

**Giulio
Deangeli**



IL METODO GENIALE

I segreti del cervello per apprendere
velocemente e amare lo studio

MONDADORI

Il libro

Avete presente quella difficoltà a fissare i concetti nella mente, anche dopo averli compresi? Avete mai trascorso lunghe ore con un libro davanti, provando la spiacevole sensazione di perdere tempo? Vi hanno mai detto che avete grandi potenzialità ma nessun metodo di studio? Sicuramente la maggior parte di voi sa di cosa stiamo parlando. Quello che forse non sapete, però, è che la scienza ha indagato la mente e il suo funzionamento, e ha messo a punto un metodo che permette di imprimervi le nozioni in modo infallibile.

Insegnare i segreti della memoria e di uno studio piacevole e permanente è quello che si prefigge il giovane neuroscienziato Giulio Deangelis. In un affascinante percorso alla scoperta del cervello umano, ci insegna ad andare oltre la lettura compulsiva di un libro e a rendere proficuo lo studio, massimizzando il rendimento complessivo. Con l'esperienza maturata nel suo percorso «da record» e in veste di ricercatore nell'ambito delle malattie neurodegenerative a Cambridge, Deangelis ci svela quali sono i meccanismi alla base dell'apprendimento, dalla memoria al *retrieval*, dalla lettura alla motivazione, senza dimenticare aspetti collaterali, ma altrettanto importanti, quali il sonno, l'attività fisica, la gestione dello stress.

Insieme alla teoria, fornisce poi utilissime strategie pratiche: le dibattute mnemotecniche, tra cui la conversione fonetica e la tecnica dei *loci*, la sottolineatura, la generazione di schemi, i trucchi per motivarsi allo studio e imparare più velocemente una lingua straniera. E condivide alcune delle «pazzie» che ha attuato lui stesso, dalle passeggiate in solitaria ripassando con l'aiuto delle *cards* alle lunghe notti trascorse in sala conferenze, fino alla «città della memoria» o alla musica preferita per fissare le informazioni.

Insomma, in questo libro troverete tutto quello che vi serve per rivoluzionare, in modo definitivo, il vostro approccio allo studio, grazie a un metodo «geniale» che vi stupirà per concretezza e praticità.

L'autore

Giulio Deangeli, giovane neuroscienziato, dedica la sua vita alla lotta contro le malattie neurodegenerative. Nel 2013 è vicecampione del mondo di Neuroscienze. L'anno seguente si classifica primo al concorso nazionale di ammissione alla Scuola Superiore Sant'Anna e all'università di Pisa. Nel 2018 è il primo italiano a vincere la borsa di studio mondiale Harvard HIP. Nel 2020 è il primo studente d'Italia a completare cinque lauree in parallelo con la media del 30 e ottiene cinque borse di studio per portare avanti le sue ricerche all'università di Cambridge, dove lavora. È da sempre in prima linea nel volontariato, nella divulgazione scientifica e nell'orientamento dei giovani.

Giulio Deangeli

IL METODO GENIALE

I segreti del cervello per apprendere velocemente e amare lo studio

MONDADORI

Il metodo geniale

*A Guido Barilla,
che mi onora della sua amicizia;
che mi commuove per il suo affetto paterno;
che ha inciso enormemente sulla mia vita
e sui miei progetti*

1
Preludio

Γνῶθι σεαυτόν, conosci te stesso. Ha un sapore faustiano, un elevarsi verso le sfere più alte, ed esprime il più ancestrale imperativo umano. Se veramente vogliamo comprendere quanto accade a noi, e intorno a noi, non possiamo prescindere dalla conoscenza del nostro cervello. Lo stesso vale per lo studio.

Soltanto oggi sono pienamente consapevole della fortuna straordinaria che ha baciato il mio percorso di studente: quando ho iniziato l'università, possedevo già un forte substrato neuroscientifico, che ha finito per fondare e guidare il mio approccio quotidiano allo studio. Il primo giorno, nemmeno nel più fervido dei sogni avrei immaginato di ritrovarmi, sei anni più tardi, a essere il primo studente d'Italia a portare a termine cinque percorsi universitari in parallelo con la media del 30. Ma posso assicurarvi, lettori carissimi, che quel risultato non è dipeso da qualche superpotere esclusivo, bensì ha trovato solide fondamenta di natura metodologica. In retrospettiva, mi accorgo solo ora di quanto la conoscenza del nostro cervello e della nostra memoria abbiano dato i loro frutti, conferendomi un dono che fu precluso alla maggior parte dei miei compagni: la conoscenza di me stesso. Se mai ho avuto qualche superpotere, sono state le neuroscienze a conferirmelo.

Studiare ci risulta così difficile per il semplice motivo che l'essere umano non si è evoluto per quest'attività, ma per tutt'altro. Lo studio non ha giocato il minimo ruolo nella nostra evoluzione, e la nostra facoltà di astrarre, elaborare, edificare oggetti nell'iperuranio platonico non è che uno scherzo della natura. In una prospettiva biologica, non c'è niente di «naturale» nello studio. Motivo per cui tutti noi esseri umani, di natura, siamo assolutamente inetti in quest'attività, vittime delle numerose trappole predisposte dal nostro stesso cervello. Molti degli approcci allo studio che ci risultano più spontanei e intuitivi si rivelano fallaci sul lungo periodo, e

soltanto l'attenta indagine neuroscientifica è stata in grado di evidenziare le metodiche e gli accorgimenti specifici che rendono possibile ottimizzare l'apprendimento. Queste tecniche agiscono riprogrammando le attività o le informazioni da studiare in una forma diversa, assolutamente non spontanea o intuitiva, ma capace di sfruttare quelle specifiche funzioni del nostro cervello che – diversamente dal ragionamento concettuale – hanno avuto un'elevata priorità sulla scala evoluzionistica, e in quanto tali ci risultano «naturali». Rigarare la frittata, cioè convertire un'attività per la quale siamo ontologicamente maldestri verso una modalità di memorizzazione a cui il nostro cervello è naturalmente portato a seguito di millenni di evoluzione.

Le evidenze sono chiarissime nel dimostrare che gli studenti non addestrati al metodo di studio quasi sempre optano per approcci di efficacia assai scarsa, in virtù stessa della formidabile controiduitività di quei pochi metodi che rientrano nelle corde del nostro cervello. Per esempio, molto diffusa è la convinzione che la memoria sia una sorta di videoregistratore, per cui più ci esponiamo a un certo materiale, più saldamente questo verrà registrato. Magari le cose fossero così semplici! Su questa lunghezza d'onda, le statistiche confermano che il metodo di studio più diffuso nella popolazione studentesca risulta essere la rilettura ripetuta del libro di testo. Uno schiaffo violento sul volto della scienza, che dimostra non solo l'esistenza di un vasto repertorio di metodi dall'efficacia enormemente superiore,^{1, 2} ma addirittura che in taluni casi il numero di riletture non influenza affatto la performance mnemonica. Sono molti gli esperimenti in cui si è osservato che gli studenti che leggevano un determinato brano una volta e coloro che lo leggevano svariate volte a un successivo esame performavano in maniera indistinguibile,³ malgrado la rilettura desse loro lo «zuccherino», la falsa convinzione di aver memorizzato meglio.

Altra meravigliosa frottola, sempre diffusissima, è la teoria dei famosi *learning styles*, per cui ognuno di noi sarebbe portato ad apprendere con efficienza marcatamente superiore in una specifica modalità: visiva, testuale, uditiva, o altre. Suona così naturale e credibile, peccato solo che questa teoria riscuota ben poco supporto dalla psicologia sperimentale, e anzi è stata ripetutamente smontata.⁴

Un terzo e ultimo esempio di *misconception* è la nostra connaturata tendenza a concludere che il non-ricordare un'informazione sia automaticamente da ascrivere a un fallimento della memorizzazione. Ma

ancora una volta, nel nostro cervello niente è come sembra. Molto spesso l'informazione è saldamente presente nella nostra testa; quello che fallisce è il nostro accesso a essa,⁵ ossia il cosiddetto *retrieval*. Quando il *retrieval* fallisce, non ha la minima importanza che ripassiamo il dato così com'è, giacché pioverebbe soltanto sul bagnato. Quello che serve quando il *retrieval* fallisce non è dunque un'esposizione reiterata al materiale, ma un esercizio di diversa natura, del tutto controiduttivo, che prende il nome di pratica di *retrieval*.

In tutta questa vicenda di «studenti mal-studenti», ben poca colpa si può imputare direttamente a costoro. Perché questa realtà è figlia dello stesso crimine che accomuna la scuola e l'accademia di tutto il mondo: l'assioma fondante per cui uno studente motivato sia automaticamente abile a studiare, e allo stesso modo un insegnante appassionato sia automaticamente abile a insegnare. Teoria che purtroppo non è vera! Anzi, quel poco di metodo di studio che viene insegnato nelle scuole molto spesso è l'esatto opposto di quanto suggerito dalle neuroscienze. Scrivendo s'impara, dice il maestro occhialuto del secolo scorso, certo! Ma con un'efficienza assolutamente disastrosa, fintantoché non si adottano gli opportuni artifici. E il serpente tentatore alla radice di questo peccato originale non è che la tirannia dell'inerzia, la nostra inguaribile affezione per cui la risposta alla domanda «perché si fa così?» sarà immancabilmente «ovvio, perché si è sempre fatto così».

Questo libro nasce con una missione. Realizzare un distillato delle conoscenze neuroscientifiche necessarie a orientare in modo corretto l'ottica con cui avvicinarsi allo studio, per eradicare la tendenza patologica sopra descritta. Così facendo, realizzare una «pillola» di quei superpoteri che hanno sospinto le vele del mio personale percorso, perché chiunque può essere un super-studente: è una questione di metodo, non di magia! Non diventeremo tutti scienziati dell'apprendimento, *learning scientists*, ma tutti possiamo essere studiosi voraci di conoscenza, *scientists learning*.

Fin da bambino, sono sempre stato un creativo e uno sperimentatore, sapete, di quelli che una ne fanno e cento ne pensano. Questa mia cifra si è rivelata una risorsa preziosa in fatto di studio. Per tutti questi anni sono stato la mia personale cavia d'innumerevoli metodi, li ho letteralmente provati tutti, e i carissimi amici e colleghi che mi hanno accompagnato in questo cammino mi saranno testimoni di quanto sto affermando. Né mai ho

nutrito il benché minimo imbarazzo nell’ideare e applicare i metodi più strampalati e anticonvenzionali, tanto è profondo l’amore che provo verso la conoscenza, il sapere, e in definitiva la vita. Indimenticabile quella volta che provai a farmi legare alla sedia per tutta la notte onde non potermi distrarre: che dire... «volli, e volli sempre, e fortissimamente volli». Nel mio paradigma studiare dev’essere in primissima istanza un’esperienza estetica, una ricerca dell’armonia, una superba presa di consapevolezza dell’eleganza cosmica che avvolge il mondo.

Conoscere i grandi principi neuroscientifici è imprescindibile, ma lo scopo ultimo è amare la cultura, nella misura in cui ci rende esseri consapevoli del funzionamento del mondo intorno a noi. Non annoiatevi mai, cari lettori. Imparate a giocare con lo studio, collaudate combinazioni nuove, sperimentate un metodo diverso per ogni materia, cesellato e tornito per adattarsi alle specificità di ognuna. Create, variate, fate vostro quanto vi racconterò in questo libro, e non permettete a nessuno di limitare il vostro repertorio con gli scudi della tradizione, o dell’inerzia.

D’altra parte, se venissi chiamato a delineare il principio ultimo, il sacramento più nucleare e fondante del metodo, che d’ora in poi indicheremo come il «teorema fondamentale del metodo di studio», sarebbe presto detto: tutti i metodi *passivi* sono (in generale) meno efficaci di quelli *attivi*, i quali a loro volta sono (in generale) meno efficaci di quelli *creativi*. Un metodo è passivo ogni volta che non ci chiama in causa, e non prevede alcuna forma di *output* da parte nostra: leggere senza prendere appunti, guardare una lezione, ascoltare un discorso senza fare altro. Viceversa, un metodo attivo è caratterizzato da un’azione concreta da parte nostra, come può essere sottolineare, evidenziare, parlare, prendere appunti scritti. Infine, l’empireo del teorema fondamentale è il metodo creativo: ogni volta che siamo obbligati a mettere farina del nostro sacco, elaborare le informazioni e partorire un risultato originale. Scopriremo insieme molto presto quanto questo teorema sia avvalorato da una costellazione di solide evidenze sperimentali.

Quanto alla struttura del libro, ogni macroargomento sarà introdotto da un breve capitolo di stampo neuroscientifico, nel quale sarà mio onore e onore esporvi le più alte vette teoriche delle neuroscienze. Di lì, nei capitoli seguenti, di natura squisitamente pratica, provvederò a desumere le linee guida ottimali che dovranno governare la quotidianità del nostro studio.

Noterete presto che l'intera trattazione sarà periodicamente arricchita di alcuni paragrafi molto speciali intitolati *Il mio metodo*. Sarà in quella sede che vi confesserò i miei segreti più reconditi, le più riuscite fra le innumerevoli pazzie che ho messo in pratica nei miei indimenticabili anni da studente.

Cari amici, questo libro può essere letto in pochi giorni. Il mio augurio sincero è che questi pochi giorni possano avere un impatto sulla vostra vita di *life-long-learners* analogo a quello che l'intima conoscenza del cervello ha avuto sulla mia. E da quel «conoscere voi stessi» che ne trarrete, l'auspicio è che anche voi possiate un giorno, rubando le parole a Lucrezio, «quando i venti sconvolgono la distesa nell'ampio mare, guardare dalla riva il faticoso travaglio altrui: non perché il fatto che qualcuno ne sia afflitto sia fonte di gioia o di piacere, ma perché è bello vedere da quali mali tu sia libero».

