

Da: Alberto Oliverio, *Immaginazione e memoria*, Mondadori Università, Milano, 2013

Quanto è attendibile la memoria?

Nelle commedie e nei racconti di Pirandello il tema delle molte verità e dell' inaffidabilità delle testimonianze e memorie rappresenta il motivo dominante e sottolinea la relatività della condizione umana e della intercambiabilità tra pazzia e salute mentale: il pubblico non può fare affidamento sulle testimonianze dei personaggi, questi ultimi dubitano della verità delle proprie esperienze e memorie. La concezione pirandelliana dell' esistenza umana e del relativismo della "verità" non è però totalmente disgiunta da quanto avviene nella vita reale come indicano spesso, in modo forse più banale, le trame di numerosi romanzi polizieschi: ogni testimone ricorda una parte della verità o addirittura è in contrasto con altri testimoni perché non ha soltanto percepito un diverso aspetto della scena del delitto ma gli ha dato un significato diverso, cosicché il suo ricordo non è una fotografia della realtà ma una sua rielaborazione. Questa selettività o parzialità dei ricordi non riguarda soltanto la letteratura ma la vita quotidiana, come indica un' originale studio effettuato chiedendo alle persone che avevano osservato un breve videoclip di ricordarne i dettagli. I risultati dell' inchiesta indicarono che ogni persona ne ricordava un aspetto particolare, spesso in contrasto con quello ricordato dagli altri¹. La mente, insomma, appare ben diversa da un computer o da una macchina fotografica, può incamerare dettagli ma selezionarne solo alcuni nel suo lavoro di ricostruzione. Spesso non si tratta nemmeno di dettagli verosimili, dei pezzi di un puzzle che, messi insieme, consentono di ricostruire la vera immagine o il vero ricordo, ma di indizi che possono essere utili per il "lavoro" della memoria. Un lavoro complesso, come indica Arthur Schnitzler in un racconto, *Verso la libertà: ...affioravano alla sua mente spiagge marine, giardini, strade, di cui non sapeva più da quale paesaggio, da quale città provenissero; gli fluttuavano davanti figure, alcune chiarissime, che pure non aveva incontrato che per un' ora fugace, altre, alle quali era stato insieme parecchi giorni, simili ad ombre fugaci.*²

È possibile, quindi, che noi riteniamo che alcuni nostri ricordi siano reali - mentre in realtà non lo sono- oppure che ciò che ci viene riferito a proposito di un qualche avvenimento modifichi la nostra memoria di quel fatto? È insomma possibile che la memoria sia molto -o totalmente- infedele?

Questo tema, al centro della teoria psicoanalitica, è stato affrontato dallo stesso Sigmund Freud nel 1897 quando il padre della psicoanalisi si soffermò sul significato dei ricordi di presupposti traumi e violenze sessuali risalenti all' infanzia del paziente. Freud, inizialmente, ritenne che questi ricordi che affioravano sotto ipnosi o nel corso dell' analisi, fossero veritieri e che bisognasse prestare loro fiducia; ma in seguito egli giudicò che si trattasse di confabulazioni fantastiche e che le memorie dei - presupposti- abusi sessuali risalenti all' infanzia fossero in realtà delle "memorie schermo", distorsioni o proiezioni che, attraverso immagini visive "inventate" raffiguravano i desideri o i conflitti inconsci del paziente. Il riaffiorare di (false) memorie relative a (presunti) abusi sessuali nel corso dell' infanzia poteva inoltre dipendere da non esplicitate o esplicitabili pulsioni erotiche nei confronti della persona responsabile del presunto abuso.

Freud non chiarì mai in che modo l' analista potesse separare le memorie reali o attendibili da quelle false o "di schermo" mentre altri studiosi della psiche hanno cercato di separare queste due diverse componenti dei ricordi. Uno degli studi più approfonditi è stato effettuato dallo psicologo inglese Frederic Bartlett che si è servito di un' antica leggenda indiana che ben si presta a interpretazioni e proiezioni soggettive: Bartlett raccontò questa storia a un gruppo di volontari che dovevano raccontarla nuovamente in diverse occasioni. Egli notò che i partecipanti a questo esperimento non si attenevano alla storia: ne omettevano parti, adottavano "scorciatoie", inserivano parti che più che altro rispecchiavano le loro aspettative e valutazioni individuali. Man mano che passava il tempo, la storia si modificava e veniva "contaminata" da ricostruzioni che non erano tanto dovute a dimenticanze quanto a modifiche. Servendosi dei risultati di questo e di altri studi, Bartlett ne dedusse che molte memorie sono ricostruzioni immaginarie del passato che rivelano le aspettative di chi ricorda e le sue conoscenze generali, "regole" che vengono applicate a fatti specifici³. Senza ricostruzioni, aspettative e regole, cioè senza un canovaccio su cui disporre i singoli ricordi, questi si presentano come eventi fluttuanti, imprecisi e confusi. Ciò implica che le memorie possono essere ricostruzioni immaginarie del passato? Il ricordo può essere completamente deformato o indotto ad arte?

