

*IL MENTAL TIME TRAVEL:*  
UNA PROSPETTIVA EVOLUTIVA

1. INTRODUZIONE

Gli esseri umani hanno una caratteristica davvero degna di nota: possono sganciarsi dal contesto immediato dell'esperienza presente e proiettarsi mentalmente nel passato o nel futuro; e questo al fine di rivivere o anticipare eventi. Recentemente si è sostenuto che tale abilità rivela una specifica facoltà mentale: il *Mental Time Travel* (MTT). Poiché la capacità umana di rappresentare e gestire l'informazione temporale è al centro di gran parte delle attività che ci caratterizzano come specie, alcuni studiosi hanno affermato che il MTT è una competenza esclusiva degli esseri umani, dando luogo a un acceso dibattito sulle sue basi evoluzionistiche. In particolare, la disputa riguarda due questioni: 1. se il MTT sia una facoltà peculiarmente umana oppure condivisa con altri animali; 2. se l'evoluzione del MTT abbia comportato o meno un salto evolutivo tra gli esseri umani e le altre specie animali.

Sebbene le questioni (1) e (2) siano ben distinguibili, spesso gli assertori dell'unicità del MTT ne affermano anche la discontinuità evolutiva. Contro questa impostazione, il presente scritto si propone di argomentare l'idea che il MTT abbia dei corrispettivi nella cognizione animale e sia, quindi, almeno in parte condiviso con altre specie; tuttavia, ciò non significa che esso non esibisca anche dei tratti unicamente umani, frutto di specifiche pressioni selettive nell'ambiente evolutivo proprio degli ominidi. Il punto teorico per noi rilevante è che tali aspetti di unicità non giustificano in alcun modo l'ipotesi di un salto evolutivo tra gli esseri umani e gli altri animali e, al contrario, possono essere spiegati in un quadro concettuale che assume la continuità evolutiva. Al fine di dar corpo alla tesi della continuità, insisteremo sull'individuazione delle competenze animali che possono essere considerate i precursori evolutivi del MTT umano. Prima di entrare nel merito della questione comparativa, poiché il MTT è un costrutto introdotto solo di recente all'interno delle scienze della mente, i primi due paragrafi saranno dedicati alla sua definizione, alle prove in favore della sua esistenza e alle sue funzioni adattative.

## 2. CHE COS'È IL *MENTAL TIME TRAVEL*?

È un'esperienza comune a tutti gli automobilisti quella di accorgersi, una volta giunti a destinazione, che non si ricorda niente del viaggio e non si è in grado di dire come si è arrivati fino a lì. Come sarebbe la nostra vita se questa fosse la nostra condizione normale? Probabilmente, avremmo la percezione di una vita stretta nella morsa del presente, le cui vicende perdono il significato che generalmente attribuiamo loro. Nella realtà, infatti, le nostre attività e i nostri pensieri sono costantemente sospesi tra l'ancoraggio al passato e la proiezione verso il futuro.

Le rappresentazioni del passato e del futuro hanno indubbiamente caratteristiche diverse: la proiezione in avanti implica un processo di costruzione di uno scenario potenziale, mentre ricordare il passato significa ripercorrere un evento che è già accaduto. A dispetto di ciò, le somiglianze tra i due processi sono molto più significative delle differenze. Recentemente è stata formulata l'ipotesi che tali somiglianze siano il riflesso del funzionamento di una specifica facoltà cognitiva che elabora l'informazione temporale di natura auto-referenziale e produce sia le ricostruzioni mentali del passato che le simulazioni del futuro: il *Mental Time Travel* (MTT).

La componente relativa al passato è conosciuta in letteratura come *memoria episodica* ed è stata oggetto di numerose ricerche (Tulving 1983; 2005); al contrario, solo negli ultimi dieci anni si è iniziato a prestare attenzione anche alla controparte rivolta al futuro e, attualmente, diversi studi cognitivi, neuropsicologici e di *neuroimaging* suggeriscono che proprio tale componente sia la chiave per comprendere la natura del MTT e la sua evoluzione (per una recente raccolta di articoli sul tema v. Bar 2009). In primo luogo, dobbiamo notare che i nostri ricordi del passato spesso sono imprecisi e lacunosi. Conserviamo solo alcuni frammenti degli eventi passati e, a partire da questi, cerchiamo di ricostruire l'intero episodio. Nel processo di ricostruzione abitualmente commettiamo degli errori e incorriamo in distorsioni della memoria, tuttavia questi aspetti del processo rievocativo non implicano un malfunzionamento del sistema, al contrario riflettono le operazioni di processi adattativi. Se la memoria episodica consistesse in un sistema di registrazione degli eventi passati il suo costo cognitivo sarebbe estremamente elevato e per di più completamente inutile: come il celebre paziente del neuropsicologo Lurija (1968), la cui memoria prodigiosa gli impediva di dimenticare, saremmo capaci di trattenere una grande quantità di informazione corretta sul passato, ma assolutamente irrilevante. La ricostruzione è resa necessaria, dunque, dall'incompletezza della memoria. L'oblio, d'altra parte, è un processo adattativo che trova spiegazione alla luce dell'ipotesi che la memoria episodica non serva tanto a fornire informazioni sul passato, quanto piuttosto ad anticipare il futuro. Quest'ultima funzione richiede, infatti, un sistema che possa estrarre diversi frammenti di esperienze passate e

ricombinarli in modo flessibile per costruire scenari di potenziali eventi futuri. In sintesi, la memoria episodica dà origine a processi di natura costruttiva: ciò comporta che le rievocazioni del passato possano incorrere in errori e distorsioni, ma tale effetto collaterale viene compensato dalla grande utilità di un sistema di questo tipo nel costruire scenari futuri e condurne accurate simulazioni. Nello specifico, la funzione adattativa del MTT è legata alla possibilità di tradurre le esplorazioni mentali del futuro in azioni concrete da intraprendere nel presente; in tal senso, è stato suggerito che l'esperienza emotiva che accompagna e caratterizza i viaggi mentali nel tempo sia l'elemento determinante che fa del MTT un dispositivo cruciale nei processi decisionali, in quanto produce una forte spinta motivazionale a inibire la tendenza verso la soddisfazione immediata dei bisogni presenti, a vantaggio del conseguimento di un beneficio futuro (Boyer 2008). L'idea che il ricordo del passato e la proiezione nel futuro siano le controparti di un'unica facoltà mentale è un'ipotesi evolutiva che attualmente è supportata da evidenze empiriche di varia natura. Analizziamole più nel dettaglio.