Introduzione

Una reminiscenza dal passato: ricordo un pomeriggio in cui presi in mano il mio libro di testo e iniziai a divorare i capitoli sul corpo umano. Ero in quarta elementare. Pagina dopo pagina, improvvisamente una figura accese un fuoco nella mia immaginazione di bambino: un disegno a colori vivaci del cervello umano, della corteccia nello specifico. Su ogni parte, di colore diverso, era collocata una freccia con la «funzione» di quella regione. Fra le tante, una mi rimase indelebilmente impressa: «memoria». Ero incuriosito, ma certo. Quella fetta doveva essere tremendamente speciale! Rimiravo l'illustrazione e non riuscivo a fare a meno di chiedermi: ma come diavolo sono riusciti a scoprirla? Insomma, quel disegno sul sussidiario era la prova provata che qualcuno era stato sul punto di «decostruire» l'orologeria del nostro stesso pensiero. La scienza medica era arrivata a decodificare il fenomeno delle nostre emozioni, della logica, dell'eloquio e addirittura della memoria, come se la nostra mente fosse un programma informatico, e noi niente più che computer ambulanti. Anche un bambino poteva intuire come la sapienza che si celava dietro quell'illustrazione fosse l'anticamera del decifrare il più intimo segreto del Creatore, all'origine stessa della nostra esperienza cosciente, e in ultima analisi della vita. La prospettiva era terribilmente interessante e meritava di essere approfondita.

Oggi, diciassette anni più tardi, so bene che le cose sono un tantino più complicate rispetto a quel disegno dai colori improbabili. Sono un medico, e un ricercatore. Mi occupo di neuroscienze, ma l'entusiasmo di quel pomeriggio di quarta elementare è rimasto identico. In questo primo nostro capitolo insieme, cari amici, cercherò di raccontarvi in modo quanto più semplice, divulgativo e – spero – gradevole possibile una sintesi estrema di come funziona la nostra memoria. Una cosetta da poco, se consideriamo che essa rappresenta, senza ombra di dubbio, il singolo macchinario più miracoloso e inespugnabile che ci è dato conoscere, astronomicamente più complesso di qualunque apparecchio tecnologico potremo mai realizzare. Precisiamo subito che ci occuperemo specificamente di una tipologia di memoria, chiamata memoria esplicita o dichiarativa: in pratica, tutto ciò che può essere raccontato a parole, come i fatti della nostra vita (memoria episodica) o le nozioni che abbiamo studiato (memoria semantica). Le memorie esplicite sono contrapposte a quelle implicite, non esprimibili verbalmente: cose come andare in bicicletta (memoria procedurale), saper leggere allo specchio (memoria percettiva), e tante altre. Quella che vi sto per proporre, amici carissimi, sarà

una trattazione impostata in modo altamente anticonvenzionale e personale. Vi porterò con me in un viaggio, in senso letterale, perché insieme seguiremo l'intero percorso di un ricordo, dal primissimo momento in cui viene fotografato dai nostri sensi, fino all'ultimo colpo di scalpello che lo incide nella pietra del nostro cervello.

Premessa fondamentale

Il presente capitolo, benché molto breve, è di gran lunga il più impegnativo dell'intero libro, e vi richiederà non poca dose di concentrazione. Ma vi assicuro, sarà un investimento ben speso, che ci tornerà di estrema utilità in tutto il resto del libro per giustificare con rigoroso substrato scientifico ogni dettame pratico che sottoporrò alla vostra squisita attenzione. Quindi, se le prossime poche pagine vi sembreranno particolarmente impegnative, sappiate che è del tutto normale, ma abbiate fiducia giacché da questo capitolo in poi il nostro percorso non sarà che una strada in discesa. Facciamo le valigie, il viaggio ha ufficialmente inizio!

2.1. Prima tappa: l'impressione

Memoria sensoriale

In ogni singolo istante, i sistemi sensoriali del nostro corpo trasmettono al cervello una quantità d'informazioni a dir poco esorbitante. Pensateci: tramite i nervi sensoriali, il cervello è continuamente «al telefono» con una quantità d'interlocutori loquacissimi – che non stanno mai zitti un secondo – quali i nostri occhi, le orecchie, la lingua, il naso, la pelle, i muscoli e tutti i visceri interni. Questo continuo flusso bombarda il cervello di un'ondata incessante di dati grezzi, privi di qualunque elaborazione, enormemente più vasta di quanto saremmo mai capaci di processare. Aiuto! Come potrà essere gestita una simile «invasione barbarica» d'informazioni? La soluzione è semplice: il cervello le riversa tutte in un magazzino, chiamato memoria sensoriale, dove possono rimanere al massimo per un «batter d'occhio», un tempo minuscolo, variabile dal quarto di secondo per le informazioni visive a un massimo assoluto di 4 secondi per quelle uditive. Dopodiché verranno immediatamente sovrascritte dai dati nuovi, aggiornati. Il cervello è furbo: in questo modo trattiene i dati quel tanto che basta per selezionare da questo colossale marasma quelle poche informazioni veramente interessanti, che può permettersi di elaborare. Soltanto questa minuscola percentuale di dati verrà copiata, giusto in tempo! E verrà portata in salvo al magazzino successivo, che si chiama memoria di lavoro. Questo atto di scremare le informazioni utili da tutto il resto ha un nome altisonante, che conosciamo tutti: si chiama attenzione.

Nei computer

Amici, a ogni tappa del nostro viaggio mi cimenterò in una metafora informatica, che – spero converrete con me – si rivelerà sorprendentemente calzante! Non è certo un caso: l’architettura dei nostri computer è stata in larga parte scopiazz… ehm, *bioispirata* dal cervello, è la famosa progettazione neuromorfa! Ebbene, immaginiamo di paragonare la nostra vista a un computer, connesso a una webcam USB ad altissima risoluzione e sempre accesa. Ogni secondo la webcam scatta decine di fotogrammi pesantissimi: il computer non può certo permettersi di elaborarli tutti. Per ovviare al problema, la webcam parcheggia i fotogrammi così come escono dal sensore ottico in una memoria labile e rapidissima, il *buffer* (= memoria sensoriale), e ogni pochi istanti l’arrivo dei fotogrammi nuovi sovrascrive quelli precedenti. In questo modo, quando il computer ritiene che alcune immagini possano contenere informazioni interessanti (= attenzione), tramite il cavo USB trascrive quelle stesse immagini dal *buffer* per portarle in salvo nella sua memoria centrale, la RAM (= memoria di lavoro). Incredibile, per ora il paragone calza a pennello!

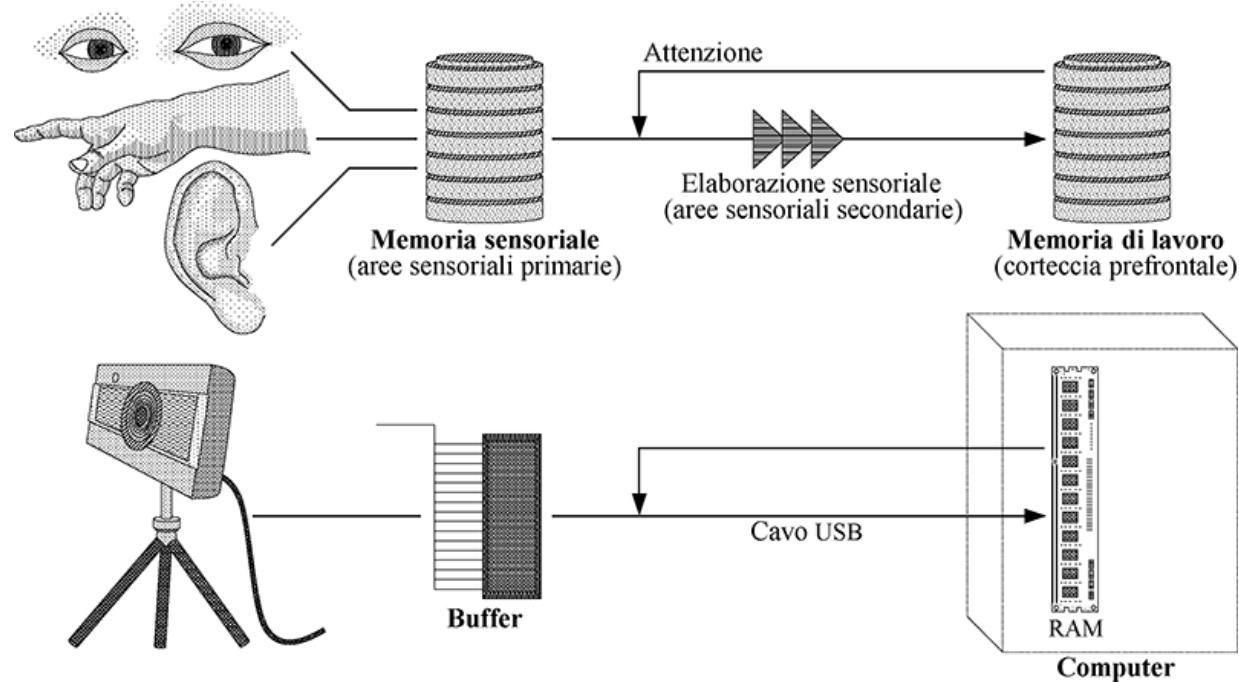


Figura 1. Metafora informatica della memoria sensoriale.

Nel cervello

Torniamo a noi. Quella frazione di secondo in cui i dati rimangono vividi nella memoria sensoriale prende il nome d’impressione. Un termine azzeccatissimo, perché è lo stesso con cui ci riferiamo a questo fenomeno nella vita di tutti i giorni. Ovvio, l’abbiamo sperimentata tutti! C’è il temporale, guardate fuori dalla finestra e a un tratto nell’oscurità cade un fulmine: per una frazione di secondo, il profilo del lampo rimane

vivido, «impresso» nei vostri occhi come se ce l'aveste ancora davanti. O ancora, chi da bambino non ha giocato con le stelle filanti (i bastoncini pirotecnici) di capodanno? Ricorderete quanto fosse divertente disegnare forme geometriche, lettere dell'alfabeto o il profilo del numero dell'anno nuovo agitando per aria quelle bacchette scintillanti. Se eravate rapidi, per qualche istante potevate percepire, «impressa» nei vostri occhi, l'immagine delle sagome disegnate. E potrei continuare, con innumerevoli esempi simili.

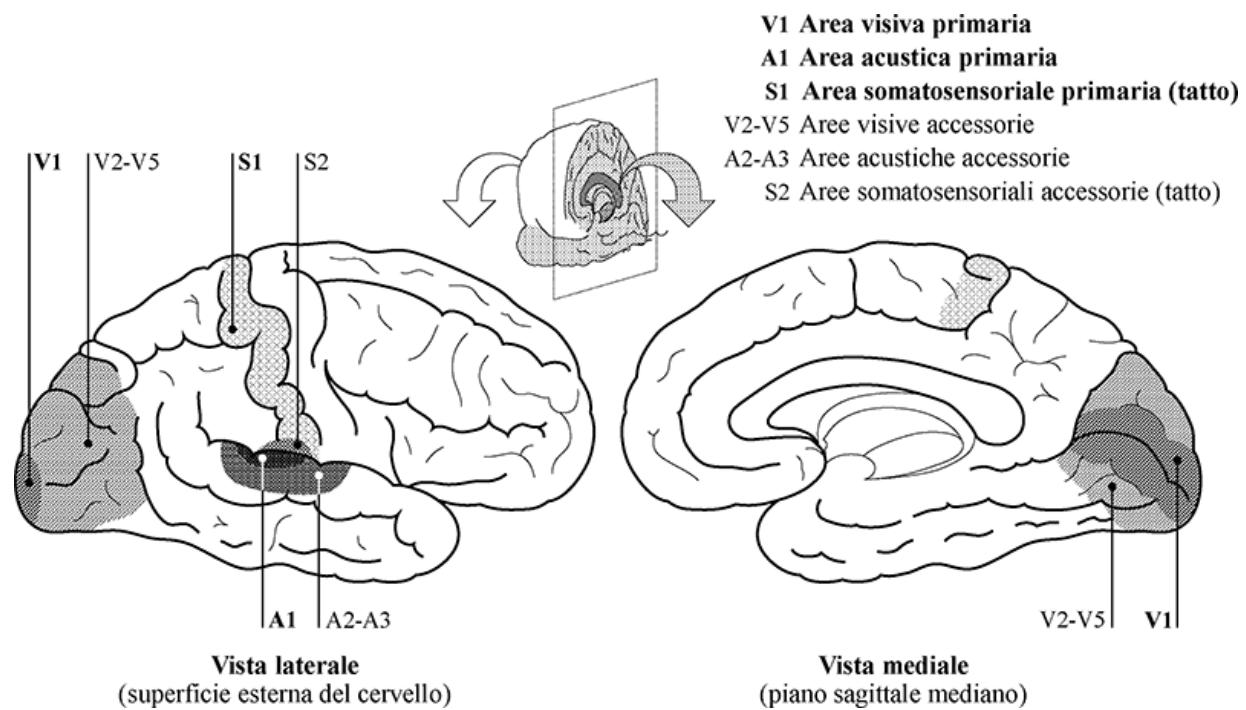


Figura 2. Sede anatomica della memoria sensoriale: le aree sensoriali primarie.

Quanto alla sede anatomica della memoria sensoriale, il compito di parcheggiare per qualche istante i dati grezzi è affidato, in buona sostanza, a quelle stesse regioni di cervello che per prime ricevono i dati sensoriali, perché poste in diretto collegamento – «al telefono» – con gli organi di senso.^{6, 7} Questi fazzoletti di corteccia molto speciali prendono il nome di aree sensoriali primarie, e rappresentano il primo e più rudimentale step dell'elaborazione sensoriale, che proseguirà successivamente in una lunga sequenza di aree sensoriali accessorie via via più raffinate.

Rilevanza nello studio

Ora, affinché un ricordo o una nozione vengano memorizzati, è cosa ovvia che tutte le tappe del viaggio debbano andare a buon fine. Nel caso specifico di questo primo step l'elemento critico è proprio l'attenzione, il «giudice» che seleziona quelle poche

informazioni degne di essere processate dal *mare magnum* di chiacchiericci provenienti dai sensi. Lettori cari, prendete voi stessi come esempio. In questo momento siete concentrati a leggere le parole scritte di questo libro, ma al contempo il vostro cervello sta ricevendo una tonnellata d'informazioni addizionali: la stanza impressa nel campo visivo periferico, rumori di sottofondo, sapori e odori, oltre a ogni sorta di pressioni e vibrazioni di pelle, muscoli e visceri. Che fine fanno tutti questi dati? Vengono scartati, sovrascritti in un battibaleno, e soltanto il testo del libro viene effettivamente elaborato, giacché lì è riposta la vostra attenzione in questo momento. Indagini sperimentali hanno rivelato che molte delle volte in cui uno studente ha la percezione soggettiva di non riuscire a memorizzare, e finisce per giudicare sé stesso «non portato» per lo studio, non è affatto per una scarsa efficienza della sua memoria come questi crede, ma per un motivo ben più elementare: la carenza di attenzione selettiva verso i dati da memorizzare. Molto più spesso di quanto non ci sembri, la memorizzazione di un nostro ricordo fallisce proprio alla sua origine, per il semplice motivo che non vi riponiamo sufficiente attenzione selettiva.