Per affrontare questo aspetto della memoria consideriamo un classico caso della realtà quotidiana: immaginate di essere testimone di un crimine e di ascoltare un secondo testimone che fornisce una descrizione verbale di quell' avvenimento. Il secondo testimone viene ascoltato dalla polizia per primo e chi stende il verbale vi enuncia alcuni dei punti-chiave della sua testimonianza, ritenendo di aiutarvi a fissare la vostra deposizione nell' ambito di una trama ben precisa: "Il colpevole era un ragazzo di media statura, capelli castani, occhi scuri, giubbotto jeans. Il ragazzo aveva un' espressione provocatoria e ha colpito con un pugno la vittima che è caduta a terra, battendo la fronte". Il poliziotto, normalmente, non dovrebbe agire in questo modo in quanto, dandovi una traccia verbale dell' accaduto, altera la vostra memoria visiva: le parole hanno il potere di generare un' immagine del colpevole e della scena del crimine che compete con l' immagine che ne avevate e la sposta dalla vostra memoria. Lo stesso meccanismo può modificare non soltanto memorie visive ma anche olfattive o gustative. Se dopo aver assaggiato un vino (ed esservene fatta una memoria gustativa) ascoltate la descrizione di quel vino fatta da una terza persona, c' è il rischio che il vostro ricordo venga pregiudicato: il linguaggio ha il potere di sostituirsi a una parte del ricordo gustativo o visivo. Altrettanto avviene quando la descrizione di un fatto specifico viene filtrata attraverso le conoscenze generali che abbiamo sui tipi di dinamiche in cui ricade quel fatto: nell' ascoltare la descrizione che ci viene fatta siamo portati a "correggere" inconsciamente gli errori che cogliamo in quel racconto e a codificare la descrizione di quel fatto in modo "riveduto e corretto", lo alteriamo rispetto alla realtà⁴.

Il fatto che la memoria possa essere ingannata in modi diversi implica che le testimonianze non siano affidabili? La risposta a questa domanda, che riveste una notevole importanza per diversi aspetti della vita quotidiana e sociale, dipende dalle circostanze e dal modo in cui la testimonianza viene raccolta e orientata. Una delle prime ricerche in questo campo fu svolta da Elisabeth Loftus, una psicologa della Washington University⁵. Loftus era partita da un famoso caso giudiziario degli anni Settanta che, a quei tempi, era ben noto come "il caso dello strangolatore di Bel Air". Dopo una successione di delitti che avevano tenuto in scacco la polizia di Los Angeles, lo "strangolatore" era stato finalmente arrestato e aveva confessato di aver strangolato numerose donne californiane e due donne dello Stato di Washington. Lo strangolatore sembrava però poco affidabile: a volte diceva di aver strangolato un vittima sul sedile della propria automobile mentre il cugino guidava. Ma in seguito disse di ricordare di essere entrato in una casa e di aver visto il complice che strangolava la donna. Un' altra volta raccontò agli avvocati e agli psichiatri che lo interrogavano che non era ben certo di essere stato lui a strangolare le sue vittime e che aveva l' impressione di aver tratto i particolari che "ricordava" dai verbali e dagli interrogatori della polizia. Mentiva? Era uno psicopatico affetto da turbe della memoria? Simulava per ottenere l' infermità mentale? A Elisabeth Loftus, che era già ben nota per i suoi studi, fu chiesto se era possibile che la memoria dell' accusato vacillasse e che un assassino dimenticasse tanti omicidi. La psicologa rispose che una tale possibilità era tutt' altro che remota in quanto la memoria di chiunque può essere manomessa. Il caso suscitò notevoli polemiche e Loftus precisò in seguito che in casi simili bisogna tenere conto di vari fattori legati sia alla personalità individuale sia alle condizioni in cui è stata resa la prima testimonianza. Nel caso specifico, l' accusato presentava indubbiamente disturbi della personalità che potevano più facilmente "convincerlo" del fatto che le condizioni in cui si erano svolti gli omicidi erano diverse dalla realtà ma, date le sue caratteristiche psichiche, anche il ruolo svolto dalla polizia poteva aver "alterato" i suoi ricordi.