### 3. COMPONENTI COGNITIVI E NEURALI DEL MTT

Se il ricordo di eventi passati e la simulazione del futuro dipendono dalla stessa facoltà mentale, dobbiamo aspettarci di riscontrare delle forti affinità tra i due processi. D'Argembeau e Van der Linden (2004) hanno comparato la capacità dei soggetti di ricordare un evento specifico del loro passato e di immaginare un evento specifico che sarebbe potuto accadere loro in futuro e hanno scoperto che i due processi sono influenzati allo stesso modo da una serie di variabili. Per esempio, gli eventi passati e futuri più vicini al presente includevano più dettagli sensoriali e contestuali ed erano accompagnati da una sensazione più intensa di appartenere alla storia personale dell'individuo rispetto agli eventi più lontani. Queste scoperte sono state estese in studi successivi in cui venivano manipolati fattori come le differenze individuali nella capacità di immaginazione e nelle strategie di regolazione dell'emozione (D'Argembeau e Van der Linden 2006) o la vividezza del contesto (Szpunar e McDermott 2008); anche in questi casi, si è osservato che le manipolazioni producevano effetti simili tanto sulla simulazione degli eventi passati che di quelli futuri.

La stretta relazione tra i due processi è stata confermata anche sul piano dello sviluppo infantile (Atance e O'Neill 2005; Busby e Suddendorf 2005); Busby e Suddendorf (2005) hanno condotto uno studio in cui ponevano delle semplici domande su eventi passati e futuri a bambini di età compresa tra i tre e i cinque anni; i bambini dovevano rispondere a domande come «cosa hai fatto ieri?», «cosa farai domani?», ma anche «cosa non hai fatto ieri?», «cosa non farai domani?». Tali esperimenti

hanno stabilito che le capacità di rispondere alle questioni sul passato e sul futuro sono correlate e che solo i bambini di quattro e cinque anni rispondono correttamente.

Un caso altrettanto interessante è quello del declino cognitivo. È noto da tempo che l'invecchiamento è associato a un indebolimento della memoria episodica, ma fino a poco tempo fa nessuno studio aveva posto l'attenzione sui cambiamenti cui va incontro la capacità di simulare eventi futuri. Le prime ricerche in tale direzione hanno verificato che il declino della memoria episodica ha un corrispettivo nella decadenza della capacità di proiezione nel futuro (Addis, Wong e Schacter 2008). Al fine di stabilire quale sia la ragione di tali somiglianze (ed escludere che riflettono semplicemente delle correlazioni statistiche casuali), dobbiamo spostarci dal piano dei processi a quello dei meccanismi cognitivi e neurali. Da questo punto di vista, gli studi di visualizzazione cerebrale con soggetti sani e la ricerca con pazienti colpiti da disturbi neuropsicologici e psicopatologici hanno prodotto risultati interessanti.

Gli studi condotti con pazienti amnesici, che a causa di danni all'ippocampo e a strutture correlate del lobo temporale mediale soffrono di gravi disturbi della memoria episodica, hanno rivelato che tali pazienti mostrano allo stesso tempo anche una forte incapacità di generare eventi e piani futuri (Hassabis *et al.* 2007b; Levine *et al.* 1998; Tulving 1985; Tulving *et al.* 1988); tale disturbo è specifico per la capacità di simulare eventi personali, infatti i pazienti generalmente non hanno difficoltà a immaginare possibili sviluppi di eventi impersonali come le questioni politiche (Klein, Loftus e Kihlstrom 2002). La compromissione selettiva della capacità di proiettarsi nel passato e nel futuro è stata verificata, inoltre, anche nei pazienti affetti da Alzheimer (Addis *et al.* 2009b) e negli schizofrenici (D'Argembeau, Raffard e Van der Linden 2008). Studi recenti di *neuroimaging* convergono con i dati ricavati dalle patologie individuando certe regioni cerebrali che sono associate con la simulazione di eventi sia passati che futuri.

Il primo studio a indagare la simulazione di eventi futuri è stato condotto da Okuda e colleghi (2003) che, utilizzando la tecnica di *PET imaging*, ha registrato l'attività neurale dei partecipanti mentre parlavano liberamente del loro passato (recente o lontano) o del futuro (prossimo o distante); i risultati hanno mostrato che, in entrambe le condizioni, si attivavano aree comuni delle regioni prefrontali e del lobo temporale mediale (inclusi l'ippocampo destro e il giro paraippocampale bilaterale). Tuttavia, da questo studio non è possibile desumere con precisione in che misura gli eventi richiamati o immaginati siano realmente di natura episodica, cioè eventi unici, con una specifica collocazione nel tempo e nello spazio e di carattere autoreferenziale. Uno studio successivo di fMRI (Szpunar, Watson e McDermott 2007) ha tentato di superare tale limite confrontando l'attività neurale associata a tre tipi di simulazione in contesti suggeriti dagli sperimentatori (per esempio, un compleanno

passato o la festa di pensionamento); le tre condizioni erano il ricordo di eventi passati specifici, la simulazione di specifici eventi futuri e la simulazione di eventi specifici il cui protagonista, però, non era il partecipante ma un individuo familiare (Bill Clinton per esempio). Si è scoperto che vi era una consistente sovrapposizione di attività nelle regioni bilaterale fronto-polare e del lobo temporale mediale, associata con eventi passati e futuri; il risultato più significativo è che queste regioni non erano attive allo stesso modo quando venivano immaginati eventi specifici non personali (per esempio, quelli che coinvolgevano Clinton). Ciò conferma che tali regioni si attivano in modo specifico durante la costruzione di eventi del proprio passato o futuro *personale* e non sono coinvolte nella costruzione di rappresentazioni di eventi in generale.

Non è possibile in questa sede approfondire ulteriormente la rassegna dei numerosi studi di *neuroimaging* che riguardano il MTT; in sintesi, possiamo concludere che, considerati nel loro insieme e comparati con studi precedenti sulla memoria episodica, i dati di cui attualmente disponiamo convergono nell'individuare un *core network* neurale che supporta la simulazione di eventi passati e futuri (Addis, Wong e Schacter 2007; Hassabis, Kumaran e Maguire 2007a; Botzung, Denkova e Manning 2008; Buckner e Carroll 2007; Schacter, Addis e Buckner 2007; 2008) e sono già disponibili delle analisi molto dettagliate dell'anatomia di questo network (Addis *et al.* 2009a; Buckner, Andrews-Hanna e Schacter 2008). Sulla base di alcune di queste analisi è stata avanzata l'interessante ipotesi che il circuito neurale da cui dipende il MTT supporti anche altre forme di proiezione del sé, come la capacità di comprendere il punto di vista altrui (teoria della mente) e alcune forme di navigazione nello spazio (Buckner e Carroll 2007); ciò significa che vi è convergenza funzionale di diverse abilità cognitive accomunate dall'auto-proiezione e che tale convergenza è rispecchiata dall'attivazione dello stesso circuito neurale, ma questo non implica che tali abilità non abbiano anche delle caratteristiche distintive e siano, dunque, dissociabili (per esempio, Rosenbaum *et al.* 2007 hanno trovato che due pazienti con gravi disturbi di memoria episodica ottenevano risultati indistinguibili da quelli dei soggetti normali di controllo nei compiti di teoria della mente).

