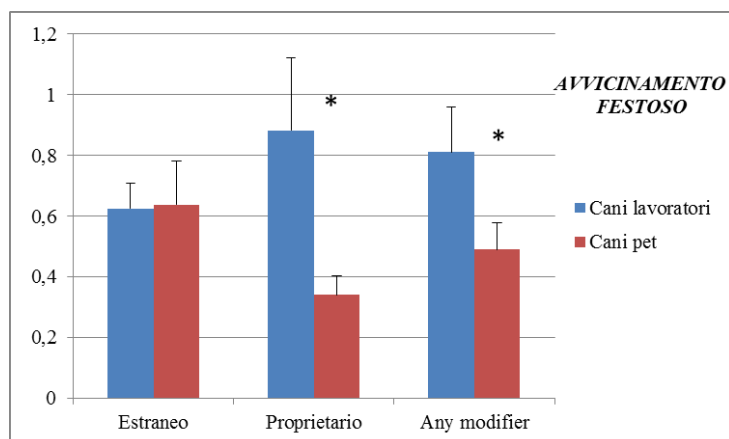
Prendiamo ora in considerazione il gruppo di comportamenti appartenenti alla categoria “*attenzione*”, è possibile notare la presenza di una differenza statisticamente significativa a carico del comportamento “*attenzione neutra*” ( $p=0,035$ ) (Grafico 83).



**Grafico 83:** grafico relativo alla categoria di comportamenti “*attenzione*”, è stato eseguito un confronto tra le due categorie cani da lavoro e cani *pet*, notare la presenza di differenze statisticamente significative a carico del comportamento “*attenzione neutra*”.

Tale comportamento si presenta più frequentemente nei cani da lavoro rispetto ai cani *pet*, come dimostrato dai valori medi visualizzati nel grafico.

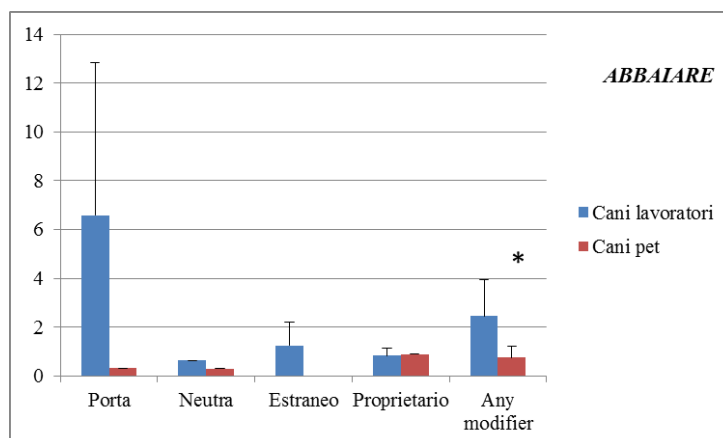
Prendendo ora in considerazione la categoria di comportamenti “*avvicinamento festoso*”, notiamo la presenza di differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*avvicinamento festoso proprietario*” ( $p=0,005$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,000$ ) per altro a carico di quest’ultimo comportamento rileviamo la massima significatività possibile (Grafico 84)



**Grafico 84:** grafico relativo alla categoria di comportamenti “*avvicinamento festoso*”, è stato eseguito un confronto tra le due categorie cani da lavoro e cani *pet*, notare la presenza di differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*avvicinamento festoso proprietario*” ed “*any modifier*”.

È possibile affermare che i cani da lavoro mostrino più frequentemente il comportamento di “*avvicinamento festoso al proprietario*” ed in generale è possibile dire che i comportamenti facenti parte della categoria “*avvicinamento festoso*” sono maggiormente presentati dai cani da lavoro rispetto ai cani *pet*.

Ora prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti “*abbaiare*”, è possibile rilevare un differenza statisticamente significativa a carico di “*any modifier*” ( $p=0,044$ ), ciò indica che tutti i comportamenti appartenenti a questo gruppo o la maggior parte di essi, sono mostrati più frequentemente dai cani “*lavoratori*” (Grafico 85).

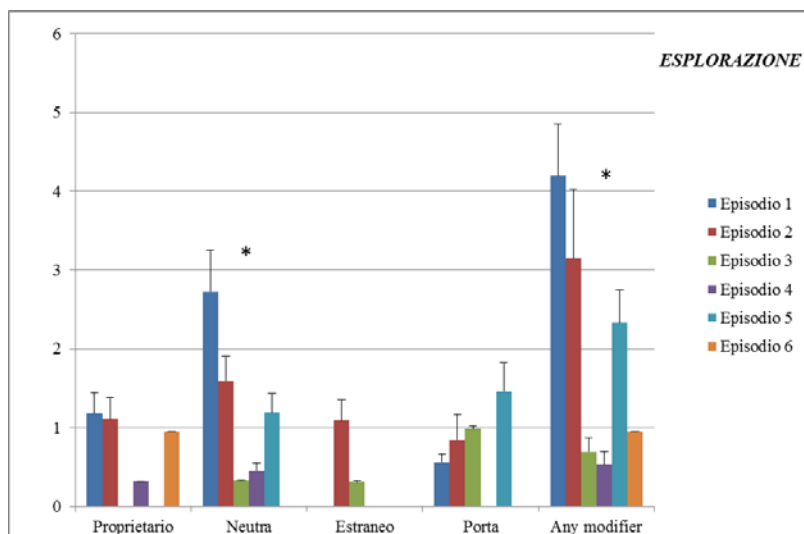


**Grafico 85:** grafico relativo alla categoria di comportamenti “*abbaiare*”, è stato eseguito un confronto tra le due categorie cani da lavoro e cani *pet*, notare la presenza di differenze statisticamente significative a carico di “*any modifier*”.

L’abbaiato, potrebbe essere interpretato come un comportamento di disagio, quindi il fatto che i cani da lavoro lo abbiano presentato più spesso rispetto ai cani *pet*, potrebbe indicare che negli episodi in cui si è verificato il distacco dal proprietario i soggetti abbiano presentato maggiori difficoltà nel distacco dai proprietari; quanto affermato potrebbe farci pensare che i cani in questione siano più attaccati ai proprietari rispetto ai cani *pet*. Non avendo la possibilità di valutare in quali episodi si siano presentati più frequentemente i comportamenti relativi all’abbaiato, non possiamo essere certi che siano da mettere in relazione al disagio indotto dalla separazione. Tali comportamenti infatti potrebbero essere da mettere in relazione con richieste di attenzione, gioco, ecc.

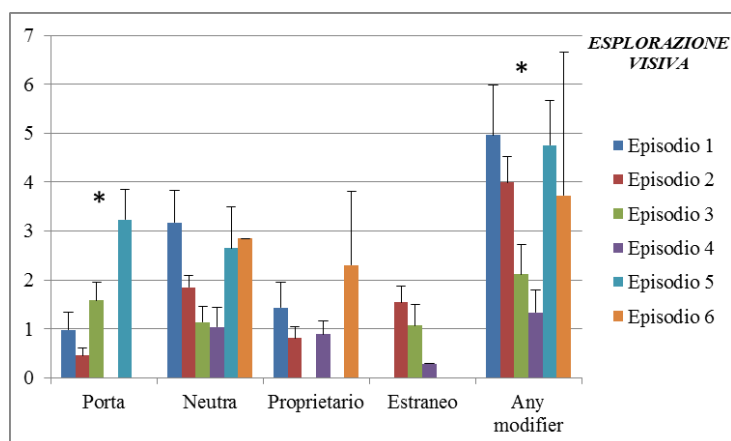
Ora consideriamo il confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi che compongono lo *Strange Situation Test*. Prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti “*esplorazione*”;

osserviamo la presenza di 2 differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*esplorazione neutra*” ( $p=0,01$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,004$ ) (Grafico 86).



**Grafico 86:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*esplorazione*”, è possibile notare una differenza statisticamente significativa a carico dei comportamenti “*esplorazione neutra*” ed “*any modifier*”.

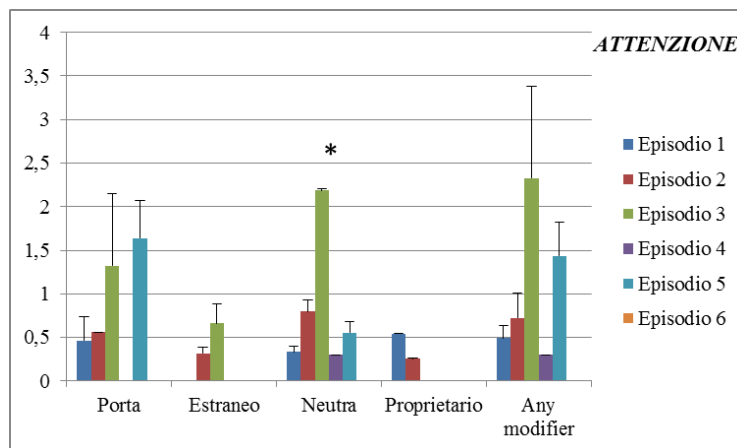
Una delle significatività evidenziate, ci indica che il comportamento di “*esplorazione neutra*” è stato osservato più frequentemente nell’episodio 1 del test, ciò è da attribuire probabilmente alla curiosità dei soggetti che sono stati introdotti in un ambiente nuovo in cui era allestito un *set* sperimentale caratterizzato da diversi oggetti. Anche in questo caso si è potuto osservare un significatività a carico di “*any modifier*” che ci indica come, in generale, i comportamenti facenti parte del gruppo “*esplorazione*”, siano stati più frequentemente presentati nell’episodio 1. Come già accennato, è logico pensare che ciò sia avvenuto in relazione al fatto che nell’episodio 1, i cani si sono trovati in un ambiente nuovo che probabilmente hanno esplorato con particolare interesse. Prendiamo ora in considerazione la categoria di comportamenti “*esplorazione visiva*” è possibile osservare 2 differenze statisticamente significative, una a carico del comportamento “*esplorazione visiva porta*” ( $p=0,033$ ), ed una a carico del comportamento “*any modifier*” ( $p=0,028$ ) (Grafico 87).



**Grafico 87:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*esplorazione visiva*”, è possibile notare una differenza statisticamente significativa a carico dei comportamenti “*esplorazione visiva porta*” ed “*any modifier*”.



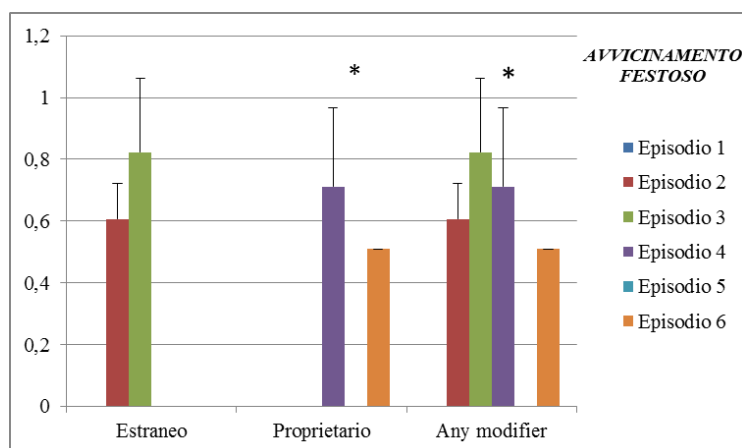
Notare come il comportamento “*esplorazione visiva porta*” sia comparso più frequentemente nell’episodio 5 che è proprio quello in cui il cane è stato lasciato solo, in generale però i comportamenti appartenenti alla categoria “*esplorazione visiva*” sono stati maggiormente presentati nell’episodio 1. Anche in questo caso ciò potrebbe essere legato al fatto che il cane si trovava in un ambiente nuovo che ha tentato di conoscere per mezzo dell’esplorazione. Il fatto che il comportamento di “*esplorazione visiva porta*” sia stato più frequentemente presentato nell’episodio 5 indica la possibilità di un disagio da parte dei cani testati al momento del distacco dal proprietario. Consideriamo la categoria di comportamenti denominata “*attenzione*” osserviamo una differenza statisticamente significativa a carico del comportamento “*attenzione neutra*” ( $p=0,000$ ), si tratta per altro della massima significatività possibile (Grafico 88).



**Grafico 88:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*attenzione*”, è possibile notare una differenza statisticamente significativa a carico del comportamento “*attenzione neutra*”.

Il comportamento di “*attenzione neutra*” è stato mostrato più frequentemente nell’episodio 3 in cui il cane rimane solo con l’estraneo.

Consideriamo ora la categoria di comportamenti “*avvicinamento festoso*”; notare la presenza di differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*avvicinamento festoso al proprietario*” ( $p=0,000$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,000$ ), è possibile notare la massima significatività possibile per entrambi questi comportamenti (Grafico 89).

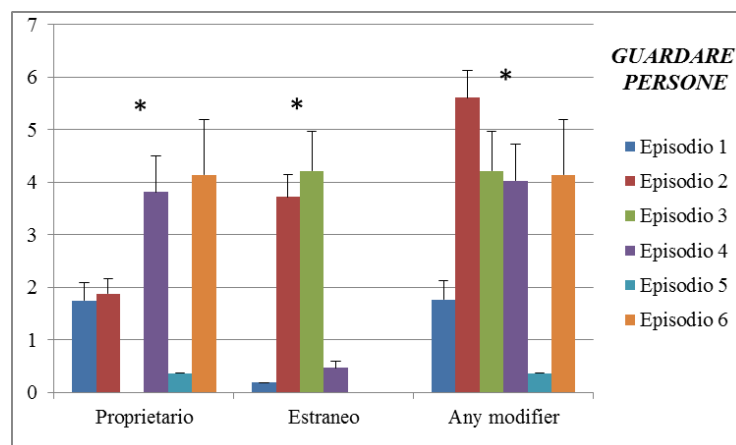


**Grafico 89:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*avvicinamento festoso*”, è possibile notare una differenza statisticamente significativa a carico dei comportamenti “*avvicinamento festoso proprietario*” ed “*any modifier*”.

