

Thomas Suddendorf – Michael Corballis

L'evoluzione della capacità di prevedere.

Cosa è il viaggio mentale nel tempo? È una caratteristica esclusiva degli esseri umani?

[Behavioral and Brain Sciences (2007) **30**, p. 299-313]

traduzione a cura di Teresa Fracasso, Michela Dani, Federica Franzolini

Sommario: In un mondo dinamico, i meccanismi che consentono la predizione di situazioni future possono offrire un vantaggio selettivo. Noi ipotizziamo che i sistemi di memoria differiscano per il loro grado di flessibilità nel comportamento di anticipazione e proponiamo una corrispondente tassonomia della proiezione verso il futuro. Il vantaggio adattativo di ogni sistema di memoria non può che consistere nel contributo che esso offre alla sopravvivenza futura. La memoria più flessibile è quella episodica, che noi suggeriamo essere parte di una facoltà più generale – il viaggio mentale nel tempo – facoltà che ci permette non solo di tornare indietro nel tempo, ma anche di prevedere, pianificare e dare forma a praticamente qualsiasi evento futuro specifico. Esaminando studi comparativi, dato atto della crescita delle ricerche in questo settore, arriviamo alla conclusione che non c'è ancora alcuna evidenza convincente circa i viaggi mentali nel tempo, da parte di animali non umani. Sosteniamo che il viaggio mentale nel tempo non è un sistema cognitivo incapsulato, ma comprende piuttosto diversi meccanismi secondari. La metafora del teatro può fungere da analogia per il tipo di meccanismo richiesto perché si diano effettivi viaggi mentali nel tempo. Sugeriamo che ricerche ulteriori prendano in considerazione questi meccanismi, oltre a cercare evidenza diretta di azioni orientate al futuro. Siamo convinti che l'emergere del viaggio mentale nel tempo, nel corso dell'evoluzione, è stato un passo decisivo verso il nostro attuale successo.

Parole chiave: cognizione negli animali; evoluzione cognitiva; psicologia comparata; memoria episodica; sistemi di memoria; viaggio mentale nel tempo; pianificazione; proiezione verso il futuro.

*Egli disse: «Cosa è il tempo? L'adesso è per i cani e per le api!
L'uomo possiede il sempre!»*

Robert Browning, (1986), *Il funerale di un Grammatico*.

1. Introduzione

I viaggi nel tempo potrebbero non essere mai fisicamente possibili (Holden 2005). Almeno per ora, gli esseri umani possono viaggiare nel tempo soltanto nella mente. *Viaggio mentale nel tempo* è un termine che noi abbiamo coniato per riferirci alla facoltà che permette agli esseri umani di proiettarsi mentalmente indietro nel tempo (per ri-vivere) oppure in avanti (per pre-vivere eventi) (Suddendorf e Corballis 1997). I viaggi nel passato e nel futuro hanno caratteristiche fenomenologiche simili e attivano parti simili del cervello. Nella letteratura, il rivivere gli eventi del passato è conosciuto anche come *memoria episodica*; a questo ambito sono state dedicate molteplici e approfondite ricerche (per esempio: Tulving 1984; 2005). Al contrario, solo in tempi recenti la costruzione mentale di episodi futuri potenziali ha cominciato ad attirare l'attenzione dei ricercatori. In ogni modo, c'è un riconoscimento crescente del fatto che i viaggi mentali nel tempo, verso il passato e verso il futuro, siano collegati fra di loro e che un vantaggio evolutivo decisivo sia stato offerto dalla capacità di accedere al futuro (Dudai e Carruthers 2005a; Suddendorf e Busby 2003b; 2005; Suddendorf e Corballis 1997; Tulving 2005). Nonostante resti sempre una notevole possibilità di sbagliare, gli esseri umani hanno avuto in generale straordinari successi nel prevedere, pianificare e modellare il futuro, cosa che ci ha davvero permesso di influenzare la terra stessa, in modi straordinari e non sempre benevoli (Dawkins 2000).

Visto che il comportamento presente può accrescere o diminuire le probabilità di sopravvivenza futura dell'individuo, ci si aspetterebbe che molte specie abbiano sviluppato la capacità di anticipare il futuro. In un mondo dinamico, gli organismi che possono imparare qualcosa da regolarità significative (per esempio: le fluttuazioni degli alimenti disponibili) ed agire di conseguenza (per esempio: essere nel posto giusto al momento giusto) hanno un vantaggio, rispetto a quelli che non possiedono questa capacità. Molti organismi

influenzano attivamente il proprio futuro, creando un ambiente che si adatta alle loro esigenze (la cosiddetta costruzione di una nicchia, Odling-Smee e al. 2003), così come fa per esempio il castoreo, quando costruisce una diga. Tuttavia, i meccanismi orientati verso il futuro variano sotto il profilo della flessibilità, e sovente meccanismi relativamente rigidi sono sufficienti a cavarsela.

Mediante la selezione naturale, alcune specie hanno sviluppato predisposizioni comportamentali che le rendono idonee a sfruttare significative regolarità a lungo termine (per esempio, le variazioni stagionali). Un animale letargico, per esempio, può ammassare il cibo per l'inverno imminente, anche se come individuo non ha mai avuto esperienza dell'inverno. Questo comportamento istintivo, orientato al futuro, è molto utile, a patto che la situazione ambientale persista. Ma anche periodi di regolarità a lungo termine possono talvolta cambiare drasticamente (per esempio: a causa di cambiamenti climatici) e gli organismi troppo legati a una condizione che non sussiste più sono alla lunga svantaggiati, rispetto a quelli che possiedono una maggiore flessibilità. Ciò può essere ottenuto mediante meccanismi individuali di adattamento più raffinati (come per esempio la disponibilità di periodi critici più lunghi, idonei alla impostazione di certi parametri), oppure l'*imprinting*, o altre forme di apprendimento. In effetti, l'apprendimento e la memoria possono essere generalmente considerate come adattamenti orientati al futuro, i quali consentono a un individuo, piuttosto che a una popolazione, di adeguarsi a cambiamenti locali, scovando regolarità a breve termine.

In questo lavoro, noi proponiamo una tassonomia dei sistemi di memoria, basata su ciò che essi consentono per il futuro. Sosteniamo che il viaggio mentale nel tempo è il più flessibile di questi sistemi di memoria, e anche quello di più recente evoluzione. Analizzeremo poi le evidenze che sono state raggiunte finora, circa i viaggi mentali nel tempo degli animali non umani, e proporremo un quadro di riferimento per identificare meccanismi secondari dei viaggi mentali nel tempo, meccanismi che le specie non umane potrebbero possedere, oppure no.

In primo luogo, però, è importante distinguere i sistemi percettivi (che consentono di rilevare e scoprire informazioni rilevanti) dai sistemi di azione che controllano il comportamento. Molte specie animali, così come i pazienti umani ricoverati nei reparti di neurologia e come i bambini, mostrano dissociazioni tra ciò che essi fanno nel loro dominio percettivo e le conoscenze che essi sono effettivamente in grado di utilizzare, per controllare l'azione (Hauser 2003; Sterelny 2003). I sistemi percettivi differiscono per la robustezza della loro capacità di scoprire indizi (per esempio: l'utilizzo di canali percettivi singoli, rispetto all'uso di canali molteplici, al fine di tracciare aspetti significativi dell'ambiente) e per la loro capacità di memorizzazione informazioni (per esempio: sapere dove ora si trova qualcosa).

I sistemi d'azione differiscono per la flessibilità o per l'*ampiezza della risposta* che essi forniscono (Sterelny 2003); per esempio, essi possono prevedere opzioni relativamente limitate, come il letargo o la mera accumulazione di cibo, ma anche opzioni estremamente flessibili, come per esempio il cucinare e o il saper conservare cibi in molteplici modi. Gli organismi possono disporre di sofisticati meccanismi per monitorare le informazioni temporali e, ciononostante, avere sistemi d'azione inflessibili, o viceversa. Inoltre, il legame tra questi due sistemi può essere diretto, ovvero dal basso verso l'alto (*bottom-up*), come avviene quando la percezione di uno stimolo provoca una risposta, oppure dall'alto verso il basso (*top-down*), grazie al ruolo svolto dalle rappresentazioni interne (ossia, dalla memoria dichiarativa). La mediazione *top-down* offre l'opportunità di rappresentazioni che risultano disaccoppiate dall'input immediato, in grado dunque di guidare l'azione in modo flessibile e indipendente.

2. Una tassonomia di cognizione orientata verso il futuro

La figura 1 mostra [a sinistra] una tassonomia ampiamente accettata dei sistemi della memoria umana (per esempio: Miyashita 2004; Squire 1992) e illustra [a destra] come ciò possa essere assunto a fondamento di una parallela tassonomia dell'adattamento al futuro.

I sistemi di memoria non dichiarativi (o impliciti) si chiamano così perché negli esseri umani il loro contenuto non può essere dichiarato o verbalizzato (Tulving 1985). Essi permettono la previsione di regolarità, guidata da stimoli. Per esempio, tramite associazione, un stimolo condizionato (per esempio un suono) predice l'arrivo futuro di uno stimolo incondizionato (per esempio il cibo) e fa partire una risposta orientata al futuro (ad esempio la salivazione). Nel condizionamento operante, una risposta comportamentale predice un certo esito (la ricompensa). La teoria dell'apprendimento ha ben descritto in che modo gli organismi usino associazioni per predire il prossimo futuro e una crescente letteratura ne sta tracciando ora le basi neurofisiologiche (per esempio: O'Doherty 2004; Schultz 2006). Cambiamenti non associativi nel comportamento, come l'abitudine, possono anche essere intesi in termini di aspettative (per esempio:

aspettative che la situazione rimanga invariata). Tutti questi sistemi di memoria non-dichiarativa permettono che i comportamenti siano modulati dalle esperienze, in modo tale che l'organismo ne possa trarre un vantaggio futuro. Possiamo chiamare "procedurali" i meccanismi orientati al futuro che ne scaturiscono, perché la flessibilità in questo caso si limita soltanto a consentire che si impari a rispondere agli indicatori, ora esistenti, di enti futuri. Il comportamento è in questo caso legato allo stimolo, o meglio legato al monitoraggio percettivo degli stimoli.

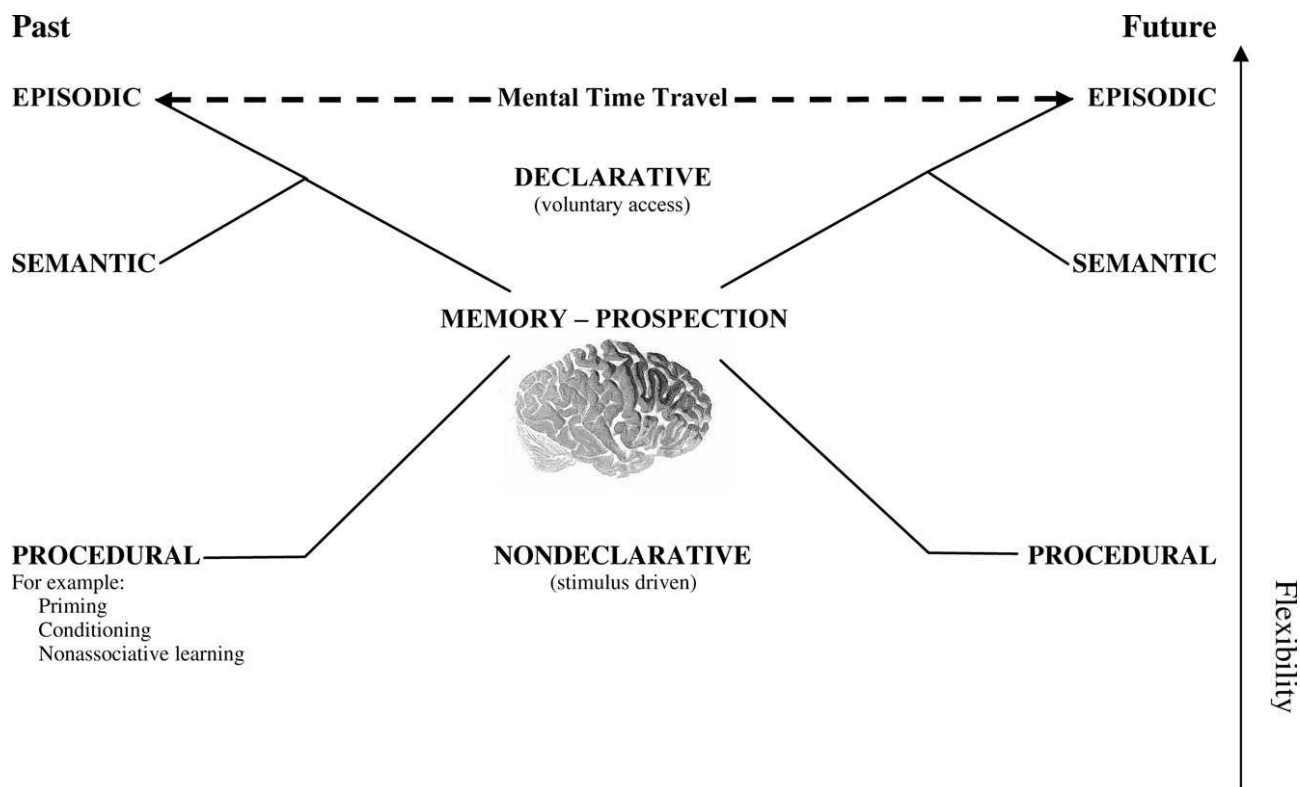


Figura 1. I sistemi di memoria e di proiezione verso il futuro. L'ordinaria tassonomia (secondo Squire 1992) dei sistemi di memoria (a sinistra) e la loro ipotetica controparte, relativa ai sistemi di proiezione verso il futuro (a destra).

