
Erica Cosentino

MENTAL CLOCK

I fondamenti neurocognitivi della rappresentazione del tempo

1. Introduzione

Nell'undicesimo libro delle *Confessioni* Agostino afferma: «Io so che cosa è il tempo, ma quando me lo chiedono non so spiegarlo». Questa citazione è probabilmente uno dei passi in assoluto più citati quando ci si propone, come nel nostro caso, di analizzare il problema della rappresentazione del tempo. Generalmente, la seconda parte della citazione è quella che viene presa maggiormente in considerazione, e viene riproposta allo scopo di documentare che il tempo, a differenza di altri componenti dell'esperienza umana, è ineffabile e sembra sfuggire alla riflessione cosciente.

A supporto dell'idea dell'intrinseca inafferrabilità del tempo vi è probabilmente il fatto che, sebbene la temporalità sia un elemento costitutivo di base dell'esperienza umana, non sembra esistere alcun "organo del tempo": l'apparenza visiva delle cose è colta attraverso gli occhi, la loro consistenza, l'odore e il sapore sono veicolati anch'essi da specifici canali e, nel complesso, queste informazioni ci permettono di localizzare gli oggetti nello spazio fisico e rispetto al nostro corpo. Ma quali sono le informazioni rilevanti ai fini della percezione e della rappresentazione del tempo? La domanda non ammette una risposta immediata. Per questa ragione, dal nostro punto di vista, l'aspetto più interessante della citazione di Agostino non è tanto nella seconda parte quanto nella prima: il fatto che non riusciamo a spiegare cosa sia il tempo è meno sorprendente del fatto che, a dispetto di tutto, noi *sappiamo che cos'è* il tempo. Chiarire come ciò sia possibile è lo scopo del presente lavoro.

Il punto di partenza è la considerazione che il tempo è un concetto dinamico. Ciò significa che possiamo cogliere la dimensione temporale solo attraverso il suo scorrere. In quest'ottica, il tempo è colto attraverso la successione degli eventi. La questione rilevante diventa allora quella di chiarire come sia possibile per gli esseri umani rappresentare eventi passati e futuri. Dal punto di vista adottato in questo scritto tale tema deve essere affrontato coniugando l'indagine teorica alle recenti acquisizioni delle scienze della mente contemporanee. Conformemente a ciò, esamineremo quali sono gli specifici meccanismi psicologici che consentono di ricordare il passato e proiettarsi mentalmente nel futuro. Alla luce di tale indagine emergerà che, in effetti, gli esseri umani dispongono di un "organo del tempo", ossia di una complessa facoltà cognitiva responsabile della rappresentazione temporale. Tale facoltà è chiamata *mental time travel* (MTT)¹. La sua esistenza spiega come sia possibile che gli esseri

1 E. Cosentino, *Il tempo della mente. Linguaggio, evoluzione e identità personale*, Quodlibet, Macerata 2008.

umani sappiano cos'è il tempo. Inoltre, come vedremo, date le caratteristiche di tale sistema cognitivo, è possibile chiarire in cosa consiste la rappresentazione temporale.

Le principali conclusioni cui arriveremo sono due e riguardano aspetti particolarmente rilevanti e, per certi versi, sorprendenti della nozione di temporalità: in primo luogo, passato e futuro sono rappresentati similmente nella mente degli esseri umani; in secondo luogo, la rappresentazione del tempo è inscindibilmente legata al punto di vista in prima persona. Il riferimento a un "organo del tempo" implica, dal nostro punto di vista, l'adozione di una prospettiva naturalistica, ossia la formulazione di una teoria del tempo inteso come prodotto cognitivo del funzionamento di certi meccanismi biologici della specie. A tal riguardo, nella parte conclusiva di questo lavoro affronteremo la questione della rappresentazione del tempo da parte degli altri animali e, in linea con la prospettiva naturalistica, mostreremo che i meccanismi alla base del pensiero temporale sono, almeno in parte, condivisi con altri animali. Sulla base dei risultati degli studi di psicologia animale concluderemo, che la capacità umana di rappresentare il tempo deve essere considerata in continuità con le competenze esibite da altri animali.

Vediamo ora che cos'è esattamente questa facoltà di *mental time travel* e quali sono le evidenze a suo sostegno.