Il comportamento di “*avvicinamento festoso al proprietario*” si è osservato più frequentemente nell’episodio 4 dell’SST, episodio nel quale si assiste al primo ricongiungimento dopo il primo distacco tra cane e proprietario, ciò può essere indicativo di come i cani siano stati felici di rivedere il proprietario in seguito all’allontanamento, oppure abbiano “sfogato” lievi disagi ed ansie accumulati in conseguenza al distacco, per mezzo dell’emissione di tale comportamento. Per quel che riguarda in generale l’insieme dei comportamenti facenti parte della categoria “*avvicinamento festoso*”, essi sono più frequentemente rappresentati nell’ambito dell’episodio 3 quello in cui il cane è solo con l’estraneo, a dimostrazione del buon grado di socievolezza dei soggetti da noi testati.

Per quanto riguarda la categoria di comportamenti “*greeting moderato*” è possibile osservare una significatività a carico di “*any modifier*” ( $p=0.014$ ); i comportamenti facenti parte di questo gruppo sono stati più frequentemente rappresentati nell’episodio 6 che è quello in cui si verifica il secondo ricongiungimento tra cane e proprietario (nell’episodio 5 il cane rimane solo completamente). Ciò potrebbe sottendere un lieve disagio avvertito dai cani testati una volta sono rimasti soli.

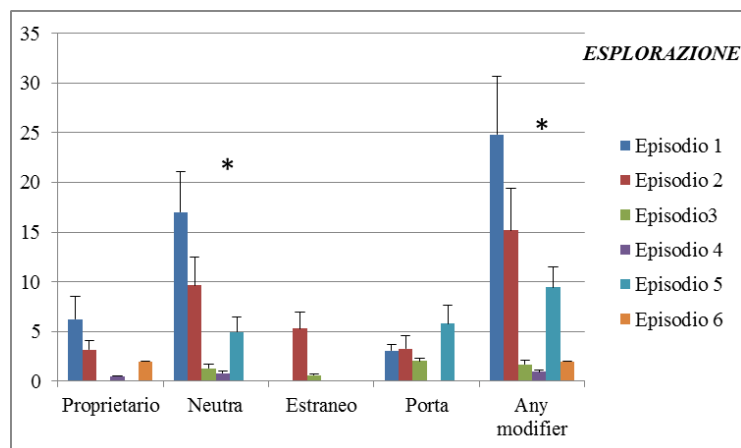
Infine, prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti “*guardare persone*”, è possibile osservare la presenza di differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*guardare proprietario*” ( $p=0,05$ ); “*guardare estraneo*” ( $p=0,024$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,007$ ). (Grafico 90).



**Grafico 90:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*guardare persone*”, è possibile notare differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*guardare proprietario*”; “*guardare estraneo*” ed “*any modifier*”.

Il comportamento “*guardare il proprietario*” è stato osservato più frequentemente durante l’episodio 6 dello *Strange Situation Test*, episodio in cui si verifica il secondo ricongiungimento con il proprietario; ciò potrebbe indicare uno stato di apprensione avvertito dal cane che ha mantenuto lo sguardo maggiormente direzionato verso il proprietario quasi a sincerarsi che non si allontanasse nuovamente lasciandolo solo. Per quanto riguarda il comportamento “*guarda estraneo*” questo si osservato più frequentemente nell’episodio 3 nel quale il cane era solo con l’estraneo appunto. Per ultimo “*any modifier*” indica come, in generale, i comportamenti facenti parte della categoria “*guarda persone*” siano stati più frequentemente rappresentati nell’episodio 2 (cane + proprietario + estraneo) dello *Strange Situation Test*.

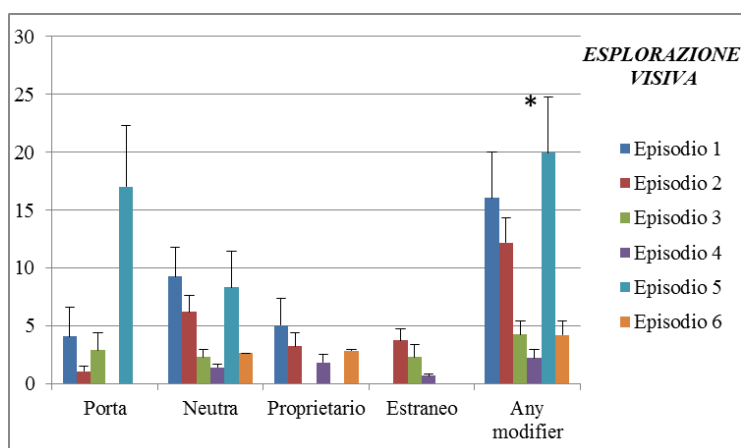
Ora procediamo con il prendere in considerazione le durate percentuali relative ai comportamenti esaminati. Cominciamo con il valutare le differenze statistiche a carico dei 6 episodi dell’SST; esaminiamo la categoria di comportamenti “*esplorazione*”; è possibile notare differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*esplorazione neutra*” ( $p=0,023$ ) ed “*any modifier*” ( $p=0,004$ ) come mostrato dal Grafico 91.



**Grafico 91:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*esplorazione*”, è possibile notare differenze statisticamente significative a carico dei comportamenti “*esplorazione neutra*” ed “*any modifier*”.

È possibile osservare come il comportamento di “*esplorazione neutra*” venga mostrato dai cani per tempi significativamente superiori nel episodio 1 dell’SST, ciò concorderebbe con quanto già osservato in relazione alle frequenze/minuto e sarebbe indicativo del fatto che nell’episodio 1 i cani, trovandosi in un ambiente nuovo, avrebbero dedicato maggior tempo all’esplorazione dello stesso. Il fatto che anche “*any modifier*” abbia presentato una durata percentuale statisticamente significativa indica come, in generale, tutti i comportamenti facenti parte della categoria “*esplorazione*” siano comparsi per tempi superiori; ciò si è verificato prevalentemente nell’episodio 1 dell’SST.

Prendiamo ora in considerazione la categoria di comportamenti “*esplorazione visiva*”, è possibile osservare una differenza statisticamente significativa a carico di “*any modifier*” ( $p=0,001$ ) come si può osservare nel Grafico 92 presentato di seguito.

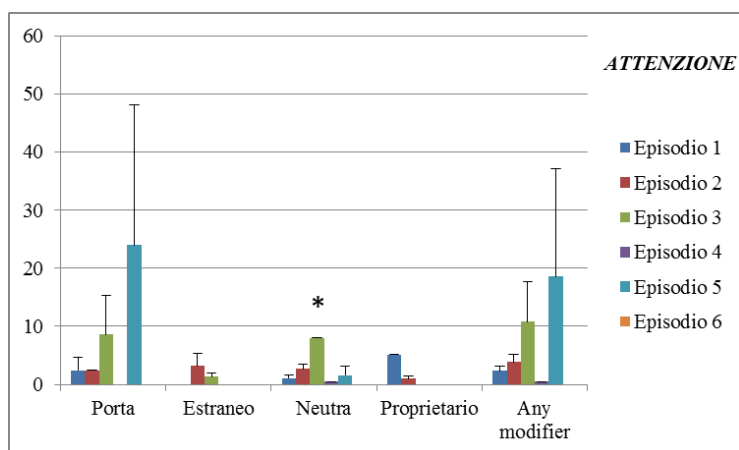


**Grafico 92:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*esplorazione visiva*”, è possibile notare differenze statisticamente significative a carico del comportamento “*any modifier*”.

I comportamenti appartenenti alla categoria “*esplorazione visiva*”, sono apparsi in generale, per più tempo nell’episodio 5 dell’SST, episodio in cui il cane si trovava da solo. I comportamenti di “*esplorazione visiva*” non essendo presenti né il proprietario, né l’estraneo sono stati orientati verso la porta, come già mostrato anche nel Grafico 87, relativo alla frequenze/minuto, ed l’ambiente in generale. Osserviamo prendendo in considerazione i valori medi, come il comportamento di

“*esplorazione visiva porta*” sia comparso per più tempo nell’episodio 5 dell’SST (cane da solo). Probabilmente, tale comportamento, può essere stato presentato più frequentemente e per tempi maggiori proprio nell’episodio 5 in cui il cane, rimasto solo, ha orientato la sua attenzione verso la porta in attesa del ritorno del proprietario.

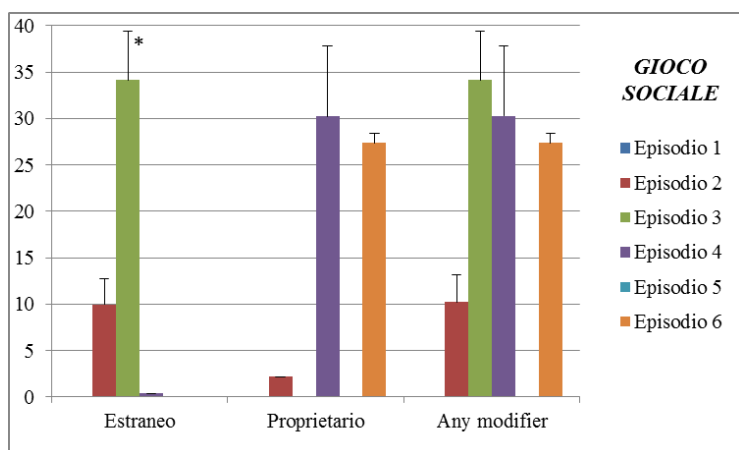
Ora andiamo a considerare la categoria di comportamenti appartenenti al gruppo “*attenzione*”, è possibile osservare una differenza statisticamente significativa a carico del comportamento “*attenzione neutra*” ( $p=0,001$ ) come è possibile notare dal Grafico 93 presentato in seguito.



**Grafico 93:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*attenzione*”, è possibile notare differenze statisticamente significative a carico del comportamento “*attenzione neutra*”.

Osserviamo come il comportamento di “*attenzione neutra*” si sia presentato più frequentemente e per più tempo nell’episodio 3 dell’SST; episodio in cui il cane è rimasto solo con l’estraneo. È possibile che in questa fase, il cane rimasto lontano dal proprietario, ma comunque non del tutto solo, abbia focalizzato la sua attenzione sull’ambiente senza però esprimere comportamenti maggiormente legati al disagio conseguente al distacco dal padrone. Quindi è possibile che la figura dell’estraneo, sia in parte sufficiente a ridurre lo stato di lieve disagio conseguente al distacco.

Infine prendiamo in considerazione la categoria di comportamenti “*gioco sociale*” è possibile notare una differenza statisticamente significativa a carico del comportamento “*gioco sociale con estraneo*” ( $p=0,045$ ) come è possibile osservare nel Grafico 94 riportato poco sotto.



**Grafico 94:** confronto statistico eseguito nell’ambito dei 6 episodi del SST, è stata presa in considerazione la categoria di comportamenti “*gioco sociale*”, è possibile notare differenze statisticamente significative a carico del comportamento “*gioco sociale con estraneo*”.

---

Il comportamento citato si è presentato per più tempo nell'episodio 3 dell'SST (cane + estraneo); ciò è indicativo di come, i cani da noi testati, abbiano mostrato un buon grado di socievolezza nei confronti dell'estraneo e riuscendo ad interagire con esso in assenza del proprietario. I cani testati hanno esibito un comportamento indicativo di una ridotta presenza di stress in questa fase sperimentale.

Per quanto riguarda le indagini statistiche relative ai 2 gruppi cani da lavoro e cani *pet*, è stato possibile rilevare differenze statisticamente significative a carico della 2 categorie di comportamenti "esplorazione" ed "esplorazione visiva". In entrambi i casi è comparsa una significatività a carico di "any modifier" rispettivamente con valori di  $p=0,002$  ("any modifier" nella categoria "esplorazione" e  $p=0,018$  ("any modifier" nella categoria "esplorazione visiva"). Possiamo dire che i cani lavoratori hanno mostrato i comportamenti di "esplorazione" ed "esplorazione visiva" nel loro complesso, per tempi più lunghi rispetto ai cani *pet*. Ciò è stato in parte osservato anche nell'ambito della frequenza/minuto (per quanto riguarda la categoria di comportamenti denominata "esplorazione"). Quanto affermato, può essere indicativo del fatto che l'esplorazione si presenta più sviluppata nei soggetti lavoratori che potrebbero essere più abituati a ricevere informazioni dal contesto ambientale in cui si trovano, in conseguenza all'attività da loro svolta.

#### 6.4.11 Conclusioni

Il primo obiettivo che ci eravamo posti era quello di verificare se nei cani esistesse una capacità imitativa e se ci fossero differenze tra cani "lavoratori" e cani "*pet*". Osservando i risultati in nostro possesso possiamo affermare con certezza che i cani mostrino capacità di apprendimento sociale per imitazione (massimi valori di significatività sia nell'ambito della prima prova  $p=0,000$ , sia nell'ambito della prima fase  $p=0,000$ ), ottenendo punteggi più elevati negli esercizi che prevedono comportamenti riferiti ad oggetti (esercizi "con scopo") rispetto ad esercizi a corpo libero come il seduto o il dare la zampa (esercizi "senza scopo"), probabilmente perché in caso di utilizzo di oggetti, per il cane, è stato più semplice attribuire una finalità alle sue azioni e ciò ha contribuito a stimolare l'imitazione. Detto ciò, non sono state evidenziate differenze statisticamente significative nei risultati ottenuti dai cani "lavoratori" rispetto a quelli ottenuti dai cani "*pet*". Andando ad osservare i valori medi relativi ai risultati ottenuti, è possibile osservare come le *performance* dei cani lavoratori abbiano la tendenza ad essere migliori rispetto a quelle dei cani *pet*. Non sono state rilevate differenze sostanziali andando a confrontare cani di razza e meticci e cani di sesso maschile e femminile anche se, osservando i valori medi ottenuti, è stato possibile notare come le femmine sembrano più abili nell'eseguire esercizi di imitazione. Andando a considerare l'età dei soggetti testati non sono comparse differenze statisticamente significative, ma i valori medi rilevati ci permettono di affermare che i cani appartenenti alla categoria d'età "fino a 12 mesi", quindi i più giovani, siano stati più capaci nello svolgere esercizi di imitazione se paragonati ai soggetti facenti parte della altre 2 categorie (cani fino a 36 mesi e cani oltre 36 mesi). Per quel che riguarda il confronto tra cani che conoscevano già gli esercizi proposti e quelli che non li conoscevano, anche in questo caso, non sono comparse differenze statisticamente rilevanti degne di nota, se non a carico del comportamento "*salto ostacolo*". In ogni caso, osservando i valori medi, è possibile affermare che esiste una tendenza dei soggetti che già conoscevano gli esercizi di imitazione, a presentare *performance* migliori nell'esecuzione di tutti e 6 i comportamenti presentati nella prima fase del *Mirror Test*.