Anche cittadini "onesti", sostenne Loftus, possono avere la testa piena di falsi ricordi. Se, per esempio, una persona vede un individuo sospettato di omicidio con occhiali e capelli lisci e poi qualcuno parla dei "capelli ricci" del sospetto omicida, nel maggior numero dei casi il testimone "ricorda" un colpevole dai capelli ricci, generalmente senza occhiali. Così, in altri esperimenti sulla memoria dei testimoni, i particolari forniti da altre persone potevano contaminare il ricordo: i testimoni potevano esser indotti a ricordare capannoni che non avevano mai visto, a trasformare automobili gialle in rosse e, soprattutto, a modificare le testimonianze sulla base del modo in cui venivano loro presentata la situazione. Similmente, testimoni oculari possono valutare più grave un incidente d' auto quando viene loro richiesto come le due automobili si sono "fracassate" anziché "urtate" in quanto diverse parole possono evocare diversi livelli di gravità dell' incidente.

Se la manipolazione verbale di un ricordo può alterare la memoria dell' ascoltatore, la manipolazione delle memorie visive ha un effetto decisamente superiore, come indicano alcune recenti ricerche sugli effetti di contaminazioni e falsificazioni di "documenti" fotografici, attuate attraverso semplici software, ormai a disposizione di tutti. In particolare, come hanno indicato gli psicologi cognitivi, le false immagini che si riferiscono alla nostra infanzia possono generare false memorie, essere cioè

incorporate nella memoria autobiografica e convincerci che un particolare evento si è veramente verificato. Le immagini, infatti, possono ingannarci più delle parole, più di un racconto con cui si cerca di impiantare nella mente di una persona una falsa memoria⁶. In un esperimento ormai classico, dei volontari dovevano leggere delle storie della loro infanzia scritte da membri della propria famiglia: una di queste, d' accordo coi parenti, era falsa e narrava di quella volta in cui il volontario, da bambino, si era perso in un supermercato. Interrogati su questo "evento" della propria infanzia, circa 1/3 dei volontari ne "ricordava" numerosi particolari, ovviamente indotti dalla propria fantasia. Ebbene, un esperimento simile è stato condotto di recente utilizzando foto manipolate, fornite da parenti compiacenti, d' accordo cioè con lo sperimentatore. Una delle foto più utilizzate riguardava un' improbabile ascensione in un pallone aerostatico, effettuata nella prima infanzia dal gruppo familiare: in questo caso più della metà delle persone sottoposte al test si è convinta di aver effettuato quel viaggio ed ha aggiunto, nel "ricordarlo" diversi particolari, congrui con la situazione ma totalmente inventati

7...

Quando si mostrano a una persona un certo numero di parole scritte, ad esempio dieci parole, e le si chiede successivamente di identificare le parole note nell' ambito di venti parole, di cui dieci nuove, il compito viene svolto senza difficoltà. Lo stesso avviene se le si mostrano dieci fotografie di edifici diversi e poi le si chiede di identificarli tra venti diverse fotografie di edifici: quelli noti sono facilmente identificati e altrettanto si verifica per quelli nuovi. Un paziente con lesioni della corteccia frontale destra non ha problemi nel primo test, riconosce cioè le parole già viste in precedenza. Quando si passa al secondo test, in apparenza non ha problemi: infatti, sembra riconoscere le fotografie degli edifici che ha visto in precedenza. Il problema è che, in questo test, riconosce anche le immagini degli edifici che non ha visto. La sua mente, infatti, tende a generalizzare e se attiva il ricordo relativo a un edificio lo generalizza a tutti gli edifici possibili: è cioè in grado di compiere associazioni (attivare la categoria edifici, volti umani, libri ecc.) ma non è in grado di operare una strategia selettiva, di andare alla ricerca di uno specifico ricordo⁸. Questa incapacità è presente, anche se in modo più sfumato, in numerose persone che operano "falsi riconoscimenti" e che ritengono, ad esempio, di aver già visto un luogo particolare o che confondono una persona con un' altra o una situazione con un' altra ancora. La loro corteccia frontale destra non opera selettivamente e, in qualche misura, si comporta come quella di un bambino piccolo che è in grado di riconoscere un volto, un luogo ecc. ma non è in grado di risalire alla fonte, ad esempio di specificare dove e quando ha incontrato quella persona, dove e quando ha visto o è stato in quella strada e così via.