Le memorie dichiarative (o esplicite) forniscono una maggiore flessibilità, perché possono essere attivate anche volontariamente, dall'alto verso il basso, a partire dai lobi frontali (piuttosto che dal basso in alto, per il tramite della percezione – Miyashita 2004). Ricordi di questo genere possono essere considerati come rappresentazioni disaccoppiate, non più legate direttamente al sistema percettivo. Negli esseri umani, queste memorie sono conscie e, almeno parzialmente, verbalizzabili (Tulving 1985; 2005). La memoria dichiarativa può essere suddivisa in memoria semantica e memoria episodica. La memoria semantica contiene la cultura generale e permette che l'apprendimento in un contesto sia volontariamente trasferito in un altro. Questa capacità è alla base del ragionamento interferenziale e analogico. La memoria semantica può quindi permettere una proiezione semantica e volontaria verso il futuro, indipendente dallo stimolo. Tuttavia, questa proiezione è limitata, in quanto si basa su una conoscenza di base che è impermeabile alle peculiarità dell'apprendimento di un evento specifico. È invece la seconda componente della memoria, vale a dire la memoria episodica, ciò che fa emergere la nozione di viaggio mentale nel tempo.

2.1. Verso una definizione di viaggio mentale nel tempo

La memoria episodica, a differenza della memoria semantica, garantisce l'accesso a eventi vissuti in prima persona, piuttosto che alla mera conoscenza generica estratta dagli eventi. L'esperienza fenomenologica del *ricordare*, quella che Tulving (1985) chiama coscienza *autonoetica* o autoconoscente (come per esempio il ricordo di dove e quando si è appreso che Wellington è la capitale della Nuova Zelanda) è diversa dal mero *conoscere* quel fatto. Questa distinzione è sorretta da controlli sperimentali e da

studi di *brain imaging*, così come dalle dissociazioni che si riscontrano in seguito a lesioni cerebrali (Gardiner e al. 2002; Henson e al. 1999; Klein e al. 2002b; Tulving 2005). Così, pazienti amnesici come K.C. possono conoscere fatti (per esempio: la differenza tra stalattiti e stalagmiti) e procedure (per esempio: come giocare a scacchi), senza essere in grado di ricordare un singolo evento personale che abbia portato a quelle conoscenze (Tulving 2005). La memoria episodica non concerne *regolarità*, ma piuttosto ricostruzioni dei *particolari* di eventi specifici, vissuti dall'individuo.

In effetti, la memoria episodica implica la ricostruzione mentale di qualche evento precedente, compreso qualche particolare (almeno) di quell'evento, come per esempio i principali personaggi coinvolti, le azioni, le circostanze e le reazioni emotive. Metaforicamente parlando, questa ricostruzione potrebbe essere considerata come il risultato di un viaggio mentale nel passato. L'idea può essere immediatamente estesa al futuro. Grazie alle esperienze precedenti, possiamo immaginare eventi specifici nel futuro, inclusi i particolari che hanno caratterizzato certi eventi nel passato. Il viaggio mentale nel futuro potrebbe includere la pianificazione di qualche evento specifico, come una cena, o potrebbe coinvolgere l'anticipazione mentale di qualche evento che sappiamo essere stato programmato per una data futura, come un colloquio di lavoro. Dunque, ancora una volta, c'è una distinzione tra il mero sapere che accadrà un certo evento (come il tramonto del sole) e il creare mentalmente un evento (come un tramonto realmente vissuto, con la luce che si dissolve gradualmente e i lampi blu all'orizzonte, ultima immagine del sole che scompare).

La ricostruzione mentale degli eventi del passato e la costruzione di quelli del futuro potrebbero essere stati all'origine del concetto stesso di tempo, della comprensione di una continuità tra passato e futuro. Avere un concetto di tempo ci permette di capire che il passato e il futuro sono sulla stessa dimensione e che quello che era il futuro a un certo punto diventerà il passato (così stanno in effetti le cose, a meno che l'universo non arrivi a un termine). Il viaggio mentale nel tempo ci consente di immaginare eventi in diversi punti di questo continuo, anche in punti che si collocano prima della nostra nascita o dopo la nostra morte. Ciò significa che il viaggio mentale nel tempo è un processo generativo, il quale incorpora elementi noti, ma li dispone in modi particolari, per creare l'esperienza di eventi che si stanno verificando effettivamente. Anche la memoria episodica non può essere una fedele ricostruzione di eventi passati. Falsi ricordi sono stati ampiamente documentati (per esempio: Loftus e Ketcham 1994) e sono facilmente riproducibili in laboratorio (per esempio: Roediger e McDermott, 1995). Ciò significa che il viaggio mentale nel tempo non può essere definito in termini di veridicità dei contenuti. Sappiamo cosa è il viaggio mentale del tempo perché siamo in grado di osservare noi stessi mentre lo facciamo e perché le persone passano molto tempo a parlare dei loro ricordi e delle loro anticipazioni.

Una sfida importante, allora, è quella di fissare una definizione, o un insieme di criteri, che possano identificare il viaggio mentale nel tempo in animali non umani, incapaci di esprimere le loro esperienze in forma verbale. Questo problema è analogo alla ricerca di criteri comportamentali, andata avanti decenni, per identificare l'esistenza di una teoria della mente (si veda alla successiva sezione 4.3) in animali non umani (Heyes 1998; Povinelli e Vonk 2003; Premack e Woodruff 1978; Suddendorf e Whiten 2003; Tomasello e al. 2005; Whiten e Byrne 1988). Tulving (1972) definiva originariamente la memoria episodica nei termini del tipo di informazioni che essa memorizza: precisamente, cosa è successo, dove e quando. Questo è il cosiddetto criterio *www*; il fatto che si dimostri di avere compreso *cosa* [what], *dove* [where] e *quando* [when] qualcosa è accaduto potrebbe essere considerato come una prova sufficiente del fatto che un certo evento (immaginato) sia un'istanza di un viaggio mentale nel tempo. Ad esempio, se si potesse rendere evidente, per un animale che nasconde cibo, che egli mostra di comprendere che cosa ha nascosto, dove lo ha nascosto e come l'ha nascosto, si potrebbe ammettere che quell'animale ha una memoria episodica per quell'evento, consistente nel fatto che a nascosto qualcosa. Analogamente, se il comportamento di quell'animale indicasse una conoscenza specifica di un evento futuro, come per esempio quale alimento egli troverà, dove si trova il cibo e quando lo troverà, allora si potrebbe parlare di un viaggio mentale di quell'animale in quell'evento futuro, in cui il cibo sarà ritrovato. Tuttavia, anche se utile, il criterio *www* non è né necessario né sufficiente, per il viaggio mentale nel tempo. L'esperienza personale, nonché le ricerche sui falsi ricordi, mostrano che si può rivisitare mentalmente un evento, senza informazioni precise circa il cosa, il dove e il quando; viceversa, si può sapere cosa, dove e quando è successo qualcosa (ad esempio, la propria nascita), senza ricordare l'evento in questione (Suddendorf e Busby 2003b). Per questi motivi, Tulving ha cambiato la sua definizione, sottolineando piuttosto l'esperienza fenomenologica (la coscienza auto-noetica) del ricordo di un episodio (Tulving 1985, 2005); la memoria *www* negli animali è stata ribattezzata, più prudentemente, "memoria di tipo episodico" (Clayton e Dickinson 1998).

L'esperienza fenomenologica è però una caratteristica mentale privata, e ci si può chiedere a buon diritto se potrà mai diventare possibile conoscere il mondo mentale di un altro organismo. Si può immaginare che

certi criteri neurofisiologici possano a un certo punto consentirlo, ma non c'è ancora alcun accordo in merito alle condizioni che definiscono la consapevolezza fenomenologica, anche negli esseri umani. Tuttavia, perché si sia potuto sviluppare il viaggio mentale nel tempo, doveva pur esserci qualcosa su cui la selezione naturale potesse lavorare, cioè qualche effetto sulla sopravvivenza o sulla riproduzione (a meno che non si trattasse semplicemente di un effetto collaterale, o di altri adattamenti casuali). La risposta che proponiamo è che il viaggio mentale nel tempo fornisce una maggiore flessibilità comportamentale all'azione nel presente, aumentando le probabilità di sopravvivenza nel futuro (2003b Suddendorf e Busby, 2005). Per esempio, ci si può preparare a un imminente colloquio di lavoro, basandosi sulle esperienze di colloqui passati, immaginando le possibili domande e le risposte da dare.

Se questa tesi è corretta, allora il punto cruciale del viaggio mentale nel tempo risiederebbe nel suo ruolo di rafforzare l'adattamento biologico nel futuro, cosicché i viaggi mentali nel passato sarebbero sussidiari alla nostra capacità di immaginare scenari futuri. La memoria episodica potrebbe informare anche la proiezione semantica verso il futuro, fornendo per esempio le condizioni al contorno perché siano possibili generalizzazioni. In effetti, i ricordi di particolari episodi che contraddicono una certa generalizzazione vengono alla mente per primi, quando si richiamano generalizzazioni semantiche (Klein e al. 2002a). Noi sosteniamo però che il ruolo principale del viaggio mentale nel passato sia quello di fornire materiale grezzo, sul quale costruire e immaginare futuri possibili. Per stabilire se un determinato comportamento è indicativo di un viaggio mentale nel tempo, abbiamo dunque preso in considerazione l'applicazione di quel comportamento per il futuro, anziché per il passato (Suddendorf e Busby 2005). Avanziamo quindi la descrizione che segue, circa le condizioni che, se soddisfatte, ci possono autorizzare ad invocare il costrutto del viaggio mentale nel tempo, per spiegare un comportamento.

Il viaggio mentale nel tempo è evidente nel comportamento volontario che è teso a risolvere un certo problema, quando questo problema sarà incontrato dall'organismo in un istante futuro (dove il termine "futuro" indica che il problema non si è ancora manifestato, come invece succede quando si cerca di soddisfare la fame attuale, per esempio). Per accertare se un determinato comportamento sia stato innescato da un viaggio mentale nel tempo, è necessario escludere il caso, le predisposizioni innate, la proiezione procedurale o semantica verso il futuro, oppure qualsiasi combinazione di questi fattori. Riteniamo che il vantaggio selettivo cruciale, fornito dal viaggio mentale nel tempo, sia quello della flessibilità in situazioni nuove e quello della versatilità nell'elaborare e nell'adottare strategie a lungo termine, per soddisfare gli obiettivi selezionati dagli individui. Così, i paradigmi che utilizzano test trasferiti da un ambito all'altro e che incrociano diversi domini di applicazione dovrebbero rivelarsi più forti, nel dar luogo a casi di viaggio mentale del tempo. Controlli di questo genere forniscono evidenza di viaggi mentali nel passato solo in virtù dell'evidenza che connette un viaggio mentale nel passato a un viaggio nel futuro, come diremo successivamente.

2.2. Evidenza della continuità tra viaggio mentale nel passato e nel futuro

Giacché il passato è un fatto e il futuro è una finzione, il senso comune potrebbe suggerire che diversi meccanismi cognitivi stiano alla base del ricordo di eventi passati e della costruzione di eventi futuri. Tra passato e futuro c'è una fondamentale asimmetria causale, ed è semplicemente impossibile conoscere il futuro così come si conosce il passato. Tuttavia, diverse linee di evidenza suggeriscono che il viaggio mentale nel passato condivida risorse cognitive con la costruzione mentale di potenziali episodi futuri (Suddendorf e Corballis 1997). Adulti normodotati esibiscono una analoga diminuzione della ricchezza fenomenologica degli eventi passati e di quelli futuri, col crescere della distanza dal presente (D'Argembeau e Van der Linden 2004). La distribuzione temporale degli eventi passati che le persone riescono a figurarsi segue lo stesso andamento della distribuzione temporale degli eventi attesi per il futuro (Spreng e Levine 2006). Pazienti amnesici che non sono in grado di rispondere a semplici domande su quanto accaduto ieri, sono ugualmente incapaci di dire cosa potrebbe succedere domani (Klein e al. 2002b; Tulving 1985); e non è prima dei circa 4 anni di età che i bambini sviluppano la capacità di rispondere con precisione a queste due domande (Busby e Suddendorf 2005). Pazienti che soffrono di depressione e hanno difficoltà nel richiamare ricordi specifici del loro passato hanno anche difficoltà a immaginare specifici episodi nel futuro (Williams e al. 1996). Infine, le tecniche di *brain imaging* hanno mostrato che sia il ricordo del passato che l'immaginazione del futuro sono associati all'attività dei lobi frontali e temporali, anche se ci sono zone specifiche nel polo frontale e nei lobi temporali mediali che sono più coinvolti con il futuro che con il passato (Okuda e al. 2003).

Sia le costruzioni di episodi futuri che quelle di episodi passati dipendono in parte dalla memoria semantica, giacché gli eventi devono essere costruiti in coerenza con la propria conoscenza generale del mondo. Tuttavia, è la componente episodica quella che fornisce quelle particolarità che possono far corrispondere precisamente i piani futuri con l'occasione specifica – la predisposizione dei posti, i vestiti da indossare, il menu, gli argomenti di conversazione. Consentendoci di prevedere eventi unici, il viaggio mentale nel tempo costituisce il passo decisivo per l'adattamento al futuro. Come il linguaggio umano, il viaggio mentale nel tempo è illimitato e generativo; non c'è quindi un termine per il numero di potenziali scenari futuri che possono essere immaginati.

Anche se la memoria episodica conserva qualcosa delle particolarità degli eventi singoli, è spesso inaffidabile e soggetta a distorsioni, come abbiamo già detto. Inoltre, nei casi di amnesia, la memoria più vulnerabile è proprio quella episodica (Wheeler e al. 1997). Il fatto che la memoria episodica sia frammentaria e fragile suggerisce che la sua adattabilità possa derivare in maniera più limitata dal suo ruolo di accurata registrazione della storia personale, quanto piuttosto dal fatto di mettere a disposizione un "vocabolario", dal quale costruire futuri eventi pianificati (e forse abbellire gli eventi del passato). La memoria episodica può essere parte di un repertorio più generale di attrezzi, quello che ci permette di fuggire dal presente, elaborare previsioni (Suddendorf e Corballis 1997) e forse creare un senso di identità personale (Schacter 1996). Infatti, la nostra capacità di rivisitare il passato potrebbe essere soltanto una funzionalità particolare della nostra capacità di concepire il futuro (Suddendorf e Busby 2003b).