2. Un'unica facoltà per pensare il passato e il futuro

Che cosa accade esattamente quando torniamo con la mente a un evento passato o ci proiettiamo verso uno scenario futuro? Nonostante questi due processi coinvolgano dimensioni temporali opposte, le loro caratteristiche sono più simili di quanto potremmo pensare; in particolare, tanto la rievocazione del passato quanto la proiezione nel futuro chiamano in causa un processo di costruzione attiva di un evento. Tale costruzione sfrutta in entrambi i casi la prospettiva in prima persona, ossia rappresenta gli eventi in quanto esperienze personali.

L'idea che quando simuliamo un evento futuro costruiamo uno scenario nella nostra immaginazione è conforme a quanto suggerito dal senso comune. Al contrario, l'affermazione che anche i ricordi sono costruzioni immaginarie sembra sfidare le nostre comuni intuizioni su come funzioni la memoria. A dispetto di ciò, contrariamente a un'ipotesi un tempo molto accreditata, il ricordo è più simile a un *puzzle* costruito con i frammenti delle esperienze passate che ad un *replay* dell'evento originario; il processo coinvolto ha, infatti, il carattere di una ricostruzione, attiva a ogni rievocazione. Un modo interessante di osservare la natura costruttiva del ricordo è quello di guardare alle distorsioni della memoria; non ricordare chi ci ha detto qualcosa, fondere elementi appartenenti a esperienze diverse in un unico ricordo, avere memoria di qualcosa che non è mai accaduto: tutti questi fenomeni sono comuni – lo sono al punto di non poter essere considerati semplici disfunzioni. La pervasività delle distorsioni della memoria indica chiaramente che quest'ultima non è perfetta; tuttavia – cosa che più conta ai nostri fini – non lo è perché non è necessario che lo sia.

La funzione principale della memoria non è tanto quella di ricordare il passato di per sé; piuttosto, permettendo di estrarre flessibilmente informazioni dal passato e ricombinarle in modi nuovi, la memoria svolge una cruciale funzione di orientamento al futuro. Ciò significa

che la rievocazione del passato e l'anticipazione del futuro sono i componenti di un medesimo processo, in cui la priorità spetta alla dimensione del futuro. Tale ipotesi ha trovato recentemente molte conferme empiriche, le quali supportano l'idea di un unico dispositivo mentale che elabora l'informazione temporale di natura auto-referenziale e produce sia le ricostruzioni mentali del passato che le simulazioni del futuro: il Mental Time Travel (MTT). Più precisamente, la controparte relativa al passato coinvolge quello specifico sistema di memoria che è la memoria episodica: su tale sottosistema si sono concentrate molte ricerche; solo recentemente, invece, si è iniziato a prestare attenzione alla costruzione mentale di potenziali scenari futuri. Tuttavia vi è stato un crescente riconoscimento del fatto che le due abilità siano correlate.

3. I fondamenti neurocognitivi della rappresentazione temporale

Studi cognitivi, neuropsicologici e di neuroimaging supportano l'ipotesi che ricordare il passato e immaginare il futuro condividano caratteristiche simili e dipendano dagli stessi meccanismi cognitivi e neurali. Per quanto riguarda le caratteristiche della rappresentazione temporale, D'Argembeau e Van der Linden² hanno comparato la capacità dei soggetti di ricordare un evento specifico del loro passato e di immaginare un evento specifico che sarebbe potuto accadere loro in futuro e hanno scoperto che i due processi sono influenzati allo stesso modo da una serie di variabili. Per esempio, gli eventi passati e futuri più vicini al presente includevano più dettagli sensoriali e contestuali ed erano accompagnati da una sensazione più intensa di appartenere alla storia personale dell'individuo rispetto agli eventi più lontani. Queste scoperte sono state estese in studi successivi in cui venivano manipolati fattori come le differenze individuali nella capacità di immaginazione e nelle strategie di regolazione dell'emozione³ o la vividezza del contesto⁴; anche in questi casi, si è osservato che le manipolazioni producevano effetti simili tanto sulla simulazione degli eventi passati che di quelli futuri.

Conformemente ai dati ricavati dagli studi di natura comportamentale appena citati, numerose indagini, condotte sfruttando le tecnologie di visualizzazione dell'attività cerebrale, convergono nell'individuare un *core network* neurale che supporta la simulazione di eventi passati e futuri⁵ che comprende regioni della corteccia prefrontale mediale, la corteccia pa-

2 A. D'Argembeau/M. Van der Linden, *Phenomenal characteristics associated with projecting oneself back into the past and forward into the future: Influence of valence and temporal distance*, in «Conscious Cogn». 13, 2004, pp. 844-858,

3 A. D'Argembeau/M. Van der Linden, *Individual differences in the phenomenology of mental time travel*, in «Conscious Cogn». 15, 2006, pp. 342-350.