Gli studi che abbiamo considerato corroborano l'idea che esista un sistema neurocognitivo che svolge una funzione di proiezione mentale nel tempo, coinvolgendo il sé nella rappresentazione di eventi passati e futuri. Un sistema di questo tipo rappresenta un costo considerevole dal punto di vista delle risorse cognitive impiegate; come abbiamo visto più sopra, il suo vantaggio adattativo potrebbe essere legato principalmente all'anticipazione del futuro. Nel paragrafo seguente valuteremo la plausibilità di tale ipotesi e ci chiederemo se anche altri animali, oltre agli esseri umani, viaggiano nel tempo con la mente.

#### 4. L'INDAGINE COMPARATIVA

Allo scopo di fronteggiare le sfide ambientali molte specie animali utilizzano dispositivi di vario tipo per anticipare ciò che può accadere in futuro. Per esempio, gli uccelli migratori e gli animali ibernatori tengono conto delle variazioni stagionali, altre specie regolano il proprio comportamento secondo cicli annuali (per esempio, il ritorno biennale dell'albatro per l'accoppiamento) e altri animali imparano ad associare una risposta a uno stimolo ambientale in modo che la presenza dello stimolo inneschi la risposta come anticipazione di un evento futuro (per esempio, premere una leva al suono di un campanello per ottenere cibo). Tali forme di anticipazione hanno natura diversa; infatti, mentre i migratori e gli ibernatori usano un meccanismo innato comune a tutti gli individui della specie, nel caso dell'apprendimento l'animale sfrutta un sistema di anticipazione acquisito con l'esperienza e, dunque, individuale; in tutti questi casi, però, la risposta dell'animale è rigida ed è attivata dalla presenza di uno stimolo esterno. Rispetto a forme di anticipazione di questo tipo, ve ne sono altre più flessibili basate sulla capacità dell'individuo di richiamare volontariamente le proprie conoscenze; anche in questo caso, però, è necessario fare una distinzione. Alcuni meccanismi di anticipazione (come il ragionamento per analogia) sfruttano le conoscenze degli aspetti stabili e regolari dell'ambiente per estrarre regole generali di comportamento; altri dispositivi, al contrario, utilizzano le informazioni relative alle caratteristiche che distinguono un evento passato rispetto all'altro. Il MTT è un sistema di quest'ultimo tipo. Esso costituisce l'adattamento per anticipare il futuro più flessibile di cui un individuo possa disporre, infatti in un ambiente instabile che presenta problemi nuovi e inaspettati, la conoscenza delle regolarità ambientali è poco utile ai fini della sopravvivenza. La maggiore flessibilità comportamentale è ottenuta sfruttando un dispositivo che estrae diversi frammenti di conoscenza dalle esperienze passate e li ricombina in modi nuovi all'interno di accurate simulazioni mentali di potenziali scenari futuri; tali simulazioni possono essere utilizzate per pianificare le proprie azioni in vista di un obiettivo futuro.

Le diverse forme di anticipazione del futuro possono essere interpretate, dunque, in accordo a una classifica di gradi di flessibilità. A ciascun livello della tassonomia corrisponde un sistema della memoria: da quella procedurale (coinvolta nell'acquisizione di abilità, come andare in bicicletta) a quella semantica (una memoria di fatti astratti e impersonali) fino alla memoria episodica e al MTT. Le due tassonomie – quella relativa alla memoria e quella relativa al pensiero orientato al futuro – possono essere unificate in uno schema interpretativo che mostra la graduale e parallela sofisticazione dei meccanismi temporali (fig. 1).

L'attenzione degli psicologi comparativi si è concentrata in particolare sull'ultimo livello della tassonomia, quello relativo al MTT. Tuttavia,

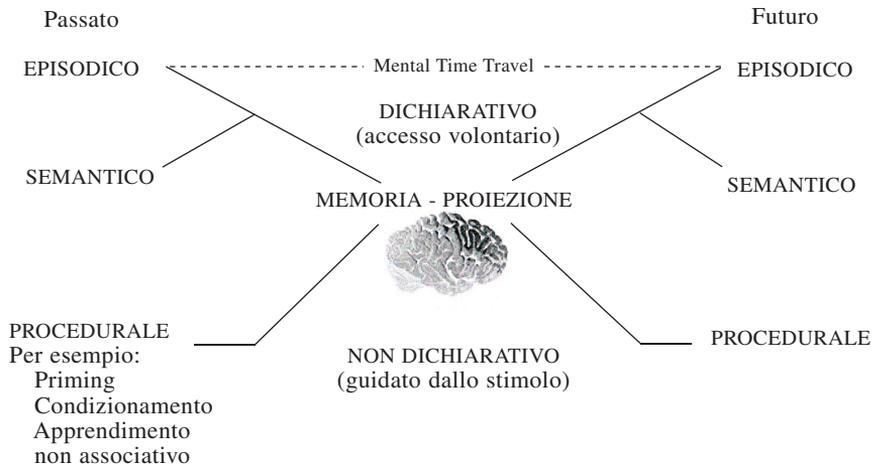


FIG. 1. Sistemi di memoria e di proiezione. Adattato da Suddendorf e Corballis (2007).

una questione preliminare è se sia possibile indagare il MTT dal punto di vista comparativo; il problema è che il concetto di MTT porta con sé la qualificazione fenomenologica che ha contraddistinto l'origine del concetto di memoria episodica; in effetti, la peculiare esperienza qualitativa associata al ricordo, così come alla simulazione del proprio futuro personale, distingue in modo inconfondibile il MTT da altre forme di rappresentazione del passato o del futuro.

Il problema per gli studi comparativi è che, dunque, trasferendo il concetto di memoria episodica – e più in generale di MTT – dagli esseri umani agli animali non umani sembra presentarsi un impedimento metodologico. Il cuore di tale difficoltà è che in assenza del linguaggio l'esperienza interna associata alle proiezioni temporali sembra restare inaccessibile: ciò comporterebbe, secondo alcuni, un'impossibilità *a priori* di stabilire la presenza di questa capacità in specie non linguistiche. Il punto è che abbiamo accesso solo al comportamento manifesto di un individuo, non alla sua esperienza privata.

Davanti a un'obiezione di questo tipo, le strade perseguite dagli psicologi comparativi sono state sostanzialmente due: rifiutare una caratterizzazione fenomenologica troppo forte del MTT, oppure individuare dei precisi criteri comportamentali associati all'esperienza soggettiva. Gli studiosi che hanno intrapreso la prima via hanno elaborato degli ingegnosi paradigmi sperimentali per testare le competenze di varie specie animali (spiccano, in particolare, gli studi di Nicola Clayton con le ghiandaie, una specie di uccelli appartenente alla famiglia dei corvidi); dall'altra parte, coloro che difendono la caratterizzazione fenomenica del MTT hanno messo in discussione la validità delle definizioni operative su

cui si fondano tali paradigmi e hanno proposto modelli alternativi più coerenti con quelli usati per verificare la capacità di MTT negli esseri umani (soprattutto, Suddendorf e Corballis 2007; Tulving 2005).