2.3. Evidenze neurofisiologiche

Abbiamo suggerito che l'evidenza neurofisiologica può eventualmente fungere da base materiale, per la fenomenologia del viaggio mentale nel tempo. C'è un'evidenza crescente circa la neurofisiologia del viaggio mentale nel tempo negli esseri umani, evidenza che è invece molto limitata negli animali non umani. Di più, alcune di queste evidenze suggeriscono che il viaggio mentale nel tempo è una caratteristica unicamente umana, giacché le aree cerebrali coinvolte hanno apparentemente subito cambiamenti che non sono evidenti in altri primati. Allora, la chiave del viaggio mentale nel tempo potrebbe in parte risiedere nell'espansione del cervello che è tipica dell'evoluzione umana, soprattutto nella corteccia prefrontale. Le dimensioni del cervello variano parzialmente tra le specie, in funzione della dimensione corporea, e una misura comparativa appropriata è il quoziente di encefalizzazione (EQ), escogitato da Jerison (1973), che si basa sulla regressione del peso del cervello rispetto al peso corporeo. L'EQ dell'essere umano è circa tre volte quello dello scimpanzé. È stato inoltre sostenuto che, rispetto ad altre aree cerebrali (Deacon 1997), l'aumento è maggiore nella corteccia prefrontale, nota per essere coinvolta in modo critico nella memoria episodica (vedi la rassegna di Wheeler e al. 1997). Anche se questo diverso aumento è contestato da alcuni (per esempio: Semendeferi e al. 1997; Uylings 1990), Deacon (1997) sostiene che altri studi non sono riusciti a misurare la corteccia prefrontale indipendentemente dalle aree motorie e premotorie. Uno studio più recente conferma l'allargamento differenziale della corteccia prefrontale negli esseri umani, ma indica anche che esso è limitato alla sostanza bianca e che non si applica alla materia grigia (Schoenemann e al. 2005).

Indipendentemente dalla questione delle dimensioni, c'è evidenza che la corteccia prefrontale abbia subito una riorganizzazione sostanziale, nel corso dell'evoluzione umana. Per esempio, l'Area 13, che sembra essere una suddivisione dell'Area 11, è soltanto la metà circa di quanto ci si aspetterebbe, sulla base delle dimensioni del cervello; Semendeferi e al. (1998) suggeriscono che questa diminuzione è legata all'aumento di altre regioni dell'Area 11, insieme a regioni dell'Area 47, in modo da accogliere un gran numero di suddivisioni specializzate. Anche il polo frontale è notevolmente ampliato, rispetto a quello delle scimmie superiori, soprattutto nell'emisfero destro (Semendeferi e al. 2001). Riassumendo queste evidenze, Flinn e al. (2005) suggeriscono che queste modifiche nell'Area 11 e nella corteccia destra prefrontale sembrano essere coinvolte nella "consapevolezza del sé, nella risoluzione di problemi sociali, nella capacità di ricordare esperienze personali, e nella capacità di proiettarsi verso il futuro" (pp. 30-31).

Il coinvolgimento della corteccia prefrontale può dipendere dai circuiti neurali che comprendono i gangli basali e forse anche altre regioni. Per esempio, in uno studio effettuato mediante risonanza magnetica funzionale (fMRI), l'attività del cervello è stata registrata mentre soggetti umani imparavano ad agire in un compito decisionale di tipo markoviano, che prevedeva premi immediati o futuri (Tanaka e al. 2004). In entrambi i casi, si è riscontrata una notevole attività nella corteccia orbito-frontale laterale e nello striato; ma per le azioni relative ai ricompense future si osservava un'attivazione supplementare nella corteccia prefrontale dorso-laterale, nella corteccia parietale inferiore, del nucleo dorsale del rafe e nel cervelletto. Un'analisi svolta mediante regressione ha suggerito alcune mappe graduate della scala temporale all'interno

dell'insula e dello striato, con le regioni ventro-anteriori coinvolte nel predire ricompense immediate e le regioni dorso-posteriori nel predire ricompensi future. In un altro studio, condotto sul condizionamento dell'appetito negli esseri umani, le registrazioni di fMRI hanno mostrato che l'attività nella corteccia orbito-frontale e nello striato dipende dal tempo che intercorre tra uno stimolo condizionato attuale e la ricompensa aspettata (O'Doherty e al. 2002; vedi anche O'Doherty 2004).

3. Gli animali viaggiano mentalmente nel tempo?

Comunemente, le specie animali non umane esibiscono comportamenti che dipendono da sistemi non dichiarativi orientati al futuro, e ci sono prove consistenti che alcuni di essi possano utilizzare la memoria semantica, per azioni rivolte al futuro. Per esempio, la scimpanzè Panzee indicava dove era nascosto il cibo fuori dalla sua gabbia, toccando un lessigramma che rappresentava l'alimento e indicando poi la posizione, per guidare un umano che non ne era a conoscenza (Menzel 2005). Anche se ciò rivela che Panzee *sapeva* dove era il cibo, ciò non prova che essa *ricordava* l'evento del nascondere il cibo; analogamente, si può sapere dove siano le chiavi della macchina senza ricordare di averle messe lì. Le risposte "linguistiche" di alcune scimmie addestrate possono rivelare una memoria dichiarativa (vale a dire semantica, come per esempio il conoscere quali simboli corrispondano a certi oggetti o azioni), ma non includono resoconti di viaggi nella memoria. Non sono state fornite evidenze di viaggi mentali nel tempo. Non c'è alcun uso di tempi verbali, nel alcun senso in cui possa dirsi che gli animali raccontano storie su episodi passati o futuri. In netto contrasto, la conversazione umana è piena di riferimenti ad episodi passati e alla pianificazione futura (per esempio: Szagun 1978).

3.1. Il viaggio mentale nel passato

Nonostante le riserve che abbiamo espresso in precedenza, il criterio *www* per la memoria episodica ha una posizione di rilievo nella recente ricerca comparata. Sebbene ci si aspetta di trovare precursori del viaggio mentale nel tempo tra i nostri parenti più vicini, il caso che dà le indicazioni più forti non viene dalle scimmie, ma dagli uccelli che nascondono il cibo in vari luoghi, per poi recuperarlo. Le ghiandaie americane possono scegliere i luoghi dove conservare il cibo non solo in relazione alla sua tipologia, ma anche a seconda della durata della conservazione. Per esempio, questi uccelli recupereranno vermi nascosti di recente preferendoli alle noccioline, fino a quando i vermi freschi saranno più appetitosi; ma se i vermi sono stati conservati per troppo tempo, allora le ghiandaie recupereranno le noccioline, perché i vermi risulterebbero già decomposti e non più appetibili (Clayton e al. 2003). Le ghiandaie sembrano conoscere *cosa* (what), *dove* (where) e *quando* (when) è stato nascosto qualcosa, soddisfacendo apparentemente il criterio *www*. Come osservato in precedenza, però, i ricercatori hanno preferito il termine "memoria di tipo episodico", riconoscendo il fatto che il criterio *www* non comporta necessariamente una vera memoria episodica, in parte perché non richiede alcun riferimento alla coscienza auto-noetica (Clayton e al. 2003; Emery e Clayton 2004).

Quando gli esseri umani parlano di eventi passati, essi tipicamente scambiano informazioni su molte altre "w" come per esempio "chi [who] ha fatto cosa [what] a chi [whom], e quando [when], e dove [where], e perché [why], e cosa [what else] è accaduto ancora" (Suddendorf e Corballis 1997, p. 159). Dati recenti indicano che le ghiandaie possono memorizzare informazioni anche su *chi* li osserva nascondere il cibo (Dally e al. 2006b). Se gli uccelli si accorgono di essere osservati da un uccello dominante mentre nascondono il cibo, sono più inclini a spostarlo in una nuova posizione, mentre ignorano un uccello meno dominante. Il risultato atteso attuando questo comportamento di ricollocazione del cibo è presumibilmente una riduzione della probabilità che questo sia sottratto nel futuro.

Questo innovativo programma di ricerca sulle ghiandaie ha ispirato lavori analoghi su altre specie, con successo variabile (vedi la Tabella 1, per una sintesi). Le scimmie rhesus, per esempio, sembrano incapaci di apprendere che un certo alimento da esse preferito sarà lasciato a loro disposizione soltanto per un breve intervallo, ma non per uno più lungo (Hampton e al. 2005); i ratti sono stati in grado di apprendere che un braccio particolare di un certo labirinto conteneva palline di cioccolato soltanto dopo un lungo intervallo di attesa, ma non dopo uno breve (Babb e Crystal 2005).

Per i casi elencati nella Tabella 1, sono esplicitamente indicati i risultati relativi a una delle "w", relativamente alla memoria di tipo episodico. Molti studi precedenti potrebbero essere inclusi nella tabella, se venissero riclassificati in conformità con questo paradigma (si veda, per esempio, Schwartz e Evans

2001). Non c'è dubbio che la tabella verrà ampliata e ulteriormente modificata, quando una ricerca più specifica sarà svolta, con l'obiettivo esplicito di scoprire evidenze per la memoria di tipo episodico. Siamo convinti che questo approccio potrà costituire una delle prime aree di ricerca in cui sia possibile mappare sistematicamente i tipi di contenuti mentali che si danno nelle diverse specie. Anche se siamo ansiosi di avere una tabella più completa, rimaniamo scettici circa il fatto che qualcuno di questi casi mostri un effettivo viaggio mentale nel tempo (Hampton e Schwartz 2004; Roberts, 2002; Suddendorf e Busby 2003b).

Tabella 1. Risultati di recenti studi su differenti informazioni “w”, che fanno parte della memoria simil-episodica, in varie specie.

<i>Specie</i>	<i>Cosa</i>	<i>Dove</i>	<i>Quando</i>	<i>Chi</i>	<i>Studi di riferimento</i>
Scimpanzè	Sì	Sì	?	Sì	(Menzel 2005)
Gibboni di Hainan	Sì	Sì	?	?	(Scheumann e Call 2006)
Gorilla	Sì	Sì	?	Sì	(Schwartz e al. 2002; Schwartz e al. 2005)
Colibrì	?	Sì	Sì	?	(Henderson e al. 2006)
Topi	Sì	Sì	Sì	?	(Dere e al. 2005)
Oranghi	Sì	Sì	?	?	(Scheumann e Call 2006)
Ratti	Sì	Sì	Sì	?	(Babb e Crystal 2005; Eacott e al. 2005)
Scimmie rhesus	Sì	Sì	No	?	(Hampton e al. 2005)
Ghiandaie americane	Sì	Sì	Sì	Sì	(Clayton e Dickinson 1998; Clayton e al. 2001; Dally e al. 2006b)

Suddendorf e Busby (2003b) hanno avanzato varie ragioni per le quali i dati riferiti alle ghiandaie e ad altre specie non possono essere considerati ancora conclusivi. In precedenza, in questo articolo, abbiamo illustrato la distinzione fra il tipo di informazioni memorizzate e l'esperienza del rivisitare mentalmente un episodio, cosa che ha portato Tulving a cambiare la sua definizione di memoria episodica. Le informazioni elencate nella Tabella 1 possono essere ricondotte al sapere, piuttosto che al ricordare. C'è una differenza tra il ricordare di aver messo qualcosa da qualche parte, qualche tempo fa, e semplicemente il sapere adesso dov'è qualcosa e da quanto tempo è lì. Difatti, la memoria di tipo episodico può risultare da meccanismi orientati al futuro che non hanno alcun bisogno di *riguardare* il passato. Un episodio A può causare un cambiamento cognitivo B, il quale può a sua volta influire sul comportamento C, senza che B si porti dietro tutte le informazioni circa l'episodio A (Dretske 1982). Per esempio, una prestazione che dipenda dal tempo successivo a un certo evento, può dipendere dalla forza delle tracce mnestiche (le quali tendono a sbiadire nel tempo) e può quindi fornire una imbeccata diretta, senza implicare il viaggio mentale nel tempo. La forza della traccia o qualche altro processo dipendente dal tempo possono agire come un orologio per determinare una “data di scadenza” per la consumazione.

Un argomento contro questa specifica idea che la memoria *www* possa dipendere dalla forza della traccia mnestica è questo: i ratti, almeno loro, dopo lesioni all'ippocampo mostrano ancora gli effetti della forza della traccia nella precisione del riconoscimento, ma perdono la capacità di distinguere l'ordine temporale (Eichenbaum e al. 2005); si tratta di una constatazione che è anche coerente con l'identificazione dell'ippocampo come sito primario della memoria episodica negli esseri umani. Anche così, l'ippocampo potrebbe essere coinvolto nell'accesso alla forza della traccia come elemento discriminante, cosicché l'incapacità di compiere distinzioni temporali dopo danni all'ippocampo non deve escludere l'ipotesi della forza della traccia mnestica. Quale che sia la correttezza di questa specifica ipotesi, dovrebbe essere chiaro che ci sono alternative valide all'idea che l'evidenza di memorie *www*, o di memorie *www*, sia anche una evidenza dei viaggi mentali nel tempo. Infatti, anche i primi sostenitori di questo approccio ammettono ora che queste memorie possano esistere senza che le ghiandaie ricostruiscano mentalmente il passato (Dally e al. 2006b).