---

Per quel che riguarda l'esercizio "toccare l'oggetto" è possibile evidenziare come i soggetti testati lo abbiano eseguito prevalentemente utilizzando il muso piuttosto che la zampa. In alcune delle 6 ripetizioni svolte (I, III, IV e V) si sono potute osservare differenze statisticamente significative tra le 2 modalità di esecuzione dell'esercizio mentre per le restanti prove (II e VI) una tendenza dei valori medi che indicano come i cani abbiano preferito eseguire l'esercizio utilizzando il muso. Andando a scomporre il campione nelle 2 categorie, cani da lavoro e *pet*, è possibile osservare una tendenza dei valori medi in tutte e 6 le ripetizioni, ed in entrambe le categorie di soggetti ad eseguire l'esercizio di "tocco dell'oggetto" sfruttando il muso, nei cani lavoratori sono comparse anche differenze statisticamente significative per quel che riguarda alcune ripetizioni (I, VI e V). Nel complesso è possibile affermare come l'uso del muso per eseguire il "tocco dell'oggetto" sia stato preponderante. Ciò potrebbe indicare la capacità dei cani di eseguire una rielaborazione dei comportamenti mostrati loro dal dimostratore, prima di procedere all'imitazione stessa. L'imitazione quindi non avverrebbe pedissequamente ma l'azione osservata potrebbe essere messa in relazione al contesto, inoltre il dato ottenuto indicherebbe una maggiore focalizzazione dei soggetti verso il fine dell'azione e non verso il modo in cui eseguirla.

Il secondo obiettivo che ci eravamo posti era quello di valutare se l'attaccamento cane-proprietario, valutato attraverso lo *Strange Situation Test*, potesse influire o meno sulla capacità imitativa dei soggetti.

Nessuno dei cani testati ha mostrato, durante l'esecuzione dell'SST, segnali di stress in maniera statisticamente significativa. I cani "lavoratori" hanno mostrato maggiori comportamenti di "esplorazione" e ciò si è evidenziato sia valutando le frequenze/minuto che le durate percentuali relative ai comportamenti ed hanno eseguito comportamenti di "esplorazione visiva" per tempi più lunghi. Sempre i cani lavoratori hanno mostrato più frequentemente comportamenti come "l'avvicinamento festoso" e "l'abbaiato" quest'ultimo, è stato osservato maggiormente nell'episodio 5 (cane da solo) dell'SST, il che potrebbe indicare la presenza di un leggero stato di disagio avvertito da questi soggetti nel corso di questo episodio del test. Ciò potrebbe indicare un attaccamento nei confronti del proprietario leggermente maggiore nei cani lavoratori se paragonati ai cani *pet*. In ogni caso, non ci sono evidenze certe che indichino un maggiore attaccamento dei soggetti "lavoratori" rispetto ai cani *pet*, tali da giustificare le migliori *performance* dei primi.

Da citare la significatività relativa al comportamento di "gioco sociale con estraneo" comparsa per tempi significativamente maggiori nell'episodio 3 dell'SST. La presenza di tale comportamento è indicativa di come i cani da noi testati, abbiano mostrato un buon grado di socializzazione, per altro il fatto che i cani abbiano giocato in assenza del proprietario, depone per la presenza di uno stato di agio con ridotto stato di ansia/stress.

Nell'episodio 6 (secondo ricongiungimento al proprietario) dell'SST, si sono osservati più frequentemente comportamenti come "greeting moderato" e "guardare proprietario" per i quali sono comparse differenze statisticamente significative, il primo comportamento potrebbe sottendere un leggero stato di ansia avvertito dai cani testati considerati nel loro insieme, in seguito all'allontanamento del proprietario, il secondo potrebbe indicare una sorta di apprensione del cane che, mantenendo lo sguardo focalizzato sul proprietario, potrebbe aver voluto sincerarsi che non si verificasse nuovamente un suo allontanamento.

Concludendo possiamo affermare che analizzando i dati in nostro possesso, non è possibile affermare se l'attaccamento verso il proprietario possa aver effettivamente inciso sulle capacità imitative dei cani testati, essendo il campione di cani nei quali è stato possibile eseguire lo SST,

---

piuttosto esiguo, si ritiene opportuno prima di giungere a conclusioni in tal senso, eseguire un ulteriore approfondimento.

---

## 7 RINGRAZIAMENTI

---

Desidero ringraziare innanzitutto la mia famiglia: mio marito Luca, il mio bimbo Leonardo ed i miei genitori, grazie per avermi supportato in questi anni e soprattutto nell'ultimo periodo di stesura della tesi.

Un immancabile ringraziamento ai miei compagni di viaggio: il Professor Pier Attilio Accorsi; grazie per avermi permesso di condividere tante esperienze interessanti, per tutte le possibilità che mi sono state date e per gli scambi di idee; la Dottoressa Valentina Beghelli che è stata una compagna di lavoro ed è diventata una grande amica con cui condividere tante esperienze (“se non ci fossi stata sarebbe stato necessario inventarti”) ed alla Dottoressa Carmen Petrulli, compagna di lavoro nell'ultimo periodo di dottorato ed anch'essa grande amica. Un grazie a tutto lo staff di fisiologia (professori, ricercatori, dottorandi, tecnici di laboratorio) per avermi accolto in questi anni.

Ringrazio le tesiste ora dottoresse, che hanno svolto insieme a me i test cognitivi per la realizzazione del mio lavoro: Flavia Condi, Maria Emanuela Mancini, Francesca Vignudelli, Chiara Angelosante ed in particolare Barbara Marcolini (prossima dottoressa) per la sua disponibilità e simpatia.

Un ringraziamento immancabile a tutti i cani ed ai loro proprietari che hanno pazientemente partecipato ai test.

Inoltre ringrazio l'azienda mangimistica “Almo Nature” per averci fornito il materiale alimentare utilizzato nei test cognitivi; un ringraziamento particolare a Paola Nebuloni che ha consentito i rapporti con l'azienda.

Infine un ringraziamento doveroso allo Studio Omega Associati, per avermi prestato più volte la termocamera utilizzata per la realizzazione delle scansioni termografiche.

Un grazie sentitissimo a tutti...



---

## 8 BIBLIOGRAFIA

---

- ❖ **ADACHI I., KUWAHATA H., FUJITA K. (2007).** „Dogs recall their owner’s face upon hearing the owner’s voice“ *Anim. Cogn.* 10: 17-21.
- ❖ **ADLER L.L., ADLER H.E. (1977).** „Ontogeny of observational learning in dog (*Canis familiaris*)“ *Developmental Psychobiology*, 10: 267-280.
- ❖ **AGNETTA B., HARE B., TOMASELLO M. (2000).** „Cues to food location that domestic dogs (*Canis familiaris*) of different ages do and do not use.“ *Anim. Cogn.* 3: 107-112.
- ❖ **AGRILLO C. (2008)** La cognizione numerica negli animali: il teleosteo *Gambusia Holbrooki* come modello sperimentale. In: [http://paduaresearch.cab.unipd.it/456/1/tesi\\_Dottorato\\_Agrillo.pdf.pdf](http://paduaresearch.cab.unipd.it/456/1/tesi_Dottorato_Agrillo.pdf.pdf)
- ❖ **AGRILLO C., Pisa P.E. (2008)** Quantity discrimination in felines: a preliminary investigation of the domestic cat (*Felis silvestris catus*).
- ❖ **AINSWORTH M. D. S., WITTIG, B. A. (1969):** Attachment and exploratory behavior of one-year olds in a strange situation. In B. M. Foss (Ed.), *Determinants of infant behavior*; 4, 111-136, London
- ❖ **AINSWORTH M.D.S (1969):** *Object relations, dependency and attachment: a theoretical review of the infant-mother relationship.* “Child Development”, 40, 969-1025.
- ❖ **AINSWORTH M.D.S BELL., S.M. (1970):** *Attachment, exploration, and separation: illustrated by the behaviour of one-year-olds in a strange situation* “Child Development”, 41, 49–67.
- ❖ **AINSWORTH M.D.S., (1989):** *Attachments beyond infancy.* “American Psychologist”, 44, 709 716.
- ❖ **ALBERTINI M., CANALI E., CANNAS S., FERRANTE V., MATTIELLO S., PANZERA M., VERGA M., (2008).** „Etologia applicata e Benessere animale“ Le Point Veterianire Italie srl.

- 
- ❖ **ALCOCK J. (2001).** „Etologia: un approccio evolutivo“ Zanichelli Editore, Bologna.
  - ❖ **ALCOCK J. (2007).** “Etologia un approccio evolutivo” terza edizione italiana Zanichelli. 9, 286-330.
  - ❖ **ALCOCK J. (2009).** „Animal Behavior: An Evolutionary Approach.“. Ninth Edition. Sinauer Associates. Sunderland.
  - ❖ **ALERSTAM T., HOEGSTEDT G. (1983).** „The role of the geomagnetic field in the development of birds compass sense.“ *Nature*, 306 (5942), 463-464.
  - ❖ **ALKON D.L. (1989).** „I meccanismi molecolari della memoria.“ Le Scienze 43 (253) in Le Scienze Quaderni „Apprendimento e memoria“ 82: 5-12, 1995.
  - ❖ **AMIEL J.P., VIGNALOU L., TRICOIRE J., JAMAIN B., RAVINA J.H., (1976).** “Thermography of the testicle. Preliminary study.” *J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod. (Paris)* 5: 917-923.
  - ❖ **ANSELMO V.J., ZAWAKY B.E., (1977).** “ Affect of evaporative surface cooling on thermographic assessment of burn depth.” *Radiology* 123: 331-332.
  - ❖ **ARNOLD M.H., PRESTON S.J., BELLER E.M., BUCHANAN W.W. (1989).** „Infra-red surface thermography. Evaluation of a new radiometry instrument for measuring skin temperature over joints.“ *Clin. Rheumatol*, 8: 225-230.
  - ❖ **BARD, K. A. (1983).** *The effect of peer separation in young chimpanzees (Pan troglodytes).* “American Journal of Primatology”; 5, 25-37.
  - ❖ **BARD, K. A. (1991).** *Distribution of attachment classifications in nursery chimpanzees.* “American Journal of Primatology”, 24, 88.
  - ❖ **BARTH J., CALL J. (2006).** „Tracking the displacement of objects: a series of tasks with great apes (*Pan troglodytes*, *Pan paniscus*, *Gorilla gorilla* and *Pongo pygmaeus*) and young children (*Homo sapiens*). *J. Exp. Psychol. Anim. Behav. Process* 32: 239-252.
  - ❖ **BEINDER E., HUCH A., HUCH R.J., (1990).** „Peripheral skin temperature and microcirculatory reactivity during pregnancy. A study with thermography.“ *Perinat. Med.* 18 n°5: 383-390.

- 
- ❖ **BERAN M.J., BERAM M.M. (2004).** „Chimpanzees remember the results of one-by-one addition of food items to sets over extended time periods.“ *Psychol Sci* 15: 94-99.
  - ❖ **BERAN M.J., EVANS T.A., HARRIS E.H. (2008)** Perception of food amounts by chimpanzees based on the number, size, contour length and visibility of items. *Anim Behav* 75:1793–1802
  - ❖ **BERGER S.M. (1962).** „Conditioning through vicarious instigation.“ *Psychological Review*, 69: 450-466.
  - ❖ **BERIG J.M., BJORKLUND D., RAGAN P. (2000).** „Deferred Imitation of Object-Related Actions in Human-Reared Juvenile Chimpanzees and Orangutans.“ *Dev. Psychobiol.* 36 (3): 218-232.
  - ❖ **BERITASHVILLI J.S. (1965).** „Natural mechanisms of higher vertebrate behaviour“ *J. and A. Churchill*, London.
  - ❖ **BERKELEY G. (2004).** „Trattato sui principi della conoscenza umana“ Bompiani Editore, Milano.
  - ❖ **BERRY R.J., KENNEDY A.D., SCOTT S.L., KYLE B.L., SCHAEFER A.L., (2003).** « Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography : potential for mastitis detection. » *Canadian Journal of Animal Science* 83 : 687-693.
  - ❖ **BERTRAM J.C. (1980).** « Vigilance and group size in ostriches » *Anim. Behav* 28 : 278-286.
  - ❖ **BIANCA M.L. (2005).** « Rappresentazioni mentali e conoscenza » Franco Angeli Editore, Milano.
  - ❖ **BIRCH H.G. (1945).** « The relation of previous experience to insightful problem solving . » *Journal of Comparative Psychology* ; 38, 367-383.
  - ❖ **BIRD C.D., EMERY N.J. (2009).** « Insightful problem solving and creative modification by captive non-tool-using rooks. » *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* ; 106 : 10370-10375.
  - ❖ **BIRO D., MATSUZAWA T. (2001).** « Use of numerical symbols by the chimpanzee (*Pan troglodytes*) : cardinals, ordinals, and the introduction of zero. » *Anim. Cogn.* 4 : 193-199.

- 
- ❖ **BOWLBY J.** (1969): *Attachment and loss, Vol.1: Attachment*. “New York, Basic Books”; ed. italiana a cura di Bollati Boringhieri.
  - ❖ **BOWLBY J.** (1972): *Attachment and loss, Vol.2: Separation: anxiety and anger*. “New York, Basic Books”; ed. italiana a cura di Bollati Boringhieri.
  - ❖ **BOYSEN S.T., BERNTSON G.G.** (1989) The development of numerical competence in the chimpanzee (*Pan troglodytes*). In: *Journal of Comparative Psychology*, 103, pp. 23-31.
  - ❖ **BOMBARDI C.** (2010). Lezioni del corso di « Basi neuroanatomiche del comportamento animale. » Anno accademico 2009-2010. Facoltà di Medicina Veterinaria di Bologna.
  - ❖ **BONANNI R., NATOLI E., CAFAZZO S., VALSECCHI P.** (2010). « Free-ranging dogs assess the quantity of opponents in intergroup conflicts. » *Anim. Cogn.*
  - ❖ **BORTEN M., RANSIL B.J., DILEI L.A., FRIEDMAN E.A.** (1984). « Equilibration between breast surface and ambient temperature by liquid crystal thermography. » *J. Reprod. Med.* 29 : 665-669.
  - ❖ **BOWERS S., GANDY S., ANDERSON B., RYAN P., WILLARD S.** (2009). „Assesment of pregnancy in the late gestation mare using digital infrared thermography.“ *Theriogenology* Vol. 72Aug: 372-377.
  - ❖ **BOYSEN S.T.** (1996). „More is less: the distribution of rule-governed resource distribution in chimpanzees.“ In Russon A., Bard K.A., Parker S.T. *Reaching into Thought, The Minds of the Great Apes*, Cambridge, Cambridge University Press: 177-189.
  - ❖ **BRANNON E.M.** (2005). What animals know about numbers. In J.I.D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp.85-108). New York: Psychology Press.
  - ❖ **BRANNON E.M., TERRACE H.S.** (1998). „Ordering of the numerosities 1 to 9 by monkeys.“ *Science* 282: 746-749.
  - ❖ **BRANNON E.M., TERRANCE H.S.** (2002). The Evolution and ontogeny of ordinal numerical ability. In M. Bekoff, C. Allen, & G.M. Burghardt (Eds.), *The cognitive animal* (pp. 197-204). Cambridge, MA: MIT Press.