Il punto di convergenza comune a queste due alternative è l'idea che non vi sia affatto un impedimento in via di principio a studiare il MTT negli animali e che, nello specifico, la capacità di parlare non costituisca in alcun modo uno spartiacque evolutivo tra specie che possono comunicare le proprie esperienze interne (solo quella umana) e specie (tutte le altre) destinate al silenzio (per un approfondimento, cfr. Cosentino 2008). Inoltre, la ricerca di comportamenti animali che testimonino in modo inequivocabile la capacità per il MTT, può – e deve – essere affiancata dall'indagine dei meccanismi cognitivi che hanno costituito i precursori evolutivi del MTT umano e ne rappresentano le condizioni di possibilità; da questo punto di vista, la primatologia è una fonte di informazioni particolarmente ricca. Ci dedicheremo a quest'ultimo punto nella parte finale di questo scritto; prima, però, passeremo brevemente in rassegna gli studi comparativi più significativi, iniziando da quelli che riguardano il MTT nel passato.

#### 4.1. *I ricordi delle menti non umane*

In accordo alla definizione originaria di Tulving (1972), una memoria episodica è specificata nei termini del tipo di informazione immagazzinata, cioè «cosa» è accaduto, «dove» e «quando». Diversi studi hanno applicato con successo il cosiddetto criterio *www* – *what, where* e *when* – a svariate specie animali (per una rassegna, Suddendorf e Corballis 2007); Clayton e colleghi, per esempio, hanno ottenuto risultati interessanti in diversi studi sulla memoria episodica delle ghiandaie. Questi uccelli fanno provviste di cibo che poi nascondono accuratamente; essi apprezzano in particolare le larve, ma si nutrono anche di semi. In genere, quando devono recuperare il cibo nascosto, si rivolgono prima di tutto al luogo in cui hanno nascosto le larve, che deperiscono più velocemente; tuttavia, è stato dimostrato che, superato un certo intervallo di tempo, gli uccelli preferiscono ritornare al nascondiglio in cui si trova il cibo meno deperibile, come le noccioline (Clayton, Yu e Dickinson 2001; Clayton e Dickinson 1998). Affinché siano capaci di trovare il nascondiglio del cibo prescelto in relazione alla quantità di tempo trascorso da quando l'hanno nascosto, le ghiandaie devono formare una rappresentazione dell'evento originario che includa il tipo di cibo (cosa), il luogo in cui si trova (dove) e quando esso è stato nascosto; inoltre, le loro rappresentazioni comprendono un altro tipo di informazione relativo a «chi» ha assistito all'evento (Dally, Emery e Clayton 2006). Tale paradigma, tuttavia, è stato criticato con vari argomenti.

Una critica significativa riguarda la possibilità che l'animale che codifica l'informazione relativa al «when» (cioè, quando un evento è accaduto) non rappresenti effettivamente il tempo in cui è accaduto l'evento passato, ma utilizzi meccanismi più semplici, come il decadimento della traccia di memoria. I ratti, per esempio, sembrano utilizzare un meccanismo semplice come quello di ricordare «quanto tempo fa» hanno trovato il cibo, anziché ricordare il tempo dell'evento passato; essi, dunque, mostrano comportamenti che, compatibilmente al criterio *www*, sarebbero identificati come memorie episodiche mentre, in realtà, sono spiegabili senza assumere che coinvolgano il MTT (Roberts *et al.* 2008). Un'altra obiezione molto forte è che conoscere il «cosa», «dove» e «quando» di un evento può non essere sufficiente né necessario perché una memoria sia qualificata come episodica (Suddendorf e Busby 2003): per esempio, sappiamo dove e quando siamo nati senza avere una memoria episodica di quel giorno; dall'altro lato, molte memorie vivide mancano di uno dei componenti ritenuti necessari (è possibile ricordare il contesto spaziale di un evento, come essere in montagna, ma non ricordare quando l'evento è accaduto) e, addirittura, è possibile ricordare un evento pur sbagliandosi su tutte le caratteristiche del *www* (tale possibilità è intrinseca alla natura ricostruttiva della memoria episodica che è caratterizzata da errori e imprecisioni).

Alla luce di tali obiezioni, la prova delle ghiandaie può non essere un buon esempio di memoria episodica, infatti le informazioni sull'evento possono non essere orientate al passato, ma semplicemente riguardare uno stato attuale del mondo, come nel caso in cui sappiamo che le chiavi sono sul tavolo senza ricordare l'evento di avercele messe. Le ghiandaie possono sapere, per esempio, che una certa informazione (come conoscere dove è nascosto il cibo) in genere può essere utile; di conseguenza, nel momento in cui nascondono una nocciolina aggiornano automaticamente la loro rappresentazione dell'ambiente e, quando tornano a prelevare il cibo nascosto, il loro comportamento non manifesta una conoscenza del passato, cioè dell'evento di averle nascoste, ma semplicemente una conoscenza generale (il mondo è un posto in cui una nocciolina è in un certo luogo). Quando ci si interroga sul modo di distinguere tra questi due tipi di conoscenza viene a galla il problema principale: come riconoscono i loro stessi ideatori, l'applicazione di criteri come quello del *www* può fornire, nel migliore dei casi, le prove di una memoria episodica «simile» a quella umana, ma non fornisce alcuna indicazione sull'esperienza qualitativa del ricordo; nondimeno, tale connotato qualitativo sembra essere un criterio irrinunciabile per distinguere una memoria episodica da qualcosa che non è tale. Secondo alcuni dovremmo accontentarci di attribuire agli altri animali queste memorie simil-episodiche; altri ritengono, invece, che la questione sia sostanzialmente di natura empirica e che gli sforzi debbano essere concentrati nella ricerca dei correlati

comportamentali di quel particolare stato qualitativo. L'impresa certo non è semplice, ma non brancoliamo completamente nel buio.

Un primo indizio dal quale partire è che, almeno all'inizio, la memoria episodica può essere stata selezionata sulla base del suo contributo alla sopravvivenza e riproduzione dell'organismo e, affinché ciò sia stato possibile, doveva risultare in un comportamento adattativo. Se è possibile specificare in cosa consiste tale comportamento – cioè, cosa può fare un animale capace di viaggiare nel tempo che gli conferisce un vantaggio adattativo rispetto a uno che non dispone di tale abilità – allora, è possibile realizzare un esperimento per testare quella capacità. Come abbiamo argomentato più sopra, tale vantaggio selettivo non dipende dalla capacità di ricordare il passato in sé e per sé, infatti a questo fine sarebbe stato più adatto un meccanismo di semplice replicazione dell'evento passato e la memoria episodica non funziona così, come dimostrano gli errori e le imperfezioni cui spesso è soggetta. La memoria episodica sembra essere, piuttosto, sussidiaria della nostra abilità di immaginare scenari futuri – una capacità che offre indubbiamente un grande vantaggio evolutivo.