2.2. Seconda tappa: memoria di lavoro

Il primo scoglio è superato, le informazioni grezze sono state promosse. Dalle aree sensoriali primarie proseguono lungo il loro cammino, attraversando una miriade di diverse aree sensoriali accessorie: tramite meccanismi complessi, queste regioni di corteccia provvedono a estrarre forme, colori e movimenti dalle immagini, sillabe e parole dai suoni. Infine, questi dati sempre più raffinati vengono portati in salvo nel secondo magazzino, la memoria di lavoro (talora detta impropriamente memoria a breve termine). È questa la sede del nostro pensiero e della nostra esperienza consapevole: è quanto di più simile esista alla nozione comune di «mente» o di «coscienza», il luogo ove avviene ogni nostro calcolo e ragionamento cosciente. Grazie a una lunga serie di raffinatissimi esperimenti, oggi sappiamo che la memoria di lavoro consta di quattro sottosistemi:⁸

- esecutivo centrale: è il burattinaio, che si occupa di allocare lo spazio per le informazioni in arrivo nei magazzini dei tre sottosistemi rimanenti; questi tre magazzini costituiscono, nel loro insieme, la memoria a breve termine propriamente detta;
- *loop fonologico*: è l'«orecchio della mente», il magazzino ove parcheggiamo ed elaboriamo coscientemente le informazioni di natura uditiva;
- *taccuino visuo-spaziale*: sono gli «occhi della mente», l'analogo magazzino per le informazioni visive;
- *buffer episodico*: è il magazzino ove le nostre memorie pregresse vengono chiamate al confronto con l'esperienza presente, onde dare senso a quest'ultima.

Ma la memoria di lavoro non è ancora un approdo sicuro. Anche su di essa incombe una «data di scadenza»: i dati rimangono disponibili per un tempo massimo fra i 5 e i 20 secondi. Esauriti questi, due sono i possibili destini dei dati: possono decadere oppure, come accade più spesso, essere sovrascritti dalle nuove informazioni che giungono al nostro pensiero cosciente,⁹ di joyciana memoria. In alternativa, possiamo iniziare a «ripetere nella nostra mente» (*rehearsal*) i ricordi che giudichiamo importanti, e così facendo ogni volta «resettiamo il timer» del loro decadimento. Certamente è capitato a tutti di ripetere a ruota libera un numero di telefono per non farcelo «passare di mente». Questo *rehearsal*, oltre a resettare il timer, produce alle nostre spalle un secondo effetto: ancora una volta porta in salvo questi dati verso lo step successivo della nostra avventura, che sarà la memoria a lungo termine. E anche questo processo è noto con un nome altisonante: si chiama codifica (*encoding*).

Nei computer

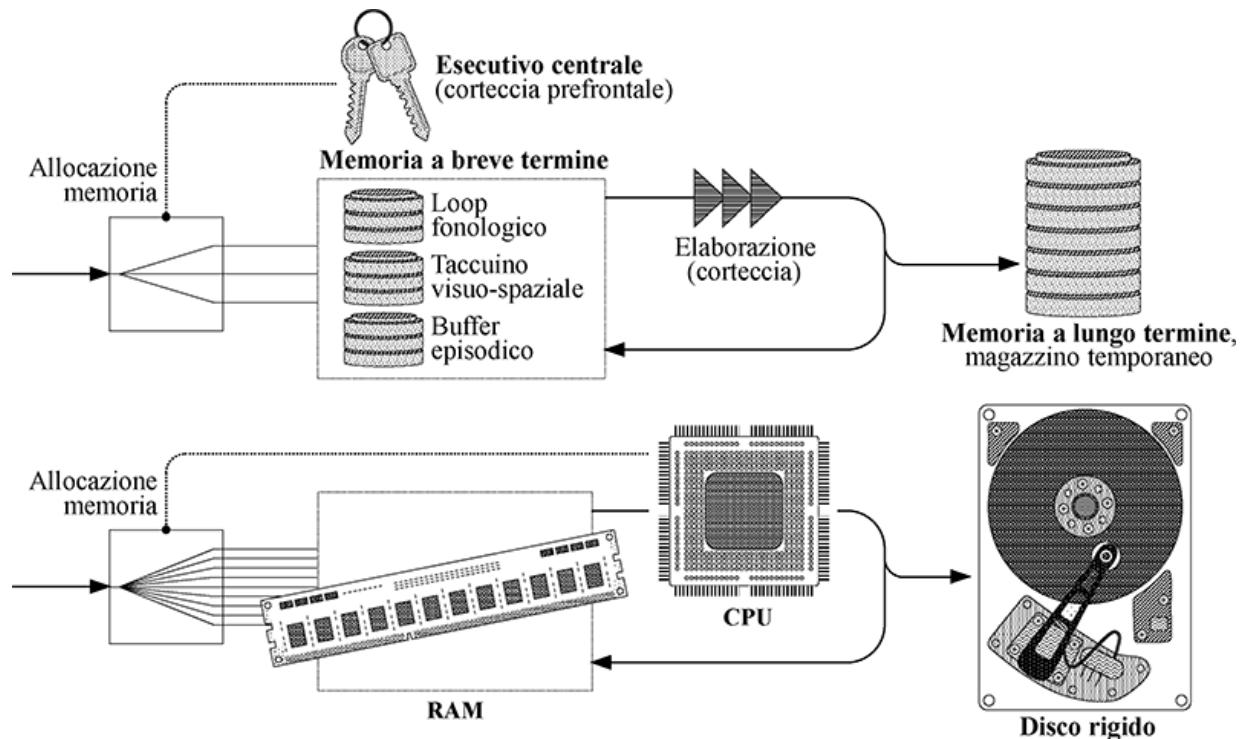


Figura 3. Metafora informatica della memoria di lavoro.

Torniamo per un istante nel reame dell'informatica, e controlliamo se la metafora del computer continua a reggere. Anche nel computer esiste un burattinaio che sovraintende a ogni elaborazione: è il processore o CPU (= esecutivo centrale). È lui che libera lo spazio per parcheggiare i fotogrammi scattati dalla webcam nella memoria centrale, che

è la RAM (= memoria a breve termine). La RAM è l'unità di memoria più rapida del computer; in effetti è il passaggio obbligato ove qualunque dato deve essere temporaneamente stoccatto onde poter essere somministrato ripetutamente alle unità logico-aritmetiche che eseguono i calcoli (= cicli di *rehearsal*). Al termine dei calcoli, i risultati devono essere conservati: per questo dalla RAM verranno copiati nel disco rigido (= memoria a lungo termine). Urrà, la metafora regge egregiamente!

Nel cervello

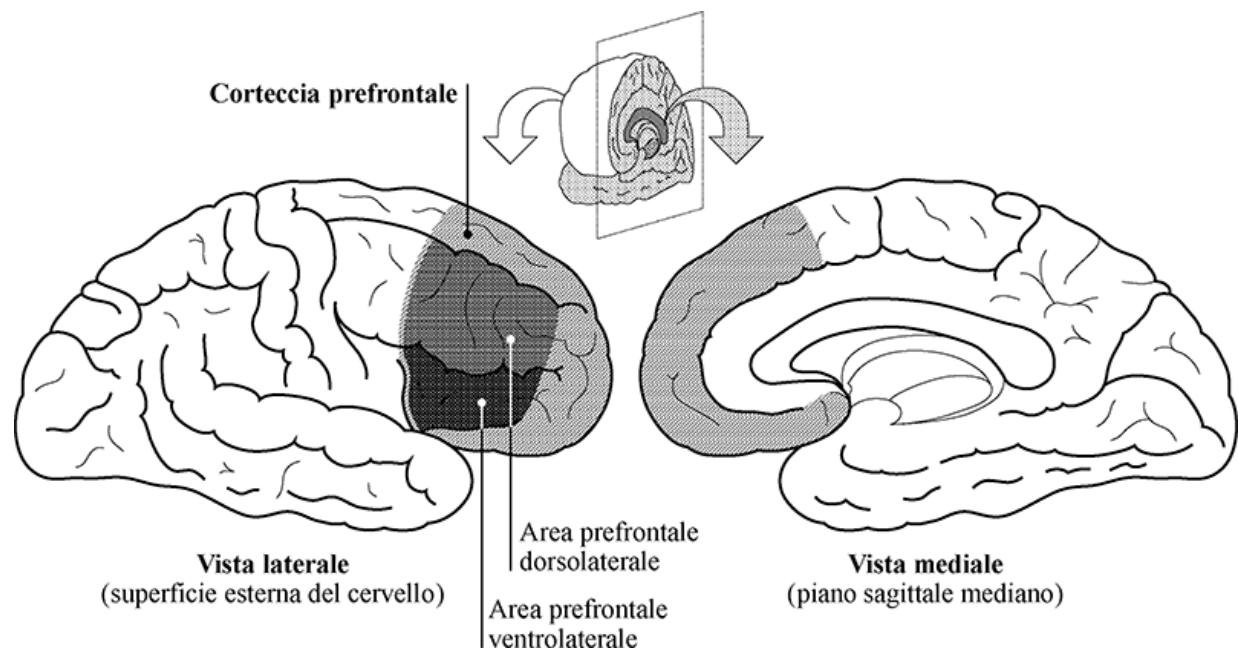


Figura 4. Sede anatomica della memoria di lavoro: la corteccia prefrontale.

Tornando al cervello, ci aspettiamo che un macchinario tanto illustre come la memoria di lavoro, sede della nostra esperienza cosciente, abiti in una dimora anatomica altrettanto insigne. Ed è proprio così. La collocazione della memoria di lavoro è stata identificata nella più nobile di tutte le regioni del cervello, la corteccia prefrontale (specie le sue porzioni ventrolaterale e dorsolaterale). In effetti la nostra corteccia prefrontale è – oserei dire – «sfacciatamente» più voluminosa di quella dei rimanenti mammiferi, perfino del 30% più grande di quella dei nostri «cugini» primati, in proporzione al peso corporeo.¹⁰ È un'invenzione recentissima dell'evoluzione, in *pendant* con il fatto che è fra le ultime regioni del cervello a maturare durante il neurosviluppo. Questo ci suggerisce (correttamente) che non si tratta di uno di quei tanti circuiti cerebrali ancestrali, essenziali a sostenere la vita vegetativa (respirazione, battito cardiaco, ecc.), ma di un sistema nobile, deputato alle funzioni cognitive più alte quali la

creatività, l'intelligenza e la capacità di valutare criticamente. È in assoluto la singola struttura cerebrale che più di ogni altra ci rende quello che siamo, esseri umani.

Rilevanza nello studio

Anche questa seconda tappa della memorizzazione porta con sé due caratteristiche bizzarre, di enorme rilievo pratico. La prima prende il nome di effetti *primacy* e *recency*: quando memorizziamo un materiale, come un elenco di numeri o di vocaboli, il nostro cervello tende involontariamente a fissare meglio i primi elementi che incontra (effetto *primacy*), così come gli ultimi (effetto *recency*).¹¹ I primi, molto banalmente, perché hanno avuto più tempo per effettuare quei famosi cicli di ripetizione (*rehearsal*), responsabili del trasferimento alla memoria a lungo termine; gli ultimi perché non hanno risentito di quel fenomeno di riscrittura a stretto giro da parte di nuovi dati. Scopriremo che questi due effetti rivestono grande importanza nelle decisioni strategiche del metodo di studio. La seconda caratteristica bizzarra è il fatto che la capacità della memoria di lavoro sia eccezionalmente costante da un individuo all'altro, e perfino da un'area geografica all'altra. In quasi ogni essere umano è sempre compresa fra i 5 e i 9 elementi, ossia 7 ± 2 elementi, spesso chiamati *chunks* («frammenti» d'informazione). È questo il famoso «numero magico» di 7 coniato da George Miller,¹² ma del resto questa regola del 7 era nota già dall'Ottocento con il lavoro pionieristico di Hermann Ebbinghaus. Si narra che quando le prime reti telefoniche si diffusero negli Stati Uniti, venne deciso a tavolino che i numeri di telefono avrebbero avuto 7 cifre (escluso il prefisso), proprio perché quello era il numero ottimale di cifre che un individuo era in grado di tenere a mente, e dunque di memorizzare. Ma la cosa ancora più interessante è che la psicologia ha dimostrato che è possibile, entro certi limiti, «espandere» la memoria di lavoro aumentando il grado di complessità di ciascuno dei 7 *chunks*: in questo modo potremo tenere a mente una maggiore quantità d'informazioni negli stessi 7 slot di memoria.¹³ Per esempio, è senza dubbio impossibile tenere a mente 14 cifre singolarmente, ma se le raggruppiamo a coppie otterremo 7 numeri a due cifre, rendendo la memorizzazione possibile. Questa rudimentale tecnica di raggruppare i termini di un elenco a formare dei «*chunks* complessi» può essere applicata allo stesso modo alle liste di parole o di concetti, e va sotto il nome di *chunking*.

Il mio metodo

Qui la mia prima confessione. Nei miei studi ho utilizzato a profusione la tecnica del *chunking*. Quante volte capitava, nei testi di medicina, di trovare elenchi sterminati di sintomi da memorizzare nel dettaglio! Il mio imperativo era molto semplice: ogni elenco con più di 7 elementi andava semplificato, raggruppando elementi fra loro simili in un unico *chunk* complesso. In questo modo, nei miei appunti l'elenco diventava un «ettalogo», così lo chiamavo: come un decalogo, ma di sette elementi, onde potesse trovar posto comodamente in memoria di lavoro. A ben pensarci, sarebbe auspicabile lanciare un appello affinché tutti i libri di testo di qualunque materia prendessero

consapevolezza di questo universale tratto dell'essere umano, e abolissero per sempre gli indigesti elenchi di più di 7 termini.