Anche i bambini, come i pazienti che soffrono di amnesie legate a danni della corteccia frontale, possono confabulare, "fabbricare" storie in cui tentano di annodare tra di loro conoscenze e memorie diverse, vere o false che siano, e può essere ben difficile, per gli adulti, rendersi conto di quanto di vero o di falso contengano le loro storie... Questa tendenza a generalizzare, cioè a confondere vere e false memorie, dipende, come si è detto, dall' immaturità della loro corteccia che, man mano, diviene più selettiva nel discriminare e nell' acquisire proprietà "strategiche" oltre che associative. All' età di tre-quattro anni, i ricordi possono essere ben precisi per quanto riguarda il riconoscimento, imprecisi per quanto riguarda la capacità di attribuzione: i bambini possono facilmente confondere ciò che hanno visto con quanto gli è stato detto in seguito, ad esempio la scena di cui sono stati testimoni con la descrizione che, successivamente, gliene ha fatto un adulto. Le parole degli adulti e le descrizioni che vengono fatte loro possono "impiantare" (false) memorie nella loro mente, così da rendere problematica la loro capacità di testimoniare obiettivamente quanto hanno visto o ascoltato. Tuttavia, se i bambini non vengono messi fuori pista da domande o suggerimenti impropri, la loro memoria è corretta: le false memorie dipendono in gran parte dalle incaute insinuazioni o dai commenti degli adulti che li interrogano su un evento di cui sono stati piccoli testimoni.

Accertare la verità: memorie nel cervello.

Il crescente sviluppo delle neuroscienze ha avuto un impatto anche sul diritto, tanto che è stato coniato il neologismo "neurodiritto"⁹. I fautori di questa disciplina sostengono che le tecniche che permettono di rilevare nelle trame nervose la presenza di ricordi di un fatto specifico (Brain fingerprinting) e le tecniche di biologia molecolare che evidenziano sottili anomalie del funzionamento nervoso finiranno per mettere in secondo piano i tradizionali test dello psicologo. In effetti, le

applicazioni forensi delle nuove tecnologie stanno rapidamente facendosi strada ed è importante riflettere sulla loro portata e significato.

Iniziamo dalla considerazione che la ricerca di parametri “obiettivi” della verità è antica quanto l’uomo. Una delle testimonianze più note, meta dei turisti anche a seguito del film “Vacanze romane”, è il mascherone della Bocca della verità, situata nella chiesa romana di Santa Maria in Cosmedin, che, a partire dal medioevo, è al centro della leggenda secondo cui fu Virgilio mago a costruirla ad uso dei mariti e delle mogli che avessero dubitato della fedeltà del coniuge. Giovanni Rucellai, intorno alla metà del XV secolo, ci dice che questa pietra, situata a Roma in Santa Maria in Cosmedin, “anticamente aveva virtù di mostrare quando una donna avessi fatto fallo a suo marito” ed era quindi al centro di pellegrinaggi di mariti dubbiosi. Un’altra leggenda tedesca, sempre della metà del Quattrocento, racconta del mascherone che non osò mordere la mano di un’imperatrice romana che - benché avesse effettivamente tradito il suo imperiale consorte - la ingannò con un artificio logico...

Per tentare di fare un passo avanti dobbiamo attendere l’era di Cesare Lombroso, il discusso antropologo che si propose di imboccare strade più obiettive, o almeno giustificate da un qualche correlato somatico. I primi rivelatori di bugie (Lie detectors) risalgono infatti a un metodo proposto dallo scienziato piemontese per misurare i cambiamenti della pressione arteriosa e risolvere quindi dubbi casi polizieschi. Poi fu la volta di Vittorio Benussi che nel 1904 sostenne che la misurazione del numero degli atti respiratori e della loro profondità poteva rivelare quelle tensioni emotive che sono spesso associate alla menzogna. Chi però domina la scena è un americano, John Larson, che utilizzando il poligrafo, uno strumento in grado di registrare su canali diversi respirazione, frequenza cardiaca, pressione arteriosa e risposta galvanica cutanea: Larson è il padre del lie detector, la nota “macchina della verità” che, dagli anni Trenta del Novecento, si fa strada nei tribunali statunitensi. Il lie detector diventa così popolare che nel 1938 la Gillette sostiene in una sua campagna pubblicitaria che esso dimostrava che i suoi rasoi erano superiori a quelli della concorrenza... Oggi il poligrafo, dichiarato inaffidabile negli USA da una sentenza della Corte Suprema federale nel 1998, è ammesso come strumento soltanto nello stato del New Mexico. Da un lato i cosiddetti falsi positivi, dall’altro la capacità di numerosi imputati di modificare i propri parametri e falsare i risultati del lie detector, hanno portato all’eclisse di questa strategia probatoria.