4 K. Szpunar/K. McDermott, *Episodic future thought and its relation to remembering: Evidence from ratings of subjective experience*, in «Consciousness & Cognition» 17, 2008, pp. 330-334.

5 D. Addis/A. Wong/D. Schacter, *Remembering the past and imagining the future: common and distinct neural substrates during event construction and elaboration*, in «Neuropsychologia» 45, 2007, pp. 1363-1377; D. Hassabis/D. Kumaran/E. Maguire, *Using imagination to understand the neural basis of episodic memory*, in «The Journal of Neuroscience» 27, 2007, pp. 14365-14374; A. Botzung/E. Denkova/L. Manning, *Experiencing past and future personal events: Functional neuroimaging evi-*

rietaie mediale e laterale e i lobi temporali mediali e laterali, incluso in modo consistente l'ippocampo. Anche la psicopatologia offre dati a sostegno di tale ipotesi, infatti i pazienti amnesici, che a causa di danni all'ippocampo e a strutture correlate del lobo temporale mediale soffrono di gravi disturbi della memoria episodica, mostrano allo stesso tempo anche una forte incapacità di generare piani per il futuro.

Il paziente noto come K.C., per esempio, a causa di un incidente che gli aveva procurato danni a varie regioni cerebrali, inclusi i lobi temporali mediali e frontali, era incapace di rievocare eventi personali del proprio passato e, parimenti, non riusciva a fornire una descrizione del proprio futuro personale, inclusi periodi di tempo come «questo pomeriggio», «domani» e «la prossima estate»; di fronte alla richiesta di svolgere un tale compito di proiezione, K.C. affermava di avere un «vuoto». È importante notare che tale disturbo è specifico per la capacità di simulare eventi personali, infatti i pazienti generalmente non hanno difficoltà a immaginare possibili sviluppi di eventi impersonali come le questioni politiche⁶. La compromissione selettiva della capacità di proiettarsi nel passato e nel futuro è stata verificata, inoltre, anche nei pazienti affetti da Alzheimer⁷ e negli schizofrenici⁸.

Un caso altrettanto interessante è quello del declino cognitivo. È noto da tempo che l'invecchiamento è associato a un indebolimento della memoria episodica, ma fino a poco tempo fa nessuno studio aveva posto l'attenzione sui cambiamenti cui va incontro la capacità di simulare eventi futuri. Le prime ricerche in tale direzione hanno verificato che il declino della memoria episodica ha un corrispettivo nella decadenza della capacità di proiezione nel futuro⁹. Inoltre, la stretta relazione tra i due processi è stata confermata anche sul piano dello sviluppo infantile¹⁰; Busby-Grant e Suddendorf¹¹ hanno condotto uno studio in cui ponevano delle semplici domande su eventi passati e futuri a bambini di età compresa tra i tre e i cinque anni; i bambini dovevano rispondere a domande come «cosa hai fatto ieri?», «cosa farai domani?», ma anche «cosa non hai fatto ieri?», «cosa non farai domani?». Tali esperimenti hanno stabilito che le capacità di rispondere alle questioni sul passato e sul futuro sono correlate e che solo i bambini di quattro e cinque anni rispondono correttamente.

dence on the neural bases of mental time travel, in «Brain and Cognition» 66, 2008, pp. 202-212; R. Buckner/D. Carroll, *Self-projection and the brain*, in «Trends Cogn. Sci.» 11, 2007, pp. 49-57; D. Schacter/D. Addis/R. Buckner, *The prospective brain: Remembering the past to imagine the future*, in «Nature Reviews Neuroscience» 8, 2007, pp. 657-661; D. Schacter/D. Addis/R. Buckner, *Episodic simulation of future events: concepts, data, and applications*, in «Ann. NY Acad. Sci.» 1124, 2008, pp. 39-60.