Alcuni ricercatori hanno provato ad affrontare la questione con diverse metodologie innovative (Zentall 2006). Per esempio, Zentall e al. (2001) hanno insegnato ai piccioni a premere uno o l'altro di due nuovi tasti, a seconda del tasto premuto poco prima – cosa che suggerisce la capacità di far riferimento a un episodio comportamentale precedente. Analogamente, i delfini sembrano ricordare il proprio comportamento precedente, come dimostra la capacità di rispondere a comandi equivalenti a frasi del tipo “fai qualcosa che non hai fatto di recente” o “ripeti la risposta più recente” (Mercado e al. 1998). I ratti forniscono evidenze per la capacità di ordinamento temporale. Quando vengono esposti a sequenze di quattro diversi odori in luoghi distinti, i ratti hanno mostrato prestazioni migliori di quelle puramente casuali, nei test in cui dovevano scegliere quale di due odori o luoghi si era presentato per primo nella sequenza (Eichenbaum e al. 2005). Tuttavia, tutti questi approcci sono esposti a problemi di interpretazione simili a quelli che affliggono l'approccio “www”. Come abbiamo suggerito in precedenza, qui e altrove (Suddendorf e Busby 2005), la soluzione può essere quella di concentrarsi sul comportamento orientato al futuro, piuttosto che sulla memoria episodica. Noi sosteniamo che è l'azione effettuata avendo il futuro nella mente ciò che fornisce un maggiore vantaggio selettivo e che si vede quindi nell'evoluzione. Se abbiamo ragione, potrebbe diventare visibile anche per ricercatori esperti (qualora gli animali non umani la possiedono davvero).

3.2. Viaggio mentale nel futuro

Gli animali affrontano in modi diversi (per esempio: attraverso la migrazione, il torpore, l'aumento di grasso corporeo) molti notevoli problemi ricorrenti, come la carenza di cibo stagionale. Conservare il cibo è una soluzione che si è andata evolvendo per certi mammiferi ed uccelli che si occupano dei loro piccoli (Smith e Reichman 1984). Questa strategia riposa su qualche capacità di memorizzare ed è indice di un orientamento al consumo futuro; ma non implica necessariamente che l'animale preveda davvero il futuro e neppure che lo pianifichi esplicitamente. Per esempio, uno studio ha dimostrato che i ratti continuavano a nascondere il cibo nei punti di un labirinto in cui gli alimenti erano andati degradandosi o in cui erano stati più volte rubati, sebbene evitavano quelle stesse posizioni nell'andare a recuperarli (McKenzie e al. 2005). Ciò suggerisce che essi avevano poche idee circa ciò che sarebbe accaduto in futuro. Similmente, le giovani ghiandaie americane nascondono indistintamente ogni tipo di oggetto, ben prima di sviluppare la capacità di recuperarli. Quando l'abilità di nascondere e quella di recuperare si sviluppano in un modo così prevedibile, queste capacità sembrano essere basate su predisposizioni istintive o implicitamente apprese, le quali possono essere modulate dalla memoria semantica, ma non comportano necessariamente viaggi mentali nel tempo (Suddendorf e Busby 2003b).

Un possibile test per proiezioni analoghe alla memoria episodica potrebbe funzionare come segue. Agli uccelli dovrebbe prima di tutto essere insegnato che se selezionano un luogo per la conservazione sotto una certa condizione (poniamo una luce verde), saranno autorizzati a recuperare il cibo da quella posizione in qualsiasi momento; ma se selezionano sotto un'altra condizione (poniamo una luce rossa), dovranno aspettare almeno un giorno prima di poter recuperare. Supponendo che possano imparare questo, sarebbe data loro successivamente la possibilità di scegliere tra vermi o noccioline, e l'interrogativo è se essi sceglierebbero i vermi freschi quando viene concesso l'accesso immediato, oppure se si aspetterebbero la decomposizione dei vermi quando l'accesso è prorogato (scegliendo dunque le noccioline). Se tale anticipazione del futuro fosse evidente, potrebbe indicare una comprensione del fatto che la durata della conservazione di un alimento proietta sia verso il futuro che verso il passato. Tuttavia, anche in contesti di questo genere, emergerebbero le stesse difficoltà che si riscontravano a proposito della memoria “di tipo episodico”. Potrebbe sembrare che gli uccelli capiscano lo stato del mondo di domani (la decomposizione dei vermi), anche nel caso in cui essi abbiano assunto certi comportamenti attraverso la mera combinazione di predisposizioni e di specifici algoritmi di apprendimento, andati evolvendosi nel contesto della conservazione del cibo (Dally e al. 2006b; Suddendorf e Busby 2003b).

Qualunque sia il risultato di esperimenti di questo genere, le ghiandaie adulte hanno mostrato di saper modulare la conservazione del cibo, in modi tali da far ritenere che esse prendano in considerazione la possibilità di furti futuri. In precedenza, abbiamo accennato alla evidenza del fatto che questi uccelli nascondono un'altra volta il cibo, se nella prima azione erano osservati da un uccello più dominante (Dally e al. 2006b). Un altro studio ha dimostrato che, quando viene osservato il momento in cui esse nascondono il cibo, le ghiandaie lo rinascondono soltanto nei casi in cui esse stesse avevano precedentemente rubato il cibo da altri. Gli uccelli che hanno esperienza del furto sembrano saper anticipare un momento futuro in cui il proprio cibo potrebbe rischiare di essere rubato, e agiscono di conseguenza (Emery e Clayton 2001). Ci vuole un ladro per riconoscere un ladro.

La prevenzione dei furti è un problema di adattamento abbastanza comune, fra le specie che immagazzinano cibo; varie strategie si sono andate evolvendo per farvi fronte (per una rassegna, vedere Dally e al. 2006a). Sia gli animali che conservano il loro cibo in più posti (per esempio i corvi), sia quelli che lo conservano in un solo posto (per esempio il picchio delle ghiande), possono mascherare con attenzione ciò che hanno nascosto o difendere attivamente i loro depositi (per esempio: Bugnyar e Heinrich 2006). Strategie di prevenzione dei furti sono sempre più documentate. Per esempio, lo scoiattolo grigio nordamericano distanzia maggiormente i nascondigli quando sono presenti conspecifici e scava preferenzialmente lontano da loro (Leaver e al., in stampa). Il furto non è l'unico problema futuro che debba essere affrontato dagli animali che conservano il cibo. Prima della conservazione, gli scoiattoli grigi mordono i semi delle ghiande della quercia bianca (ma non quelli della quercia rossa), per impedire la germinazione (Steele e al. 2001). Trattare gli alimenti prima della conservazione (per esempio: gli scoiattoli dei pini essiccano i funghi al sole) o tenere in vita le prede incapaci di scappare (ad esempio le talpe, che mordono i vermi) sono strategie che riducono il deterioramento e che aumentano quindi le probabilità di sopravvivenza nel futuro (per esempio: Smith e Reichman 1984).

Ci si può chiedere: questi comportamenti orientati al futuro sono forse fundamentalmente diversi, rispetto agli adattamenti specie-specifici di tipo non comportamentale, relativi al medesimo problema, quali per esempio la conservazione di cibi stagionali (come il grasso di balena o il grasso corporeo)? Forse no. Comportamenti vantaggiosi possono portare a un cambiamento evolutivo (Bateson 2004) e possono diventare istintivi, così come accade nei discendenti di quegli animali che, di fronte alla pressione selettiva, assumono comportamentalmente scorciatoie affidabili, le quali richiedono meno risorse. I corvi della Nuova Caledonia, per esempio, fabbricano e usano strumenti (Hunt 1996). Malgrado ci sia evidenza di una trasmissione sociale (Hunt e Gray 2003), gli uccelli sembrano aver ereditato una predisposizione a utilizzare strumenti. Essi mostrano questo comportamento senza averne avuto alcuna esperienza precedente o opportunità di osservazione (Kenward e al. 2005). Adattamenti per alcuni tipi di memoria e di apprendimento sono stati segnalati anche nei succhiamele del reggente. In accordo con fattori ecologici (per esempio: il tasso di ricostituzione), questi uccelli imparano facilmente a evitare luoghi di cibo che li hanno recentemente gratificati e ritornano semmai dopo lunghi periodi, ma lo fanno di meno se le cose lì intorno vanno in qualche altro modo (Burke e Fulham 2003). Anche se questo apprendimento è orientato opportunamente verso il futuro, secondo le contingenze del loro habitat, questi vincoli lo distinguono dal comportamento flessibile e orientato al futuro che caratterizza i viaggi mentali nel tempo degli esseri umani.

3.3 L'ipotesi di Bischof-Kohler

Abbiamo sostenuto in precedenza che il vantaggio selettivo dei viaggi mentali nel tempo consiste nell'incrementare la flessibilità dell'agire presente, per garantire esigenze future. In primo luogo, dunque, si deve essere in grado di concepire che si possono avere bisogni futuri (come, per esempio, immaginare di poter avere in seguito sete, quando in effetti in quel momento non si è ancora assetati). Un'ipotesi, proposta da Bischof-Kohler (1985) e Bischof (1985), è questa: che, a limitare la capacità di viaggiare mentalmente nel tempo, sia proprio l'incapacità degli animali non umani di trattare in modo flessibile i loro bisogni futuri, o di orientare i loro stati. In altre parole: gli animali non umani non sono in grado di differenziare gli stati futuri da quelli presenti (Bischof-Kohler 1985; Bischof 1985; Suddendorf e Corballis 1997). Almeno in superficie, questa ipotesi non può essere corretta, giacché molte specie agiscono in modo tale da garantire esigenze future, come dimostra il fatto di conservare il cibo. Come già osservato, tuttavia, questi comportamenti possono essere in gran parte istintivi e l'esperienza può permettere soltanto limitate varianti, entro parametri dominio-specifici. L'ipotesi di Bischof-Kohler può essere anche applicata a situazioni più individuali e flessibili, che implicano comportamenti non istintivi. Uno studio suggerisce che i bambini sono in grado di prevedere esigenze future verso i 4 anni (Suddendorf e Busby 2005); a questo punto, la sfida è documentare lo sviluppo di questa capacità in modo più approfondito, e controllarla in specie non umane.

Sono stati proposti controlli non verbali per l'ipotesi di Bischof-Kohler (Suddendorf 1994; Suddendorf e Busby 2005; Tulving 2005), che non sono stati ancora effettuati. I test comportano il controllo di un attuale stato di bisogno (come assicurarsi che il soggetto non abbia più sete) e poi fornire la possibilità di soddisfare un bisogno futuro (come procurarsi una bevanda per una situazione futura che indurrà sete). Ci sono varie precauzioni da prendere in considerazione, per escludere spiegazioni alternative basate sull'istinto o sull'apprendimento associativo (Suddendorf e Busby 2005). Per esempio, spiegazioni che facciano appello all'istinto possono essere escluse se lo scenario sperimentale non comporta alcun comportamento tipico della specie e se problemi simili a quello proposto possono essere risolti in una varietà di domini. Se lo stesso

animale dovesse superare varianti di tali controlli, per diverse esigenze (per esempio: la fame, la sete, la temperatura) e in diversi contesti (luoghi, intervalli di tempo), l'ipotesi Bischof-Kohler diventerebbe sempre più insostenibile.

Recentemente, Mulcahy e Call (2006) si sono avvicinati a ottenere un controllo del genere. Hanno addestrato bonobi e oranghi a prendere uva da un congegno, usando uno strumento. L'accesso al congegno è stato quindi bloccato e agli animali è stata presentata una scelta tra alcuni strumenti, due adatti e sei inadatti, che gli animali potevano portare in una stanza d'attesa, dalla quale il congegno era ancora visibile. Un'ora dopo, gli animali sono stati riammessi nella stanza del test, con il permesso di accedere al congegno. Sette volte su sedici, in media, le grandi scimmie portavano uno strumento idoneo nella stanza d'attesa e un'ora dopo lo portavano con loro per prendere l'uva. Si sono riscontrate forti differenze individuali nelle prestazioni, con un orango che superava correttamente il test 15 volte su 16. Questo orango e il bonobo che aveva ottenuto i migliori risultati sono stati nuovamente sottoposti al test, ma con l'intervallo di una notte tra la scelta dello strumento e il ritorno nella camera del test. Gli animali continuavano a portarsi dietro uno strumento idoneo, in molti più casi di quelli che ci si sarebbe potuto attendere come mero frutto del caso. Un terzo esperimento ha mostrato che le grandi scimmie riuscivano a passare il test anche quando esse non potevano vedere il congegno, durante la scelta dello strumento. L'ultimo studio di controllo ha esaminato se gli animali non associno per caso lo strumento alla ricompensa, piuttosto che al congegno. I soggetti continuavano a ricevere uva come ricompensa quando tornavano con lo strumento corretto, senza dare loro la possibilità di usare davvero lo strumento. In questa condizione, i risultati positivi erano più scarsi, suggerendo così che negli altri studi si era assistito a una pianificazione effettiva del futuro (Mulcahy e Call 2006).

Si devono tuttavia avanzare alcune riserve su questa conclusione (Suddendorf 2006). In ogni prova, venivano forniti sempre gli stessi strumenti, cosicché le grandi scimmie avrebbero potuto imparare soltanto a ritornare ogni volta con gli stessi strumenti. Ciò sottolinea l'importanza della condizione di controllo finale, escogitata per escludere spiegazioni basate su associazioni. Tuttavia, questa condizione di controllo non è stata applicata agli animali meritevoli dei primi tre esperimenti, ma a un nuovo gruppo di quattro animali. Due di questi non avevano mai portato con sé lo strumento e quindi non avevano mai potuto sperimentare la ricompensa che avrebbe potuto facilitare i risultati negli studi precedenti. Così, i dati relativi a questi individui non ci danno informazioni sul ruolo della ricompensa. Gli altri due animali avevano agito in modo identico ai due animali del primo esperimento. Così, contrariamente a quanto sostenuto dagli autori, non è possibile escludere l'associazione (Suddendorf 2006).