2.3. Terza tappa: memoria a lungo termine, magazzino temporaneo

Ricapitoliamo. Tramite i cicli di *rehearsal* della memoria di lavoro, le informazioni vengono copiate in un nuovo magazzino, appartenente alla memoria a lungo termine. Ma una mera memorizzazione non ci basta: è tempo di passare al gradino finale, l'apprendimento. Dobbiamo fare nostre queste informazioni, integrarle appieno nel nostro bagaglio di conoscenze, connettendole organicamente con quanto già sappiamo, dimodoché possano essere richiamate e utilizzate allorquando ci servano. Quindi capite bene, cari amici, che siamo solo a metà del guado. Infatti oggi sappiamo che la memoria a lungo termine non è tutta uguale, ma si compone di due magazzini distinti, uno temporaneo e uno permanente. Il primo contiene le informazioni giustappunto «copiaincollate» dalla memoria di lavoro: da quell'istante, inizia un lungo e affascinantissimo processo di rielaborazione chiamato consolidamento, che potremmo identificare con il nostro apprendimento. È il processo tramite cui passiamo da semplici «pappagalli», che recitano informazioni a memoria, a esseri pensanti. Il consolidamento è una sorta di indagine certosina, in cui il nostro cervello passa i nuovi dati al setaccio per scovare ogni loro struttura logica, nonché ogni possibile relazione di somiglianza o differenza con il nostro bagaglio culturale pregresso. I risultati di questa meticolosa «analisi logica» vengono salvati nel database definitivo, il Valhalla della nostra memoria, che è il magazzino permanente della memoria a lungo termine. Vi sconvolgerà sapere, lettori carissimi, che il consolidamento avviene completamente alle nostre spalle. Per qualche giorno dopo l'esposizione a un certo dato, il cervello continua a macinarlo ¹⁴ senza che noi ne abbiamo la minima contezza:

- per una metà, il consolidamento avviene da svegli, in tutti quei momenti morti in cui non stiamo adoperando il cervello per una particolare attività finalizzata: sono i cosiddetti «comportamenti automatici» come il consumo di cibo, la cura della persona, ma anche stare fermi a rimirare un panorama dalla finestra – a noi sembrerà pure di essere spensierati, ma il nostro cervello è attivo più che mai!;
- per l'altra metà, il consolidamento avviene durante il sonno, in una fase specifica nota come sonno a onde lente (ne ripareremo).

Per le informazioni più semplici, questo può anche bastare. Ma per le informazioni più complicate, una singola esposizione non è affatto sufficiente, si rende necessario che rivisitiamo quelle medesime nozioni a distanza di diverso tempo, dimodoché il cervello ritorni per qualche giorno a consolidarle alle nostre spalle: mentre pranziamo, mentre ci facciamo la doccia, mentre ci rilassiamo e – cosa fondamentale – mentre dormiamo. Ecco a cosa serve il ripasso: a reindirizzare questa silenziosa attività di consolidamento

(che il cervello porta avanti di routine) dritto dritto verso le informazioni che desideriamo imparare. È incredibile, ma affinché un dato venga consolidato completamente, ossia trasferito nella sua interezza dal magazzino temporaneo al magazzino definitivo, esso impiega un tempo variabile dai 10 ai 30 anni!¹⁵ Soltanto allora quell'informazione sarà totalmente nostra, e a quel punto lo sarà per sempre.

Nei computer

Torniamo per un istante a indossare i panni degli informatici, e interroghiamoci su cosa farebbe il nostro computer con quei fotogrammi giustappunto salvati nel disco rigido (= magazzino temporaneo della memoria a lungo termine). Anche il computer, una volta «copiaincollate» le immagini nel disco rigido, dovrebbe preoccuparsi di apprendere da esse, ossia di estrarre un distillato d'informazioni utili. A questo scopo, dovrà praticare un algoritmo di apprendimento (*machine learning*) che chiamerà a processare ripetutamente le immagini, passandole attraverso un programma informatico appartenente alla categoria delle reti neurali artificiali (ANN). Tramite questo software, il computer sarà in grado di estrarre informazioni contenutistiche dalle immagini, e d'incastonare questi preziosi dati raffinati nel resto del proprio database (= consolidamento), ubicato per esempio in un secondo disco rigido (= magazzino permanente della memoria a lungo termine). Stiamo per scoprire che questo paragone con il *machine learning* è molto più che una semplice metafora...

Nel cervello

Nel cervello, il consolidamento (ripetiamolo: si tratta del lungo riprocessamento dei dati che li converte da semplici «fotografie» a informazioni fatte nostre e fruibili a nostra discrezione) si verifica in un luogo veramente speciale, chiamato ippocampo. L'ippocampo è uno straordinario fazzoletto di corteccia posizionato nei lobi temporali di entrambi gli emisferi cerebrali – quindi a essere precisi dovremmo dire «gli ippocampi», destro e sinistro. Pur essendo parte della corteccia a tutti gli effetti, non potete osservare l'ippocampo dall'esterno del cervello. Questo perché nel corso dell'evoluzione il lobo temporale è diventato sempre più voluminoso, fino al punto d'invaginare l'ippocampo in una fessura interna del cervello, che ripiegandosi ha assunto una forma inconfondibile: il profilo di un cavalluccio marino, un «ippocampo» per l'appunto. (Inciso: non sappiamo se Giulio Cesare Aranzi, l'anatomista che battezzò l'ippocampo, lo intendesse visto di profilo o come un salsicciotto sdraiato longitudinalmente lungo il lobo temporale; ¹⁶ personalmente prediligo la prima interpretazione.) Nel passato sono capitati alcuni rarissimi soggetti che, per accidenti della sorte, hanno riportato danni massicci agli ippocampi di entrambi i lati. Il più celebre di tutti è il «paziente H.M.», Henry Molaison. Nel 1953, quand'ancora la medicina non conosceva la funzione dell'ippocampo, Henry venne operato per una grave forma di epilessia con l'asportazione delle cortecce temporali «interne» (mediali) di ambo i lati. Al termine

dell'operazione, Henry aveva perduto completamente la capacità di creare nuove memorie dichiarative: ogni giorno leggeva la stessa rivista, ogni giorno la stessa dottoressa entrava nella sua camera e doveva ripresentarsi come se fosse la prima volta, ecc. Venne definito l'uomo del «tempo verbale presente» permanente.¹⁷ Notate che la sua memoria di lavoro era perfettamente normale, al punto che, se Henry rimaneva concentrato ripetendo mentalmente una certa informazione (*rehearsal*), riusciva a trattenerla per diversi minuti: si narra che un giorno riuscì a tenere a mente il numero 584 per 15 minuti. La tragica vicenda di Henry e altri rarissimi casi simili dovuti a incidenti di vario tipo hanno reso possibile identificare l'ippocampo quale la dimora anatomica del consolidamento.

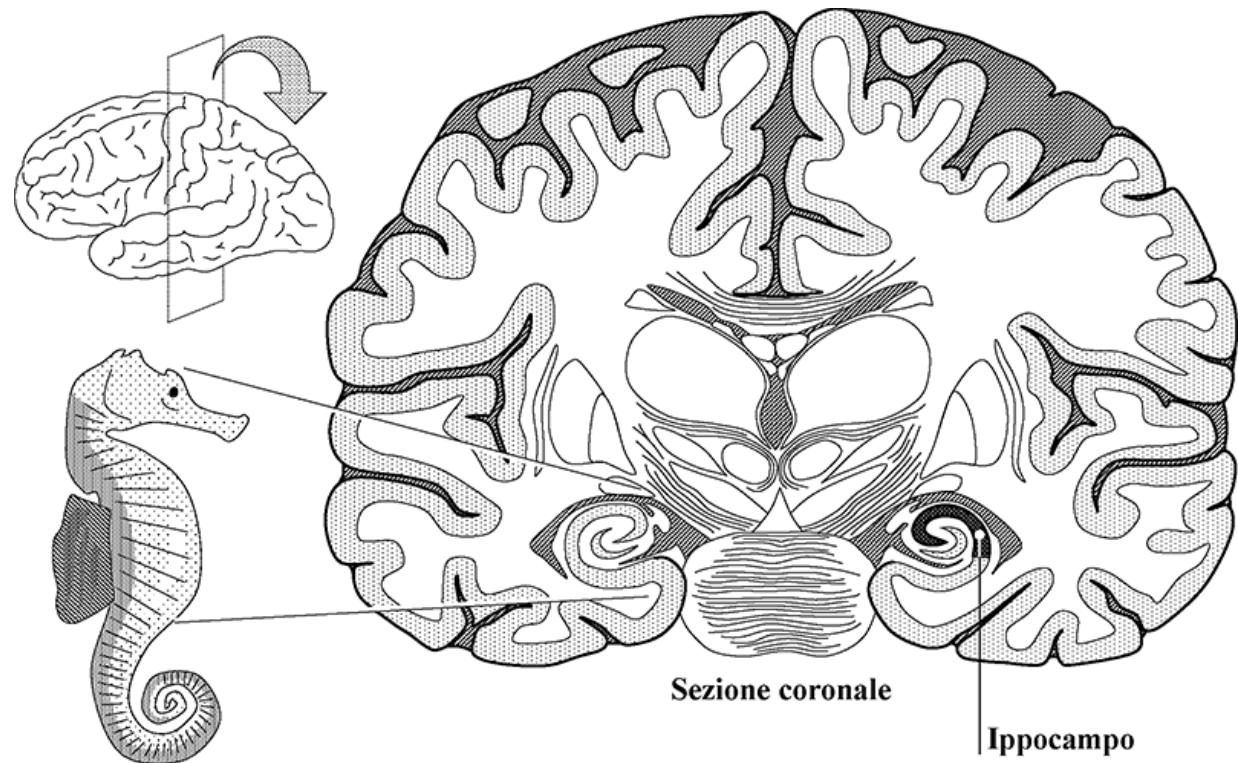


Figura 5. Sede anatomica del consolidamento: l'ippocampo.

Meccanismo del consolidamento

Ma non finisce qui: ancora più straordinario è che i neuroscienziati sono stati in grado di descrivere in maniera minuziosa e riduzionistica l'esatto meccanismo con cui il consolidamento ippocampale avviene. Roba da matti! Provo a raccontarvelo in sintesi estrema. L'ippocampo, dal punto di vista delle connessioni interne dei suoi neuroni, è una specie di percorso unidirezionale, in cui l'informazione entra da un lato (*input layer*), attraversa una serie di strati di neuroni altamente connessi fra loro (*hidden layers*), ed esce dall'altro lato (*output layer*). Gli strati interni hanno la caratteristica di

essere estremamente plastici, ossia in grado di rimodellare nel tempo le connessioni da un neurone all’altro. Ora, se noi riproducessimo al computer, in un modello bioinformatico, questa precisa architettura propria dell’ippocampo, e mettessimo in moto questo nostro «simulatore di neuroni», scopriremmo che il programma informatico risultante sarebbe in grado di apprendere.¹⁵

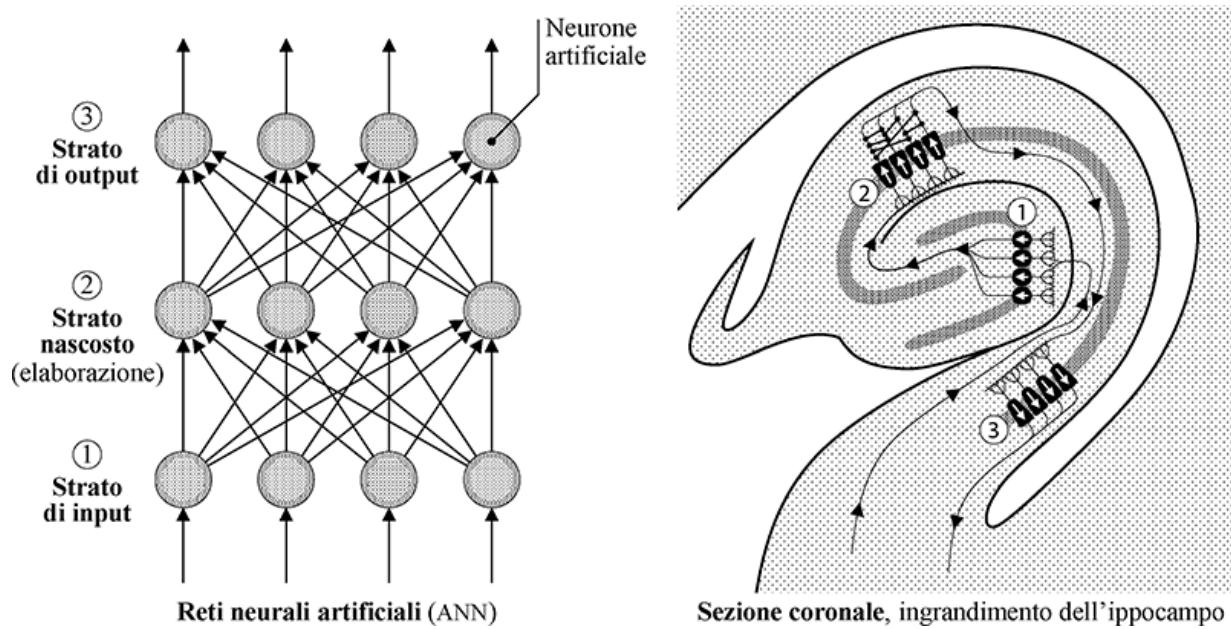


Figura 6. Metafora informatica della memoria a lungo termine.