- 
- ❖ **BRANNON E.M.** (2005). What animals know about numbers. In J.I.D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp.85-108). New York: Psychology Press.
  - ❖ **BRAUER J., KAMINSKI J., RIEDEL J., CALL J., TOMASELLO M.** (2006). „Making inferences about the location of hidden food: social dog, casual ape.“ *J. Comp. Psychol.* 120: 38-47.
  - ❖ **BROOM D.M., JOHNSON K.G.** (1993). „Stress and Animal Welfare,“ Chapman and Hall, London.
  - ❖ **CALL J.** (2001). „Object permanence in orangutans (*Pongo pygmaeus*), chimpanzees (*Pan troglodytes*), and children (*Homo sapiens*).“ *J. Comp. Psychol.* 115: 159-171.
  - ❖ **CALVERT W.H., HEDRICK L.E., BROUWER L.P.** (1979). „Mortality of monarch butterfly (*Donaus plexipus L.*); avian predation at five overwintering sites in mexico“ *Scince*, 204: 847-851.
  - ❖ **CANNON W.B.** (1974). „The Wisdom oft he Body“ Kegan Paul, London.
  - ❖ **CARLSON N.R.** (2002). „Fisiologia del comportamento“ Edizione italiana a cura di: Petrosini L., De Gennaro L., Guariglia C. Università „La Sapienza“ di Roma Edizioni Piccin.
  - ❖ **CARLSON N.R.** (2003). „Fondamenti di psicologia e fisiologica“ 5<sup>a</sup> Ed. Edizione italiana a cura di: Petrosini L., De Gennaro L., Guariglia C. Università „La Sapienza“ di Roma, Piccin editore Padova.
  - ❖ **CASSINI C., PAGNONI F., TOMASONI R.** (1993). „Analisi di insilati per foraggiamento mediante termografia.“ *L'informatore agrario* 15: 67-73.
  - ❖ **CATMUR C., WALSH V., HEYES C.M.** (2009). „Associative sequence learning: the role of experience in the development of imitation and the mirror system.“ *Phil. Trans R. Soc*, 364: 2369-2380.
  - ❖ **CESTARI V., BRAMBILLA R.** (2001). „I disturbi dell'apprendimento e della memoria.“ *Le Scienze Quaderni „Le malattie del cervello“*, 119: 72-78.
  - ❖ **CHAPUIS N., THINU-BLANC C., POU CET B.** (1983). „Dissociations of mechanisms involved in dogs' oriented displacement“ *Q.J. Exp. Psychol.*, 35B: 213-219.

- 
- ❖ **CHAPUIS N., VARLET C. (1987).** „Short cuts by dogs in natural surroundings“ *Q.J. Exp. Psychol* 39B: 49-64.
  - ❖ **CHIU W.T., LIN P.W., CHIOU H.Y., LEE W.S., LEE C.N., YANG Y.Y., LEE H.M., HSIEH M.S., HU C.J., HO Y.S., DENG W.P., HSU C.Y., (2005).** „Infrared thermography to mass-screen suspected SARS patients with fever.“ *Asia Pac J. Public Health* 17, N°1: 26-8.
  - ❖ **CHURCH R.M., MECK W.H. (1984)** The numerical attribute of stimuli. In: Roitblat H.L., Bever T.G., Terrace H.S. (Eds) *Animal Cognition*. Erlbaum, Hillsdale, pp. 445-464.
  - ❖ **COHEN L. J., (1974):** *The operational definition of human attachment.* “Psychological Bulletin”, 81, 207-217.
  - ❖ **CUSTANCE D; PALMER R. (2008):** *A counterbalanced version of Ainsworth's Strange Situation Procedure reveals secure-base effects in dog–human relationships.* ”Applied Animal Behaviour Science”; 109, (2–4), 306–319.
  - ❖ **COLANGELI R., GIUSSANI S. (2004).** „Medicina comportamentale del cane e del gatto.“ Paletto Editore srl, Milano
  - ❖ **COLAGELI R., GIUSSANI S.** con la collaborazione di **ANDINA A. E FASSOLA F. (2008):** *Medicina comportamentale del cane e del gatto.* (3)21/ (4) 49-54/ (9) 155/ (10) 176/ (20) 357-358.
  - ❖ **COLLIER-BAKEER E., DAVIS J.M., SUDDENDORF T. (2004).** „Do dogs (*Canis familiaris*) understand invisible displacement?“ *J. Comp. Psychol* 118: 421-433.
  - ❖ **COOK M., MINEKA S., (1987).** „Social learning and the acquisition of snake fear in monkeys.“ Social learning: *Psychological and biological perspectives;* (T.R. Zentall, B.G. Galef (Eds Erlbaum), Hillsdale.
  - ❖ **COOPER J.J., ASHTN C., BISHOP S., WEST R., MILLS D.S., YOUNG R.J. (2003).** „Clever hounds: social cognition in the domestic dog (*Canis familiaris*).“ *App. Anim. Behav Sci*, 81: 229-244.
  - ❖ **COPPOLA V., VERRENGIA D., ROSSI R., GALLO S. (1984).** „Telethermography: application to problems of infertility.“ *J. Reprod. Fertil.* 84: 417-423.

- 
- ❖ **COULTER G.H., SENGER P.L., BAILEY D.R., (1988).** „Relationship of scrotal surface temperature measured by infrared thermography to subcutaneous and deep testicular temperature in the ram.“ *J. Reprod. Fertil.* 84: 417-423.
  - ❖ **CRAIG W. (1911).** „The expressions of emotion in the pigeons.“ The mourning dove (*Zenaidura macroura* Linn.), 28: 398-407.
  - ❖ **CUSTANCE D.M., WHITEN A., BARD K.A. (1995).** „Can young chimpanzees (*Pan troglodytes*) imitate arbitrary actions?“ Hayes & Hayes (1952) revisited. *Behaviour*, 132: 837-859.
  - ❖ **D'AMATO M.R., SALMON D.P. (1982)** Tune discrimination in monkeys (*Cebus apella*) and in rats. *Animal Learning and Behavior*, 10, pp.126-134
  - ❖ **D'AMATO M.R., SALMON D.P., COLOMBO M. (1985).** „Extent and limits of the matching concept in monkeys (*Cebus apella*).“ *J. Exp. Psychol Anim. Behav Proc.* 11: 35-51.
  - ❖ **DANTZER R. (1991).** „Stress, stereotypies and welfare.“ *Behav. Proc.* 25: 95-102.
  - ❖ **DARMAILLACQ A.S., CHICHERY R., DICKEL L. (2006).** „Food imprinting, new evidence from the cuttlefish *Sepia officinalis*.“ *Biol. Lett.*, 2: 345-347.
  - ❖ **DAVIS H., MEMMOTT J. (1982)** Counting behavior in animals: A critical evaluation. *Psychological Bulletin*, 92, pp. 547-571.
  - ❖ **DAVIS H., PERUSSE R. (1988).** „Numerical competence in animals: definitional issues, current evidence and a new research agenda.“ *Behav. Brain Sci* 11: 561-579.
  - ❖ **DAWSON B.W., FOSS B.M. (1965).** „Observational learning in budgerigars.“ *Animal Behavior*, 13: 470-474.
  - ❖ **DE BLOIS S.T., NOVAK M.A., BOND M. (1998).** „Object permanence in Orangutans (*Pongo pygmaeus*) and squirrel monkeys (*Saimiri sciurus*).“ *J. Comp. Psychol.* 112: 137-152.
  - ❖ **DEHAENE S., DEHAENE-LAMBERZ G., COHEN L. (1998).** „Abstract representations of numbers in the animal and human brain.“ *Trends Neurosci.* 21: 355-361.

- 
- ❖ **DEHASSE J. (2011):** “Tutto sulla psicologia del cane”, (ed. italiana di Manuela Michelazzi, ed. Le Point Veterinaire Italie srl), 129-132 / 136-160/ 259-260/ 326-352.
  - ❖ **DOMJAN M. (1993).** „The Principles of Learning and Behaviour.“ Books(Cole Publishing Company, Pacific Grove, CA.
  - ❖ **DORE‘ F.Y., FISET S., DUMAS M.C., GAGNON S. (1996).** „Search behaviour in cats and dogs: interspecific differences in working memory and spatial cognition.“ *Anim. Learn. Behv.* 24: 142-149.
  - ❖ **DUMAS C., PAGE‘ D.D. (2006).** „Figurative and spatial information and search behaviour in dogs (*Canis familiaris*).“ *Behav. Proc.* 42: 101-106.
  - ❖ **DUMAS C., PAGE‘ D.D. (2006).** „Strategy planning in dogs (*Canis familiaris*) in a progressive elimination task.“ *Behav. Proc.* 73: 22-28.
  - ❖ **EDDY A.L., VAN HOOGMOED L.M., SNYDER J.R., (2001).** „Review: The role of thermography in the management of equine lameness.“ *Veterinary Journal* 162: 172-181.
  - ❖ **EDINGER L. (1915).** „Zur Methodik in der Tierpsychologie Zeitschrift für Physiologie.“ 70: 101-124.
  - ❖ **EDWARDS C.A., JAGIELO J.A., ZANTALL T.R. (1983).** „Same-different“ symbol use by pigeons.“ *Anim. Learn. Behav.* 11: 349-355.
  - ❖ **EIBL-EIBESFELDT I. (2001).** „Etologia umana. Le basi biologiche e culturali del comportamento.“ Boringhieri, Torino.
  - ❖ **ELGIER A.M., JAKOVCEVIC A., BARRERA G., MUSTACA A.E., BENTOSELA M. (2009).** „Communication between domestic dogs (*Canis familiaris*) and humans: Dogs are good learners.“ *Behav. Proc.* 81: 402-408.
  - ❖ **EMMERTON J., DELIUS J.D. (1993).** „Beyond sensation: Visual cognition in pigeons. Vision, brain and behavior in birds.“ Cambridge, MA: MIT Press; ZEIGLER H.P. & BISCHOF H. (Eds.).
  - ❖ **ERDOHEGYI A., TOPAL J., VIRANYI Z., MIKLOSI A. (2007).** „Dog-logic: inferential reasoning in a two-way choice task and its restricted use.“ *Anim. Behav.* 74: 725-737.



- 
- ❖ **ETIENNE A. (1984).** „The meaning of object performance at different zoological levels.“ *Hum. Dev.* 27: 309-320.
  - ❖ **FABBRI-DESTRO M., RIZZOLATTI G. (2008).** „Mirror Neurons and Mirror System in Monkeys and Human.“ *Physiology* 23: 171-179.
  - ❖ **FALLANI G., PRATO PREVIDE E., VALSECCHI P. (2007).** „Behavioral and physiological responses of guide dogs to a situation of emotional distress“ *Physiology & Behavior*: 648-655.
  - ❖ **FERNADES D.M., CHURCH R.M. (1982)** Discrimination of the number of sequential events by rats. *Animal Learning and Behaviour*, 10, pp. 171-1
  - ❖ **FISET S., DORE' F.Y. (1996).** „Spatial encoding in domestic cats (*Felis catus*).“ *J. Exp. Psychol (Anim. Behav.)* 22: 420-437.
  - ❖ **FISET S., GAGNON S., BEAULIEU C. (2000).** „ Duration of dogs' (*Canis familiaris*) working memory in search for disappearing object.“ *Anim. Cogn.* 6: 1-10.
  - ❖ **FISET S., PERREAULT M. (2004).** „Vertical invisible displacements in domestic dogs: gravity or linearity bias?“ Unpublished data, Universtè de Moncton, Moncton, New Brunswick, Canada.
  - ❖ **FISET S., LANDRY F., OUELLETTE M. (2006).** „Egocentric search for disappearing objects in domestic dogs: evidence for a geometric hypothesis of direction.“ *Anim. Vogn.* 9: 1-12.
  - ❖ **FISET S. (2007).** „Spatial rotation of hidden objects in domestic dogs.“ Peper Presented in the Meeting oft he International Conference on Comparative Cognition, Melbourne, FL, March.
  - ❖ **FISET S., LEBLANC V. (2007).** „Invisible displacement understanding in domestic dogs (*Canis familiaris*): the role of visual cues in search behaviour.“ *Anim. Cogn.* 10: 211-224.
  - ❖ **FOGLIA L. (2005).** „Rappresentazioni mentali. Modelli teorici a confronto.“ Arkete 1, 2. In [www.unisi.it/ricerca/dip/dsssf/Arkete/page1/2-05/05.../2foggia](http://www.unisi.it/ricerca/dip/dsssf/Arkete/page1/2-05/05.../2foggia).
  - ❖ **FOX MW., KRETCHMER KR. (1975):** *Effects of domestication on animal behaviour.* “Vet Rec”; 96(5),102-8.