Ma anche laddove studi successivi confermassero che le grandi scimmie possono selezionare e portare con sé differenti strumenti per specifici usi futuri, non si avrebbe ancora prova di una anticipazione delle esigenze future, così come proposto dall'ipotesi di Bischof-Kohler. In questi studi, l'anticipazione potenziale di un "bisogno futuro" fa riferimento al "bisogno" di uno strumento per soddisfare un'esigenza attuale e non all'anticipazione di una differente pulsione interna o di uno stato di bisogno (come è per esempio un desiderio futuro diverso da uno presente). Gli studi non controllano o manipolano le pulsioni o gli stati di bisogno dei soggetti, e non è irragionevole supporre che tutti costoro abbiano avuto, per tutta la durata del test, il desiderio di essere ricompensati con uva (Suddendorf 2006). Gli animali che non sono in grado di concepire pulsioni o stati di bisogno futuri avrebbero poche ragioni per occuparsi di un futuro remoto, poiché tutto ciò di cui essi avrebbero cura è la soddisfazione dei bisogni attuali. Sono necessarie ulteriori ricerche, per determinare l'estensione della capacità di prevedere negli animali; ma allo stato dei fatti il limite proposto dall'ipotesi di Bischof-Kohler non è stato ancora falsificato.

Non stiamo esprimendo questi argomenti un po' guastafeste perché abbiamo qualche idea preconcepita su come il mondo dovrebbe essere. Noi saremmo lieti se si potesse stabilire che altre specie possono viaggiare mentalmente nel tempo. Sarebbe una seria sfida a molte visioni del mondo di tipo antropocentrico e la cosa avrebbe profonde implicazioni morali (Suddendorf e Busby 2003a). Tutte quelle specie delle quali si possa mostrare che considerano ciò che è successo e meditano su ciò che potrebbe accadere in futuro richiederebbero una cura fundamentalmente diversa. Per esempio, esse soffrirebbero non soltanto per un dolore presente, ma anche nel riviverne uno passato e nell'anticiparne uno futuro (Lea 2001). Allo stato attuale delle cose, non vi è alcuna necessità di abbandonare l'ipotesi che tutto ciò non si dia; ma non siamo in grado di concludere con sicurezza che gli altri animali non possiedono questa capacità. Ammettiamo che è richiesta una mole rilevante di dati comparativi, prima di poter concludere che un qualche tratto è unicamente umano (Hauser e al. 2002).

Data l'importanza selettiva del comportamento orientato al futuro, le specie devono aver sviluppato verosimilmente una varietà di meccanismi diversi. L'interesse crescente della ricerca sulla questione del

viaggio mentale nel tempo negli animali può aiutare a identificare e descrivere questi meccanismi. Ci si può aspettare che i nostri parenti più stretti che sono sopravvissuti, le grandi scimmie, possiedano qualche precursore delle abilità umane (per esempio: la capacità di prevedere, limitatamente a ciò che serve per i bisogni correnti). Mulcahy e al. (2005), per esempio, hanno dimostrato che i gorilla e gli oranghi possono selezionare in un luogo uno strumento che è adatto a risolvere un problema in un altro luogo, quando questo problema non era visibile in quel momento. Vi è una serie di prove che le grandi scimmie possono immaginare stati del mondo alternativi (vedi par. 4.1) e questa evidenza può quindi fornire un collegamento tra la mente umana e quella animale (per una rassegna, vedi Suddendorf e Whiten 2001). È allora possibile che ciò che precede il viaggio mentale nel tempo si sia evoluto nell'antenato che abbiamo in comune con le grandi scimmie. Qualcuno ha sostenuto che il fatto di vivere in società di scomposizione e fusione¹, come fanno i moderni scimpanzé, possa aver selezionato un incremento della capacità di monitorare – nel tempo e nello spazio – il via vai di altri membri del gruppo (Barrett e al. 2003). In alternativa, le pressioni ambientali sulle grandi scimmie arboricole (come gli oranghi moderni) e l'alimentazione da fonti di cibo che variano nello spazio e nel tempo (per esempio la frutta), potrebbero aver selezionato nei nostri comuni antenati un incremento della capacità di monitorare questi andamenti e di pianificare itinerari di spostamento. Resta però da stabilire quale sia esattamente la natura e la portata della capacità di prevedere, nelle moderne grandi scimmie (e negli altri animali). Noi teniamo fermo che, per ora, i dati continuano a suggerire che il viaggio mentale nel tempo è una capacità specifica dell'uomo. Inoltre, ci esprimiamo a favore del fatto che ricerche future si concentrino non soltanto sui presunti casi di viaggio mentale nel tempo, ma anche sui meccanismi sussidiari che sono tipici dei viaggi mentali umani e che possono essere necessari a sostenerli.

4. Componenti del viaggio mentale nel tempo negli esseri umani

Una ragione per chiedersi se è possibile il viaggio mentale nel tempo in animali non umani è che l'anticipazione flessibile di particolari eventi non è facile e può richiedere una serie di abilità cognitive che possono non essere disponibili negli animali o nei bambini piccoli (Suddendorf e Busby 2003b; Suddendorf e Corballis 1997). Fallimenti in una qualunque di queste abilità possono condurre a mancare le previsioni (fonte di gran parte delle affezioni umane e, possiamo aggiungere, di molti esiti farseschi), o a non essere proprio capaci di anticipazioni. Per sviluppare un sistema flessibile di anticipazione devono essere assemblati molti componenti cognitivi, in modo da raggiungere un livello di accuratezza che offra un vantaggio selettivo sufficiente a compensare l'enorme impiego di risorse cognitive. Una metafora appropriata potrebbe essere quella della produzione teatrale, che richiede molte attività ausiliarie, oltre alla produzione stessa. Sugeriamo che nelle parole di Shakespeare – “Tutto il mondo è un palcoscenico” – possa essere incluso anche il mondo della mente.

Assimilando il viaggio mentale nel tempo a una produzione teatrale, non stiamo avanzando alcuna affermazione circa l'esistenza di un teatro cartesiano della mente, per come questo è stato discusso da Dennett (per esempio: 1995); né ci riferiamo a simulazioni o a qualsiasi altro meccanismo attraverso il quale un teatro del genere possa essere realizzato nel cervello. La simulazione puramente mentale della percezione e dell'azione è ovviamente un modo per immaginare cosa possano essere il pensiero cosciente in generale (Hesslow 2002) e il viaggio mentale nel tempo in particolare (Suddendorf 1994); ma il punto dell'analogia è qui semplicemente quello di richiamare l'attenzione sulla gamma di capacità mentali che potrebbero essere considerate necessarie, per impegnarsi con successo in un viaggio mentale nel tempo. Nei paragrafi successivi affronteremo i principali componenti di questo teatro e i loro corrispettivi cognitivi.

4.1. Il palcoscenico

Per avere a che fare con un evento futuro c'è bisogno di immaginazione – una specie di spazio della rappresentazione, nella nostra mente, per una recita immaginaria. In psicologia cognitiva il concetto di memoria di lavoro è usualmente concepito come uno spazio del genere (o banco da lavoro), dove l'informazione viene temporalmente combinata e manipolata (Baddeley 1992). La memoria di lavoro umana sembra comprendere, oltre ad un esecutivo centrale, due distinti sottosistemi: un circuito fonologico e un

¹ Nota del traduttore: in primatologia, una “società di scomposizione e fusione” (*fission-fusion society*) si ha quando gli elementi del gruppo si radunano per esempio per dormire, ma si suddividono in piccoli gruppi durante la ricerca di cibo.

taccuino visuo-spaziale. Anche se le specie non-linguistiche possono non avere alcunché di simile alla voce e all'orecchio interni (cioè al circuito fonologico), esse potrebbero avere benissimo un sistema basato su immagini (cioè: un taccuino visuo-spaziale).

Per rappresentare il futuro, il palcoscenico deve permettere non solo la combinazione di materiale presentato di recente, ma anche quella di informazioni memorizzate nella memoria a lungo termine. Deve consentire l'elaborazione *offline*. Sognare è un esempio di elaborazione *offline* e sembra che i mammiferi abbiano sogni. La ripetizione degli eventi in modo *offline* durante il sonno può essere implicata nel consolidamento della memoria dichiarativa nell'ippocampo (Kali e Dayan 2004; Wilson e McNoughton 1994). Infatti, sognare o sognare ad occhi aperti possono essere considerati come una forma di "costruzione di uno scenario", che i mammiferi sociali potrebbero aver sviluppato per consentire l'allenamento/azione, senza subirne le conseguenze (Alexander 1989).

Tuttavia, per consentire l'elaborazione *offline* (o commedia mentale, direttamente pertinente alle situazioni), bisogna essere in grado di confrontarla con le percezioni del reale mondo attuale. Le cosiddette rappresentazioni secondarie sono pensate per consentire esattamente questo (Perner 1991; Suddendorf 1999). In aggiunta a una rappresentazione primaria della realtà attuale, una rappresentazione secondaria relativa a una costellazione di obiettivi, per esempio, permette a un individuo di mettere alla prova possibili movimenti per mezzo della mente, piuttosto che mediante prove ed errori fisici. Questa capacità è evidente anche nei giochi di finzione (dove si prende in considerazione un mondo immaginario, pur mantenendo consapevolezza di quello reale), nei test piagetiani sullo spostamento invisibile (dove bisogna ragionare sull'invisibile traiettoria precedente di un certo bersaglio) e in vari altri test cognitivi di base. Durante il secondo anno di vita, i bambini umani cominciano a mostrare evidenze di rappresentazioni secondarie, in ciascuno di questi contesti (Perner 1991; Suddendorf e Whiten 2001). Riesaminando la letteratura, è emerso che soltanto i nostri parenti più stretti, le grandi scimmie, hanno già fornito qualche evidenza di rappresentazioni secondarie, in tutti questi settori (Suddendorf e Whiten 2001; 2003; Sbiancate e Suddendorf, in stampa), e potrebbero perciò disporre di un palcoscenico mentale, per immaginare eventi passati o futuri. Sebbene l'evoluzione convergente può aver prodotto abilità simili in altre specie (per esempio i corvidi, si veda Emery e Clayton 2004), la nostra capacità di rappresentazione secondaria sembra essersi sviluppata in un antenato comune con le grandi scimmie, circa 14 milioni di anni fa (Suddendorf e Whiten 2001).

4.2 Il commediografo

Per generare contenuti, gli eventi immaginari hanno bisogno di una sceneggiatura o di una narrazione. Ciò richiede l'accesso ad un database dichiarativo – cioè alle informazioni memorizzate, non più legate allo stimolo, ma utilizzabili in modo *top-down*. Come notato in precedenza, alcune specie non umane sembrano avere una memoria dichiarativa, che potrebbe essere utile a questa funzione. Tuttavia, per generare nuovi contenuti bisogna anche essere in grado di combinare e ricombinare gli elementi esistenti. Come il linguaggio, le narrazioni immaginarie possono operare secondo il principio dell' "infinità discreta" (Hauser e al. 2002), che comporta l'applicazione ricorsiva di regole, per creare un insieme illimitato di potenziali scenari futuri (Suddendorf e Corballis 1997).

La ricorsione è una procedura computazionale che richiama se stessa, o richiama un tipo di procedura equivalente – come può essere esemplificato mediante frasi che contengono proposizioni incorporate, del tipo: "Il malto che il topo mangiò era nella casa che Jack ha costruito". La ricorsione sta proprio nel cuore della grammatica e, a partire da un insieme finito di elementi, ci permette di creare un potenziale infinito di frasi, le quali esprimono una infinità potenziale di significati. Si può anche dire che la ricorsione è alla base di altri aspetti del pensiero umano tra cui forse la musica, la manipolazione, il movimento nello spazio, le relazioni sociali e i sistemi di numerazione (Corballis 1991; Hauser e al. 2002). Per esempio, la teoria della mente – che è la comprensione del fatto che anche gli altri hanno credenze, desideri o intenzioni – può richiedere diversi livelli di ricorsione, come in proposizioni del tipo "*io penso che tu pensi che io penso che tu sia stupido*", proposizione che coinvolge una doppia ricorsione. Il contare, operazione distinta dalla valutazione a occhio o dalla stima numerica, richiede principi che possono essere utilizzati in modo ricorsivo, permettendoci di contare all'infinito. Noi esseri umani, almeno noi, utilizziamo il concetto di tempo in modo ricorsivo, quando comprendiamo frasi del tipo "Giovedì prossimo sarà arrivato in Messico". Il futuro anteriore è solo uno dei circa 30 diversi tempi verbali della lingua inglese e riflette la stretta relazione tra il linguaggio e il viaggio mentale nel tempo. I bambini cominciano a mostrare una capacità ricorsiva e generativa nei primi anni della scuola materna.

Ci sono ancora poche prove, ammesso che ce ne sia qualcuna, per la capacità di ricorsione in qualsivoglia specie non umana (Corballis 2003). Molti uccelli cantano motivi di notevole complessità e singoli uccelli posso avere repertori di molte canzoni, le quali comportano diverse sequenze di note; ma le singole canzoni tendono ad essere fisse e si ripetono con notevole costanza (per esempio: Kroodsma e Momose 1991). È stato affermato, almeno in una occasione, che gli uccelli possono creare canzoni usando principi grammaticali: Hailman e Ficken (1986) hanno segnalato che i motivi cantati dalle capinere seguono regole che presiedono alla selezione e alla successione delle note, ma queste regole sembrano conformarsi a una semplice grammatica a stati finiti, piuttosto che a quella grammatica indipendente dal contesto che è alla base del linguaggio umano (Corballis 1991, p. 140). Non c'è evidenza di ricorsione.