Il tramonto delle macchine della verità si è verificato in parallelo col sorgere di due nuove procedure: i rilevatori delle memorie personali, i cosiddetti memory detectors e la genetica comportamentale. La prima strategia è legata ad una risposta elettroencefalografica, la cosiddetta onda P300, un particolare segnale elettrico individuato, a partire dalla metà degli anni Sessanta del secolo scorso, in soggetti sottoposti a test visivi. Gli studiosi che descrissero questo fenomeno notarono che quando veniva mostrata una sequenza di stimoli significativi, ad esempio dei numeri in sequenza, circa 300 millesimi di secondo dopo la presentazione dello stimolo si verificava un’onda elettrica positiva, il potenziale P300, appunto. Partendo da queste osservazioni, Lawrence Farwell ha messo a punto, e commercializzato, una tecnica di fingerprinting cerebrale che nel 2001 è stata ammessa per la prima in un procedimento penale nello stato dell’Iowa. L’idea alla base di questa strategia è l’individuazione della cosiddetta “conoscenza colpevole”, ovverosia quei ricordi di un misfatto che solo un imputato può avere e che danno luogo all’onda P300 in quanto a lui noti.

Le tecniche di Brain fingerprinting sono andate incontro a modifiche ed elaborazioni, dando luogo all’IAT (Implicit Association Test) messo a punto da Giuseppe Sartori e collaboratori¹⁰: questo test, in base alla latenza delle risposte, stabilisce la forza di associazione tra due concetti. Nel caso i due concetti siano associati, i tempi di reazione motoria sono più rapidi rispetto a concetti che condividono una trama di associazioni o categorie meno forti. Nell’Autobiographical IAT si valuta invece l’esistenza di una traccia della memoria autobiografica che consenta di identificare se esiste una conoscenza fattuale rispetto a determinati eventi autobiografici. Detto in termini più semplici, attraverso l’analisi di un algoritmo si può stabilire se il cervello di una persona ha già registrato una particolare esperienza di cui esiste una memoria duratura: in circa il 90% dei casi la tecnica dà informazioni affidabili.

Il fingerprinting cerebrale rivela quindi se un’informazione è depositata nel cervello, ma non ci dice come quell’informazione vi sia giunta, il che ha delle implicazioni sui modi e situazioni in cui questa tecnologia può essere utilizzata. Se, ad esempio, una persona afferma di non essere stata sulla scena di un particolare delitto e non ha avuto informazioni sui dettagli di quell’evento, la tecnica può rivelare se nel suo cervello quei dettagli richiamano alla luce memorie preesistenti. Se invece il soggetto è venuto a conoscenza di eventuali dettagli dalle cronache dei giornali, dai media ecc., la

tecnica non discrimina tra le memorie legate ad esperienze dirette (l'aver commesso un fatto in un modo particolare) ed esperienze indirette (l'aver appreso dettagli di quel fatto da altri). In quest'ultimo caso il test è completamente inutile come lo è in quei casi in cui il sospetto e la vittima (ad esempio di una presunta violenza sessuale) concordano sui fatti (ad esempio le caratteristiche della violenza) ma non sulle intenzioni: il fatto che una persona sospetta, imputata di un crimine) sia a conoscenza delle dinamiche di un particolare evento, non comporta che noi possiamo sapere quale sia la corretta intenzionalità di ognuna delle due parti. In questo caso, come per molti altri tipi di indagini e delle prassi investigative e processuali, l'accertamento della verità non passa solo attraverso il test ma lascia ampio spazio ad altri approcci, analisi psicologiche comprese.

E' possibile cancellare la memoria?

La possibilità che l'impatto di alcuni ricordi, in particolare le memorie emotive, potesse essere ridotto è stata posta in discussione in seguito ad alcune ricerche sugli effetti del propranololo, un farmaco beta-bloccante che ancor oggi viene spesso utilizzato per la terapia dell'ipertensione. Le ricerche condotte dal gruppo di James McGaugh¹¹ avevano indicato che nel corso delle forti emozioni l'amigdala innesca una serie di reazioni neuro-ormonali che fanno sì che le ghiandole surrenali rilascino i tipici ormoni dello stress (adrenalina e cortisolo) che a loro volta provocano la liberazione di elevate quantità di noradrenalina da parte del sistema nervoso simpatico, in particolare a livello dell'amigdala, ricca di terminazioni nervose noradrenergiche. La noradrenalina ha un duplice effetto: da un lato, fa sì che quel tipo di memorie emotive si imprimano nel cosiddetto circuito della paura di cui l'amigdala fa parte, dall'altro, si lega ai recettori beta-adrenergici dell'amigdala (recettori beta1 e beta2) che inviano un flusso di molecole che segnalano al cervello che quella memoria deve essere codificata. Il propranololo blocca i recettori beta-adrenergici e, di conseguenza, il consolidamento di quel ricordo o il suo riconsolidamento quando quel ricordo è rivissuto in situazioni analoghe o diverse.