La ricerca dei criteri comportamentali per verificare la capacità di viaggiare nel tempo dovrebbe focalizzare l'attenzione, quindi, sui comportamenti orientati al futuro – nello specifico, sui comportamenti volontari per risolvere un problema che l'organismo incontrerà solo in seguito, cioè un problema che non è già manifesto. Per assicurarsi che l'animale sia impegnato in una forma di anticipazione di questo tipo, un buon criterio può essere quello di controllare il suo stato motivazionale e assicurarsi che la molla dei suoi comportamenti orientati al futuro non sia costituita dal bisogno di cui sta facendo esperienza nel presente; in tal senso, vi è una differenza interessante tra comportamenti di pianificazione che muovono, per esempio, dall'esigenza dell'animale di procurarsi del cibo per soddisfare la fame che sta avvertendo e comportamenti che sono il frutto di una vera e propria simulazione di ciò che potrebbe essere utile per soddisfare un'esigenza futura. In virtù del legame tra viaggio mentale nel passato e nel futuro, una prova di questo tipo sarebbe anche un primo indizio, benché indiretto, che l'animale possiede una memoria episodica.

#### 4.2. *Animali che anticipano e pianificano il futuro*

Ancora una volta gli studi con le ghiandaie si sono rivelati proficui. Gli uccelli ricevevano «la colazione» a giorni alterni, in due gabbie diverse; Raby e colleghi (2007) hanno dimostrato che, anche quando sono sazie, le ghiandaie preferiscono nascondere il cibo nel luogo in cui si aspettano di non trovarne il giorno dopo. Altri test di controllo hanno verificato che questa forma di pianificazione non è legata all'attuale

stato motivazione dell'animale, ma all'anticipazione di una potenziale esigenza futura (Correia, Dickinson e Clayton 2007). Nonostante sia stato riconosciuto che le ghiandaie attuano un comportamento flessibile, alcuni hanno obiettato che non è possibile escludere che esso sia determinato dall'euristica generale di bilanciare le fonti di cibo, anche tenendo conto della forte predisposizione naturale di questi animali per i comportamenti di nascondere e ritrovare il cibo e del fatto che le loro capacità anticipatorie sono state verificate solo per il dominio ristretto della nutrizione (Suddendorf e Corballis 2007).

L'ambito cui gli esseri umani applicano le loro riflessioni sul futuro è, invece, molto esteso. Benché a volte non sia facile farlo, gli esseri umani modificano costantemente il proprio comportamento in accordo a valutazioni circa le conseguenze future a lungo termine delle loro azioni e spesso rinunciano alla gratificazione immediata in vista di una ricompensa maggiore (per questo facciamo le diete, a prescindere dal loro successo!). Studi comparativi recenti hanno dimostrato che anche le scimmie antropomorfe – i nostri più stretti parenti viventi – hanno competenze di questo tipo. Quando sono posti di fronte alla scelta di una piccola ricompensa nell'immediato o di una ricompensa più grande in seguito, le scimmie – come molti altri animali – trovano estremamente difficile ritardare anche di pochi secondi la gratificazione; invece, quando una simile scelta è presentata alle scimmie antropomorfe, queste ultime si rivelano capaci di differire nel tempo la ricompensa (Beran 2002; Dufour *et al.* 2007; Rosati *et al.* 2007). Le antropomorfe, dunque, sono capaci di tener conto di orizzonti temporali estesi quando prendono decisioni sul cibo; tale capacità è un prerequisito per l'evoluzione di abilità sofisticate come il MTT e, probabilmente, l'incapacità delle scimmie a superare il loro ristretto orizzonte temporale è una delle ragioni che preclude loro la possibilità di viaggiare mentalmente nel tempo. Le antropomorfe, d'altra parte, hanno fornito anche altre prove, più dirette, della loro capacità di proiezione nel futuro.

I bonobo e gli oranghi degli esperimenti di Mulcahy e Call (2006) hanno dimostrato di essere capaci di selezionare, nella stanza-test, lo strumento adeguato a far funzionare un apparecchio che dispensava acini d'uva; in seguito, trasportavano lo strumento in una stanza d'attesa, dove trascorrevano molte ore, per poi ricondurre indietro lo strumento nella stanza-test quando era permesso loro di tornarvi. Gli animali eseguivano questa prova anche quando il dispensatore di cibo non era visibile per tutto il periodo del test e, soprattutto, nella condizione di controllo in cui l'apparecchio dispensatore era completamente rimosso, riportavano indietro lo strumento meno spesso, nonostante ricevessero ugualmente la ricompensa per il trasporto dell'attrezzo adeguato; quest'ultima condizione è importante per escludere che il comportamento delle antropomorfe fosse determinato semplicemente dall'associazione tra lo strumento e la ricompensa: se così fosse stato, allora avrebbero portato lo strumento

molto più spesso in entrambe le condizioni e non solo quando sarebbe servito loro per accedere al dispensatore.

Un paradigma simile, che coinvolge la relazione tra uno strumento e un problema, è stato adottato anche in uno studio successivo con due scimpanzé e un orango (Osvath e Osvath 2008); questi ultimi erano capaci di selezionare lo strumento che sarebbe servito loro solo più di un'ora dopo per bere un succo di frutta. Un altro caso che recentemente ha attirato molta attenzione riguarda uno scimpanzé maschio che è stato osservato ripetutamente nell'atto di mettere in pratica un comportamento che sembra fortemente premeditato; i guardiani dello zoo in cui vive lo scimpanzé lo hanno osservato più volte mentre, di mattina, metteva da parte degli oggetti organizzandoli in pile ordinate e più tardi, nel pomeriggio, usava quegli oggetti come proiettili da scagliare contro i visitatori, evidentemente fastidiosi, dello zoo (Osvath 2009). Rispetto a quest'ultimo caso occorre di certo essere cauti, tanto più che le osservazioni non sono il frutto di uno studio sistematico; tuttavia, considerando anche quest'ultimo dato nell'insieme delle prove che abbiamo discusso finora possiamo trarre una conclusione più generale.

Allo stato attuale delle nostre conoscenze circa la capacità animale per il MTT, l'ipotesi secondo cui gli altri animali sarebbero «fermi nel tempo» (Roberts 2002) risulta, come minimo, fortemente contestabile. Tali nuove evidenze stanno gradualmente cambiando il volto dell'indagine comparativa che, coerentemente ai risultati ottenuti, sta spostando il proprio fulcro d'indagine dalla domanda sull'esistenza di capacità di proiezione temporale in altri animali alla domanda sull'estensione delle loro capacità proiettive (Suddendorf, Corballis e Collier-Baker 2009). Da questo punto di vista, l'idea che sia possibile interrogare la primatologia per indagare sui precursori cognitivi della capacità umana per il MTT prende corpo in modo sempre più convincente.