Del tipo, se somministriamo ripetutamente a questo programma un certo dato in input, le prime volte osserveremo che l’output cambierà progressivamente: sono in corso le modificazioni delle connessioni fra i neuroni degli strati nascosti. Ma dopo un certo numero di somministrazioni di quel medesimo dato, l’output non cambierà più: le connessioni interne avranno «imparato» quell’informazione. A quel punto, scopriremo che le informazioni che leggeremo in output rappresentano delle rielaborazioni dell’informazione data in input, ossia sono in grado di esprimere il suo contenuto e la sua strutturazione logica. Questo simulatore di neuroni che copia l’architettura a strati dell’ippocampo è *esattamente* la struttura con cui lavorano i moderni software d’intelligenza artificiale. Tutte le applicazioni più mirabolanti, dai motori di ricerca web ai sintetizzatori vocali, dagli interpreti d’immagini ai robot intelligenti, sono tutti figli della progettazione neuromorfa *bioispirata* al nostro cervello, e nello specifico al nostro ippocampo. A oggi, la grande differenza che permane fra un ippocampo umano e le intelligenze artificiali è un fatto di velocità dell’apprendimento: l’ippocampo è in grado d’imparare un’informazione con un numero di cicli spiccatamente inferiore a quelli necessari agli odierni algoritmi di *machine learning*. Chissà, probabilmente un giorno le

intelligenze artificiali riusciranno a simulare ancora più pedissequamente il nostro cervello, avvicinandoci sempre più al sogno che fu di Prometeo: plasmare un'intelligenza artificiale generale, al pari di quella umana.

L'«area» della memoria

Quanto alla collocazione anatomica dei magazzini temporaneo e permanente della memoria a lungo termine, ancora oggi non conosciamo dove sia ubicato il magazzino temporaneo, mentre siamo certi che il magazzino permanente è distribuito sull'intera corteccia del nostro cervello (a essere rigorosi dovrei dire nella «neocorteccia» perché un paio di piccole aree sono escluse, ma queste sono sottigliezze). L'ippocampo non è che l'interprete: è la struttura che prende in consegna le «fotografie» dei dati dal magazzino temporaneo (dovunque esso sia...), esegue il consolidamento convertendole in informazioni apprese e dunque fruibili, e infine le invia al magazzino permanente (il resto dell'intera corteccia cerebrale) per essere stoccate definitivamente. In questo senso, l'ippocampo è la singola struttura attorno cui ruota l'intero processo di apprendimento, pur non essendo affatto la sede di stoccaggio finale dei dati! Ecco dunque svelato, cari amici, qual era quella misteriosa zona del cervello che nel disegno dai colori brillanti nel mio sussidiario di quarta elementare recava la scritta «memoria», che tanto aveva catturato la mia fantasia di bambino. Sua maestà l'ippocampo.

Rilevanza nello studio

Nel corso del libro, scopriremo che questa bizzarra architettura a due stadi – prima temporaneo e poi permanente – della nostra memoria a lungo termine presenta un'infinità di ripercussioni sulla quotidianità del nostro metodo di studio. Aspetti del tutto controintuitivi, come l'assoluta necessità di distanziare nel tempo le sessioni di ripasso (effetto spaziatura) e l'importanza del sonno. Non esiste un singolo dettame di qualsivoglia metodo di studio degno di questo nome che non sia un diretto corollario del meccanismo di consolidamento, essendo questo il fulcro del nostro apprendimento.

2.4. Quarta tappa: memoria a lungo termine, magazzino permanente

Siamo giunti al capolinea del nostro viaggio: il magazzino definitivo della memoria a lungo termine, che già sappiamo essere distribuito sull'intera corteccia del nostro cervello. Questo, badate bene, non significa che le diverse aree siano prive di una specializzazione modale circa i ricordi che contengono. Per esempio, un'informazione di natura prettamente visiva si troverà a occupare esclusivamente aree di pertinenza visiva, e così via. D'altra parte, la maggioranza dei dati che memorizziamo è di natura squisitamente poli-modale, e come tale finirà per essere distribuita su un gran numero di regioni di cervello.¹⁸ Quindi è corretto affermare che tutte le regioni di corteccia contribuiscono a stoccare memoria, ma non è corretto dire che tutte lo facciano in egual

misura. Prima di proclamare concluso il nostro viaggio, amici affezionatissimi, vorrei spendere giusto due parole per darvi un'idea intuitiva del «formato» assunto dai «file» nel nostro cervello. Insomma, ve lo sarete sicuramente chiesti: concretamente, che razza di oggetto fisico è un'informazione stoccatata nella nostra corteccia?

Nei computer

In informatica, la forma fisica di un'informazione è presto detta. I dati sono rappresentati in memoria come una sequenza di *bit*, dei minuscoli dispositivi di varia natura (ottici, magnetici, meccanici, elettrici, ecc.) in grado di memorizzare valori binari, ossia delle sequenze di 0 e 1. Ma nel cervello non esiste nulla di tutto ciò. Com'è dunque possibile insegnare a un tessuto biologico a immagazzinare informazioni? È qui che il paragone informatico crolla rovinosamente, e lo fa all'insegna di una vittoria schiacciante del cervello rispetto al computer. State a vedere.

Nel cervello

Come molti di voi già sapranno, l'immagazzinamento delle informazioni nel tessuto nervoso si basa sul noto fenomeno della plasticità sinaptica. I collegamenti elettrici fra un neurone e l'altro, chiamati sinapsi, possono variare nel tempo, aumentando o diminuendo di «forza». Più una sinapsi è forte, maggiore sarà l'effetto di eccitazione (o inibizione) elettrica che il primo neurone della coppia sarà in grado di esercitare sul secondo.¹⁹ Il nostro cervello alla nascita è estremamente plastico, cioè malleabile all'apprendimento. Con la prosecuzione del neurosviluppo questa capacità viene progressivamente persa, giungendo a livelli minimali in età adulta: è quell'*optimum* che basta per sostenere il nostro apprendimento, senza rischiare di stravolgere le nostre conoscenze pregresse. Sfruttando la plasticità, ovverosia la capacità di modificare la forza dei collegamenti fra un neurone e l'altro, l'apprendimento collega fra loro i neuroni della nostra corteccia realizzando nuovi circuiti elettrici, che prendono il nome di engrammi. L'engramma è la rappresentazione fisica di un ricordo, costituito da un gruppo di neuroni reciprocamente collegati e per questo in grado di «riverberare» fra loro: grazie a questi collegamenti reciproci, è sufficiente attivare una piccola parte di questo circuito affinché tutto l'engramma venga attivato.²⁰ Naturalmente, con il crescere della nostra esperienza, aumenta anche la complessità dei nostri ricordi: l'apprendimento di fenomeni complessi consisterà, in ultima analisi, nell'instaurare collegamenti fra un engramma e l'altro.

Il paradigma relazionale

Siamo giunti dinanzi alla *Candida Rosa* del nostro viaggio dantesco, all'illuminazione finale. Edotti di quanto avete imparato in questo capitolo, cari amici, potete finalmente comprendere cosa intendono i neuroscienziati quando affermano che il paradigma attuale della memoria è quello di una «memoria relazionale». Il *Leitmotiv* che

caratterizza l'intera nostra vicenda sono infatti i collegamenti: apprendere equivale a collegare. Dapprima collegare insieme singoli neuroni a formare un engramma, e successivamente collegare vari engrammi a formare concetti complessi. Soprattutto, notate bene come gli engrammi risiedano all'interno dello stesso macchinario che è responsabile della loro elaborazione, la corteccia cerebrale. È veramente straordinario come nel cervello memoria ed elaborazione siano tutt'uno, due facce di un unico Giano bifronte. Non più un disco rigido separato dal processore, bensì un disco rigido che è *ipso facto* anche il processore. Ed è in questo particolare aspetto che la memoria umana è incommensurabilmente più potente di quella di un computer: non una sequenza di bit, ma una rete di relazioni, in grado tanto di immagazzinarle quanto di elaborarle. Amici, se la constatazione di un simile prodigo non è in grado di lasciarvi a bocca aperta... nulla potrà mai farlo.

Rilevanza nello studio

Il paradigma relazionale della nostra memoria avrà ripercussioni imponenti sul metodo di studio. Esso giustifica il fatto che, per sua stessa natura, l'apprendimento consisterebbe nell'instaurare relazioni corrispondenti ai collegamenti elettrici fra gli engrammi del nostro cervello. È questo il motivo per cui il passo biografico «In un momento difficile della sua vita, Mozart fece un viaggio da Monaco a Parigi» viene ricordato meno facilmente da una coorte di studenti rispetto all'equivalente «Mozart volle lasciare Monaco *per fuggire da un intreccio romantico*»: il secondo contiene un nesso logico in più.²¹ Un metodo di studio sarà tanto migliore quanto più catalizzerà la creazione di nessi logici. Lo studio è la più fulgida gemma della nostra natura relazionale, l'argilla della quale è fatto il pensiero umano.

	Attenzione:	Codifica:	Consolidamento:	
	Memoria sensoriale	Memoria di lavoro	Memoria a lungo termine, magazzino temporaneo	Memoria a lungo termine, magazzino permanente
Capacità	Molto elevata, molto superiore alla nostra capacità di processazione	7 ± 2 <i>chunks</i> , anche di modesto grado di complessità	Scarsamente caratterizzata	Pressoché illimitata
Durata	250	5-20	Fino a 10-30	Pressoché

	millisecondi (iconica), 1-3 secondi (ecoica)	secondi, prolungabili tramite <i>rehearsal</i>	anni	illimitata
Collocazione	Aree sensoriali primarie: V1, A1, S1	Corteccia prefrontale	Scarsamente caratterizzata	Neocorteccia cerebrale
Affidabilità del retrieval (capitolo 7)	Molto elevata	Molto elevata	Subtotale	Subtotale
Rilevanza nello studio	Importanza dell'attenzione	Effetto <i>primacy</i> ed effetto <i>recency</i> Numero magico 7	Effetto spaziatura Importanza del sonno	Paradigma relazionale

Introduzione

Amici, con questo capitolo si apre ufficialmente il cantiere per imbastire il metodo di studio perfetto. Ma come Roma non fu costruita in un giorno, anche nell'edificazione scrupolosa della «cattedrale» del nostro studio dovremo tenere conto di lunghe tempistiche, d'innumerevoli imprevisti dietro l'angolo, oltre che della miriade di bizzarrie controintuitive che caratterizzano l'apprendimento umano. Saremo chiamati a ricorrere alla più attenta, scrupolosa ed esauriente pianificazione «matematica», che ci farà indossare in un certo qual modo i panni dell'ingegnere. Saremo degli «ingegneri dello studio» che pianificano con calcolo la strategia migliore per realizzare il massimo risultato con il minimo sforzo. È ben chiaro che, per arrivare a tanto, dovremo anzitutto renderci edotti delle leggi e dei teoremi che governano questa – improbabile – figlia dell'ingegneria. La breve trattazione teorica che condurremo in questo capitolo sarà il fondamento teorico sul quale nel capitolo successivo – di stampo pratico – erigeremo la nostra cattedrale: un metodo concreto, un'impalcatura formidabile dello studio e ottimizzata con matematico rigore, che scopriremo applicabile a qualsivoglia disciplina. Munitevi dunque di matitina sull'orecchio e di tecnografo, e procediamo senza indugio a progettare la cattedrale del metodo di studio.

3.1. La curva di apprendimento

Originì storiche

Iniziamo il nostro tentativo d'ingegnerizzare lo studio descrivendone lo strumento di misurazione «matematica» per eccellenza, la curva di apprendimento, e la sua controparte, la curva della dimenticanza. Queste

astrazioni nascono ai primissimi albori della psicologia, nel 1885. Il tedesco Hermann Ebbinghaus fu il primo neuroscienziato a investigare secondo un approccio quantitativo, ossia matematico, la persistenza delle informazioni in memoria;²² sua anche la scoperta del «numero magico» 7 della memoria di lavoro (sezione 2.2).

Curva della dimenticanza

Nei suoi primi studi, Ebbinghaus richiedeva a un gruppo di studenti di leggere un certo numero di volte delle liste di sillabe prive di senso (*sinnlose Silbenreihen*), con l'intento di memorizzarle. Nelle ore o nei giorni successivi gli studenti venivano interrogati, onde tracciare il numero di sillabe ricordate in funzione del tempo trascorso. Ebbinghaus poté osservare – come facilmente prevedibile – che la curva risultante ha l'aspetto di una classica funzione di decadimento, un esponenziale a esponente negativo direbbero i matematici.

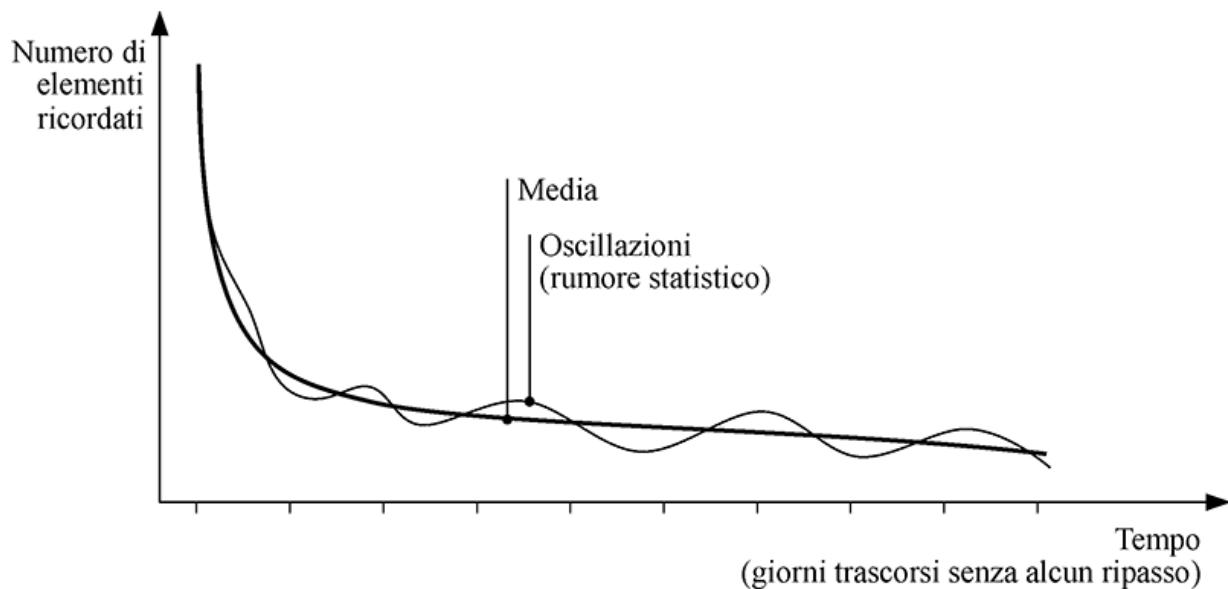


Figura 7. Curva della dimenticanza (*Vergessenskurve*).