La recente affermazione che gli storni possono imparare a riconoscere strutture ricorsive di suoni (Gentner e al. 2006) è a nostro avviso priva di fondamento. Gli sperimentatori hanno generato sequenze ricorsive di un massimo di otto suoni, grazie all'incapsulamento di coppie di suoni, ciascuna composta da un tintinnio e un gorgheggio, dentro un'altra coppia, in modo ricorsivo. Per esempio, se A_i denota un tintinnio e B_i un gorgheggio, due livelli di incapsulamento creerebbero la sequenza $A_3(A_2(A_1B_1)B_2)B_3$. Dal momento che i suoni effettivi sono stati scelti a caso da una popolazione di otto tintinnii e otto gorgheggi, raramente sono state ripetute sequenze precise. Gli uccelli erano in grado di distinguere sequenze basate su questa inclusione ricorsiva, rispetto a sequenze che non obbedivano alla regola. Questo non significa necessariamente, però, che essi abbiano compreso la ricorsione, dal momento che ogni sequenza di quel tipo potrebbe essere considerata semplicemente come costituita da una sequenza di tintinnii seguita da una sequenza di gorgheggi (per esempio $A_3A_2A_1$ seguito da $B_1B_2B_3$). In altre parole: gli uccelli potrebbero semplicemente aver stabilito il numero dei tintinnii e dei gorgheggi sequenziali, rispondendo positivamente quando i due numeri coincidevano. La percezione di numeri per le sequenze uditive negli uccelli può senz'altro superare quella degli esseri umani (Thompson 1969), per cui una strategia di "stima-e-riscontro" può ben rientrare fra le capacità degli storni. Uno studio precedente ha dimostrato che i tamarini non sembrano in grado di svolgere un analogo compito di riconoscimento (Fitch e Hauser 2004); ma, anche se in quell'esperimento fossero stati in grado di effettuare il riconoscimento, ciò non avrebbe implicato che questi animali abbiano riconosciuto la ricorsione stessa (vedi Corballis [in stampa], per una discussione più dettagliata).

4.3 Gli attori

Gli eventi, tipicamente, coinvolgono personaggi e il viaggio mentale nel tempo potrebbe benissimo essere evoluto al fine di prevedere (e aiutare o contrastare) i comportamenti degli altri (come discusso più avanti, in questo articolo). Per rappresentare sé e gli altri in modo realistico è necessaria una conoscenza dichiarativa degli individui e qualche psicologia del senso comune (per esempio la teoria della mente), in modo da prevedere le loro azioni (per esempio, si può prevedere un'azione degli altri sapendo che essi di solito agiscono sulla base delle loro convinzioni, per soddisfare i loro desideri). Con questa conoscenza, ci si può impegnare in competizioni e cooperazioni più sofisticate, e uno dei modi più efficaci per farlo è agire come un attore: "vedere noi stessi come ci vedono gli altri, in modo da indurli a vederci come ci piacerebbe, piuttosto che come piacerebbe loro" (Alexander 1989, p. 491). L'autoconsapevolezza è difficile da definire e da misurare. Alexander (1989) sostiene che un aspetto importante dell'autoconsapevolezza deriva direttamente dalla capacità di valutare se stessi, in varie versioni alternative di eventi futuri. Si tratta di quel "libero arbitrio", grazie al quale si può deliberatamente scegliere di perseguire una delle strade diverse che vengono prese in considerazione.

È ormai stabilito che le grandi scimmie, come i bambini di 2 anni e a differenza di molti altri animali controllati, possono almeno riconoscersi negli specchi (per esempio: Bard e al. 2006; Gallup 1970; Patterson e Cohen, 1994; Suarez e Gallup 1981). Hanno un'aspettativa circa ciò che esse stesse sembrano dall'esterno e questa aspettativa può essere rapidamente aggiornata (Nielsen e al. 2006). Tutto questo, insieme all'evidenza che le grandi scimmie capiscono ciò che gli altri possono vedere (Call e al. 1998; Hare e al. 2000), oppure hanno visto (Hare e al. 2001), suggerisce fortemente che esse possono "vedere se stessi come le altre vedono loro" (almeno nel senso letterale di questa espressione). Ma non è chiaro se esse si preoccupino di gestire come le altre le vedono (anche limitandosi al senso letterale, soltanto gli esseri umani si adornano regolarmente con gioielli e vestiti).

Tuttavia, vi è un corpo considerevole di evidenze circa il fatto che i primati si impegnano in varie forme di inganno tattico, nell'ambito delle loro interazioni sociali (Whiten e Byrne, 1988). La conoscenza sociale dei primati è impressionante. Molti primati riconoscono gli altri individui, così come il loro rango sociale e le relazioni (Seyfarth e al. 2005). Inoltre, le grandi scimmie e i bambini di due anni sembrano avere una limitata

psicologia del senso comune, anche se la precisa natura delle loro capacità resta ancora da stabilire (per esempio: Suddendorf e Whiten 2003; Tomasello e al. 2003); attualmente, i dati disponibili suggeriscono che non abbiano una teoria rappresentazionale della mente, la quale comporta tra l'altro la capacità di meta-rappresentare il fatto che gli altri possono avere rappresentazioni le quali contraddicono le proprie (Call 2001; Whiten e Suddendorf 2001). È solo tra i 3 e i 4 anni che gli esseri umani superano prove atte a dimostrare tale comprensione (si veda ad esempio il test della falsa credenza; si veda, per esempio: Perner 1991; Wellman e al. 2001). Abbiamo sostenuto che il fatto di riuscire a identificarsi con il proprio sé futuro, il fatto di capire che questo sé futuro può avere stati mentali diversi dagli stati attuali ed il fatto di averne cura (Suddendorf e Corballis 1997) può richiedere questo livello di psicologia del senso comune. Come Hazlitt (1805) ha osservato: "L'immaginazione. . . mi deve portare fuori da me stesso, dentro i sentimenti degli altri, attraverso l'identico processo mediante il quale io mi sento spinto in avanti come se fossi nel mio essere futuro, interessato ad esso" (p. 1).

4.4. L'apparato scenico

La rappresentazione mentale ha bisogno anche di un contesto fisico, che operi secondo i principi del mondo reale. Ciò richiede una certa "fisica ingenua". Sebbene un importante ricercatore sia recentemente giunto alla conclusione che nemmeno al livello delle scimmie sia possibile rappresentare mentalmente fattori causali inosservabili, come per esempio la gravità e l'energia (Povinelli 2000), molti altri studiosi sono convinti che la fisica ingenua di questi animali non sia così limitata (Allen 2002; Hauser 2001; Whiten 2001). Gli scimpanzé, per esempio, hanno superato compiti di doppio spostamento invisibile (hanno cioè mostrato di aver qualche nozione circa la permanenza fisica degli oggetti che scompaiono dietro schermi); questi compiti richiedono un ragionamento sul movimento di oggetti che non sono più percepibili (Collier-Baker e Suddendorf 2006).

Particolarmente importante per i viaggi mentali nel tempo è la capacità di effettuare qualche valutazione della dimensione temporale stessa. Alcuni fondamentali processi di fasatura col tempo (come per esempio i ritmi cardiaci, o altri processi che collegano il comportamento al cambiamento periodico delle condizioni ambientali) sono chiaramente diffusi nel regno animale e sono studiati e compresi abbastanza bene (per esempio: Albrecht e Eichele 2003). Altri processi, di natura più cognitiva, sono compresi peggio. Sembra che all'interno del cervello umano esistano diversi meccanismi di valutazione del tempo, capaci di rilevare informazioni chiave circa la distanza temporale, l'ordine e la disposizione degli eventi entro particolari schemi temporali; gli esseri umani sembrano attingere a differenti combinazioni di tutti questi (Friedman 2005).

Le ipotesi circa i meccanismi di misura del tempo sono molteplici: da regolatori neurali che fungono da contatori discreti (nella teoria scalare dell'attesa), a modelli che fanno appello al continuo decadimento dell'intensità delle tracce mnestiche. Come abbiamo già notato, lo svanire della memoria potrebbe esso stesso fornire una informazione temporale, in grado di dare conto della componente quando [when] nella memoria *www* [cosa-dove-quando] presente nelle ghiandaie. Negli esseri umani, la rilevazione del passaggio del tempo (controllata in modo cognitivo, piuttosto che automatico) attiva in modo caratteristico la corteccia prefrontale dorso-laterale dell'emisfero destro, un'area che è coinvolta anche nella memoria di lavoro (Lewis e Miall 2006). Lewis e Miall concludono che sia la memoria di lavoro che il giudizio sulla distanza temporale potrebbero dipendere dallo stesso sistema neuronale, modulato dalla dopamina. I bambini iniziano a distinguere in modo preciso le distanze degli eventi passati a partire dall'età di circa quattro anni (Friedman e Kemp 1998).

Anche il viaggio mentale nel tempo potrebbe garantire una valutazione del tempo, meno attendibile, basata su funzioni del deterioramento di memoria. Dal momento che costruendo e ricostruendo mentalmente episodi si riattivano tracce di memoria, questo processo potrebbe rafforzare queste tracce e farle sembrare più "fresche", rispetto a quanto sia garantito dalla loro età effettiva. Altri meccanismi di valutazione del tempo potrebbero essersi poi evoluti per costruire una più accurata cronologia. Infatti, ordinare gli eventi non sembra essere una proprietà di base della memoria umana, ma sembra piuttosto dipendere da una costruzione attiva e ripetuta degli eventi stessi (Friedman 1993). Alcune informazioni circa l'ordine in cui gli eventi sono accaduti (per esempio: prima e dopo) potrebbero ad ogni modo essere immagazzinate nella memoria. Come abbiamo visto in precedenza, anche i topi danno evidenze della capacità di rilevare l'ordine temporale (Eichenbaum e al. 2005).

Resta ancora un mistero in che modo gli orologi biologici, i codici d'ordine, o altri processi, contribuiscano ai concetti sulla dimensione temporale che gli esseri umani adulti possiedono. Le culture

umane hanno sviluppato diverse rappresentazioni semantiche degli schemi temporali (per esempio: ore, giorni, settimane, mesi, ecc.), le quali permettono alle persone di localizzare il momento degli eventi. La ricostruzione attiva delle localizzazioni degli eventi, entro questi schemi temporali espliciti, è probabilmente l'approccio al tempo più comune fra gli esseri umani (Friedman 1993). I processi mentali che si basano sulla localizzazione degli eventi sono resi evidenti da alcuni effetti di scala: un giudizio circa il momento del giorno in cui è avvenuto un certo evento può essere più accurato del giudizio circa il mese in cui l'evento si è verificato; i meccanismi basati sulla distanza non sono in grado di spiegare fenomeni di questo tipo. Friedman (2005) ha recentemente passato in rassegna i risultati degli esperimenti effettuati in questo ambito e ha concluso che gli esseri umani – per riflettere sulla collocazione temporale degli eventi – utilizzano processi sia verbali che basati su immagini; i bambini intorno ai cinque anni utilizzano codici basati su immagini, per distinguere i fatti avvenuti nel corso della giornata; intorno ai sette anni utilizzano elenchi verbali, per esempio i giorni della settimana. L'acquisizione relativamente tarda dei concetti culturali che riguardano il tempo dimostra che questi concetti, per i bambini, non sono affatto semplici da acquisire.

Una volta stabiliti, questi schemi temporali danno l'opportunità di collocare eventi futuri in particolari momenti nel tempo. Certamente, nessun codice d'ordine e nemmeno le informazioni sulla distanza temporale tra eventi all'interno della memoria possono spiegare lo sviluppo di un senso del futuro, temporalmente articolato. I bambini iniziano a mostrare un'approssimativa differenziazione temporale degli eventi futuri attorno ai cinque anni (per una recente rassegna, si veda Friedman 2005). Gli animali non umani sembrano avere grossi limiti, quanto alla possibilità di apprendere informazioni di tipo temporale; le loro prestazioni sembrano basarsi su meccanismi non dichiarativi, piuttosto che su qualche esplicito concetto di tempo (Roberts 2002). Ciononostante, il lavoro condotto sulle ghiandaie – che abbiamo ricordato in precedenza – suggerisce che esistano meccanismi di rilevazione temporale più sofisticati di quelli che in passato si pensava ci fossero in qualunque specie non umana.

4.5. Il regista

Ovviamente, il viaggio mentale nel tempo non deve essere confuso con la chiaroveggenza. Il futuro contiene molte possibilità, e quindi il viaggio mentale nel tempo prende in considerazione diverse varietà di scenari, valutando la loro verosimiglianza e la loro desiderabilità. Come un regista prova modalità alternative per presentare una scena, così il vero viaggio mentale nel tempo richiede prove e valutazioni. Ciò implica qualche livello di dissociazione e di metacognizione (cioè di pensiero sul pensiero), che per la prima volta emerge nei bambini intorno a circa quattro anni (Perner 1991; Suddendorf 1999; Suddendorf e Corballis 1997). Nelle specie animali, c'è al massimo una evidenza limitata, riguardo alle più basilari capacità metacognitive (Hampton 2001; Shettleworth e Sutton 2006).

In studi che prevedono un prolungato addestramento su semplici compiti (come per esempio stabilire quale di due stimoli sia il più grande), quando è data ad alcune scimmie [insieme alla possibilità di scegliere, anche] la possibilità di non fare alcun tentativo, le scimmie imparano alla fine a evitare quelle prove per le quali è probabile sbagliare (Smith e al. 2003; Son e Kornell 2005). Questo monitoraggio del grado della propria incertezza implica probabilmente una metacoglizione, cioè il fatto che le scimmie potrebbero sapere di non sapere; e la cosa potrebbe suggerire anche l'esistenza di una coscienza autoriflessiva. Ad ogni modo, autori come Son e Kornell ammettono che i loro risultati in questo settore non comportano necessariamente che le scimmie siano consapevoli dei loro giudizi. Rimane ai nostri occhi non chiarito in quale senso una prestazione di questo genere sia "meta", al di là degli altri giudizi non contestabili e di senso comune che gli animali potrebbero in effetti avere, a proposito delle loro stesse capacità. Per esempio, giudicare quanto lontano si è capaci di saltare è sicuramente fondamentale per una scimmia che attraversa la giungla. La natura di ciò che si suppone essere (meta-)rappresentato può giocare un ruolo fondamentale, nella cognizione comparativa. Le scimmie antropomorfe hanno dato segni di avere qualche competenza, circa i loro stati mentali di base. Per esempio, Call e colleghi (Call 2004; Call e Carpenter 2001) hanno recentemente fornito alcune prove riguardo al fatto che le scimmie antropomorfe mostrano di sapere qualcosa a proposito di ciò che hanno o non hanno visto, conoscenza che si riflette sulla loro scelta di cercare o di non cercare maggiori informazioni, prima di agire. Tuttavia, Call (2005) osserva che è ancora ignoto se qualche specie non umana attribuisca a sé stessa stati più complessi di questi [sapere di aver visto], come per esempio la conoscenza o le credenze.