## 5. FONDAMENTI EVOLUTIVI COMUNI

Il mutamento di prospettiva, dall'indagine sull'*esistenza* di un corrispettivo animale di certe competenze umane all'analisi del *grado di abilità* dei primati non umani, non è inedito nelle scienze del comportamento e della cognizione animale; un percorso di questo tipo è stato seguito anche in altri ambiti di indagine, come lo studio delle abilità di mentalizzazione (cioè, di attribuzione di stati mentali agli agenti). In quest'ultimo caso, la ricerca comparata si era concentrata dapprima sull'apporto conferito alla mentalizzazione dalla capacità di usare *metarappresentazioni* e, identificando le abilità di mentalizzazione con un paradigma basato sull'uso di strutture metarappresentazionali (il noto «test della falsa credenza», cfr. Wimmer e Perner 1983) aveva erroneamente sancito l'incapacità degli altri animali in questo dominio. Sulla scorta di un'analisi di questo

tipo, la capacità metarappresentazionale è stata intesa da molti autori come una competenza del tipo tutto-o-nulla; inoltre, poiché gran parte dei comportamenti tipici della nostra specie sono considerati di natura metarappresentazionale – compreso il MTT – tale impostazione è stata posta a fondamento della tesi di una discontinuità evolutiva tra l'essere umano e le altre specie.

Un apporto significativo allo smantellamento di tale prospettiva è venuto da Suddendorf e Whiten (2001; 2003) che hanno portato un grande contributo allo studio della filogenesi della metarappresentazione dimostrando che quest'ultima è una questione di grado ed è indagabile nel contesto della tesi continuista. Seguendo la tripartizione elaborata da Perner (1991) per descrivere le fasi dello sviluppo rappresentazionale infantile, i due autori hanno mostrato che esiste un livello rappresentazionale che costituisce un passaggio intermedio tra la rappresentazione primaria – più direttamente legata al sistema percettivo – e la metarappresentazione – che consente di rappresentare un'altra rappresentazione *in quanto tale*: tale ponte evolutivo è costituito dalle *rappresentazioni secondarie*. Queste ultime hanno la proprietà basilare di potersi «disconnettere» dalla realtà, in modo che, liberate dai legami causali con la percezione attuale, possano assumere come oggetto un'altra rappresentazione. Per comprendere perché una proprietà di questo tipo sia così rilevante ai fini del nostro discorso, basti considerare una prima osservazione di carattere generale: per focalizzare l'attenzione sulla propria esperienza (passata o futura, ma anche semplicemente immaginaria) è necessario un certo grado di distacco dalla realtà esterna. In termini significativi, sia dal punto di vista cognitivo che neurobiologico, tale distacco può essere inteso nei termini del contrasto tra cognizione on-line e off-line.

Quando rappresentiamo consapevolmente esperienze passate o future, l'apparato cognitivo funziona off-line, cioè in modo parzialmente indipendente dalla stimolazione esterna. L'utilità di questa modalità di funzionamento è evidente: essa consente di svincolare il pensiero dalla situazione effettivamente percepita e, in tal modo, di immaginare mondi possibili, cioè di elaborare modelli ipotetici della realtà. Dal punto di vista adattativo, tali modelli possono essere rilevanti per l'organismo solo se esso è capace di confrontarli con le percezioni del mondo reale. Le rappresentazioni secondarie svolgono esattamente tale funzione di «sganciamento» dalla realtà immediata e di confronto tra quest'ultima e i suoi modelli alternativi. Detto questo, arriviamo al punto che più ci interessa discutere.

La modalità off-line di funzionamento è determinata, come abbiamo visto, dalla capacità di elaborare rappresentazioni secondarie; ora, poiché tale modalità è la condizione di base perché si possano simulare scenari temporali diversi dal presente, la questione interessante a questo punto è stabilire se anche altri animali condividono tale requisito fondamentale. È bene notare che non ci stiamo semplicemente chiedendo

se gli altri animali siano capaci di svincolarsi dallo stimolo esterno: la risposta a tale domanda sarebbe certamente affermativa, in quanto gli animali non si limitano a riprodurre internamente una copia dell'ambiente esterno, quanto piuttosto costruiscono modelli dell'ambiente, i quali integrano informazioni provenienti da varie modalità percettive e sono costantemente aggiornati attraverso l'aggiunta, la cancellazione e la sostituzione di informazioni. Un animale che sta seguendo la sua preda non abbandona la caccia se quella sparisce per qualche secondo dietro un albero: il fatto che ciò non accade dimostra che il predatore ha un modello interno della realtà esterna che integra informazione anche per brevi periodi di tempo.

Nel chiederci se altri animali possiedono rappresentazioni secondarie, ciò che ci interessa è la capacità di distaccarsi da questi modelli della realtà più direttamente collegati al sistema percettivo e concepire modelli ipotetici o alternativi. Più in generale, la questione ci interessa perché per poter affermare che i comportamenti orientati al futuro messi in atto da altre specie sono forme di MTT dobbiamo stabilire in che misura i componenti su cui si basa quest'ultimo siano condivisi. In caso contrario, pur avendo comportamenti apparentemente simili, dovremmo concludere che i meccanismi che li implementano sono diversi.

Nonostante gli studi comparati sul MTT abbiano svelato delle abilità interessanti in varie specie (soprattutto le ghiandaie, ma anche le scimmie e i ratti; cfr. Suddendorf e Corballis 2007) sembra che, tra gli animali non umani, solo le scimmie antropomorfe siano capaci di utilizzare rappresentazioni secondarie (Suddendorf e Whiten 2001; 2003). Tale abilità è alla base di alcuni comportamenti come l'inganno, l'imitazione e l'empatia che rivelano la capacità delle antropomorfe di leggere la mente altrui, ma è anche evidente nel ragionamento mezzi-fini, nell'*insight*, nel superamento delle prove di permanenza dell'oggetto e di riconoscimento allo specchio. Questi risultati suggeriscono che la capacità umana e quella delle scimmie antropomorfe di usare rappresentazioni secondarie abbia una radice comune, che risale a un antenato vissuto circa 14 milioni di anni fa. Sebbene l'evoluzione convergente possa aver prodotto competenze simili in altre specie (per esempio, nei corvidi), tali competenze sono per lo più limitate ad ambiti specifici (per esempio, il cibo), mentre nel caso degli esseri umani e delle scimmie antropomorfe le rappresentazioni secondarie sono sfruttate in molti domini diversi. Il fatto che gli esseri umani e le scimmie antropomorfe condividano tale prerequisito fondamentale del MTT suggerisce che quest'ultimo non possa essere considerato una facoltà del tipo tutto o nulla e che, almeno a certi livelli, esso sia condiviso da altri animali.