In soldoni, somiglia a una sorta di «L», in cui la maggior parte delle sillabe viene dimenticata nei primi venti minuti, mentre a partire dal giorno successivo la quantità di sillabe ricordate si stabilizza a un valore pressoché

costante. Ebbinghaus chiamò questo grafico la curva di dimenticanza (*Vergessenskurve*).

Curva di apprendimento

Fin qui nulla di sconvolgente, ma i risultati più interessanti arrivarono ben presto, quando Ebbinghaus e altri psicologi dopo di lui aggiunsero al modello un’ulteriore variabile, concedendo agli studenti di ripassare periodicamente il materiale da memorizzare. Nacque un nuovo tipo di curva, che rappresentava il numero d’informazioni ricordate in funzione, stavolta, del numero di ripassi, ovverosia del tempo di studio totale che era stato concesso per memorizzare il materiale. Ebbinghaus la chiamò la curva di apprendimento (*Lernkurve*). Ci si potrebbe aspettare intuitivamente che il numero d’informazioni ricordate aumenti a ogni singolo ripasso, giacché ciascun ripasso aggiunge ulteriore budget di studio alla memorizzazione delle sillabe senza senso. Ma ormai sapete bene, cari lettori, che in materia di cervello l’intuito è tutt’altro che un *savio duca*. Con sorpresa, Ebbinghaus poté osservare che la curva di apprendimento non era affatto «monotona ascendente», ovverosia non sempre a ogni sessione di ripasso aggiunta veniva a corrispondere un aumento nel numero di sillabe ricordate. La curva presentava marcate oscillazioni, e talora mostrava perfino delle leggere ma sistematiche discese, prolungate nel tempo. Il motivo è evidente: man mano che i diversi cicli di ripasso si accumulano trascorre diverso tempo, e alcune delle informazioni che erano state efficacemente memorizzate all’inizio finiscono per essere dimenticate. La dimenticanza dignignava i denti contro il suo contendente, l’apprendimento, dando luogo a questi aspetti irregolari e controiduitivi – di «non-monotonicità» – della curva di apprendimento. La psicologia comprese bene la potenza di questa formalizzazione di Ebbinghaus, e lo stesso fecero gli economisti dediti allo studio dell’efficientamento aziendale. A partire dai primi anni del Novecento la curva di apprendimento entrò nell’uso comune, venne ereditata da un crescente numero di pubblicazioni scientifiche che continuano fino a oggi ed estesa al caso più generale di qualsiasi grafico che rappresenti la *proficiency* (le competenze o le informazioni acquisite) in funzione dell’esperienza (il tempo trascorso nel loro apprendimento).

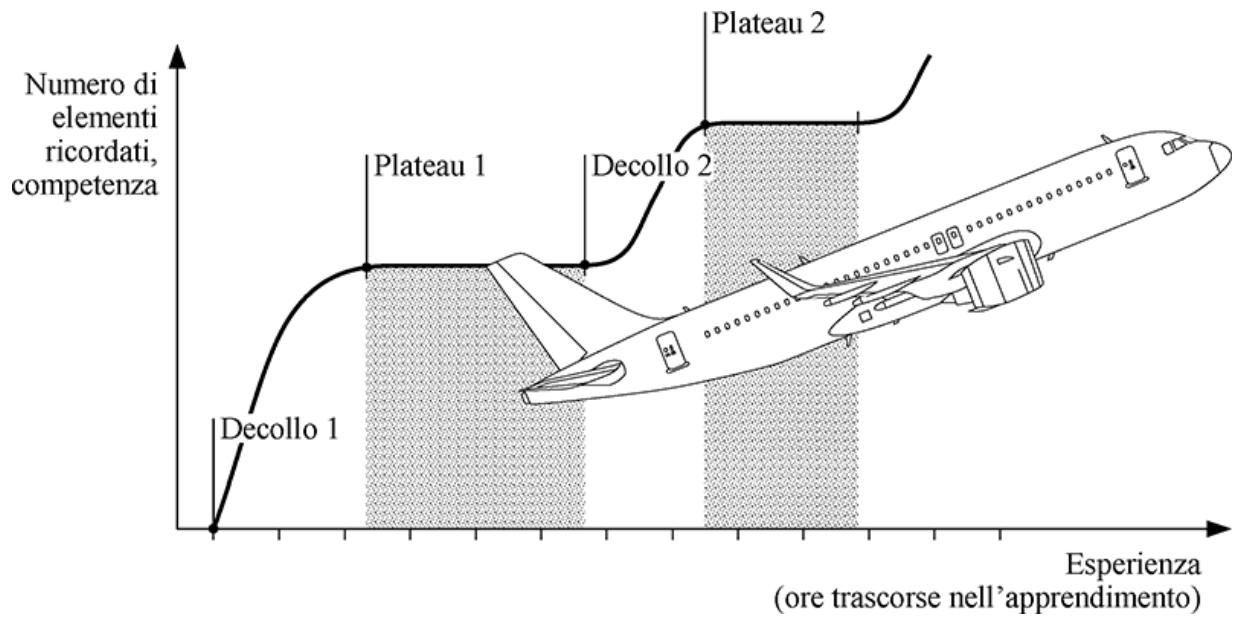


Figura 8. Curva di apprendimento (*Lernkurve*).

Caratteristiche della curva di apprendimento

Nel corso degli anni, la curva di apprendimento «prototipica» è stata caratterizzata in modo approfondito. Premettiamo sin d'ora che la più onnipresente delle sue caratteristiche è la sua marcata irregolarità, la presenza costante di un notevole rumore statistico, motivato dal fatto che la nostra produttività è variabile: un giorno ci sentiamo pieni di energia, e magari il giorno successivo siamo spompati e combiniamo di meno. Chiarito questo, è pur vero che la curva di apprendimento di una nuova disciplina presenta alcune costanti degne d'interesse. Il tratto iniziale si caratterizza sempre per una fase di rapido progresso, che tende a galvanizzare lo studente riempiendolo del proverbiale entusiasmo del neofita. Questo decollo rapido della *proficiency* tipicamente lascia il posto a una seconda fase di rallentamento dell'apprendimento, un appiattimento della curva ribattezzato plateau dello scoraggiamento²³ (*plateau of despond*). Questo cambio di passo dal decollo al plateau è del tutto fisiologico, ma può determinare un profondo sentimento di sconforto nell'animo dello studente. Questi avrà la sensazione di stare dimenticando ogni cosa imparata, e vedendo non corrispondere all'impegno profuso alcun miglioramento immediato della competenza si percepirà inadatto a quella

materia, avvertendo il proprio studio come uno spreco di risorse. Dalla padella alla brace, alle volte il plateau può assumere perfino il connotato di un leggero calo di *proficiency*, dovuto a una parziale dimenticanza delle informazioni testé apprese. Immaginate che bella sensazione: lo studente avrà la (falsa) impressione che il proprio studio sia addirittura controproducente al proprio miglioramento! L’attraversamento del plateau mina alla radice la nostra motivazione nello studio. Soltanto dopo un certo tempo trascorso nel plateau, di durata variabile in base alla disciplina e allo studente, la curva improvvisamente si sblocca e descrive un secondo decollo. Altri simili episodi di plateau, e successivi sblocchi, possono verificarsi ricorsivamente nelle fasi successive dell’apprendimento. Avete colto il succo della faccenda: è vitale che lo studente sia consapevole dell’esistenza fisiologica di queste irregolarità sul breve termine, e che sia in grado di portare pazienza per qualche tempo senza pretendere da sé stesso un miglioramento immediato. La sua caparbietà sarà presto premiata da un rapido – e profondamente appagante – salto di continuità nella sua competenza in quella disciplina.

Cause del plateau dello scoraggiamento

Il fenomeno del plateau deve la sua esistenza a una moltitudine di fattori.²³ In primo luogo, il fatto che spesso le nozioni introduttive di una materia sono – come dice il nome – elementari, e dunque di facile comprensione. In secondo luogo vi è la curiosità propria del neofita, l’entusiasmo di esplorare per la prima volta un territorio completamente nuovo. Terzo, ma non meno importante, il fatto che quando si parte da zero si inizia rapidamente a migliorare su tutti i fronti: pensate alle prime lezioni di una lingua straniera, in men che non si dica imparate i rudimenti di base dei sostantivi, dei verbi, degli aggettivi; viceversa le trattazioni approfondite si occupano di levigare i raffinati dettagli di questioni maledettamente specifiche, come certe eccezioni o la coniugazione di tempi verbali di utilizzo minoritario. In ultima analisi, è una questione di «assoluto rispetto a relativo». È facile raddoppiare la propria conoscenza quando si conosce poco, laddove raddoppiarla quando si è già molto esperti richiede uno sforzo ingente. Alcuni psicologi ritengono che l’attraversamento di questi plateau sia del tutto inevitabile, altri che sia ascrivibile a una insufficiente preparazione di

base. Ma in tutti i casi, qualunque sia l'origine, l'aspetto certamente più rilevante è rendervi edotti, lettori affezionatissimi, dell'esistenza di questi fenomeni controintuitivi affinché non giudichiate i vostri risultati in maniera miope, ossia limitandovi al breve termine. Continuate sempre a perseguire la vostra strada, imperterriti nonostante questi – normalissimi – incidenti di percorso.

Uso nella lingua

Un piccolo inciso linguistico: avete mai sentito dire che una certa disciplina, sport o software sono impegnativi perché hanno una «curva di apprendimento ripida»? L'espressione esiste pari pari anche in inglese, *a steep learning curve*. Vi sarete interrogati sul suo significato contraddittorio: alla lettera, una curva di apprendimento «ripida», ovverosia molto inclinata, significherebbe che a ogni piccolo sforzo (un piccolo spostamento orizzontale) corrisponde un elevato incremento di *proficiency* (un cospicuo salto verticale). E avete ragione: è una denominazione impropria bella e buona, un *mismomer*, come dicono gli anglosassoni. Quando si parla di «ripidità» della curva di apprendimento, non si fa riferimento al sistema ove l'ascissa rappresenta lo sforzo e l'ordinata rappresenta il risultato, bensì al suo esatto opposto. Si figura l'apprendimento come una montagna da scalare, collocando l'impegno sull'asse verticale: tanto più la montagna è ripida, tanto più l'ascesa sarà aspra. Questo aspetto non va confuso con le espressioni – meno comuni ma che a volte si sentono – di «curva di apprendimento breve» o «lunga», che viceversa fanno riferimento alla durata totale dell'apprendimento di due livelli di competenza diversi, anziché uguali.

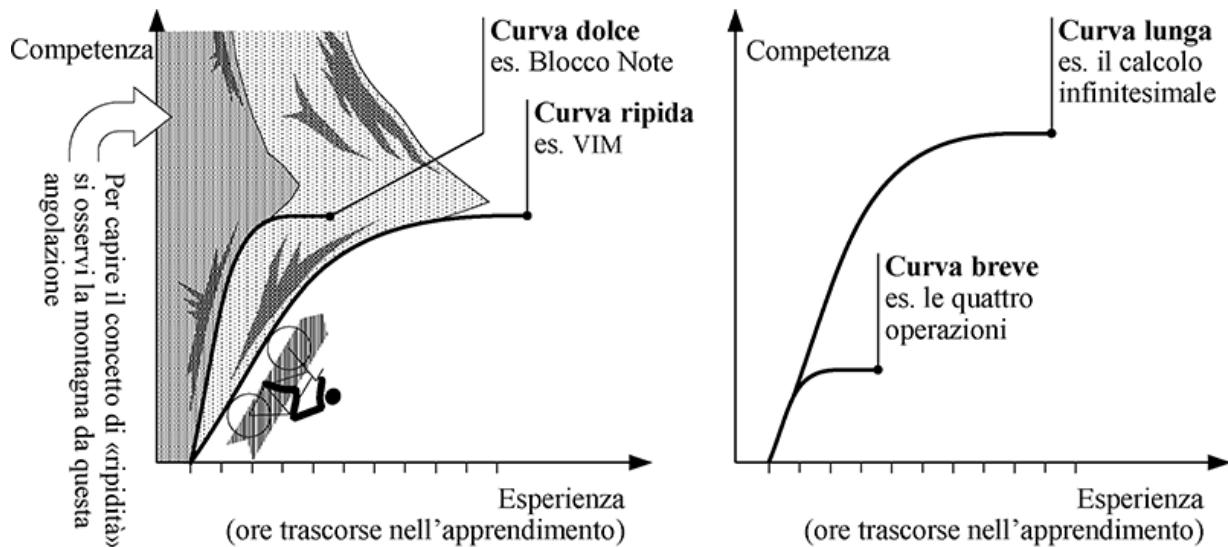


Figura 9. Curva di apprendimento ripida, dolce, breve, lunga.

3.2. Effetto spaziatura

Pratica concentrata e pratica distribuita

È giunto il momento d'introdurre quella che è forse la legge più universale, più robusta e più inossidabile di cui la moderna psicologia abbia contezza. Il suo nome è effetto spaziatura (*spacing effect*), e fornisce una risposta definitiva alla seguente *vexata quaestio*. Immaginate di dover memorizzare un certo contenuto, per esempio una poesia, e avete a disposizione un determinato budget di tempo totale, poniamo pari a un'ora esatta. Siete chiamati a scegliere fra due filosofie contrapposte:

- da un lato vi è lo studio concentrato (*massed practice*, o anche *crammed practice*), che consiste nello spendere l'intero vostro budget «in un sol boccone», trascorrendo un'ora filata, tutta d'un pezzo, a memorizzare e ripetere tante volte la vostra poesia;
- sul pulpito opposto vi è la sua nemici, la pratica distribuita (*distributed practice*), che vi propone di spezzettare il vostro budget di tempo in molteplici sessioni separate, per esempio ripartendo la vostra ora in giornate differenti, in sei slot da dieci minuti ciascuno.

Di primo acchito, carissimi amici, quale scegliereste?