- 6 S. Klein/J. Loftus/J. Kihlstrom, *Memory and temporal experience: The effects of episodic memory loss on an amnesiac patient's ability to remember the past and imagine the future*, in «Social Cognition» 20, 2002, pp. 353- 379.
- 7 D. Addis/D. Sacchetti/B. Ally/A. Budson/D. Schacter, *Episodic simulation of future events is impaired in mild Alzheimer's disease*, in «Neuropsychologia» 47, 2009, pp. 2660-2671.
- 8 A. D'Argembeau/S. Raffard/M. Van der Linden, *Remembering the past and imagining the future in schizophrenia*, in «Journal of Abnormal Psychology» 117, 2008, pp. 247-251.
- 9 D. Addis/A. Wong/D. Schacter, *Age-related changes in the episodic simulation of future events*, in «Psychol. Sci.» 19, 2008, pp. 33-41.
- 10 C. Atance/D. O'Neill, *The emergence of episodic future thinking in humans*, in «Learning and Motivation» 36, 2005, pp. 126-44.
- 11 J. Busby-Grant/T. Suddendorf, *Preschoolers begin to differentiate the times of events from throughout the lifespan* in. «European Journal of Development Psychology», 6, 2009, pp. 746-762.

In base a quanto abbiamo appena visto, dunque, il ricordo e la proiezione nel futuro sono le controparti del medesimo processo e dipendono dallo stesso dispositivo mentale. Inoltre un aspetto particolarmente interessante ai nostri fini è che tale processo può essere caratterizzato come una forma di immaginazione in prima persona: rievocare il passato e anticipare il futuro implica la costruzione immaginaria di eventi di cui il soggetto è protagonista. Nel paragrafo seguente approfondiamo questo aspetto cruciale della rappresentazione temporale mostrando come tale proprietà svolga un ruolo estremamente rilevante nella spiegazione della comparsa del *mental time travel* dal punto di vista evolutivo.

4. Il tempo rappresentato in prima persona

L'associazione di particolari proprietà qualitative alle nostre proiezioni nel tempo è qualcosa di cui ciascuno di noi fa esperienza quando ci immergiamo nella rievocazione del passato o nella simulazione del futuro. La spiegazione dello stretto nesso che si instaura, nel ricordo, tra immagini, sensazioni ed emozioni può dipendere dal nesso causale che lega l'esperienza passata e lo stato attuale, nonché dall'autoreferenzialità del nesso stesso. Un'interpretazione di questo tipo sembra lasciare fuori, tuttavia, il legame tra immagini e sensazioni quando gli eventi simulati sono collocati nel futuro; in tal caso, infatti, l'esperienza immaginaria non è stata vissuta e, dunque, non può crearsi alcun nesso causale tra essa e il presente. In realtà, però, le nostre simulazioni del futuro influenzano effettivamente le nostre scelte attuali; il problema è: come fanno a farlo? Le simulazioni o le costruzioni di scenari, nel passato e nel futuro, richiedono un certo grado di distacco dalla realtà esterna; tale distacco pone un problema di ordine generale: se il soggetto non risponde direttamente alle stimolazioni esterne, da dove trae in questi casi la motivazione ad agire? La risposta a tale quesito chiama in causa le emozioni.

Un buon esempio di quanto stiamo affermando è costituito dal ruolo delle emozioni nel ragionamento. Le emozioni sono, secondo Damasio¹², il fondamento di una delle molteplici varietà in cui si presentano le sensazioni: quando il corpo si conforma a una certa emozione, noi ci sentiamo tristi, felici, ecc., cioè alle emozioni sono connesse certe sensazioni. La rilevanza del lavoro di Damasio consiste nel mostrare che il ragionamento astratto governato da regole di inferenza è una base insufficiente per dar conto di come si prendono decisioni; ciò che conta in questi processi sono gli stati affettivi associati ai ragionamenti. Attraverso i processi di apprendimento, certi significati emotivi vengono associati a stimoli; in tal modo, lo stimolo innesca automaticamente una reazione emotiva che guida la risposta dell'organismo. L'aspetto per noi più interessante è che tale processo non funziona solo quando lo stimolo attivante è percepibile; il fatto più importante è che attraverso l'anello «come se» le stesse reazioni emotive possono essere innescate quando lo stimolo attivante è elaborato nell'immaginazione. Così, se stiamo pensando di fare qualcosa che potrebbe comportare per noi un vantaggio, ma essere dannoso per un rapporto di amicizia, il pensiero di come potrebbero evolversi i fatti è accompagnato da certe emozioni che marciano alcune conclusioni

12 Cfr. A. Damasio, *Descartes' Error. Emotion, Reason, and Human Brain*, Putnam's Sons, New York, 1994; tr. it. *L'errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*, Adelphi, Milano 1995.

in modo negativo e altre in modo positivo e, di conseguenza, orientano la scelta verso una determinata direzione.