Un'altra considerazione importante da trarre ai nostri fini riguarda la questione se vi sia o meno continuità tra il MTT umano e le capacità di proiezione nel tempo esibite da altri animali. Alcuni studiosi insistono che, pure ammesso che vi siano forme di MTT negli altri animali, lo scarto

tra l'abilità umana e quella degli altri animali rimane molto ampio, tanto da ipotizzare che, di fatto, tra essi vi sia una discontinuità evolutiva. Una delle caratteristiche del MTT umano che lo renderebbe qualitativamente diverso da quello degli altri animali è la generatività (Corballis 2009; Suddendorf *et al.* 2009), cioè la capacità di creare un numero illimitato di combinazioni a partire da un insieme finito di elementi. Tale capacità si manifesta anche in altri ambiti della cognizione umana – dalla teoria della mente al linguaggio – ed è strettamente connessa al possesso di metarappresentazioni. Tuttavia, la generatività può essere considerata come l'ingrediente «critico» per il MTT solo nella misura in cui viene intesa come una capacità che non ammette gradi intermedi; da questo punto di vista, l'idea che sia possibile tematizzare la filogenesi della metarappresentazione porta verso conclusioni diverse. Il ruolo delle rappresentazioni secondarie come condizione di base per l'avvento del MTT e come prerequisito per lo sviluppo di metarappresentazioni vere e proprie suggerisce che la distanza tra il MTT umano e quello degli altri animali deve essere accorciata: il fatto che anche altri animali possiedano questo genere di abilità rappresentazionale (per quanto il circolo sia ristretto) suggerisce che essi dispongano di meccanismi di proiezione nel tempo rispetto ai quali il MTT umano rappresenta una sofisticazione ulteriore, ma non una novità assoluta. L'evoluzione del MTT umano sembra aver seguito, dunque, un percorso graduale e continuo, da competenze condivise con altri animali a forme più sofisticate di proiezione nel tempo evolutesi durante il processo di ominazione.

## 6. CONCLUSIONI

Alla luce dell'analisi presentata, appare legittima l'ipotesi secondo cui la facoltà di MTT non sia una caratteristica unica della mente umana; al contrario, lo studio delle menti degli altri animali rivela che tale abilità potrebbe avere dei corrispettivi nelle specie a noi più vicine nell'evoluzione – le scimmie antropomorfe. Ciò non significa che non vi siano anche dei tratti specifici nel MTT umano; in effetti, nel corso dell'evoluzione umana alcune capacità hanno subito dei cambiamenti in relazione agli specifici ambienti selettivi, fisici e sociali, dei primi umani. Comprendere la natura di quei cambiamenti è di primaria importanza per lo studio del funzionamento della mente umana; a questo scopo, lo studio delle menti animali può essere doppiamente utile. Da una parte, esso fornisce delle chiare indicazioni circa la natura dei mutamenti intercorsi (variazioni di carattere quantitativo, piuttosto che qualitativo); dall'altra parte, costituisce un vincolo e un punto di riferimento per comprendere come è evoluta la mente umana, rappresentando un antidoto alla possibilità che tale storia evolutiva assuma le caratteristiche di una narrazione più o meno fantasiosa.

Una conclusione di questo tipo invita a una riflessione di carattere più generale sulla metodologia della ricerca scientifica e sul nostro stesso modo di concepirci come esseri umani: gli aspetti che ci accomunano agli altri animali sono importanti quanto quelli che ci distinguono da essi, tuttavia anche tali differenze devono essere comprese come il prodotto di certi specifici ambienti evolutivi e, dunque, nel quadro di riflessione proprio del naturalismo.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Addis D.R., Pan L., Vu M.-A., Laiser N. e Schacter D.L. (2009a), *Constructive episodic simulation of the future and the past: distinct subsystems of a core brain network mediate imagining and remembering*, in «Neuropsychologia», 47, pp. 2222-2238.
- Addis D.R., Sacchetti D.C., Ally B.A., Budson A.E. e Schacter D.L. (2009b), *Episodic simulation of future events is impaired in mild Alzheimer's disease*, in «Neuropsychologia», 47, 2660-2671.
- Addis D.R., Wong A.T. e Schacter D.L. (2007), *Remembering the past and imagining the future: common and distinct neural substrates during event construction and elaboration*, in «Neuropsychologia», 45, pp. 1363-1377.
- Addis D.R., Wong A.T. e Schacter D.L. (2008), *Age-related changes in the episodic simulation of future events*, in «Psychological Science», 19, pp. 33-41.
- Atance C.M. e O'Neill D.K. (2005), *The emergence of episodic future thinking in humans*, in «Learning and Motivation», 36, pp. 126-144.
- Bar M. (2009), *The proactive brain: Memory for predictions, theme issue: Predictions in the brain: Using our past to generate a future*, in «Philosophical Transactions of the Royal Society B», 364, pp. 1235-1243.
- Beran M.J. (2002), *Maintenance of self-imposed delay of gratification by four chimpanzees (Pan Troglodytes) and an orangutan (Pongo Pygmaeus)*, in «Journal of General Psychology», 129, pp. 49-66.
- Botzung A., Denkova E. e Manning L. (2008), *Experiencing past and future personal events: Functional neuroimaging evidence on the neural bases of mental time travel*, in «Brain and Cognition», 66, 202-212.
- Boyer P. (2008), *Evolutionary economics of mental time travel?*, in «Trends in Cognitive Science», 12, pp. 219-224.
- Buckner R.L., Andrews-Hanna J.R. e Schacter D.L. (2008), *The brain's default network: Anatomy, function, and relevance to disease*, in «Annals of the New York Academy of Sciences», 1124, pp. 1-38.
- Buckner R.L. e Carroll D.C. (2007), *Self-projection and the brain*, in «Trends in Cognitive Science», 11, pp. 49-57.
- Busby J. e Suddendorf T. (2005), *Recalling yesterday and predicting tomorrow*, in «Cognitive Development», 20, pp. 362-372.
- Clayton N.S. e Dickinson A. (1998), *Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays*, in «Nature», 395, pp. 272-278.
- Clayton N.S., Yu K.S. e Dickinson A. (2001), *Scrub jays (Aphelocoma coerulescens) form integrated memories of the multiple features of caching*