Nell'esperimento in questione, venivano mostrate a dei volontari due tipi di immagini, neutre (prive cioè di una valenza emozionale) e caratterizzate da un forte impatto emotivo (un drammatico incidente stradale in cui la vittima subiva gravi ferite e perdeva sangue): a distanza di una settimana dal test, le persone che avevano assistito alla narrazione basata su immagini coinvolgenti dal punto di vista emotivo la ricordavano in modo dettagliato e con molti più particolari rispetto a quanti avevano assistito alla narrazione "neutra". Partendo da questi dati, i ricercatori somministrarono a metà dei volontari una dose di propranololo, indipendentemente dal tipo di narrazione cui erano sottoposti (neutra o emotiva): dopo due settimane, quanti avevano assistito alla narrazione neutra ricordavano lo stesso numero di particolari, anche se erano stati trattati col propranololo mentre chi aveva assistito alla narrazione scioccante ed era stato trattato con questo farmaco beta-bloccante rievocava l'esperienza con un numero molto scarso di dettagli. In sostanza, il propranololo sembra sopprimere quell'aumento e invasività delle memorie che si riferiscono a esperienze emotive. E' oggi noto che questo beta-bloccante agisce sui recettori beta1 e beta2 dell'amigdala (nuclei baso-laterali): questi recettori sono accoppiati a proteine di tipo G che stimolano il livello di un secondo messaggero (cAMP, Adenosina Monofosfato ciclico) che a sua volta attiva una serie di reazioni che fanno sì che il neurone sia eccitato elettricamente. Il propranololo, bloccando questi recettori, impedisce che siano ricordate memorie dal contenuto emotivo, vale a dire che la carica emotiva di un ricordo sia fortemente ridotta, anche se il ricordo non viene "cancellato".

Altre ricerche hanno dimostrato che se il propranololo è somministrato subito dopo un evento traumatico (nel caso specifico un grave incidente d'auto in cui i soggetti avevano riportato ferite non gravi) l'instaurarsi di un disturbo posttraumatico da stress (PTSD) era molto ridotto; secondo gli autori di questo studio¹², i beta-bloccanti interferivano non soltanto con il consolidamento ma anche col riconsolidamento dell'evento traumatico, riducendo così la percentuale di memorie intrusive, incubi notturni, flashback e altri sintomi tipici della sindrome posttraumatica da stress. I ricercatori del gruppo di Roger Pitman si sono anche chiesti se i beta-bloccanti fossero anche efficaci nel caso di memorie antiche, ovverosia già consolidate¹³. Il loro esperimento si basava sulla riattivazione di una memoria traumatica, basata sull'ascolto di una cronaca dell'evento registrata dalle stesse persone che avevano subito il trauma: le persone coinvolte dovevano anche cercare di immaginare gli avvenimenti e visualizzarne le scene mentre ascoltavano la registrazione. I risultati di questa ricerca hanno dimostrato che mentre normalmente la rievocazione di un evento traumatico si accompagna all'attivazione del sistema nervoso autonomo (aumento del battito cardiaco, sudorazione, ecc.), in seguito al trattamento con propranololo si verificava una forte riduzione dei disturbi.

L' intervento farmacologico sui recettori beta-adrenergici rappresenta una delle strategie utilizzate per ridurre i sintomi del disturbo posttraumatico da stress. Un' altra strategia si basa sul blocco dei recettori del cortisolo che, se prodotto in piccole quantità, potenzia la memoria mentre in forti quantità ha un effetto negativo su consolidamento e recupero dei ricordi¹⁴. Utilizzando uno steroide di sintesi, che ha la capacità di bloccare i recettori dei glucocorticoidi, tra cui quelli dell' amigdala, è bloccata l' azione del cortisolo e di conseguenza è ridotto il richiamo di memorie traumatiche, in particolare la loro riattivazione¹⁵.