In questi termini, la costruzione di scenari futuri potenziali è una caratteristica adattativa fondamentale perché consente agli organismi che ne dispongono di pianificare a lungo termine in accordo alle anticipazioni simulate e, quindi, di preparare in anticipo le strategie comportamentali appropriate. A tal fine, è di centrale importanza che l'organismo che simula tali scenari non rappresenti solo un certo evento futuro, ma rappresenti anche se stesso come il protagonista di tale evento. L'assunzione di una prospettiva personale rispetto all'evento simulato è ciò che distingue la memoria episodica e l'anticipazione episodica del futuro da altre forme di memoria e di anticipazione; tale coinvolgimento personale nell'evento immaginato ha una rilevanza cruciale al fine che le simulazioni di eventi futuri abbiano efficacia nel determinare il comportamento attuale dell'organismo. Dal punto di vista evolutivo, infatti, il MTT è un sistema "egoistico": l'utilità di predisporre strategie comportamentali flessibili a lungo termine consiste nel fatto che il beneficiario di quelle strategie è identificato con l'organismo che attualmente sta costruendo gli scenari immaginari. D'altra parte, le caratteristiche che rendono il MTT un meccanismo di anticipazione estremamente flessibile ne fanno anche un sistema cognitivamente dispendioso; il suo costo in termini di economia cognitiva è una valida ragione per chiedersi se altre specie non abbiano preferito farne a meno evolvendo sistemi di anticipazione meno dispendiosi.

5. Il tempo è una prerogativa esclusiva degli esseri umani?

Le proprietà della rappresentazione del tempo che, conformemente alla citazione di Agostino, ne fanno un oggetto di analisi così complesso e delicato sono anche all'origine dell'idea secondo cui il tempo è una prerogativa che appartiene esclusivamente agli esseri umani. Da questo punto di vista, gli animali non umani sarebbero vincolati al qui ed ora, inchiodati ad esistenze che concepiscono solo un eterno presente. In questa forma radicale, l'ipotesi dell'unicità umana sembra essere facilmente smentita. Basta considerare i comportamenti anticipatori messi in atto da molte specie, come le migrazioni o le ibernazioni. Certamente si potrebbe obiettare che tali comportamenti hanno una base istintuale e, dunque, non coinvolgono la capacità di rappresentare il tempo. Un criterio più restrittivo per valutare se anche altri animali sono capaci di distaccarsi dal presente è valutare se siano capaci di agire in vista del futuro per soddisfare un bisogno attualmente non esperito e puramente anticipato.

Utilizzando questo criterio, recentemente gli psicologi comparativi hanno messo a dura prova l'idea che gli esseri umani siano gli unici animali capaci di viaggiare nel tempo. Alcuni studi condotti con le ghiandaie¹³ hanno dimostrato che questi uccelli, nutriti a giorni alterni in due gabbie diverse, anticipano la situazione di non trovare cibo in una gabbia il giorno dopo e, di conseguenza, nascondono preventivamente delle provviste in quel luogo – anche quando all'atto del nascondimento siano sazie. Tale comportamento ricorda la capacità uma-

13 S. Correia/A. Dickinson/N. Clayton, *Western scrub-jays anticipate future needs independently of their current motivational state*, in «Curr. Biol.» 17, 2007, pp. 856–861; C. Raby/D. Alexis/A. Dickinson/N. Clayton, *Planning for the future by western scrub-jays*, in «Nature» 445(7130), 2007, pp. 919–921.

na in molti modi, inclusa la possibile presenza di una forma di proiezione dell'esperienza. Tuttavia, è improbabile che gli uccelli utilizzino processi simili a quelli degli esseri umani quando eseguono questi comportamenti. L'anatomia del cervello negli uccelli è abbastanza diversa da quella dei mammiferi superiori. Inoltre, il nostro antenato comune agli uccelli è distante e poche specie mostrano comportamenti complessi che suggeriscono la capacità di MTT. Pertanto, la conclusione più semplice è che queste abilità negli uccelli siano frutto di una evoluzione convergente, vale a dire che pressioni selettive simili hanno portato all'evoluzione di risposte comportamentali simili negli uccelli e negli umani, pur senza avere una radice comune. Inoltre, la capacità delle ghiandaie sembra essere limitata al dominio del nascondere il cibo che è un comportamento specie-specifico, mentre la capacità umana non è limitata nel contenuto ed è invece estremamente flessibile e dominio generale.