Effetto spaziatura

La risposta è che... dipende! Dipende da quando avete la necessità di ricordare a memoria la poesia, in termini più terra terra, da quand'è l'esame... Se il vostro obiettivo è unicamente far contento il professore che v'interrogherà fra poche ore, e poi dimenticare la poesia per sempre e tanti saluti, la strategia d'«inghiottirla» tutta senza nemmeno digerirla appena prima dell'interrogazione si rivela la migliore, in virtù del nostro caro amico effetto *recency* (sezione 2.2). Ma è un caso «patologico». In tutte le circostanze d'interesse pratico in cui l'informazione debba essere tenuta a mente nel lungo termine – diciamo, in modo del tutto spannometrico, per più di ventiquattr'ore – le cose sono alquanto diverse. Si dimostra, sempre e comunque, qualunque sia l'argomento, tanto nell'uomo quanto in ogni modello animale, tanto nei giovani virgulti quanto negli adulti e negli anziani, dai mari alle montagne, nei secoli dei secoli... che la strategia distribuita si rivela sempre la più efficace. È la stupefacente generalità di questo principio, denominato effetto spaziatura, che eccita tanto gli psicologi: la pratica distribuita si rivela più efficace pressoché in ogni contesto concepibile. Un'altra peculiarità sbalorditiva di questo effetto è l'osservazione che gli studenti – e molto spesso anche gli stessi insegnanti –, quando sono chiamati a scegliere nella vita reale fra questi due approcci contrapposti, optano quasi sempre per quello concentrato,²⁴ ammaliati dalle lusinghe di un'eccellente performance sul brevissimo termine. Sono ignari di essere ingannati! Sul lungo termine, spezzettare lo studio in molteplici sessioni spalmate su un ampio calendario paga sempre. Talora in misura veramente prodigiosa.

Basi neuroscientifiche

Forti di quanto avete appreso nella sezione 2.3, cari amici, non faticherete a giustificare dal punto di vista neuroscientifico questo fenomeno. Ricorderete che la memoria a lungo termine viene consolidata nei momenti morti successivi alla nostra esposizione a una certa informazione: ogni volta che ci esponiamo nuovamente, dopo un certo tempo, alla medesima informazione, il consolidamento riprende. Distribuendo la memorizzazione su un calendario esteso, concediamo al cervello un maggior numero di occasioni per digerire le informazioni, imbastire nuove connessioni, trovare

somiglianze o differenze secondo il nostro ben noto paradigma relazionale (sezione 2.4). Al tempo stesso, la separazione delle sessioni di ripasso offre la possibilità di riempire quei vuoti di memoria imprevedibili, che sempre si formano stocasticamente quando memorizziamo un certo contenuto. Del tipo, alla seconda sessione dopo una settimana, voi potrete controllare quali informazioni sono state «salvate» efficacemente nella memoria a lungo termine dalla prima passata di studio, e quali invece mancano ancora all'appello: a quel punto potrete concentrare tutta la vostra attenzione proprio su queste ultime. La stessa cosa farete alla terza sessione, e via dicendo. Questo incedere per tentativi ed errori – questi ultimi intesi come vuoti di memoria – abbraccia la natura stocastica della memoria. Viceversa, l'approccio ammassato ci costringe a ingurgitare senza tante ceremonie un mattone intero di materiale, e oltretutto rischia di saturare la nostra esigua memoria di lavoro – condizione nota come sovraccarico cognitivo – rendendo l'esperienza di studio francamente stancante e frustrante. Anche no, grazie.

Evidenze sperimentali

La ferrea universalità dell'effetto spaziatura è il risultato di un numero sterminato di studi sperimentali, la cui struttura è pressoché stereotipata. Immaginate di avere a vostra disposizione un gruppo di studenti, ai quali richiedete di apprendere un determinato materiale in almeno due sessioni di studio (chiamiamole s_1 ed s_2), separate da un certo intervallo di separazione (*spacing gap*). La pratica concentrata sarà banalmente quel caso particolare in cui l'intervallo di separazione è pari a zero, vi torna? Viceversa, nella pratica distribuita l'intervallo di separazione potrà variare da secondi a settimane in base all'esperimento, ma in ogni caso sarà maggiore di zero. Una volta terminata l'ultima seduta di studio, attenderete un secondo intervallo di tempo denominato ritardo d'esame (*test delay*), dopodiché sottoporrete i partecipanti a una prova che verifica quanta parte dell'informazione è stata ritenuta con successo.

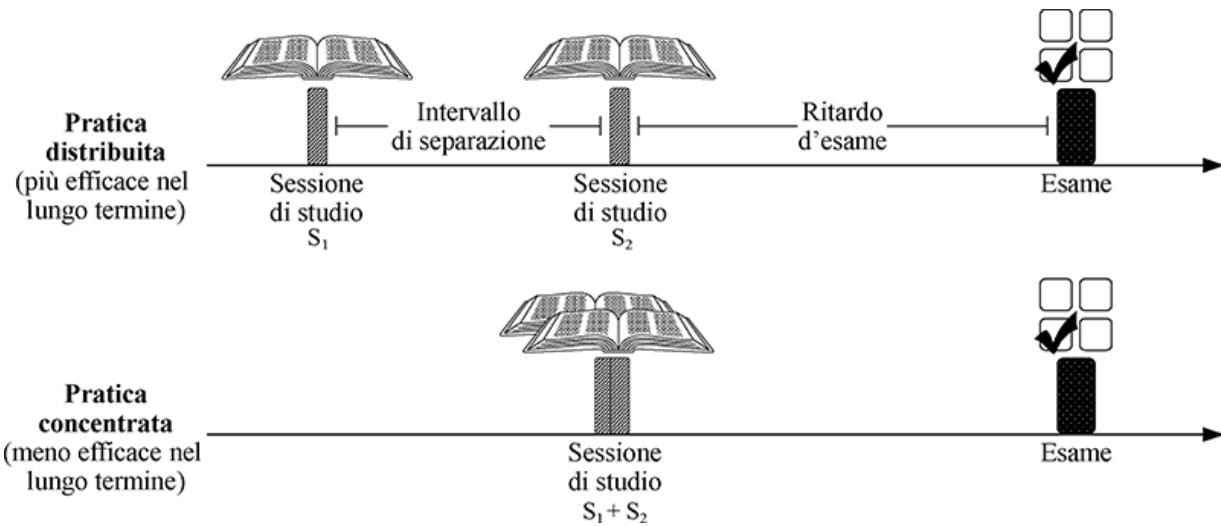


Figura 10. Effetto spaziatura.

Quello che c’interessa è il grafico del «voto medio» ottenuto dai partecipanti, in funzione dell’intervallo di separazione fra le sessioni di studio. Fatti salvi i casi «patologici» in cui i partecipanti vengono interrogati immediatamente dopo le sedute di studio (ritardo d’esame molto piccolo), in tutti gli altri casi, d’interesse pratico, si evidenzia che avere un intervallo di separazione non-nullo è sempre, sempre e ancora sempre conveniente.²⁵

Durata ottimale dell’intervallo di separazione

Ci resta soltanto da capire, all’atto pratico, quale sia la durata ottimale per questo intervallo di separazione. Da quanto conoscete sull’effetto spaziatura, potete intuire che la risposta è diretta funzione di un’altra domanda: per quanto tempo volete conservare in memoria quelle informazioni? Più l’intervallo di separazione è basso, più la performance di memoria somiglierà a quella della pratica concentrata, condensando il massimo risultato esclusivamente sul breve termine, e lasciandolo decadere sul lungo termine.²⁶ Dal canto opposto, se l’intervallo di separazione è follemente lungo, specialmente nelle primissime sessioni di studio avverrà un fenomeno spiacevole: entro il giorno in cui inizieremo la seconda seduta di studio, avremo già dimenticato in blocco quanto avevamo appreso nella

prima seduta e dovremo ricominciare pressoché da zero. La soluzione ottimale è un compromesso fra queste due tendenze. I risultati sperimentali ci dicono che, in primisima approssimazione, la migliore performance si ottiene selezionando un tempo di separazione pari al 10-20% della durata totale in cui desideriamo «avere in testa» l'informazione in questione.²⁷ In pratica, se desideriamo che perduri intatta per 10 giorni, allora il tempo di separazione ottimale è dell'ordine di 1-2 giorni. Viceversa, se il nostro desiderio è ricordare le informazioni per lunghi intervalli di tempo, per esempio per tutta la vita, l'unica strada percorribile – volenti o nolenti – è utilizzare tempi di separazione molto lunghi, dell'ordine di mesi se non addirittura di anni. Lascerò ai posteri l'onore e l'onere di commentare quanto queste evidenze neuroscientifiche si discostino dai programmi di studio delle nostre scuole, nei quali un argomento viene trattato in classe nell'arco, bene che vada, di qualche settimana, e mai più ripreso, in sempiterno oblio.

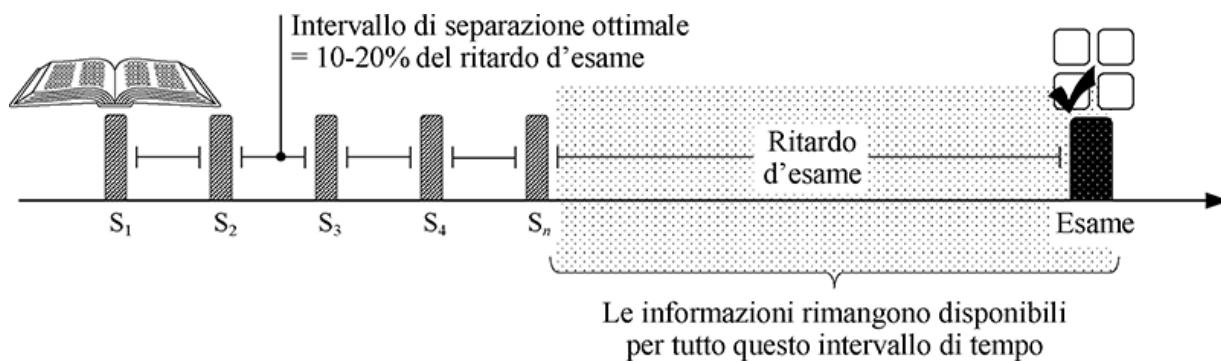


Figura 11. Intervallo di separazione ottimale.

3.3. Effetto interlacciamento

Pratica di blocco e pratica interlacciata

Il «fratello minore» dell'effetto spaziatura, d'inferiore generalità e robustezza ma comunque degno di menzione, è l'effetto interlacciamento (*interleaving effect*). Sovente indicato – a torto – come un corollario dell'effetto spaziatura, in verità è un fenomeno a sé stante. Anche l'effetto interlacciamento confronta due diverse dottrine di organizzazione dello studio, rispondendo però a una *vexata quaestio* leggermente diversa.

Immaginate di studiare un certo insieme di argomenti, per esempio storia antica, medievale e moderna. Avete a disposizione un certo budget di tempo rigidamente prefissato, poniamo, di tre ore al giorno per tre mesi. Ancora una volta, due filosofie sono possibili:

- la prima opzione è la pratica di blocco (*blocked practice*), che consiste nel dedicarvi agli argomenti in una successione di moduli separati: nel primo mese studiate solo storia antica, nel mese successivo solo storia medievale, e nel terzo mese solo storia moderna;
- la controparte è la pratica interlacciata (*interleaved practice*), che prescrive di spezzettare i vari argomenti per mescolarli fra loro: per esempio studiando ogni giorno un'ora di storia antica, un'ora di storia medievale, un'ora di storia moderna, per tutti e tre i mesi.

A pelle, quale di queste vi andrebbe più a genio?

Effetto interlacciamento

La risposta è che in quasi tutti i casi (ma non proprio tutti...) la pratica interlacciata offre risultati migliori. Direte voi, bella scoperta, lo sapevamo già! L'atto di effettuare soltanto un'ora al giorno di ciascuna branca della storia distribuisce su un calendario più espanso lo studio di ciascuna di esse, portando a casa tutti i succulenti benefici dell'effetto spaziatura di cui abbiamo discorso poc'anzi. E avreste ragione, ma c'è di più! Il punto è che l'effetto spaziatura riesce a spiegare soltanto una parte dei benefici prodotti dalla pratica interlacciata. Del tipo:

- lo studente A adopera la pratica interlacciata sopra descritta (un'ora di storia antica, un'ora di medievale, un'ora di moderna, per tre mesi);
- lo studente B si limita invece a studiare unicamente storia antica, un'ora al giorno per tre mesi (senza studiare affatto medievale e moderna).

Ebbene, lo studente A dimostrerà una performance migliore. Deve dunque esistere un beneficio specifico prodotto dal mescolare insieme lo

studio di varie materie, dovuto alla possibilità di creare nuovi collegamenti logici fra di esse.

Questo interessante fenomeno prende il nome di effetto interlacciamento o interfoliazione (*interleaving effect*), ed è alla base del *beautiful mindset* multidisciplinare che tratteremo quale ultimo argomento del libro (capitolo 26).

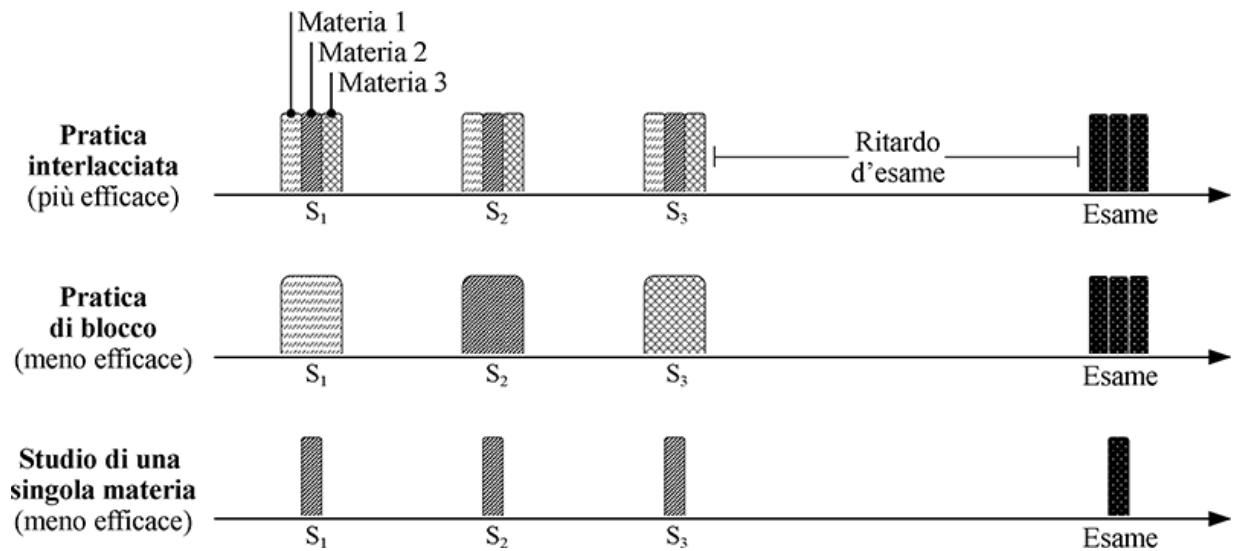


Figura 12. Effetto interlacciamento.