- 
- ❖ **FOX M.V. (1978).** „The dog: ist domestication and behaviour.“ Gerland STPM Press, New York.
  - ❖ **FREDERICSON E., GURNEY N., DUBOIS E. (1956).** „The relationship between environmental temperature and behaviour in neonatal puppies.“ *J. Comp. Physiol. Psychol.* 49: 278.
  - ❖ **FUGAZZA C. (2011).** „Do as I do: il cane impara guardandoci. L'apprendimento sociale nel training.“ Haqihana Editore, 6-75.
  - ❖ **FUGAZZA C., MIKLOSI A. (2012).** „Deferred imitation of novel and known actions in domestic dogs.“ *Canine Science Forum* 2012.
  - ❖ **GACSI M., MIKLOSI A., VARGA O., TOPAL J., CSANYI V. (2004).** „Are reders of our face readers of our minds? Dogs (*Canis familiaris*) Show situation-dependent recognition of human's attention.“ *Anim. Cogn.* 7: 144-153.
  - ❖ **GAGNON S., DORE' F.Y. (1992).** „Search Behaviour in various breed of adult dogs (*Canis familiaris*): object performance and olfactory cues.“ *J. Comp. Psychol.* 106: 58-68.
  - ❖ **GEGNON S., DORE' F.Y. (1994).** „Cross-sectional study of object permanence in domestic puppies (*Canis familiaris*).“ *J. Comp. Psychol.* 108: 220-232.
  - ❖ **GALEF B.G. (1976).** „Social trasmission of acquired behavior: a discussion of tradition and social learning in vertebrates.“ *Advances in the study of behavior* (J.S. Rosenblatt, R.A. Hinde, C. Beer, E. Shaw (Eds) Academic Press) New York, 6: 77-100.
  - ❖ **GALEF B.G. (1988).** „Imitation in animals: history, definition and interpretation of data from the psychological laboratory.“ *Social Learning: Psychological and Biological Perspectives* (T.R. Zentall, B.G. Galef (Eds Erlbaum), Hillsdale.
  - ❖ **GALLISTEL C.R., GELMAN R. (2000).** „Non-verbal numerical cognition: from reals to integers.“ *Trends Cogn. Sci.* 4: 59-65.
  - ❖ **GALLUP G.G.(1966).** „Mirror image reinforcement in monkeys.“ *Psychonomic Science*, 5: 39.

- 
- ❖ **GARDANI G., BERGONZI S., VIGANOTTI G., NESSI R., GUZZON A., (1983).** „Role of telethermography in the diagnosis of primary tumours of soft tissues and bones“. *Radiol. Med.* (Torino) 69, N°6: 433-438.
  - ❖ **GARDNER E.L., ENGEL D.R. (1971).** „Imitational and social facilitatore aspects of observational learning in the laboratory rat.“ *Psychonomic Science*, 25: 5-6.
  - ❖ **GARLACH G., HODGINS-DAVIS A., AVOLIO C., SCHUNTER C. (2008).** „ Kin recognition in zebrafish: a 24-hour window for olfactory imprinting.“ *Proc. R. Soc. B.*, 275: 2165-2170.
  - ❖ **GARNER D.L., UNDERWOOD H.B. , PORTER W.F., (1995).** „Use of modern infrared thermography for wildelife population surveys.“ *Environmental Management* 19: 233-238.
  - ❖ **GARZIA P. (2002).** „La memoria tra geni e ambiente.“ Le Scienze dossier „La memoria“ 14: 50-55.
  - ❖ **GAUTHEIRE M., HEAHNEL P., WALTER P.J., KEITH L.G., (1982).** „Termovascular changes associated with in situ and minimal breast cancers. Result of an ongoing prospective study after for years.“ *Journal Reproduction Medicine* 32: 833-842.
  - ❖ **GELMAN R., GALLISTEL C.R. (1978).** „The child’s understanding of number.“ Harvard University Press, Cambridge, Mass.
  - ❖ **GHIDELLI S., PITTAVINO M.R., MARITI C., COSTANTINO P., GAZZANO A., (2013).** „The mirror proget: a dog training method based on social learning.“ *Journal of Veterinary Behavior* 8: e27-e46.
  - ❖ **GHIRARDI M., CASADIO A. (2002).** „Le basi neuronali molecolari della memoria.“ Le Scienze Dossier „La memoria“ 14: 4-11.
  - ❖ **GOLDAMAN-RAKIC P.S. (1992).** „La memoriadi lavoro.“ Le Scienze 49 (291): 77-85.
  - ❖ **GRIZMEK B. (1942).** „Weitere Vergleichsversuche mit Wolf Und Hund.“ *Z vergleichende Physiol.* 5: 59-73.
  - ❖ **HAM R. (1990).** „Do monkeys see monkeys do?“ (Tesi di Master of Science. University of S. Andrew) Scotland.

- 
- ❖ **HARE B., CALL J., TOMASELLO M. (1998).** „Communication of food location between human and dog (*Canis familiaris*).“ *Evol. Comm.* 2: 137-159.
  - ❖ **HARE B., TOMASELLO M. (2005).** „Human-like social skills in dogs?“ *Trends. Cogn. Sci.* 9: 439-444.
  - ❖ **HERE B., BROWN M., WILLIAMSON C., TOMASELLO M. (2002).** „The domestication of social cognition in dogs.“ *Science* 298: 1634-1636.
  - ❖ **HARLOW H.F., ZIMMERMANN RR. (1959):** *Affectional responses in the infant monkey; orphaned baby monkeys develop a strong and persistent attachment to inanimate surrogate mothers* “*Science*”; 130, (3373), 421-432.
  - ❖ **HAUSER M.D. (2000).** „Wild Minds: What Animal Really Think.“ Allen Page, London.
  - ❖ **HAUSER M.D., SPELKE E.S. (2004).** „Evolutionary and developmental foundations of human knowledge a case of mathematics.“ In Gazzaniga M. (Ed.) *Cogn. Neurosci*, Vol.3 Cambridge: MIT Press.
  - ❖ **HAYES K.J., HAYES C. (1952).** „Imitation in a home-raised chimpanzee.“ *J. Comp. Psychol.* 45: 450-459.
  - ❖ **HEBERLEIN M., TURNER D.C. (2009).** „Dogs, *Canis familiaris*, find hidden food by observing and interacting with a conspecific.“ *Anim. Behav.* 78: 385-391.
  - ❖ **HEIMBURGER N. (1962).** „Beobachtungen an handaufgezogenen Wildcaninen (Wolfen und Schakalinen) und Versuche über ihre Gedächtnisleistungen.“ *Z Tierpsychol* 18: 265-284.
  - ❖ **HELD S., MENDEL M., DEVEREUX C., BYRNE R. (2001).** „Behaviour of domestic pigs in a visual perspective taking task.“ *Behaviour* 138: 1337-1354.
  - ❖ **HEPPER P.G., WELLS D.L. (2005).** „How many footsteps do dogs need to determine the direction of an odour trail?“ *Chemical Senses* 30: 291-298.
  - ❖ **HOFFMANN G., SCHMIDT M., AMMON C., ROSE-MEIERHOFER S., BURFEINF O., HEUWIESER W., BERQ W. (2012).** „Monitoring the body temperature of cows and calves using video recordings from an infrared thermography camera.“ *Journal Veterinary Research Communication* dec. 21.
  - ❖ **HOOD B. (1995).** „Gravity rules for 2-4 olds?“ *Cogn. Dev.* 10: 577-598.

- 
- ❖ **HOUE H. (1999).** „Epidemiological features and economical importance of bovine virus Diarrhoea Virus /BVDV) infections.“ *Veterinary Microbiology* 64: 89-107.
  - ❖ **HUME D. (2001).** „Trattato sulla natura umana.“ Bompiani, Milano.
  - ❖ **HUMPHERY G. (1921).** „Imitation and conditioned reflex.“ *Pedagogical Seminary*, 28:1-21.
  - ❖ **JAAKKOLA K., FELLNER W., ERB L., RODRIGUEZ A.M., GUARINO E. (2005)** Understanding of the concept of numerically “less” by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Comparative Psychology*, 119, 296-303.
  - ❖ **JAMES W. (1890).** „Principles of psychology.“ Holt, New York (Trad. Ital. Principi di psicologia, Società Editrice Libreria, Milano, 1909).
  - ❖ **JORDAN K.E., BRANNON E.M. (2006).** „Weber’s Law influences numerical representations in rhesus macaques (*Macaca mulatta*).“ *Anim. Cogn.* 9: 159-172.
  - ❖ **KAHNEMAN D., TREISMAN A., GIBBS S. (1992).** „The reviewing of object files: object specific integration of information.“ *Cogn. Psychol* 24: 175-219.
  - ❖ **KAMIN J.L. (1968).** Miami Symposium on the Prediction of Behaviour aversive Stimulation. (M.R. Jones ed. Miami) University of Miami Press; 9-31.
  - ❖ **KAMINSKI J., BRAUER J. (2008).** „Il cane intelligente a modo suo.“ Franco Muzzio Editore, (3): 57-74; (4): 89-100; (6): 657-665.
  - ❖ **KANDEL E.R., SCHWARTZ J. H. (1999).** „Fondamenti delle neuroscienze e del comportamento“ 1<sup>a</sup> Ed. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.
  - ❖ **KANDEL E.R., SCHWARTZ J. H., JESSELL T. M. (2003).** „Principi di neuroscienze“ Terza edizione, Casa editrice Ambrosiana, Milano.
  - ❖ **KEYSERLINGK J.R., AHLGREN P.D., YU E., BELLIVEAU N., (1998).** „Infrared imaging of breast: initial reappraisal using high-resolution digital technology in 100 successive cases of stage I and II breast cancer.“ *The Breast Journal* 4: 241-251.

- 
- ❖ **KLINGHAMMER E., HESSE (1993).** „Imprinting in an Altricial Bird: the blond ring dove (*Streptopelia risoria*).“ *Science E.H. New Series*: 146 (3641): 265-266.
  - ❖ **KOBAYASHI M., TANAKA T. (1999).** „, Studies on numerical competence in dogs.“ *ISAE Conference Handout*, Norway, 155.
  - ❖ **KOEHLER O. (1950)** The ability of birds to “count”. In: *Bulletin of Animal Behaviour* , 9, pp. 41-45
  - ❖ **KOEHLER O. (1951).** „The ability of bird to „Count“.“ *Bull Anim. Behav.* 9: 41-45.
  - ❖ **KORTLANDT A. (1940).** „Eine Ubersicht der angeborenen Verhaltensweisen des Mitteleuropaischen Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis*.“ *Arch. Néérl. Zool* 14: 401-442.
  - ❖ **KOWALSKA D.M. (1995).** „Effects of hippocampal lesions on spatial delayed responses in dog.“ *Hippocampus* 5: 363-370.
  - ❖ **KOWALSKA D.M. (2000).** „Cognitive functions oft he temporal lobe in the dog: a review.“ *Prog Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry* 24: 855-880.
  - ❖ **KREBS R.J., DEVIS N.B. (1993).** „An Introduction to behavioural ecology.“ Balckwell Science Ltd, Oxford. Edizione italiana „Ecologia e comportamento animale.“ (2002). Ed. Bollati Boringhieri, (14): 394-421.
  - ❖ **KUBINYI E., MIKLOSI A., TOPAL J., CSANYI V. (2003).** „Social mimetic behaviour and social anticipation in dogs: preliminary results.“ *Anim.Cogn.* 6: 57-63.
  - ❖ **KUNDEY S.M.A., DE LOS REYES A., TAGLANG C., BARUCH A., GERMAN R. (2009).** „Domesticated dogs‘ (*Canis familiaris*) use oft he solidity principle.“ *Anim. Cogn.* 13:497-505.
  - ❖ **LAROCHE S. (2002).** „I meccanismi della memoria“ *Le Scienze Dossier* „La memoria“ 14: 28-35.
  - ❖ **LYON B.E. (2003).** Egg recognition and counting reduce costs of avian conspecific brood parasitism. *Nature*, 422, 495-499

- 
- ❖ **MCCOMB K., PACKER C., PUSEY A. (1994).** Roaring and numerical assessment in the contests between groups of female lions, *Panther leo*. *Animal Behaviour* , 47, 379-387.
  - ❖
  - ❖ **LEE B.Y., TRAINOR F.S., KAVNER D., McCANN W.J., MADDEN J.L. (1986).** „Non-invasive hemodynamic evaluation in slection of amputation level.“ *Surg. Gynecol. Obstet.* 149: 241-244.
  - ❖ **LORENZ C.K. (1937).** „Uber den Begriff der Instinkthandlung“ *Folia Biotheorica B2, Instinctus*, 17-50.
  - ❖ **LORENZ C.K. (1952).** „King Salomon’s Ring.“ Methuen, London.
  - ❖ **LORENZ C.K. (1980).** „L’etologia: fondamenti e metodi.“ Ed. Bollati Boringhieri, (14): 273-277, 284-289.
  - ❖ **LOHMANN K.J., PUTMAN N.F., LOHMANN C.M.F. (2008).** „Geomagnetic imprinting: a unifying hypothesis of long-distance natal homing in salmon and sea tural.“ *PNAS*, 105 (49): 19096-19101.
  - ❖ **LUDWING N., GARGANO M., LUZI F., CARENZI C., VERGA M. (2007).** „Applicability of infrared thermography as a non invasive measurement of stress in rabbits.“ *World Rabbit Science*, ISSN 15: 1257-5011.
  - ❖ **LUSTRA D.D., COULTER G.H., (1997).** „Relationship between scrotal infrared temperature patterns and natural-mating fertility in beef bulls.“ *Journal Animal Science* 75:767-774.
  - ❖ **LUK K.D., YEUNG P.S., LEONG J.C. (1986).** „Thermography in the determination of amputation levels in ischemic limbs.“ *Int. Orthop.* 10: 79-81.
  - ❖ **MANCUCCINI C., SILVESTRINI V., (1998).** „Fisica II.“ (Elettromagnetismo ed ottica), 3<sup>a</sup> Edizione, Liguori Editore.
  - ❖ **MANDLER G., SHEBO B.J. (1981)** Subitizing: An analysis of its component processes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, pp. 1-22.
  - ❖ **MANNING A., STAMP DAWKINS M. (2003).** “Il comportamento animale” 5° edizione Bollati Boringhieri editore s.r.l.
  - ❖ **MAIN, M., SOLOMON, J. (1990).** *Procedures for identifying infants as disorganized/disoriented during the Ainsworth Strange Situation.* In M. T.