Nel corso di questi ultimi anni si stanno profilando strategie più radicali rispetto a quelle basate sull' addolcimento delle memorie emotive: queste strategie puntano a bloccare il processo di consolidamento che, come già notato, comporta un aumento della sintesi proteica, necessaria per la formazione di nuove sinapsi. Negli anni Sessanta del Novecento, Bernard Agranoff, insieme a Paul Klinger sottopose dei pesci (*Carassius auratus*) a un condizionamento operante, una forma di apprendimento che fa capo ad una memoria associativa, cioè la memoria coinvolta nella formazione di abitudini ed associazioni condizionate. Egli dimostrò che gli animali di controllo "consolidavano" i ricordi, cioè formavano delle memorie permanenti, mentre i pesci sottoposti subito dopo l'esperienza a un' iniezione intracerebrale di un antibiotico a largo spettro, la puomicina, non ricordavano nulla. Agranoff dimostrò che quest' effetto non era legato a un' azione aspecifica dell' antibiotico sul cervello in quanto l' iniezione era inefficace se veniva effettuata un' ora dopo la prima seduta o immediatamente prima della seconda seduta, quando cioè la memoria era già consolidata¹⁶. Questi dati indicarono per la prima volta che il consolidamento della memoria si basa su processi di sintesi proteica che rappresentano il punto di arrivo del potenziamento a lungo termine o LTP.

Più di recente, è stato possibile accertare che una singola molecola sembra necessaria per il potenziamento a lungo termine (LTP), e che perciò basta agire su di essa senza ricorrere al blocco totale della sintesi proteica. La molecola in questione è la PKMzeta, una forma "atipica" di proteinchinasi che fa parte della famiglia delle proteinchinasi C (PKC) che catalizza una reazione che permette il trasporto delle proteine alla sinapsi¹⁷. Yadin Dudai e Tod Sacktor¹⁸ hanno dimostrato che l' attività del PKMzeta comporta la modifica della microstruttura sinaptica e un forte incremento del numero dei recettori postsinaptici (in particolare, i recettori AMPA attivati dal glutammato). Ciò comporta un aumento della trasmissione sinaptica, essenziale per codificare nuove esperienze nei circuiti neuronali, come dimostrato dal fatto che se si somministra un inibitore della PKMzeta direttamente nel cervello di animali sottoposti a un apprendimento spaziale, le memorie a lungo termine scompaiono¹⁹. L' esperimento comporta che negli animali, dopo l' ultima sessione di addestramento, sia iniettato nell' ippocampo un antagonista della sintesi del PKMzeta, il peptide inibitore zeta (ZIP): gli animali trattati con questa molecola che blocca PKMzeta non ricordavano più l' esperienza specifica, essendo stato bloccato il consolidamento della memoria spaziale. È stato appurato che lo ZIP annulla un potenziamento già stabilito, ma non ha effetto sulla sua induzione dello stesso, né sulle fasi precoci della LTP. Una volta che lo ZIP ha esaurito il suo effetto, il ricordo non è più riattivabile perché la traccia scritta nel circuito neuronale si è letteralmente dissolta, anche se nuove memorie possono essere apprese e codificate. Ciò fornisce un' altra conferma del fatto che la memoria a lungo termine non è un processo che implica una fissazione definitiva del ricordo ma un processo dinamico che deve essere continuamente rinnovato. Infatti, possono essere rimosse in modo irreversibile anche memorie apprese diversi mesi prima del trattamento. La persistenza dei ricordi dipende quindi anche dalla continua attività della proteinchinasi, persino molto tempo dopo il momento in cui si credeva che la memoria fosse consolidata in una forma stabile: in sostanza, la memoria dipende da un continuo dinamismo, da un perdurante processo di riconsolidamento che se da un lato può renderla modificabile, dall' altro ne assicura la permanenza.

Un' altra strategia per bloccare il consolidamento della memoria sfrutta l' azione di un inibitore di un' altra proteinchinasi, il MAPK, che causa l' aumento di corticosterone necessario per la memorizzazione di eventi stressanti. Quando l' inibitore caratterizzato dalla sigla U0126 blocca il MAPK viene anche bloccato il consolidamento e l' eventuale riconsolidamento dei ricordi²⁰. Questo tipo di effetto inibitorio sembra essere specifico per le memorie associate a forti emozioni in quanto il MAPK è necessario affinché l' aumento del corticosterone, che si verifica durante gli stati di timore e di tensione, possa dare il via alla memorizzazione dei dettagli associati alle situazioni stressanti.