- episodes*, in «Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes», 27, pp. 17-29.
- Corballis M. (2009), *Mental time travel and the shaping of language*, in «Experimental Brain Research», 192, pp. 553-560.
- Correia S.P.C., Dickinson A. e Clayton N.S. (2007), *Western scrub-jays anticipate future needs independently of their current motivational state*, in «Current Biology», 17, pp. 856-861.
- Cosentino E. (2008), *Il tempo della mente. Linguaggio, evoluzione e identità personale*, Macerata, Quodlibet.
- D'Argembeau A., Raffard S. e Van der Linden M. (2008), *Remembering the past and imagining the future in schizophrenia*, in «Journal of Abnormal Psychology» 117, pp. 247-251.
- D'Argembeau A. e Van der Linden M. (2004), *Phenomenal characteristics associated with projecting oneself back into the past and forward into the future: Influence of valence and temporal distance*, in «Consciousness and Cognition», 13, pp. 844-858.
- D'Argembeau A. e Van der Linden M. (2006), *Individual differences in the phenomenology of mental time travel*, in «Consciousness and Cognition», 15, pp. 342-350.
- Dally J.M., Emery N.J. e Clayton N.S. (2006), *Food-caching western scrub-jays keep track of who was watching when*, in «Science», 312, pp. 1662-1665.
- Dufour V., Pele M., Sterck E.H.M. e Thierry B. (2007), *Chimpanzee (Pan Troglodytes) anticipation of food return: Coping with waiting time in an exchange task*, in «Journal of Comparative Psychology», 121, pp. 145-155.
- Hassabis D., Kumaran D. e Maguire E.A. (2007a), *Using imagination to understand the neural basis of episodic memory*, in «Journal of Neuroscience», 27, pp. 14365-14374.
- Hassabis D., Kumaran D., Vann S.D. e Maguire E.A. (2007b), *Patients with hippocampal amnesia can not imagine new experiences*, in «Proceedings of the National Academy of the Sciences of the USA», 104, pp. 1726-1731.
- Klein S.B., Loftus J. e Kihlstrom J.F. (2002), *Memory and temporal experience: The effects of episodic memory loss on an amnesiac patient's ability to remember the past and imagine the future*, in «Social Cognition», 20, pp. 353-379.
- Levine B., Black S.E., Cabeza R., Sinden M., McIntosh A.R., Toth J.P., Tulving E. e Stuss D.T. (1998), *Episodic memory and the self in a case of isolated retrograde amnesia*, in «Brain», 121, pp. 1951-1973.
- Lurija A.R. (1968), *Malen'kaja knizka o bol'soj pamjati*, Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, trad. it. *Viaggio nella mente di un uomo che non dimenticava nulla*, Roma, Armando, 1979.
- Mulcahy N.J. e Call J. (2006), *Apes save tools for future use*, in «Science», 312, pp. 1038-1040.
- Okuda J., Fujii T., Ohtake H., Tsukiura T., Tanji K., Suzuki K., Kawashima R., Fukuda H., Itoh M. e Yamadori A. (2003), *Thinking of the future and the past: The roles of the frontal pole and the medial temporal lobes*, in «NeuroImage», 19, 1369-1380.
- Osvath M. (2009), *Spontaneous planning for future stone throwing by a male chimpanzee*, in «Current Biology», 19, pp. 190-191.
- Osvath M. e Osvath H. (2008), *Chimpanzee (Pan Troglodytes) and orangutan*

- (*Pongo Abelii*) forethought: *Self-control and pre-experience in the face of future tool use*, in «Animal Cognition», 11, pp. 661-674.
- Perner J. (1991), *Understanding the representational mind*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Raby C.R., Alexis D.M., Dickinson A. e Clayton N.S. (2007), *Planning for the future by western scrub-jays*, in «Nature», 445, pp. 919-921.
- Roberts W.A. (2002), *Are animals stuck in time?*, in «Psychological Bulletin», 128, pp. 473-489.
- Roberts W.A., Feeney M.C., MacPherson K., Petter M., McMillan N. e Musolino E. (2008), *Episodic-like memory in rats: Is it based on when or how long ago?*, in «Science», 320, pp. 113-115.
- Rosati A.G., Stevens J.R., Hare B. e Hauser M.D. (2007), *The evolutionary origins of human patience: Temporal preferences in chimpanzees, bonobos, and human adults*, in «Current Biology», 17, pp. 1663-1668.
- Rosenbaum S.R., Stuss D.T., Levine B. e Tulving E. (2007), *Theory of mind is independent of episodic memory*, in «Science», 318, p. 1257.
- Schacter D.L., Addis D.R. e Buckner R.L. (2007), *The prospective brain: Remembering the past to imagine the future*, in «Nature Reviews Neuroscience», 8, pp. 657-661.
- Schacter D.L., Addis D.R. e Buckner R.L. (2008), *Episodic simulation of future events: concepts, data, and applications*, in «Annals of the New York Academy of Sciences», 1124, pp. 39-60.
- Suddendorf T., Addis D.R. e Corballis M. (2009), *Mental time travel and the shaping of the human mind*, in «Philosophical Transactions of the Royal Society B», 364, pp. 1317-1324.
- Suddendorf T. e Busby J. (2003), *Mental time travel in animals?*, in «Trends in Cognitive Sciences», 7, pp. 391-396.
- Suddendorf T. e Busby J. (2005), *Making decisions with the future in mind: Developmental and comparative identification of mental time travel*, in «Learning and Motivation», 36, pp. 110-125.
- Suddendorf T. e Corballis M.C. (2007), *The evolution of foresight: What is mental time travel and is it unique to humans?*, in «Behavioral and Brain Sciences», 30, 299-313.
- Suddendorf T., Corballis M.C. e Collier-Baker E. (2009), *How great is great ape foresight?*, in «Animal Cognition», 12, pp. 751-754.
- Suddendorf T. e Whiten A. (2001), *Mental evolution and development: Evidence for secondary representation in children, great apes, and other animals*, in «Psychological Bulletin», 127, pp. 629-650.
- Suddendorf T. e Whiten A. (2003), *Reinterpreting the mentality of apes*, in K. Sterelny e J. Fitness (a cura di), *From mating to mentality: Evaluating evolutionary psychology*, New York, Psychological Press, pp. 173-196.
- Szpunar K.K. e McDermott K.B. (2008), *Episodic future thought and its relation to remembering: Evidence from ratings of subjective experience*, in «Consciousness and Cognition», 17, pp. 330-334.
- Szpunar K.K., Watson J.M. e McDermott K.B. (2007), *Neural substrates of envisioning the future*, in «Proceedings of the National Academy of the Sciences of the USA», 104, pp. 642-647.
- Tulving E. (1972), *Episodic and semantic memory*, in E. Tulving e W. Donaldson (a cura di), *Organization of memory*, New York, Academic Press, pp. 381-403.

- Tulving E. (1983), *Elements of episodic memory*, Oxford, Clarendon Press.
- Tulving E. (1985), *Memory and consciousness*, in «Canadian Psychology», 26, pp. 1-12.
- Tulving E. (2005), *Episodic memory and autonoesi: Uniquely human?*, in H.S. Terrace e J. Metcalfe (a cura di), *The missing link in cognition: Evolution of self-knowing consciousness*, Oxford, Oxford University Press, pp. 3-56.
- Tulving E., Schacter D.L., McLachlan D.R. e Moscovitch M. (1988), *Priming of semantic autobiographical knowledge: A case study of retrograde-amnesia*, in «Brain and Cognition», 8, pp. 3-20.
- Wimmer H. e J. Perner (1983), *Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception*, in «Cognition», 13, pp. 103-128.