- 
- Greenberg, D. Cicchetti, and E. M. Cummings (Eds.), *Attachment in the preschool years: Theory, research and intervention*. Chicago: University of Chicago Press; 121-160.
- ❖ **MARCHESINI R (2007)**. „Pedagogia cinofila. Introduzione all’approccio cognitivo zooantropologico.“ Gruppo Perdisa Editore/Airplane srl Bologna.
  - ❖ **MARCHESINI R. (2008)**. „Intelligenze plurime. Manuale di scienze cognitive animali“ Ed. Oasi Alberto Perdisa.
  - ❖ **MARCHESINI R. (2012)**. Dispense „Corso Educatori Cinofilo SIUA (Scuola Interazione Uomo-Animale)“ 38° ciclo Anno 2011-2012.
  - ❖ **MARSHALL-PESCINI S., VALSECCHI P., PETAK I., ACCORSI P.A., PRATO PREVIDE E. (2008)**. „ Does training make you smarter? The effects of training on dogs‘ performance (*Canis familiaris*) in a problem solvin task.“ *Behavioural Processes*, 78: 449-454.
  - ❖ **MARSHALL-PESCINI S., PASSALACQUA C., BERNARD S., VALSECCHI P., PRATO PREVIDE E. (2009)**. „ Agility and search and rescue training differently affects per dogs‘ behaviour in socio-cognitive tasks.“ *Behavioural Processes*, 81: 416-422.
  - ❖ **MARSHALL-PESCINI S., PRATO PREVIDE E., VALSECCHI P. (2010)**. „Are dogs (*Canis familiaris*) misled more by their owners than by strangers in a food choice task?“ *Anim. Cogn.*
  - ❖ **MASON G.J. (1991)**. „Stereotypies. A critical review.“ *Anim. Behav.* 41: 1051-1037.
  - ❖ **MASON G.J., TURNER M.A. (1993)**. „Mechanisms involved in the development and control of stereotypies.“ In P.P.G. Bateson, P.H Klopfer e N.S. Thompson, *Perspectives in Ethology*, Vol. 10, plenum, New York pp. 53-85.
  - ❖ **MATHIEU M., BOUCHARD M.A., GRANGER L.; HERSCOVITCH J. (1976)**. „Piagetian object permanence in *Cebus capucinus*, *Lagothrica flavicauda* and *Pan troglodytes*.“ *Anim. Behav.* 24: 585-588.
  - ❖ **MCFARLAND D.J., (1971)**. “Feedback Mechanisms in Animal Behaviour.” Acedemic Press, New York.
  - ❖ **MCFARLAND D.J., (1985)** „ Animal Behavior“Menlo Park, Cal.



- 
- ❖ **MERLANO D. (2008).** „L’attaccamento.“ Giornata UN.I.MED.VET., Roma, 30-11-2008.
  - ❖ **MCKINLEY J., SAMBROOK T. (2000).** “Use of human-given cues by domestic dogs (*Canis familiaris*) an horses (*Equus caballus*). *Anim. Cogn.* 3: 13-22.
  - ❖ **MECK W.H., CHURCH R.M. (1983).** “A mode control model of counting and timing processes.” *J. Exp. Psychol Anim. Behav. Process* 9: 320-334.
  - ❖ **MERSMANN D., TOMASELLO M., CALL J., KAMINSKI J., TABORSKY M. (2011).** „Simple mechanisms can explain social learning in domestic dog (*Canis familiaris*).“ *Ethology* 117: 675-690.
  - ❖ **MIKLOSI A., POLGARDI R., TOPAL J., CSANYI V. (1998).** „Use of experimenter-given cues in dogs.“ *Anim. Cogn.* 1: 113-121.
  - ❖ **MIKLOSI A. (1999).** „The ethological analysis of imitation.“ *Biol. Rev.*, 74: 347-374.
  - ❖ **MIKLOSI A., POLGARDI R., TOPAL J., CSANYI V. (2000).** „Intentional behaviour in dog-human communication: an experimental analysis of „Showing“ behaviour in the dog.“ *Anim. Cogn.* 1: 159-166.
  - ❖ **MIKLOSI A., SOPRONI K., TOPAL, J. (2001).** „Comprehension of Human Communicative Signs in Pet Dogs (*Canis familiaris*).“ *Journal of Comparative Psychology* 2001, Vol. 115, No. 2, 122-126
  - ❖ **MIKLOSI A., KUBINYT E., TOPAL J., CASNYI V.; (2003).** „A simple rason for a big difference: wolves do not look back at humans but dogs do.“ *Current Biology*, 13: 763-766.
  - ❖ **MIKLOSI A., VIRÁNYI Z., TOPÁL J., GÁCSI M., CSÁNYI V. (2004).** „Dogs respond appropriately to cues of humans‘ attentional focus.“ *Behavioural Processes*, 66: 161-172,
  - ❖ **MIKLOSI A., PONGRACZ P., LAKATOS G., TOPAL J., CSANYI V. (2005).** „A comparative study oft he use of visual communicative signals in interaction between dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*) and humans.“ *J. Comp. Psychol* 119: 179-186.
  - ❖ **MIKLOSI A., TOPAL J., CSANYI V. (2004).** „Comparative socila cognition: What can dogs tesch us?“ *Animal Behaviour*, 67: 995-1004.

- 
- ❖ **MIKLOSI A. (2007).** „Human-Animal interaction and social cognition.“ In: P. Jensen (ed.), *The Behavioural Biology of Dogs*.
  - ❖ **MIKLOSI A. (2009).** „Evolutionary approach to communication between human and dogs.“ *Vet. Res. Commun.*, 33 (1): S53-S59.
  - ❖ **MILANO C., ROCCO P., PAOLINO G., GRECO P., LOTTI G., (1982).** „Telethermographic aspect of the dorsolumbar region in idiopathic scoliosis.“ *Ital. J. Orthop. Traumatol.* 8: 361-367.
  - ❖ **MILES H.L., MITCHELL R.W. & HARPER S.E., (1996).** „Simon says: the development of imitation in an enculturated orangutan.“ In *Reaching into thought* (Eds A.E. Russon, K.A. Bard & S.T. Parker), New York, NY; Cambridge University Press: 278-299.
  - ❖ **MILGRAM N.W., ABAMS B., CALLAHAN H. et al. (1999).** „Landmark discrimination learning in the dog.“ *Learning and Memory* 6: 54-61.
  - ❖ **MILGRAM N.W., HEAD E., MUGGENBURG B. et al. (2002).** „Landmark discrimination learning in the dog: effects of age, an antioxidant fortifies food, and cognitive strategy.“ *Neurosci. Behav. Rev.* 26: 679-695.
  - ❖ **MILINSKI M. (1979).** „An evolutionary stable feeding strategy in sticklebacks.“ *Z Tierpsychol* 51: 34-40.
  - ❖ **MAIN, M., SOLOMON, J. (1990).** *Procedures for identifying infants as disorganized/disoriented during the Ainsworth Strange Situation.* In M. T. Greenberg, D. Cicchetti, and E. M. Cummings (Eds.), *Attachment in the preschool years: Theory, research and intervention.* Chicago: University of Chicago Press; 121-160.
  - ❖ **MILLER P.E. (1957).** „Experiments on motivation. The value of using a variety of measures.“ *Ann. New York Acad. Sci.* 65: 318-333.
  - ❖ **MILLER, L. C., BARD, K. A., JUNO, C. J., NADLER, R. D. (1986):** *Behavioral responsiveness of young chimpanzees (Pan troglodytes) to a novel environment.* „Folia Primatologica“; 47,128-142.
  - ❖ **MILLER, L. C., BARD, K. A., JUNO, C. J., NADLER, R. D. (1990):** *Behavioral responsiveness to strangers in young chimpanzees (Pan troglodytes).* „Folia Primatologica“; 55, 142-155

- 
- ❖ **MILLER H.C., RAYBURN-REEVES R., ZENTELL T.R. (2009).** „Imitation and emulation by dogs using a bidimensional control procedure.“ *Behav Proc.* 80: 109-114.
  - ❖ **MING Z., ZAPROUDINA N., SIIVOLA J., NOUSIAINEN U., PIETIKAINEN S., (2005).** „Sympathetic pathology evidenced by hand thermal anomalies in carpal tunnel syndrome.“ *Pathophysiology* 12, n°2: 137-141.
  - ❖ **MINEKA S., DAVIDSON M., COOK M., KEIR R. (1984).** „Observational conditioning of snake fear rhesus monkeys.“ *Journal of Abnormal Psychology*, 93: 355-372.
  - ❖ **MISHKIN M., APPENZELLER T. (1987).** „L’anatomia della memoria.“ *Le Scienze* 39 (1987) in *Le Scienze Quaderni „Apprendimento e Memoria“* 82: 13-21, 1995.
  - ❖ **MONTANARI CRISTINA (A.A 2009/2010).** Tesi di laurea in Medicina Veterinaria dal titolo: „Discriminazione spontanea di quantità in base a stimoli acustici nel gatto domestico (*Felis silvestris catus*).“ Relatore: Prof. P.A Accorsi, Corelatore: Dott.ssa E. Carloni, Bologna.
  - ❖ **MOORE B.R. (2004).** „The evolution of learning.“ *Biol. Rev.*, 79: 301-335.
  - ❖ **MORGAN C.L. (1900).** „Animal behavior.“ Edward Arnold London.
  - ❖ **MUI R., HASELGROVE M., PEARCE J., HEYES C. (2008).** „ Automatic imitation in budgeringars.“ *Proceedings of the royal society*, 275: 2547-2553.
  - ❖ **NADEL L. (1990).** „Varieties of spatial cognition; psychobiological considerations.“ In: Diamond A. (ed.) *the development and neural bases of higher cognitive functions.* Academic Press, New York, pp. 613-626.
  - ❖ **NAGEL M., REINHARDT C. (2003).** „Lo stress nel cane“ Haqihana Editore I Ristampa 2009.
  - ❖ **NATALE F., ANTINUCCI F., SPINOZZI G., POTI P. (1986).** „Stage 6 object concept in nonhuman primate cognition: a comparison between gorilla (*Gorilla gorilla*) and Japanese macaque (*Macaca fuscata*).“ *J. Comp. Psychol.* 100: 335-339.

- 
- ❖ **NAKAYAMA K., GOTO S., KURAOKA K., NAKAMURA K. (2005).** „Decrease in nasal temperature of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) in negative emotional state“ *Physiology & Behavior* 84: 783-790.
  - ❖ **NOVAROTTO P., GUARINO M., VINCENTI M., GARAVAGLIA V. (2003).** „La termografia per verificare la qualità costruttiva delle stalle.“ *L'informatore agrario* 2: 57-60.
  - ❖ **ODEN D.L., THOMPSON R.K.R., PREMAK D. (1990).** „Infant chimpanzees spontaneously perceive both concrete and abstract same-different relations.“ *Child Dev.* 61:621-631.
  - ❖ **OSTHAUS B., SLATER A., LEA S.E.G. (2003).** „Can dogs defy gravity? A comparison with the human infant and a non-human primate.“ *Dev. Sci.* 6: 249-489.
  - ❖ **OSTHAUS B., SLATER A., LEA S.E.G. (2005).** „Dogs (*Canis lupus familiaris*) fail to show understanding means-end connections in a string-pulling task.“ *Anim. Cogn.* 8: 37-47.
  - ❖ **OSMAN M.M., AFIFY E.M., (1984).** „Thermal modelling of the normal woman's breast.“ *Journal Biomech. Eng.* 106: 123-130.
  - ❖ **OSTHAUS B., LEA S.E.G., SLATER A.M. (2003).** „Training influences problemsolving abilities in dogs.“ In: Proceedings of the Animal BSAS Conference, p. 103.
  - ❖ **PAVLOV I.P. (1927).** „Conditional Reflexes“ Dover Publications, translation by Oxford University Press, New York. Ed. Italiana (1994). „I riflessi condizionati“, Bollati Boringhieri 5-129.
  - ❖ **PELLEGRINO G., FOGASSI L.F., GALLESE V., RIZZOLATTI G. (1992).** „Understanding motor events: a neurophysiological study.“ *Experimental Brain Research*, 91: 176-180.
  - ❖ **PEPPERBERG I.M.(1983)** Cognition in the African Grey Parrot: preliminary evidence for auditory vocal comprehension of the class concept. In: *Animal Learning and Behavior*, 11, pp.179-185.
  - ❖ **PEPPERBERG I.M.(1987)** Evidence for conceptual quantitative abilities in the African Grey Parrot: labelling of cardinal sets. In: *Ethology*, 75, pp. 37-61.

- 
- ❖ **PEPPERBERG I.M.**(1994) Numerical competence in an African Gry Parrot. I: *Journal of Comparative Psychology*, 108, pp. 36-44.
  - ❖ **PEPPENBERG I.M. (2002).** „Alex studies: Cognitive and comunicative abilities of grey porrots.“ Cambridge MA: Harvard University Press.
  - ❖ **PEPPERBERG I.M., GORDON J.D.** (2005) Numerical comprehension by a Grey parrot (*Psittacus erithacus*), including a zerolike concept. *Journal of Comparative Psychology*, 119, 197-209.
  - ❖ **PEPPERBERG I.** (2006). Grey parrot numerical competence: a review. *Animal Cognition*, 9, 377-391.
  - ❖ **PERRETT D.I., HIETANEN J.K., ORAM M.W., BENSON P.J. (1992).** „Organization and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex.“ *Philosophical Transactions of the Royal Society London*, B 335: 23-30.
  - ❖ **PETERS R. (1978).** „Communication, cognitive mapping and strategy in wolves and hominids.“ In: Hall L. And Sharp H.S., eds *Wolf and man: evolution in parallel*. pp. 95-107. Academic Press, New York.
  - ❖ **PETRULLI C.A., CARLONI E., BEGHELLI V., MATTIOLI M., GUSSO L., ACCORSI P.A. (2013).** “Valutazioni termografiche in grandi felidi in cattività.” Atti X Convegno Società Italiana di Fisiologia Veterinaria (SOFIVET) Taormina (Messina), Italy, 8-9 luglio 2013.
  - ❖ **PIAGET J. (1937).** „La construction du réel chez l’enfant.“ Delachaux and Niestlé, Neuchatel, Paris, France.
  - ❖ **PIAGET J. (1962).** „Play, dreams, and imitation in childhood.“ (C. Gattegno & F.M. Hodgson Trans.) New York, Norton.
  - ❖ **PICK H.L., LOCKMAN J.J. (1981).** „From frames of reference to spatial representations.“ In: Liberman L.S., Petterson A.H., Newcombe N. (eds), *Spatial representation and behaviour across the life span: theory and application*. Academic Press, New York, pp. 39-61.
  - ❖ **PITTAVINO M.R., GHIDELLI S. (2011).** „Dispense seminario Progetto Mirror: un altro modo di educare i nostri cani“ Pisa 28-29 giugno 2011
  - ❖ **POLI M., PRATO PREVIDE E.** (1991) Discrimination of musical stimuli by rats (*Rattus norvegicus*). *International Journal of Comparative Psychology*, 5(1), pp. 7-18.