Una tra le funzioni chiave di un regista è quella di gestire le prove. Gli esseri umani provano importanti eventi futuri e realizzano le loro prestazioni non solo nelle loro menti, ma anche nell'azione. Questa caratteristica sembra davvero essenziale, per ogni bilancio che riguardi l'enorme diversità delle abilità

umane. Gli esseri umani scelgono di imparare e di esercitarsi in attività che essi vogliono svolgere in un modo migliore. Una funzione del gioco, in molte specie, potrebbe essere il fatto che esso prepara il giovane al futuro (per esempio: nelle tecniche di combattimento). Ad ogni modo, diversamente dai giochi che sono tipici delle altre specie, gli esseri umani scelgono deliberatamente su cosa esercitarsi e lo fanno spesso in vista di specifici eventi futuri (per esempio: le prove per una rappresentazione teatrale). Sappiamo che non esiste evidenza di animali non umani che si esercitano in previsione di specifici eventi (Suddendorf e Busby 2003b).

4.6. Il produttore esecutivo

La messa in scena di un evento programmato richiede un controllo volontario e le relative funzioni esecutive (come la capacità di reprimere altre reazioni guidate per esempio da stimoli, in favore di una risposta che si adatti meglio agli eventi previsti). Una compromissione nella capacità di compiere viaggi mentali nel tempo, dovuta a danni nel lobo frontale, è stata associata al deterioramento di questa capacità di auto-regolarsi (Levine 2004). Anche l'inibizione di una semplice reazione, per accrescere la ricompensa futura totale, è un compito difficile per i bambini piccoli, come le ricerche sulle ricompense ritardate illustrano ampiamente (Mischel e Mischel 1983; Moore e al. 1998). Gli esseri umani adulti, d'altro canto, rinunciano regolarmente a ricompense immediate, di fronte alla previsione di una grande quantità di vantaggi nel lungo periodo (per esempio: perdita di peso, longevità, vita futura).

Per vincere le pulsioni correnti (in favore di azioni volte ad assicurare qualche risultato futuro), potrebbe essere di qualche aiuto sovrastimare gli effetti positivi e negativi di una ricompensa futura o di una punizione. Infatti, gli esseri umani mostrano una inclinazione sistematica nel sopravvalutare l'intensità di future reazioni emotive, nei confronti di eventi che devono ancora verificarsi (per esempio: il temuto colloquio con il direttore della banca si rivela spesso più favorevole di quanto non ci fossimo attesi). La natura di questa distorta "previsione affettiva" è attualmente un importante tema di ricerca, nella psicologia sociale (vedi Gilbert 2006; Wilson e Gilbert 2005). Anticipare accuratamente i propri stati mentali futuri non è un'impresa da poco ed è cosa spesso influenzata dagli stati mentali correnti – cosa che spiega perché una persona compri più cianfrusaglie, se fa acquisti mentre è arrabbiata (Gilbert e al. 2002). Anche i bambini mostrano effetti del genere (Atance e Meltzoff 2006).

Pianificare richiede inoltre una memoria prospettica: ricordare di dover compiere un'azione futura al momento opportuno. L'evidenza avanzata a favore di una memoria prospettica negli animali non umani è attualmente oggetto di contestazioni (Thorpe e al. 2004). Il controllo esecutivo potrebbe essere necessario non solo per adottare piani d'azione strategici, ma anche per gestire il sistema motivazionale e quello che presiede al raggiungimento degli obiettivi (Conway e al. 2004; Suddendorf e Busby 2005). Perché il viaggio mentale nel tempo diventi quello che è – un'effettiva e flessibile strategia orientata al futuro – la cognizione deve davvero prendere i comandi del comportamento (Suddendorf 1999). Gli esseri umani al giorno d'oggi fanno spesso giochi di destrezza, avendo un gran numero di obiettivi da realizzare e dovendo decidere quando fare cosa, per raggiungere quali obiettivi. Lo sviluppo di questi meccanismi sofisticati, che richiedono molte risorse e sono esposti a errori, continua nell'età adulta, e negli animali non vediamo evidenze di una capacità comparabile a questa.

4.7. Il sistema di trasmissione

Infine, gli eventi dislocati temporalmente non si svolgono soltanto nel privato, ma vengono spesso comunicati. Una rappresentazione teatrale non è soltanto una metafora del viaggio mentale nel tempo, ma è spesso anche uno dei modi della sua espressione pubblica. Più in generale, gli esseri umani si servono del linguaggio per scambiare e per dare risalto ai propri viaggi mentali nel passato (o alle proprie idee riguardo a eventi futuri), così come per coordinare cooperativamente piani e strategie (Suddendorf e Corballis 1997). Non c'è ancora evidenza del fatto che gli animali comunichino i loro viaggi mentali. Una comunicazione di questo tipo non richiede il linguaggio, come dimostrano la pantomima e la danza. Gli scimpanzé sembrano avere qualche capacità di imitare (Whiten 1998) e di riconoscere quando qualcuno li sta imitando (Nielsen e el. 2005). Gli animali che hanno questo tipo di capacità potrebbero in linea di principio essere anche in grado di rappresentare nuovamente avvenimenti passati, usando per esempio la mimica, nel caso in cui volessero comunicarli ad altri.

Sebbene il linguaggio non sia un elemento necessario per i viaggi mentali nel tempo, dà comunque la migliore evidenza di essi. Potrebbe non essere davvero una forzatura eccessiva pensare che il viaggio mentale nel tempo sia un prerequisito indispensabile per l'evoluzione del linguaggio stesso, giacché, come

abbiamo visto in precedenza, il linguaggio è particolarmente attrezzato per esprimere eventi che sono distanti sia spazialmente che temporalmente dall'evento presente. Se abbiamo visto giusto nel supporre che il viaggio mentale nel tempo sia una caratteristica specificatamente umana, allora questo potrebbe spiegare perché anche il linguaggio – nel suo genere – sia qualcosa che appartenga unicamente alla nostra specie, almeno nel senso forte definito da Hauser e al. (2002). La funzione adattiva della capacità di trascendere il presente, in un modo illimitato e flessibile, potrebbe avere indotto analoghe proprietà nel linguaggio (per una analisi, si veda Corballis e Suddendorf, in corso di stampa).

4.8. Componenti di un viaggio mentale nel tempo coronato da successo

Riassumendo, la metafora del teatro comporta che il viaggio mentale nel tempo richieda una costellazione di abilità e non sia semplicemente una capacità isolata. Gli esseri umani adulti potrebbero non riuscire ad agire adesso, per un particolare evento futuro, a causa della mancanza di una qualsiasi di queste componenti (per esempio: qualcuno potrebbe sbagliare nel prevedere uno stato mentale futuro di qualche altro, oppure una persona potrebbe non riuscire a dominare gli impulsi più immediati). I bambini piccoli potrebbero non riuscire a farlo anche perché qualcuna di queste componenti non si è ancora completamente sviluppata. Uno studio più approfondito di come queste capacità indispensabili vengano fuori nello sviluppo umano potrebbe dare indizi sulle relazioni tra esse.

Alcune delle capacità di base, come l'immaginazione, l'autoriconoscimento, e la memoria semantica, cominciano a svilupparsi presto nei bambini; altre capacità, come il pensiero ricorsivo e la teoria rappresentazionale della mente, si sviluppano invece per la prima volta nei bambini tra i tre e i quattro anni. È intorno a questo secondo periodo che emerge in maniera inequivocabile la memoria episodica, mentre cessa l'amnesia infantile e maturano le regioni prefrontali coinvolte (per esempio: Levine 2004). Tra i tre e i cinque anni, i bambini iniziano a ragionare sul futuro e sul passato (Atance e Meltzoff 2005; Gopnick e Slaughter 1991; Suddendorf e Busby 2005), cominciano a fare progetti (Atance e O'Neill 2005; Hudson e al. 1995), rimandano il soddisfacimento immediato (Mischel e Mischel 1983; Thompson e al. 1997), riferiscono in modo accurato sugli eventi di ieri e di domani (Busby e Suddendorf 2005; Harner 1975), differenziano temporalmente gli eventi nel passato (Friedman e Kemp 1998) e nel futuro (Friedman 2000).

Anche gli animali non umani potrebbero risultare limitati a causa di mancanze in qualcuna di queste componenti. Sebbene ci sia qualche evidenza in alcune specie (specialmente nei nostri parenti più stretti) delle componenti di base – come l'immaginazione e l'autoriconoscimento – il supporto all'evidenza di molte altre componenti è davvero fragile. Anche laddove una componente fosse presente in altre specie soltanto in un modo debole, ammesso che ciò si dia, il viaggio mentale nel tempo sarebbe severamente limitato, nel migliore dei casi. Per esempio, senza una teoria rappresentazionale della mente, la previsione potrebbe essere ristretta al soddisfacimento dei bisogni correnti, come sostiene l'ipotesi di Bischof-Kohler. La nostra proposta è quindi questa: quando studiamo la possibilità di viaggi mentali nel tempo in altre specie, l'agenda della ricerca dovrebbe includere il lavoro su queste componenti del viaggio mentale nel tempo che sono tipiche degli esseri umani. Un importante compito sarebbe quello di determinare in che misura queste componenti specifiche sono necessarie e sufficienti, per far emergere certi aspetti della previsione.

5. Alcune precisazioni

La nostra metafora del teatro e il nostro riferimento alla costruzione di particolari eventi, così così come il concetto di memoria *www* [cosa-dove-quando], hanno connotazioni che potrebbero essere fraintese. Non stiamo sostenendo che è tipico degli esseri umani ri-costruire o pre-costruire episodi completamente sviluppati, come se fossero riprodotti da un registratore video. Come abbiamo fatto notare in precedenza, gli episodi sono costruiti in modo attivo e sono esposti all'errore. Inoltre, il viaggio mentale nel tempo spesso concerne soltanto i frammenti più piccoli degli eventi. Di fatto, questi frammenti non devono necessariamente provenire dallo stesso posto e dallo stesso tempo; dettagli da tempi completamente diversi possono essere legati insieme. In altre parole, gli esseri umani possono mettere in relazione eventi provenienti da tempi diversi, identificando schemi che ci aiutino a costruire il senso del presente (per esempio: "lui ha fatto X, poi due giorni dopo Y, solo per fare ora Z") e a predire il futuro (per esempio: "domani farò A, cosa che ha a che fare con la sua azione Y, così la prossima settimana potrò ottenere B").

I ratti, d'altro canto, anche dopo migliaia di prove non riescono a imparare il nesso tra uno stimolo e una ricompensa, se questi distano l'uno dall'altro pochi secondi e se non c'è un rinforzo secondario (Grice 1946, citato da Roberts 2002). Correlare eventi attraverso il tempo potrebbe essere uno dei vantaggi cruciali forniti

dal viaggio mentale nel tempo passato, dal momento che questa capacità offre agli esseri umani informazioni aggiuntive, per prevedere gli eventi da tenere sott'occhio. In altre specie, le soluzioni al bisogno di collegare eventi distanti nel tempo sono in genere altamente specifiche e mancano della flessibilità del viaggio mentale nel tempo. Mentre l'apprendimento migliore nei ratti collega eventi che si verificano a distanza di pochi secondi l'uno dall'altro, è noto che questi roditori sono capaci di collegare il sapore di un cibo con la nausea, anche quando il malessere si sviluppa dopo un certo numero di ore dal consumo (Etscorn e Stephens 1973; Garcia e al. 1966). Questo collegamento, in ogni caso, sembra essere altamente specifico, ed è limitato alla relazione tra il malessere e il sapore, non ad altri stimoli di tipo uditivo o visivo (Garcia e Koelling 1966). Perciò, questo meccanismo di apprendimento esteso nel tempo sembra essersi evoluto in risposta a un problema ricorrente, con una potente forza selettiva (coloro che mangiano troppo cibo sbagliato muoiono). Gli esseri umani sembrano essere meno vincolati e (sebbene potrebbero non farlo) possono collegare virtualmente qualsiasi cosa a qualsiasi altra, nel corso del tempo.

Anche se abbiamo sottolineato le similitudini tra i viaggi mentali nel tempo passati e futuri, di certo ci sono anche differenze degne di nota. Ovviamente, il passato è accaduto, mentre il futuro nasconde una moltitudine di incertezze: per esempio, il tempo atmosferico potrebbe cambiare, o la macchina potrebbe rompersi. Un'altra potenziale differenza sta nella distribuzione temporale del numero di eventi che la gente ricorda o prevede. Anche se ci sono similitudini nelle distribuzioni (Spreng e Levine 2006), il passato è caratterizzato dalla cosiddetta gobba della reminescenza: intorno all'età di 70 anni, per esempio, le persone tendono a ricordare un numero maggiore di eventi accaduti quando avevano vent'anni, rispetto a quelli accaduti quando ne avevano quaranta o cinquanta (Rubin e Schulkind 1997). La nostra idea di viaggio mentale nel tempo potrebbe dare una risposta al perché le cose stanno così. Se la funzione principale del viaggio mentale nel passato è effettivamente quella di informare e permettere la previsione del futuro, allora è negli anni della formazione che le persone devono conservare il maggior numero di dettagli degli eventi, per considerare astrattamente i fatti e fare previsioni specifiche. Accumulare una certa quantità di episodi che riguardano diverse esperienze munisce una persona di un arsenale di informazioni utili per la previsione del futuro.