Come si vede, a livello umano esiste la possibilità di attenuare le memorie emotive mentre a livello animale è possibile cancellare alcune memorie, anche se ciò comporta di iniettare dei peptidi nel cervello e di colpire tutte le memorie che sono gestite dai circuiti sottoposti all' azione del "farmaco". Dati i rapidi progressi delle neuroscienze, e la massiccia sperimentazione su sostanze

che potenziano o colpiscono la memoria²¹, è probabile che si giunga all' utilizzo di sostanze in grado di modificare la memoria, il che pone dei problemi di bioetica completamente nuovi rispetto al passato²².

- 1[°] Loftus E.F., Levidow, B., e Duensing, S. Who remembers best?: Individual differences in memory for events that occurred in a science museum. *Applied Cognitive Psychology*, 6, 93-107,1992.
- 2 Arthur Schnitzler, *Verso la libertà* (1908), tr. it. di Liliana Scalero, Bompiani, Milano, 1993, p. 11.
- 3[°] Bartlett F. *Remembering*, Cambridge University Press, Cambridge, 1932
- 4[°] Oliverio A. *L'arte di ricordare*, Rizzoli, Milano, 1998. BUR Saggi, Milano 2000.
- 5[°] E.F. Loftus, *Eyewitness testimony*. Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1979.
- 6 Loftus, E. (2005). "Planting misinformation in the human mind: A 30-year investigation of the malleability of memory". *Learning & Memory* 12 (4): 361–366
- 7[°] Wade K.A., Garry M., Read J.D. e Lindsay S.A. A picture is worth a thousand lies. *Psychonomic Bulletin & Review* 9, 597-603, 2002.
- 8[°] Farah M.J. *Visual agnosia: Disorder of objects recognition and what they tell us about normal vision*. MIT Press, Cambridge (MA) 1990.
- 9[°] Capraro L., Cuzzocrea V., Picozza E. e Terracina D. *Neurodiritto: Una introduzione*. G. Giappichelli Editore, Torino 2011.
- 10[°] Sartori G., Lavazza A. e Sammiceli L. Cervello, diritto e giustizia. In A. Lavazza e G. Sartori (cur.) *Neuroetica*. Il Mulino, Bologna, pp. 135-162, 2011.
- 11 Cahill L., Prins B., Weber M. e McGaugh J.L. β -Adrenergic activation and memory for emotional events *Nature* 371, 702 – 704, 1994.
- 12[°] Pitman R.K, Sanders K.M., Zusman R.M., Healy A.R., Cheema F., Lasko N.B., Cahill L, Orr S.P. Pilot study of secondary prevention of posttraumatic stress disorder with propranolol. *Biological Psychiatry*. 51, 189-92, 2002.
- 13[°] Pitman R. K. Will reconsolidation blockade offer a novel treatment for posttraumatic stress disorder? *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 5,11-2011
- 14[°] McGaugh, J.L. e Roozendaal, B. Role of adrenal stress hormones in forming lasting memories in the brain. *Current Opinions in Neurobiology* 12, 205-210, 2002.
- 15[°] Alberini C. The Role of Reconsolidation and the Dynamic Process of Long-Term Memory Formation and Storage, *Frontiers in Behavioral Neuroscience*; 5, 1-10, 2011
- 16[°] Agranoff B.W. e Klinger P.D., Puromycin effect on memory fixation in the goldfish. *Science*, 146, 952-953, 1964.
- 17[°] Nishizuka 1988; 1995.
- 18[°] Shema R., Haramati S., Ron S., Hazvi S., Chen A., Sacktor T.C., Dudai Y. Enhancement of consolidated long-term memory by overexpression of protein kinase Mzeta in the neocortex. *Science*, 31, 1207-10, 2011.

19^{*} Shema R., Sacktor T.C. e Dudai Y. Rapid Erasure of Long-Term Memory Associations in the Cortex by an Inhibitor of PKM Science 317, 951-953, 2007.

20 Doyere V., Schafe G.E., Sigurdsson T., LeDoux J.E. Long-term potentiation in freely moving rats reveals asymmetries in thalamic and cortical inputs to the lateral amygdala. European Journal of Neuroscience 17, 2703–2715, 2003.

21^{*} Farah M.J., Ille J., Cook-Deegan R., Gardner H., Kandel E. , King P., Parens E., Sahakian B. e WolpeP.R. Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? Nature Reviews Neuroscience 5, 421-425, 2004.

22 Lavazza A. e Inglese I., Manipolare la memoria, Mondadori Università, Milano, 2013.