- 
- ❖ **POLI M., PRATO PREVIDE E. (1994).** “Apprendere per sopravvivere. L’apprendimento animale tra psicologia ed etologia” Prima edizione, Raffaello Cortina Editore.
  - ❖ **PONGRÁCZ P., MIKLOSI A., KUBINYI E., GUROBI K., TOPÁL J., CSANYI V. (2001).** „Social learning in dog: the effect of a human demonstrator on the performance of the dogs in a detour task.“ *Animal behaviour*, 62: 1109,1117.
  - ❖ **PONGRÁCZ P., MIKLOSI A., KUBINYI E., GUROBI K., TOPÁL J., CSANYI V. (2003).** „Preference for copying unambiguous demonstration in the dogs (*Canis familiaris*).“ *Journal of Comparative Psychology*, 117, 3: 337-343.
  - ❖ **PONGRÁCZ P., MIKLOSI A., KUBINYI E., GUROBI K., TOPÁL J., CSANYI V. (2003).** „Interaction between individual experience and social learning in dogs.“ *Anim. Behav.* 65: 595-603.
  - ❖ **PONGRÁCZ P., MIKLOSI A., TIMAR-GREG K., CSANYI V. (2004).** „Verbal attention getting as a key factor in social learning between dog (*Canis familiaris*) and human.“ *J. Comp. Psychol.* 118: 375-383.
  - ❖ **PONGRÁCZ P., MIKLOSI A., VIDA V., CSANYI V. (2005).** „ The pet dogs ability for learning from a human demonstrator in a detour task is independent from breed and age.“ *Applied Animal Behaviour Science*, 90: 309-323.
  - ❖ **PONGRÁCZ ROSSI A., ADES C. (2008).** „ A dog at the keyboard: using arbitrary signs to communicate requests.“ *Anim. Cogn.*, 11: 329-338.
  - ❖ **POVINELLI D.J., NELSON K.E., BOYSEN S.T. (1990).** „ Inferences about guessing and knowing in chimpanzees (*Pans troglodytes*).“ *J. Comp. Psychol.* 105: 318-325.
  - ❖ **POVINELLI D.J., REAUX J.E., BIERSCHWALE D.T., ALLAIN A.D., SIMON B.B. (1997).** „ Exploitation of pointing as a referential gesture in young children, but not adolescent chimpanzees.“ *Cogn. Dev.* 12: 423-461.
  - ❖ **POYSER F., CALDWELL C., COBB M. (2006).** „Dog paw preference shows lability and sex differences.“ *Behav. Proc.* 73: 216-221.
  - ❖ **PRATO PREVIDE E., ROTTA B., SPIEZIO C., POLI M. (2003):** *Il legame affettivo tra cane e uomo: uno studio osservativo nella Strange Situation* ( “The

- 
- dog-human affectional bond: an observational study using the strange situation test*") Istituto di Psicologia della Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Milano; 1-36. Pubblicato nella rivista "Ricerche di psicologia"; 26, 3, 55-84.
- ❖ **PRATO PREVIDE E., POLI M. (2003):** " *Apprendere per sopravvivere. L'apprendimento animale tra psicologia ed etologia*" (Raffaello Cortina Editore); (3) 116-166 / (5) 199-246.
  - ❖ **PRATO-PREVIDE E., CUSTANCE D.M., SPIEZIO C., SABATINI F. (2003):** *Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's Strange Situation.* "Behaviour"; 140, 225-254.
  - ❖ **PRATO-PREVIDE E., FALLANI G., VALSECCHI P., (2006):** *Do disrupted early attachments affect the relationship between guide dogs and blind owners?* "Applied Animal Behaviour Science"; 100, 241–
  - ❖ **PRATO PREVIDE E., MARSHALL-PESCINI S., VALSECCHI P. (2008).** „ Is your choice my choice? The owners' effect on the pet dogs' (*Canis lupus familiaris*) performance in a food choice task.“ *Anim. Cogn.*, 11: 167-174.
  - ❖ **PRATO PREVIDE E., MEROLA I., MARSHALL-PESCINI S. (2012).**“ Dogs' Social Referencing towards Owners and Strangers.“ *PLOSE ONE* 7 (10): e47653.
  - ❖ **PUROHIT R.C., McCOY M.D. (1980).** „Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse.“ *American Journal of Veterinary Research* 41: 117-1174.
  - ❖ **RAMOS D., ADES C. (2012).** „ Two-Item Sentence Comprehension by a Dog (*Canis familiaris*).“ *PLOS ONE*, 7 (2), e29689.
  - ❖ **RANGE F., VIRANYI Z., HUBER L. (2007).** „ Selective imitation in domestic dogs.“ *Current Biology*, 17 (10): 868-872.
  - ❖ **RANGE F., HUBER L., VOELKL B., SZUCSICH A., VIRANYI Z., MIKLOSI A. ( 2009).** „ The evolution of imitation: capacities of non-human animals tell us about the mechanism of imitation?“ *Philosophical transaction of the royal society*, 364: 2299-2309.
  - ❖ **RANGE F., VIRANYI Z., HUBER L. (2007).** „Selective imitation in domestic dogs“ *Current Biology*; 17 (10): 868-872.

- 
- ❖ **RANGE F., HUBER L., HEYES C. (2011).** „Automatic imitation in dogs.“ *Proceedings of the royal society*, 278: 211-217.
  - ❖ **RANTALA M.J., MARCINKOWSKA U.M. (2011).** „The role of sexual imprinting and the Wastermarck effect in mate choice in humans.“ *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 65: 859-873.
  - ❖ **REDAELLI V., VERGA M., LUZI F. (2011).** „La termografia nelle ricerche su comportamento e fisiologia degli animali da affezione.“ Tratto da:“ *Animali d’affezione: nuove frontiere nella ricerca su problemi comportamentali, neurofisiologia e genetica*“ a cura di J. Riva, C. Carezzi, M. Verga. Edito da: *Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche* (Brescia). n° 83: 33-42.
  - ❖ **REDSHAW M. (1978).** „Cognitive development in human and gorilla infants.“ *J. Hum. Evol.* 7: 133-141.
  - ❖ **REGOLIN L. (2008).** „Teoria e storia dell’apprendimento „ Master di II livello in „Patologia comportamentale del cane e del gatto“ Pisa A.A. 2008-2009.
  - ❖ **RESCORLA A.R. (1968).** „Probability of shock in presence and absence of CS in fear conditioning“ *Journal of Comparative and Physiological Psychology*; 66(1), 1-5.
  - ❖ **RESCORLA A.R., WAGNER A.R. (1972).** „A theory of Pavlovian conditioning: variations in the effectiveness of reinforcement and non reinforcement“ In: A.H. Black, W.F. Prokasy (eds.) *Classical Conditioning*, II Appleton Century Crofts, New York.
  - ❖ **RIEDEL J., BUTTELMANN D., CALL J., TOMASELLO M. (2005).** „Domestic dogs (*Canis familiaris*) use a physical marker to locate hidden food.“ *Anim. Cogn.* 9: 27-35.
  - ❖ **RIEDEL J., SCHUMANN K., KAMINSKI J., CALL., TOMASELLO M. (2008).** „The early ontogeny of human-dog communication.“ *Anim. Behav.* 75: 1003-1014.
  - ❖ **RIZZOLATTI G., CRAIGHERO L. (2004).** „ The mirror-neuron system.“ *Annu. Rev. Neurosci.*, 27: 169-192.
  - ❖ **ROBINS A., LIPPOLIS G., BISAZZA A., VALLORTIGARA G., ROGERS L.J. (1998).** Lateralized agonistic responses and hindlimb use in toads. *Animal Behaviour* , 56, 875-881.



- 
- ❖ **ROITBALT H.L. (1987).** „Introduction to Comparative Cognition.“ Freeman New York.
  - ❖ **ROONEY N.J., BRADSHAW J.W.S. (2006).** „Social cognition in the domestic dog: behaviour of spectators towards participants in interspecific games.“ *Anim. Behav.* 72: 343-352.
  - ❖ **ROSE S. (1994).** „La fabbrica della memoria. Dalle molecole alla mente.“ Garzanti Ed. S.p.A. Milano.
  - ❖ **ROWEL C.H.F. (1961).** „Displacement grooming in the chaffinch.“ *Anim. Behav.* 9: 38-63.
  - ❖ **RUGAAS T. (2007).** „L’intesa con il cane: I Segnali Calmanti.“ II edizione, Haqihana editore, Milano.
  - ❖ **SALISBURY R.S., PARR G., DE SILVA M., HAZLEMAN B.L., PAGE-THOMAS D.P. (1983).** „Heat distribution over normal and abnormal joints: Thermal pattern and quantification.“ *Ann. Rheum. Dis.* 42: 494-499.
  - ❖ **SCHAEFER A.L., JONES S.D.M., TONG A.K.W., VINCENT B.C. (1988).** „The effect of fasting and transportation on beef cattle. Acid-base electrolyte balance and infrared heat loss of beef cattle.“ *Livestock Production Science* 69: 491-495.
  - ❖ **SCHAEFER A.L., JONES S.D.M., MURRAY A.C., SATHER A.P., TONG A.K.W., V (1989).** „Infrared thermography of pig with known genotypes for stress susceptibility in relation to pork quality.“ *Canadian Journal of Animal Science* 69: 491-495.
  - ❖ **SCHAEFER A.L., MATTHEWS L.R., COOK N.J., WEBSTER J., SCOTT S.L. (2002).** „Novel non-invasive measure of animal welfare.“ *Animal Welfare and Behaviour: From Science to Solution, Joint NAWAC/ISAE Conference. Hamilton, New Zealand.*
  - ❖ **SCOTT S.L., SCHAEFER A.L., TONG A.K.W., LACASSE P. (2000).** „Use of onfrared thermogtaphy for early detection of mastitis in dairy cows.“ *Canadian Journal of Animal Science* 80: 764-765.
  - ❖ **SCOTT J.P., FULLER J.L. (1965).** „Genetics and the social Behaviour oft he dog.“ Chicago: University of Chicago Press.

- 
- ❖ **SEGUINOT V., CATTER J., BENHAMOU S. (1998).** „Path integration in the dogs.“ *Anim. Behav.* 55:787-797.
  - ❖ **SHETTLEWORTH S.J. (1998).** „Cognition, evolution and behaviour.“ Oxford University Press, Oxford.
  - ❖ **SINISCALCHI M., SASSO R., PEPE A.M., VALLORTIGARA G., QUARANTA A. (2010).** „Dog turn left to emozional stimuli.“ *Behav Brain Res.* 208: 516-521.
  - ❖ **SLABBERT J.M., ROSA O.A.E. (1997).** „Observational learning of an acquired maternal behaviour pattern by working dog pups: An alternative training method?“ *Applied Animal Behavior* 19: 270-275.
  - ❖ **SHAH A., RAO K.H., RUEDI B., MAGRINI G., (1984).** „Determination of fertility interval with ovulation time estimation using differential skin surface temperature (DST) measurement.“ *Fert. Steril.* 41: 771-774.
  - ❖ **SHAMAA A.A., GOHAR H.M. (2002).** „Clinical assessment of thermography as a diagnostic and prognostic tool in horse practice.“ <http://www.flirthermography.com/media/12Embay2002a.pdf>, 2002.
  - ❖ **SIGHIERI C. (2008).** Appunti master di II livello in „Patologia comportamentale del cane e del gatto.“ Pisa, A.A. 2008/2009.
  - ❖ **SILVA K., BESSA J., de SOUSA L. (2012).** „Auditory contagious yawning in domestic dogs (*Canis familiaris*): first evidence for social modulation.“ *Animal cognition*, 15 (4): 721-724.
  - ❖ **SLAGSVOLD T., HANSEN B.T., JOHANNESSEN L.E., LIFJELD J.T. (2002).** „Mate choice and imprinting in birds studied by cross-fostering in the wild.“ *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 269:1449-1455.
  - ❖ **SOPRONI K., MIKLOSI A., TOPAL J., CSANYI V. (2002).** „Dogs‘ (*Canis familiaris*) responsiveness to human pointing gestures.“ *J. Comp. Psychol.* 116: 27-34.
  - ❖ **SPADY T.J., DURRANT B.D. (2003).** „Thermography as a diagnostic tool for distinguishing pregnancy from pseudopregnancy in giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*)” Proceedings of the Carnivore Reproduction Workshop San diego CA.