Quando un essere matura, accumula anche un numero maggiore di fatti semantici, e alcuni aspetti della cosa sono sorprendenti. Sempre di più, le previsioni possono essere costruite grazie regole astratte (per esempio, usando la proiezione semantica verso il futuro), piuttosto che attraverso l'immaginazione di singoli eventi futuri. Conservare dettagli degli eventi individuali diventa meno importante, rispetto ai principi più generali che sono stati dedotti. Una buona previsione dipende dal giusto equilibrio tra informazione semantica ed episodica, cosicché una persona non deve impantanarsi in un guazzabuglio eccessivo di episodi (Anderson e Schooler 1991). La memoria episodica potrebbe andare in declino, come conseguenza dell'incremento della capacità di estrarre situazioni e regole, che qualcuno chiama intelligenza cristallizzata. Perciò, sebbene abbiamo argomentato che la memoria e la proiezione semantica al futuro sono filogeneticamente più antiche della memoria e della proiezione episodica al futuro, il viaggio mentale nel tempo potrebbe enormemente aumentare la natura e le capacità di una conoscenza semantica orientata al futuro. Così come la memoria semantica e quella episodica interagiscono tra loro (Tulving 2005), così potrebbero fare la proiezione semantica e quella episodica.

6. Considerazioni evolucionistiche

Giacché un comportamento che aumenta la sopravvivenza nel futuro ha un ovvio vantaggio selettivo, meccanismi alla base di comportamenti orientati al futuro sono onnipresenti. Noi riteniamo che l'attuale modello di tassonomia della memoria umana possa essere esteso, per ricomprendere al suo interno variazioni nel grado di flessibilità che ogni sistema di memoria garantisce per il futuro. Il viaggio mentale nel tempo offre un livello di flessibilità decisivo, permettendo l'anticipazione volontaria di un qualsiasi particolare evento. Questa previsione richiede parecchie e raffinate abilità cognitive, comporta la disponibilità di molte risorse ed è esposta all'errore, introducendo tipi nuovi di tensioni mentali, non ultima delle quali è la conoscenza dell'inevitabilità della morte.

Questo è l'alto prezzo da pagare per disporre di un sistema di anticipazione del futuro; Il futuro non può essere conosciuto ovviamente con precisione perfetta, specialmente se si considera il fatto che già molto può essere acquisito con sistemi di previsione più semplici (gli istinti, le proiezioni al futuro di tipo semantico e quelle di tipo procedurale). Ma il viaggio mentale nel tempo offre un grado addizionale di flessibilità; sicché, anche laddove il vantaggio adattivo fosse stato piccolo in prima istanza, sarebbe stato sufficiente per

garantire la selezione e la stabilizzazione della popolazione. Haldane (1927) aveva stimato che una variante che avesse garantito soltanto un semplice 1% in più nella capacità adattativa avrebbe aumentato la frequenza della popolazione dal 0,1% al 99,9%, in poco più di 4.000 generazioni (un intervallo di tempo che ben corrisponde all'evoluzione umana, o anche nell'evoluzione del nostro genere *Homo*). Anche se l'iniziale vantaggio adattivo potrebbe essere stato piccolo, è chiaro che oggi gli esseri umani basano molte delle loro azioni sulla previsione di eventi futuri: dal pianificare la gita nel prossimo fine settimana alla costruzione di un patrimonio.

L'immensa flessibilità che questa capacità di prevedere ci fornisce potrebbe averci consentito di adattarci con successo e di colonizzare la maggior parte degli ambienti naturali del pianeta (Suddendorf e Busby 2005). Il nostro comportamento orientato al futuro è capace di andare anche oltre i bisogni meramente individuali e potrebbe produrre qualche preoccupazione nei confronti del pianeta stesso (e di conseguenza nei confronti dei suoi abitanti); questa preoccupazione potrebbe estendersi anche oltre la lunghezza della vita di un individuo. Essendo forse la sola specie che possiede questa capacità di prevedere, soltanto gli esseri umani potrebbero essere portati a guidare consapevolmente il pianeta verso futuro (Dawkins 2000) e trovarsi in questo modo caricati della responsabilità di farlo nel modo giusto. Possiamo identificare minacce future per il nostro mondo, anche quelle legate al nostro operato (per esempio: le conseguenze provocate dall'uomo sul riscaldamento globale) o di origine esterna (per esempio: un asteroide in rotta di collisione verso la Terra). Gli esseri umani possono prevedere i risultati e scegliere di agire adesso per garantire bisogni futuri. Le culture hanno sviluppato complessi sistemi morali, che giudicano le azioni come giuste o sbagliate; in parte, questi sistemi sono basati sul fatto che gli attori del nostro mondo potrebbero avere o non avere previsto, ragionevolmente, quali potrebbero essere le conseguenze future dell'azione. La legge, l'educazione, la religione e molti altri aspetti fondamentali della cultura umana dipendono profondamente dalla nostra diffusa capacità di ricostruire eventi passati e immaginare eventi futuri.

E allora: perché gli esseri umani, e non gli altri animali, possiedono la capacità di compiere viaggi mentali nel tempo? Ci sono per caso spiegazioni plausibili di come potrebbe essersi evoluta questa capacità, a partire dalla separazione dell'*Homo* e del *Pan* dall'ultimo comune antenato, cinque o sei milioni di anni fa? La possibilità di una differenza tra la mente umana e la mente animale non contraddice i principi darwiniani della selezione naturale. Col globale cambiamento climatico verso temperature più fredde, a partire da 2,5 milioni di anni fa, una gran parte del sud e dell'est dell'Africa divenne probabilmente più aperta e solo a tratti boscosa, esponendo in modo più grave gli ominidi al pericolo dei predatori e costringendoli a entrare in una "nicchia cognitiva" (Tooby e DeVore 1987), con una forte fiducia nella cooperazione sociale e nella comunicazione, per la sopravvivenza. A partire da circa due milioni di anni fa, con la nascita del genere *Homo*, la dimensione del cervello aumentò rapidamente (Wood e Collard 1999), probabilmente influenzando sulla selezione di alcune caratteristiche tra loro connesse (come la teoria della mente, il linguaggio e, come noi proponiamo, i viaggi mentali nel tempo).

La prima evidenza consistente, per dirlo quasi alla lettera, della capacità di prevedere include gli strumenti di pietra, che sembrano essere stati trasportati per usi ripetuti. La ricostruzione delle procedure di preparazione delle pietre (effettuata grazie a dati sugli equipaggiamenti) suggerisce che almeno a partire dal Pleistocene medio gli ominidi producevano utensili di pietra in un certo luogo, per poi usarli più tardi in un altro posto (Hallos 2005). Gli ominidi bipedi nella savana deforestata potrebbero essersi affidati sempre più al lancio di pietre per difendersi contro i predatori (Calvin 1982), come pure per abbattere le prede (e fare a pezzi le carcasse). Le grandi scimmie lanciano con violenza gli oggetti, ma con scarsa precisione. Trasportare sassi per usarli come proiettili contro un futuro bersaglio potrebbe essere stato vitale, e una capacità di pianificare tutto ciò potrebbe essere stata fortemente selezionata a questo scopo. Attorno ai 400.000 anni fa alcuni ominidi hanno sviluppato pienamente il lancio mirato, come risulta dalle lance di legno scoperte in Germania, insieme a cavalli massacrati (Thieme 1997). Una possibilità, allora, è che una estesa capacità di prevedere si sia evoluta in primo luogo nel contesto del lancio, poiché gli ominidi dovevano fronteggiare nella savana predatori e prede diversi da quelli che incontravano sugli alberi. Osvath e Gardenfors (2005), per esempio, hanno raccolto le prove di uno scenario del genere, il quale ci conduce dalla cultura Oldowanianiana degli strumenti di pietra all'evoluzione del viaggio mentale nel tempo.

Argomentazioni simili potrebbero essere svolte a proposito degli altri modi in cui gli ominidi potrebbero avere per la prima volta adattato il loro ambiente, per soddisfare i loro bisogni futuri. Il fatto che gli strumenti di pietra forniscono un documento archeologico che altri comportamenti non sono in grado di dare potrebbe alterare la nostra valutazione del loro significato. Si consideri, per esempio, l'uso del fuoco, che è anch'esso manifesto a partire da 400.000 anni fa (Boaz e al. 2004) e che potrebbe essere stato usato senz'altro molto prima. Sebbene sia difficile trovare evidenze archeologiche che testimonino la padronanza

del fuoco, bisogna avere poca immaginazione per considerare l'enorme vantaggio selettivo che il fuoco potrebbe aver dato nella difesa, nell'attacco, per cucinare, per riscaldarsi, per vedere di notte, e così via. Le capacità di pianificare potrebbero essere state selezionate per passare dall'uso accidentale del fuoco al mantenimento dello stesso e, infine, al fatto di crearlo per scopi più controllati e intenzionali. Forse gli antichi Greci avevano ragione: essi credevano che Prometeo avesse rubato il fuoco dal cielo per donare agli esseri umani quel potere divino che li separasse dagli animali – Prometeo significa appunto pre-vedere (*Prométhéus*, “colui che riflette prima prima”).

Ma, ancora, queste vittorie nell'ottenere il controllo del mondo naturale potrebbero essere state soltanto effetti collaterali, di una “corsa agli armamenti” affatto diversa, nella storia dell'evoluzione; gli avanzamenti tecnologici potrebbero essere stati risultati secondari, rispetto all'acquisizione di abilità che potrebbero essersi evolute in primo luogo nell'arena sociale. Gli esseri umani moderni sicuramente utilizzano in modo esteso le loro capacità di pianificazione, per cooperare, ingannare, manipolare i propri conspecifici. Come notato in precedenza, molto di ciò che gli esseri umani ricordano e prevedono ha a che fare con “chi ha fatto cosa a chi, quando, dove, e perché” (Pinker 2003, p.27). Ciò ha suggerito che le pressioni sociali, piuttosto che quelle ecologiche, avrebbero potuto guidato l'evoluzione dell'intelligenza, non solo negli esseri umani, ma più in generale nei primati (Humphrey 1976). Questa ipotesi ha guadagnato un robusto gruppo di sostenitori negli ultimi anni (Dunbar 2003; Seyfarth e al.2005; Whiten e Byrne 1988).

Un problema che emerge, per un resoconto del genere, è spiegare perché la corsa alle armi cognitive è apparentemente durata più a lungo negli esseri umani, piuttosto che nei primati, concludendosi con una abilità cognitiva che sembra unica e che comprende, forse, il viaggio mentale nel tempo. Una possibile spiegazione, suggerita da Alexander e colleghi (Alexander 1989; Flinn e al.2005), è che una volta ottenuto un certo livello di “dominanza ambientale” – forse in parte attraverso gli avanzamenti tecnologici di cui si è detto in precedenza – i primi ominidi fossero minacciati da una competizione più marcata all'interno della loro stessa specie (“solamente gli esseri umani divennero la loro principale forza ostile della natura” – Alexander 1989). Ciò avrebbe potuto sfociare in una sfrenata competizione sociale tra (e all'interno di) gruppi, verso un'intelligenza superiore, e aver incrementato le abilità cognitive sia sotto il profilo della cooperazione che sotto quello dell'inganno. Queste abilità potrebbero aver incluso quella di prendere in considerazione scenari futuri alternativi (il viaggio mentale nel tempo), di leggere nella mente altrui (teoria della mente), di comunicare (linguaggio).

Questa “corsa agli armamenti di coalizione” (Flinn e al. 2005) fornisce anche una risposta a uno dei più grandi misteri dell'evoluzione umana: perché tutte le altre specie di ominidi si sono estinte? Per avere una soluzione, basta soltanto estendere l'ipotesi della competizione “dentro la specie” a una competizione “dentro il genere”. I nostri antenati potrebbero essere stati in lotta con una schiera di altre specie bipedi che una volta adornavano questo pianeta, e forse semplicemente superarli in astuzia, contribuendo alla loro fine (Suddendorf 2004). Uno dei passi finali che potrebbe averci dato un vantaggio rispetto a uno degli ultimi ominidi non umani, l'uomo di Neanderthal, potrebbe essere stato il linguaggio autonomo (Corballis 2004). Questa idea che gli esseri umani giocarono un ruolo importante nel sopprimere altri ominidi è in linea con la storia umana registrata finora, nella quale gruppi di esseri umani sono in perpetua lotta tra loro e spesso sopprimono violentemente altri gruppi; così come è in linea con varie altre caratteristiche tipicamente umane, come la nostra ossessione specifica verso i giochi di competizione tra squadre (per esempio: gli sport). Questa lotta interna al genere potrebbe essere stata vinta infine da gruppi umani, grazie al continuo avanzamento nella capacità di prevedere, nel linguaggio, nella cultura, nell'aggressione coordinata, lasciandoci come gli unici sopravvissuti di una straordinaria corsa all'evoluzione. Potremmo essere la sola specie capace di compiere viaggi mentali nel tempo, in quanto gli altri che competevano con noi nella nostra nicchia si sono estinti (o sono stati eliminati).

Così come accade per le ricostruzioni ad hoc che riguardano l'origine del lancio delle pietre o l'origine del fuoco, un resoconto che sottolinei la competizione nella specie o nel genere potrebbe esagerare l'importanza di un solo fattore. Sostenere che le ostili forze della natura sono diventate “semplici banalità” (Alexander 1989) sottovaluta probabilmente la pressione selettiva sulla vita in generale, dovuta a catastrofici cambiamenti ambientali quali le ere glaciali, le eruzioni vulcaniche, gli impatti dei meteoriti. Questi eventi potrebbero aver ben prodotto colli di bottiglia nella storia dell'evoluzione, dove la lotta sociale diventava molto meno rilevante dei fattori ambientali e della cooperazione. Piuttosto che appoggiare l'uno o l'altro scenario, qui li presentiamo tutti, soltanto per sottolineare questo punto: esistono plausibili spiegazioni che possono dar conto del perché gli esseri umani posseggano certe capacità (come il viaggio mentale nel tempo) che altre specie non hanno. La continuità darwiniana non ha bisogno di presupporre negli animali non umani poteri mentali maggiori di quanto non sia attualmente evidente.