Tra gli altri animali solo le scimmie antropomorfe hanno dato prova di una capacità flessibile per la pianificazione del futuro. Per esempio, i bonobo e gli oranghi coinvolti negli esperimenti di Mulcahy e Call¹⁴ erano capaci di selezionare, nella stanza-test, lo strumento adeguato a far funzionare un apparecchio che dispensava acini d'uva; in seguito, trasportavano lo strumento in una stanza d'attesa, dove trascorrevano molte ore, per poi ricondurre indietro lo strumento nella stanza-test quando era permesso loro di tornarvi. Gli animali eseguivano questa prova anche quando il dispensatore di cibo non era visibile per tutto il periodo del test e, soprattutto, riportavano indietro lo strumento meno spesso quando, nella condizione di controllo, ottenevano la ricompensa per il trasporto dell'attrezzo adeguato, ma l'apparecchio veniva rimosso completamente – a dimostrazione del fatto che il comportamento delle antropomorfe non era determinato dall'associazione tra lo strumento e la ricompensa. Inoltre, quando sono posti di fronte alla scelta di una piccola ricompensa nell'immediato o di una ricompensa più grande in seguito, le scimmie antropomorfe, a differenza di molti altri animali, sono capaci di differire nel tempo la ricompensa¹⁵, mostrando di tener conto di orizzonti temporali estesi.

Data la vicinanza evolutiva tra queste scimmie antropomorfe e gli esseri umani è plausibile considerare le capacità da loro esibite come proto-forme della capacità umana per il MTT, basate su precursori cognitivi comuni. Pertanto, sebbene non sia ancora possibile stabilire con esattezza quale sia il grado di capacità degli altri animali, quello che è certo è che il MTT non è una facoltà tutto o nulla e gradi di tale competenza sono condivisi con altri animali. Tale conclusione è estremamente rilevante ai fini di costruire una teoria naturalistica della facoltà umana di rappresentare il tempo.

14 N. Mulcahy/J. Call, *Apes save tools for future use*, in «Science» 312, 2006, pp. 1038–40.

15 M.J. Beran, *Maintenance of self-imposed delay of gratification by four chimpanzees (Pan Troglodytes) and an orangutan (Pongo Pygmaeus)*, in «Journal of General Psychology» 129, 2002, pp. 49–66; V. Dufour/M. Pele/E. Sterck/B. Thierry, *Chimpanzee (Pan Troglodytes) anticipation of food return: coping with waiting time in an exchange task*, in «Journal of Comparative Psychology» 121, 2007, pp. 145–55; A.G. Rosati/Stevens/J.R. Hare/M. Hauser, *The evolutionary origins of human patience: temporal preferences in chimpanzees, bonobos, and human adults*, in «Current Biology» 17, 2007, pp. 1663–1668.

6. *Conclusione*

In questo lavoro ci siamo proposti di chiarire in che cosa consiste la capacità di rappresentare il tempo, ossia di individuare la fonte e il tipo di informazioni che compongono la conoscenza umana della dimensione temporale, di esplorarne le caratteristiche fondamentali e di esaminarne la natura. La conclusione principale cui siamo pervenuti è che la mente umana è una macchina per viaggiare nel tempo, vale a dire che essa comprende una facoltà naturale che elabora specificamente l'informazione temporale. Tale "organo del tempo" rappresenta eventi passati e futuri e, in tal modo, costruisce una nozione di temporalità che ha alcune caratteristiche degne di nota: innanzi tutto, il passato e il futuro sono rappresentati in modo molto simile nella mente degli individui; secondariamente, tali rappresentazioni sono intrinsecamente vincolate all'assunzione della prospettiva in prima persona da parte del soggetto. Alla luce della nostra analisi abbiamo concluso che il concetto di tempo è parte del corredo biologico della nostra specie e che, in linea con la prospettiva del continuismo evolutivo, gli esseri umani hanno evoluto una sofisticata capacità di rappresentare il tempo che è parzialmente condivisa con altre specie.