- 
- ❖ **SPALDING D. (1873).** „Instinct: with original observations on young animals.“ *Macmillan's Magazine*, 27:283-293.
  - ❖ **SQUIRE L., KANDEL E. (2002).** „La memoria non cosciente“ *Le Scienze Dossier „La memoria“* 14:60-65.
  - ❖ **SQUIRE L., KANDEL E. (2010).** „Come funziona la memoria. Meccanismi molecolari e cognitivi“ *Saggi Zanichelli*.
  - ❖ **STEHEN J.B., WILSSON E. (1990).** How do dogs determine the direction of tracks?“ *Acta Physiologica Scandinavica* 139:531-534.
  - ❖ **STESS R.M., SISNEY P.C., MOSS K.M., GRAF P.M., LOUIE K.S., GOODING G.A., GRUNFELD C., (1986).** „ Use of liquid crystal thermography in the evaluation of the diabetic foot.“ *Diabetes Care* 9: 267-272.
  - ❖ **SULKOWSKI G.M., HAUSER M.D. (2000)** Can rhesus monkeys spontaneously subtract? *Cognition*, 79: 239-262.
  - ❖ **SUTHAR V.S., BURFEIND O., BONK S., DHAMI A.J., HEUWIEWWR W. (2012).** „Endogenous and exogenous progesterone influence body temperature in dairy cows.“ *Journal Dairy Science*.
  - ❖ **SUZUKI K., KOBAYASHI T. (2000).** „Numerical competence in rats (*Rattus norvegicus*).“ *Davis & Bradford (1986) extended. J. Comp. Psychol* 114: 73-85.
  - ❖ **SZETEI V., MIKLOSI A., TOPAL J., CSANYI V., (2003).** „When dogs seem to lose their nose: an investigation on the use of visual and olfactory cues in communicative context between dog and owner. „ *App. Anim. Behav. Sci.* 83: 141-152.
  - ❖ **TAYLER C.K., SAAYMAN G.S. (1973).** „ Imitative behaviour by Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in captivity.“ *Behaviour*, 44: 286-298.
  - ❖ **TENAZA R.R. (1976).** „Wild mynahs mimic wild primates.“ *Nature*: 259-561.
  - ❖ **TERRACE H.S. (1984).** „Animal cognition.“ In: Roitblat H.L., Bever T.G., Terrace H.S. (Eds) *Anim. Cogn.* Erlbaum, Hillsdale.
  - ❖ **TESSIER M., DU TREMBLAY D., KLOPFENSTAIN C., BEAUCHAMP G., BAULIANNE M. (2003).** „ Abdominal skin temperature variation in

- 
- healthy broiler chickens as determined by thermography.“ *Poult. Sci.* 82: 846-849.
- ❖ **THORNDIKE E.L. (1898).** „Animal intelligence: an experimental study of the process in animals.“ *Psychological Review Monographs*, 2 (8): 1-109.
  - ❖ **THORNDIKE E.L. (1911).** “Animal intelligence” Macmillan, New York (1911).
  - ❖ **THORPE W.H. (1956).** „Learning and instinct in animals.“ Methuen, London.
  - ❖ **THORPE W.H. (1963).** „Learning and instinct in animals.“ Methuen, London.
  - ❖ **TIMBERGEN N. (1951).** The study of instinct.“ Oxford University Press, Oxford.
  - ❖ **TIMBERGEN N. (1952).** „Derived activities, their causation, biological significance origin and emancipation during evolution.“ *Q Rev. Biol.* 27: 1-32.
  - ❖ **TINKELPAUGH O.L. (1928).** „An experimental study of representative factors in monkeys.“ *J. Comp. Psychol* 8: 197-238.
  - ❖ **TOATES F. (1986).** “Motivational Systems.” Cambridge University Press, Cambridge.
  - ❖ **TOATES F. (1995).** “Stress, Conceptual and Biological Aspects.” Wiley, Chichester.
  - ❖ **TOMASELLO M., DEVIS-DASILVA M., CAMAK L., BARD K. (1987).** „Observational learning of tool-use by young chimpanzees.“ *Human Evolution*, 2: 175-183.
  - ❖ **TOMASELLO M. (1990).** „ Cultural transmission in the tool use and communicatory signalling of chimpanzees?“ In: *Comparative developmental psychology of language and intelligence in primates*. Edited by S. Parker and K. Gibson; Cambridge University Press, 274-311.
  - ❖ **TOMLINSON W.T., JOHNSON T.D. (1991).** “Hamsters remember spatial information derived from olfactory cues.” *Anim. Learn. Behav.* 9: 257-275.
  - ❖ **TOPÁL J., MIKLÓSI A., CSÁNYI V., DÓKA A. (1998):** *Attachment Behavior in Dogs (Canis familiaris): A New Application of Ainsworth's (1969)*

---

*Strange Situation Test*. "Journal of Comparative Psychology"; (Loránd Eötvös University), 112(3), 219-229.

- ❖ **TOPAL J., MIKLOSY A., CSANYI V. (1998)**. "Attachment behavior in the dog: a new application of the Ainsworth's Strane Situation Test." *J. Comp. Psychol* 112: 219-229.
- ❖ **TOPAL J., KUBINYI E., GACSI M. et al. (2005)**. "Obeying Social Rules: A Comparative Study on Dogs and Human." *Journal of Cultural and Evolutionary Psychology* 3: 213-238.
- ❖ **TOPÁL J., MIKLÓSI A., GACSI M., VIRANYI Z., KUBINYI E., CSÁNYI V., (2005)**: *Attachment to humans: a comparative study on hand-reared wolves and differently socialized dog puppies*. "Animal Behaviour"; 70, 1367–1375.
- ❖ **TOPAL J., BYRNE R.W., MIKLOSI A., CSANYI V. (2006)**. "Reproducing human actions and action sequences: "Do as I Do!" in the dog." *Anim. Cogn*, 9: 355-367.
- ❖ **TOPÁL J., ERŐHEGYI Á., MÁNYIK R., MIKLOSI Á. (2006)**. „Mindreading in a dog: an adaptation of a primate ‘mental attribution’ study“ *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 6: 365-379.
- ❖ **TOPÁL J., BYRNE R.W., MIKLOSI A., CSÁNYI V. (2006)**. „Reproducing human actions and action sequences; „Do as I Do!“ in a dog.“ *Animal Cognition*, 9: 355-367.
- ❖ **TRIANA E., PASNAK R. (1981)**. „Object permanence in cats and dogs.“ *Anim. Learn. Behav.* 9:135-139.
- ❖ **TRICK L.M, PYLYSHYN Z.W., (1994)**. „Why are small and large numbers enumerated differently? A limited-capacity pre-attentive stage in vision.“ *Psychol Rev.* 101: 80-102.
- ❖ **TUBER D.S., SANDERS S., HENNESSY M.B., MILLER J.A. (1996)**, *Behavioral and glucocorticoid responses of adult domestic dogs (Canis familiaris) to companionship and social separation*. "Journal of Comparative Psychology"; (110), 103-108.
- ❖ **TULVING E. (1972)**. „Episodic and semantic memory.“ In tulving E e Donaldson W. „Organization of memory“ pp. 381-403, Hillsdale, NJ, Erlbaum.

- 
- ❖ **TURNER T.A. (1991).** „Thermography as an aid tot he clinical lameness evaluation“ *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 7 n°2: 311-338.
  - ❖ **TURNER T.A., FESSLER J.F., LAMP M., PEARCE J.A., GEDDES L.A. (1993).** „Thermographic evaluation of horses with podotrochlosis.“ *Am. J. Vet. Res.* 44 n°4: 535-539.
  - ❖ **UDELL M.A.R., GIGLIO R.F., WYNNE C.D.L. (2008).** „Domestic dogs (*Canis familiaris*) use human gestures but noy nonhuman tokens in find hidden food.“ *J. Comp. Psychol.* 122: 84-93.
  - ❖ **UJFALUSSY D., KULCSAR Zs., MIKLOSI A. (2007).** „Numerical competence in dogs and wolves.“ In: Miklosi A. (2007). *Dog Behaviour, Evolution, and Cognition*, Oxford University Press, Oxford.
  - ❖ **ULLER c., JAEGER R., GIUDRY G., MARTIN C. (2003).** „Salamanders (Plethodon cinereus) go for more: ridiments of number in a species of basal vertebrate.“ *Anim. Cogn.* 6: 105-112.
  - ❖ **VALLORTIGARA G. (2000).** « Altre menti » Edizioni Il Mulino Bologna.
  - ❖ **VAN der ZEEL E., ZULCH H., MILLS D. (2012).** « Word Generalization by a Dog (*Canis familiaris*) : Is Shaoe Important ? » *PLOSE ONE*, 7 (11), e 49382.
  - ❖ **VESTERGAARD K. (1980).** « The regualtion of dustbathing and other patterns in the laying hem. » A Lorenzian approach, in R. Moss, *The Laying Hen and Its Environment*, Nijhoff, The Hauge, pp. 101-120.
  - ❖ **VIRANYI Z., GACSI M., KUBINYI E., TOPAL J., BELENYI B., UJFALUSSY D., MIKLOSI A., (2008).** « Comprehension of human pointing gestures in young human-reared wolves (*Canis lupus*) and dogs (*Canis familiaris*). » *Anim. Cogn.* 11 : 373-387.
  - ❖ **VOITH V.L. (1985):** *Attaccamento dell'uomo agli animali da compagnia*. In Quackenbush J., Voith V.L. (Eds.): *Clinica veterinaria del nord America. Piccoli animali. Il legame tra l'uomo e l'animale da compagnia*. Antonio Delfino Editore, Roma, 17-23
  - ❖ **VOS, PRIJS J., TEN CATE C. (1993).** « Sexual imprinting in zebra finch males : a differential effect of successive and simultaneous experience with two colour morphs. » *Behaviour*, 126 (1-2): 137.

- 
- ❖ **WARD C., SMUTS B.B. (2007).** « Quantity-based judgments in the domestic dog (*Canis lupus familiaris*). » *Anim. Cogn.* 10 : 71-80.
  - ❖ **WASHBURN M.F. (1908).** « The animal mind. » Text-Book of Comparative Psychology. New York : Mc Millan Company, pp.34.
  - ❖ **WATSON J.S., GERGELY G., TOPAL J., GACSI M., SARKOZI Zs., CSANY V. (2001).** « Distinguishing logic versus association in the solution of an invisible displacement task by children and dogs : using negation of disjunction. » *J. Comp. Psychol.* 115 : 219-226.
  - ❖ **WEIL M., LITZKE L.F., FRITSCH R. (1998).** „ Diagnostic validity of thermography of lameness in horses.“ *Tierarztl.Prax. Ausg. G, Grosstiere Nutztiere* 26: 346-354
  - ❖ **WELL D.L., HEPPER P.G. (2003).** „Directional tracking in the domestic dog, *Canis familiaris*.“ *App. Anim. Behav. Sci.* 84: 297-305.
  - ❖ **WEST R.E., YOUNG R.J. (2002).** „ Do domestic dogs show any evidence of being able to count?“ *Anim. Cogn.*, 5:183-186.
  - ❖ **WESTERMAN E.L., HODGINS-DAVIS A., DINWIDDIE A., MONTEIRO A. (2012).** „ Biased learning affects mate choice in a butterfly.“ *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109 (27): 10948-10953.
  - ❖ **WILSON M.L., HAUSER M.D., WRANGHAM R.W. (2001).** Does participation in intergroup conflict depend on numerical assessment, range, location, or rank.
  - ❖ **WHITEN A., HAM R. (1992).** „On the nature and evolution of imitation in the animal kingdom: reappraisal of a century research.“ *Advances in the study of behaviour*, (P.J.B Slater, J.S. Rosenblatt, C. Beer, M. Milinski (Eds) Academic Press) New York, 21: 239-283.
  - ❖ **WIMMER H., PERNER J. (1983).** „Beliefs about beliefs: representation and constraining function of wrong beliefs in young children’s understanding of deception.“ *Cognition* 13: 103-128.
  - ❖ **WOOD S., MORIARTY K.M., GARDNER B.T., GARDNER R.A. (1980).** „Object permanence in child and chimpanzee.“ *Anim. Learn. Behav.* 8: 3-9.
  - ❖ **WRIGHT A.A., SANTIAGO H.C., URCUIOLI P.J., SANDS S.F. (1984).** „Monkey and pigeon acquisition of same-different concept using pictorial

---

stimul. In: Commons M.L., Herrnstein R.J., Wagner A.R., (Eds) Quantitative Analysis of Behaviour Discrimination Processes, Vol. 4, Ballinger, Cambridge, MA, pp. 295-317.

- ❖ **WOODRUFF G., PREMACK D.** (1981) Primitive (sic) mathematical concepts in the chimpanzee: Proportionality and numerosity. *Nature*, 293: 568-570.
- ❖ **WYNN K.** (1992). „Addition and subtraction by human infants.“ *Nature* 358: 749-750.
- ❖ **WYNN K., CHIANG W.C.** (1998). Limits to infants' knowledge of objects: the case of magical appearance. *Psychological Science*, 9, 448-455.
- ❖ **WYRWICKA W.** (1958). „Studies on detour behaviour.“ *Behaviour* 14: 240-264.
- ❖ **YAMAMOTO M., KIKUSUI T., PhD, OHTA M.,** (2009). „Influence of delayed timing of owners' action on the behaviours of their dogs, *Canis familiaris*.“ *J. Vet. Behav. Cinical. Appl. Res.* 4: 11-18.
- ❖ **YDENBERG R., DILL L.M.** (1986). „The economics of fleeing from predators, in Advances in Study of behaviour, Vol. 16. Academic Press, San diego (Cal.), pp. 229-249.
- ❖ **YANG W.J., ZHANG N., ANDERSEN H.F.,** (1990). „ Abdominal wall temperature variation during labor and parturition by infrared thermography.“ *1st World Congress of Biomechanics*.
- ❖ **YANG W.J., ZHANG N., YANG P.P.T., LIN Z.Z.,** (1991). „Determination of uterine activity during labor by means of infrared thermography.“ 115: 254-256.
- ❖ **ZANTELL T.R., EDWARDS C.E., HOGAN D.E.** (1984). „Pigeon's use of identity.“ In: Commons M.L., Herrnstein R.J., Wagner A.R. (Eds) Quantitative Analysis of Behaviour. Acquisition II. Bellinger, Cambridge. MA.
- ❖ **ZANTELL T.R., HOGAN D.E.** (1976). „Abstract cocept learning in the pigeon.“ *J. Exp. Psychol.* 102: 393-398.
- ❖ **ZIGMOND M.J., BLOOM F.E., LANDIS S.C., ROBERTS J.L., SQUIRE L.R.,** (1999). „Neuroscienze cognitive e comportamentali“ Edizioni Edises.



---

## SITI WEB CONSULTATI e MANUALI:

- 1) [www.psicologia-italia.it/cat\\_contributi/memoria.html](http://www.psicologia-italia.it/cat_contributi/memoria.html)
- 2) [www.piaggio.cci.unipi.it](http://www.piaggio.cci.unipi.it)
- 3) FLIR SYSTEM DOCUMENTATION: Flir i5 User Documentation (2008).
- 4) [www.pce-instruments.com](http://www.pce-instruments.com)
- 5) [www.psicologoedolo.altervista.org](http://www.psicologoedolo.altervista.org)
- 6) [www.soniagermanizamperini.woedpress.com](http://www.soniagermanizamperini.woedpress.com)
- 7) <http://spot4u.jp/courses/EDU01/document/lectures>
- 8) [www.simlypsychology.org](http://www.simlypsychology.org)
- 9) [www.flyfishingdevon.co.uk](http://www.flyfishingdevon.co.uk)
- 10) <http://blog.feliceperussia.it>
- 11) <http://dontlovemanagec5.forufree.it>
- 12) [www.leganeerd.com](http://www.leganeerd.com)
- 13) [www.treccani.it](http://www.treccani.it)
- 14) [www.lastradaweb.it](http://www.lastradaweb.it)
- 15) [www.caseprefabbricateinlegno.it](http://www.caseprefabbricateinlegno.it)
- 16) [www.termoedilsrl.com](http://www.termoedilsrl.com)
- 17) <http://blog.infraredmed.com>
- 18) [www.medicinenon.it](http://www.medicinenon.it)
- 19) [www.ilportaledelcavallo.it](http://www.ilportaledelcavallo.it)