Evidenze sperimentali

Anche l'effetto interlacciamento è supportato da un esteso corpus di sperimentazioni. Per esempio, immaginate di chiedere alla vostra classe di studenti d'imparare ad abbattere alcuni bersagli con una pallina da tennis, secondo tre diverse sequenze ordinate. Dividete i ragazzi in due gruppi:

- il primo gruppo (pratica di blocco) avrà diritto a 18 prove d'allenamento sulla prima sequenza, seguite da 18 prove sulla seconda, e infine altre 18 sulla terza, per un totale di 54 allenamenti;
- il secondo gruppo (pratica interlacciata) avrà diritto anch'esso a 18, più 18, più 18 prove nelle varie sequenze, ma stavolta in ordine randomizzato.

Lì per lì, durante l’allenamento, il primo gruppo darà risultati migliori, come se imparasse più in fretta della controparte. Ma quando, dieci giorni dopo gli allenamenti, ripeterete l’esame, osserverete un fenomeno interessante. Se la prova di verifica avviene a blocchi (cioè testando la sequenza 1, poi la 2, poi la 3), allora le due coorti mostrano risultati molto simili. Se invece la prova di verifica avviene in ordine sparso, il gruppo allenato in modalità interlacciata supera abbondantemente la performance di quello allenato a blocchi.²⁸ Capite bene che quest’ultimo tipo di verifica simula molto più adeguatamente le circostanze della vita reale, in cui è necessario potere attingere al «database» della nostra cultura secondo un ordine imprevedibile, randomico. Pensate al caso di un medico: all’università potrà anche studiare le diverse specialità cliniche in esami separati, ma quando si troverà davanti al paziente dovrà mettere insieme all’istante le conoscenze apprese da ciascuno di questi grandi contenitori di conoscenza. Studiare in modalità interlacciata, anziché a blocchi, allena specificamente questa competenza fondamentale.

Eccezioni

D’altra parte, come accennavamo all’inizio, è pur vero che l’effetto interlacciamento presenta un dominio di applicabilità meno generale rispetto al suo fratello maggiore, l’effetto spaziatura. In alcuni specifici contesti la pratica a blocchi si dimostra superiore: il più degno di nota è il caso in cui la materia in oggetto sia caratterizzata da un elevato grado di difficoltà. In questa specifica circostanza, concentrarsi unicamente su un argomento per volta garantisce un più profondo grado di comprensione,²⁹ ma è un caso eccezionale. E con questo chiudiamo la nostra trattazione della più sottovalutata branca dell’ingegneria, e ci diamo appuntamento al prossimo capitolo, ove questi teoremi si reincarnaeranno nell’impalcatura concreta del nostro metodo di studio.

Come strutturare lo studio?

Introduzione

Affezionati lettori, a questo punto siete ferratissimi ingegneri dello studio. È giunto il momento di applicare i nostri teoremi per costruire il palinsesto generale, l'eoscheletro del metodo che adopereremo per l'intero libro. Questo breve capitolo rappresenterà una sorta di indice, una sovrastruttura del nostro studio, e nei restanti capitoli non dovremo fare altro che riempire di contenuto – e di adeguata giustificazione neuroscientifica – ciascuna casella lasciata vuota. Apprestiamoci dunque a posare la prima pietra della nostra cattedrale.

Metacognizione

Prima di procedere, vi starete chiedendo se questo sforzo di pianificare lo studio conduca realmente a risultati concreti. Alcuni di voi potrebbero sentire puzza di voli pindarici, temere che questa intera trattazione possa rivelarsi – per usare i giusti tecnicismi filosofici di Kant e Schopenhauer – una grande pippa mentale. Sorrido, mi torna in mente quella volta che un mio compagno di università un po' pazzerello si mise in testa che avrebbe imparato a suonare il pianoforte senza mai toccare un pianoforte, creando il primo (e unico) corso di «pianoforte teorico» che l'umanità ricordi. Se avete percepito questo legittimo timore, posso rassicurarvi che siete in errore. Non sono io a dirlo, bensì le evidenze sperimentali. L'atto di programmare consapevolmente la struttura dello studio e il monitoraggio attento della propria performance appartengono all'abilità che gli psicologi definiscono metacognizione. La metacognizione, lo dice il nome stesso, è ogni volta che riflettiamo sul nostro riflettere, ci fermiamo a pensare a come stiamo pensando, o in questo caso a quanto sia efficace la nostra tecnica di

apprendimento. Le evidenze dimostrano che, fra gli studenti delle nostre scuole e università, le capacità metacognitive sono incredibilmente carenti.³⁰ Lo studente medio è straordinariamente incompetente nel programmare e monitorare la propria performance di studio, e le scarse capacità metacognitive sono il motivo per cui tanto frequentemente si sentono racconti di delusione studentesca, della classica guisa per cui «mi sono applicato tanto e non capisco il motivo di questo voto basso». Ma le stesse evidenze dimostrano anche che l'abilità metacognitiva può essere appresa, e si associa con forza robustissima al successo nello studio.³¹ Coloro che riescono in questo esercizio di automonitoraggio vengono definiti studenti autoregolati (*self-regulated learners*), e nella grande maggioranza dei casi entreranno in un circolo virtuoso di soddisfazione intellettuale, che li automotiva e li porta a continuare ad accrescere il proprio bagaglio di competenze e di cultura per tutta la vita.³² Siate dunque ottimisti, amici, perché le implicazioni concrete sulla vostra vita di quanto stiamo per dire sono oltremodo macroscopiche!

4.1. Come pianificare il proprio studio?

Struttura generale

Vi sia da monito la massima di Benjamin Franklin: *if you fail to plan, you plan to fail*. Procedo dunque all'esposizione del mio metodo «standard». Alla luce dell'architettura a due stadi della memoria (sezione 2.3) e dell'effetto spaziatura (sezione 3.2), l'elemento nucleare del metodo sarà inevitabilmente la sua articolazione in successivi cicli di esposizione al medesimo materiale. Li chiameremo con il termine di «passate», in un'ottica – per ora – di massima generalità:

- P_1 La prima passata sarà profondamente diversa dalle altre, giacché sarà votata eminentemente alla comprensione del materiale, e non alla sua memorizzazione. In linea di massima potrà avvenire – a vostra scelta – sotto forma di lettura da una fonte scritta (capitolo 5) oppure prendendo appunti in diretta da un ciclo di lezioni frontali (capitolo 6);
- P_C Per gli studenti particolarmente esperti e creativi, il momento al termine della prima passata si presta a introdurre una passata

«creativa», chiamiamola così. Se intendete realizzare materiali di studio scritti di vostro pugno (capitolo 10), o se è vostra intenzione mettere in campo delle specifiche mnemotecniche (capitoli 14-19), questo è il momento ideale per fare entrambe le cose;

- P₂ Con la seconda passata ha inizio il vostro ciclo di ripassi (capitolo 8), nel quale ripeterete i materiali di studio da voi percorsi nello step 1, o scritti di vostro pugno nello step creativo. Questa fase di ripetizioni deve caratterizzarsi per uno *shift* verso tecniche di ordine più alto lungo il gradiente del nostro teorema fondamentale del metodo di studio, che conosciamo dal capitolo 1. In altre parole, dovete assicurarvi che le vostre ripetizioni abbiano un carattere spiccatamente attivo o interattivo. Evitate come la peste tecniche passive quali la semplice rilettura o il riascolto! Qualora abbiate realizzato materiali autografi di natura interattiva come il metodo dell'autotest (sezione 10.2) o il metodo delle carte (sezione 10.3), ogni ciclo di ripasso dovrà naturalmente includere almeno un'esecuzione di essi. Fate particolare attenzione alla seconda passata, giacché è quella in cui più frequentemente si manifesta il plateau dello scoraggiamento: state pronti a riconoscerlo e a proseguire imperterriti, ottimisti della fase di secondo decollo che sta per manifestarsi;
- P₃ Il ciclo di ripassi continua all'insegna di un progressivo, marcato calo nella durata di ciascuna passata, fino al giorno dell'esame. Nel caso di materie dotate di esercizi pratici (capitolo 11), questi andranno iniziati non appena vi sentirete sufficientemente competenti nella teoria per poterli affrontare;
- Infine, i giorni immediatamente precedenti l'esame, e il giorno dell'esame stesso, sarà importante lasciare aperta la possibilità di un ripasso *last minute*, per fissare i dettaglietti più certosini che vi sono sfuggiti, sfruttando i superpoteri propri dell'effetto *recency*. E il gioco è fatto!

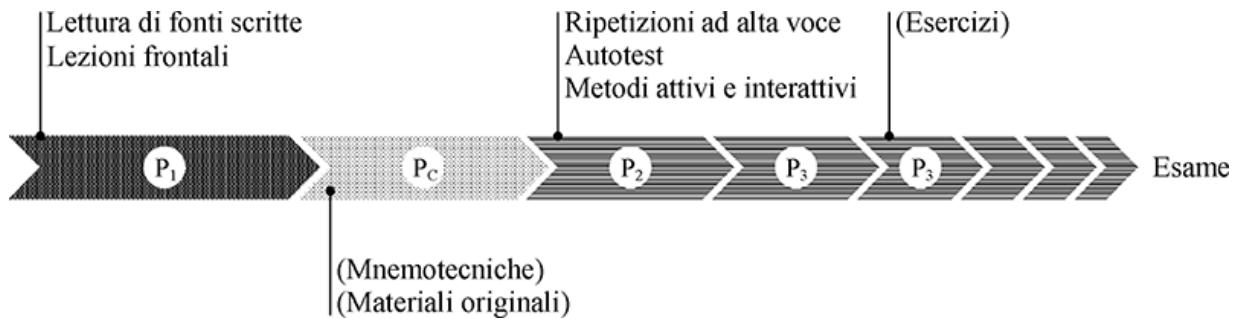


Figura 13. Struttura del metodo di studio.

Applicazione dell'effetto spaziatura

Dall'effetto spaziatura ricordiamo bene quanto sia importante distanziare adeguatamente ciascuna seduta di studio, in questo caso ciascuna passata. Nel caso di materie di grandi dimensioni, come un esame universitario, tipicamente la durata di una singola passata occupa di per sé stessa diversi giorni come minimo. Ne seguirà che la più parte delle volte non sarà affatto necessario pianificare delle pause di spaziatura per ottemperare a tale importante principio: l'effetto spaziatura è intrinseco alla nostra struttura a passate multiple.

Applicazione dell'effetto interlacciamento

Nel caso optiate di frequentare le lezioni frontali di un corso universitario (sezione 6.1), è senza dubbio consigliabile iniziare il ciclo di ripetizioni in anticipo rispetto alla fine del semestre. In questo caso specifico, la durata delle passate iniziali sarà notevolmente breve. Che fare dunque? Ci viene incontro l'altro importante principio dell'ingegneria dello studio, l'effetto interlacciamento, che ci suggerisce saggiamente di parallelizzare gli studi prevedendo ripassi di diverse materie ogni singolo giorno. Ancora più importante sarà cercare di applicare l'effetto interlacciamento in seno a ciascun singolo esame, per esempio rimescolando l'ordine in cui ripassiamo i diversi capitoli all'interno di ciascuna passata. Alcune tecniche di studio che descriveremo, come il metodo dell'autotest (sezione 10.2) o il metodo delle carte (sezione 10.3), si prestano particolarmente a questa esigenza di elasticità.

4.2. Come mettere in atto il proprio piano?

Tre casi «patologici»

Tutto pronto? Ora non ci resta che mettere in atto quanto pianificato. Anche in questo caso, mi permetterò di fornirvi alcuni consigli di respiro generale. Vorrei mettervi in guardia contro alcune pericolosissime «sindromi», come vengono scherzosamente denominate dagli esperti di *management* aziendale, che potrebbero mettere a repentaglio l'esecuzione anche del più perfetto dei programmi. Sarà vostra, lettori cari, la responsabilità di diagnosticare precocemente «segni e sintomi» di queste pericolose affezioni, e di «curarle» in modo tempestivo.

La sindrome dello studente

Se vi venisse annunciato oggi che entro due settimane dovete eseguire un compito sgradevole – o in ogni caso stancante e stressante –, siate onesti, quando lo eseguireste? Checché ne dicate a parole, la verità è che la più parte degli esseri umani nemmeno lo inizierebbe nei primi giorni, tanto c'è tempo... A metà del periodo assegnato potreste iniziare fiaccamente a dedicarvi, naturalmente dando priorità alle mansioni più entusiasmanti e interessanti; del resto fa lo stesso, no? Per le parti più seccanti aspettereste gli ultimi giorni, ovvio, e in men che non si dica vi ritrovereste con l'acqua alla gola per rispettare la *deadline*... Suona familiare? Questa «vocina» suadente, questo diavoletto all'interno di ognuno di noi che c'invita a procrastinare le rotture di scatole, è particolarmente manifesto nel caso degli studenti, al punto che i *project manager* si riferiscono a questo fenomeno come alla «sindrome dello studente», nome coniato dal businessman israeliano Eliyahu Moshe Goldratt nel romanzo *Critical Chain*. Evidentemente la soluzione non può essere che la motivazione (capitolo 13), ossia acquisire al più presto la sacrosanta mentalità per cui lo studio non è affatto una rottura di scatole, ma un vostro bisogno essenziale, uno sforzo che portate avanti unicamente per voi, perché non vi va di rimanere ignoranti. In secondo luogo, dovete accorgervi di quando state procrastinando un'incombenza per mera pigrizia. Dovete fare il patto con voi stessi di rispettare la quantità d'impegno giornaliero che vi siete

prefissati, e mai e poi mai andare a letto senza avere completato il vostro obiettivo per la giornata.

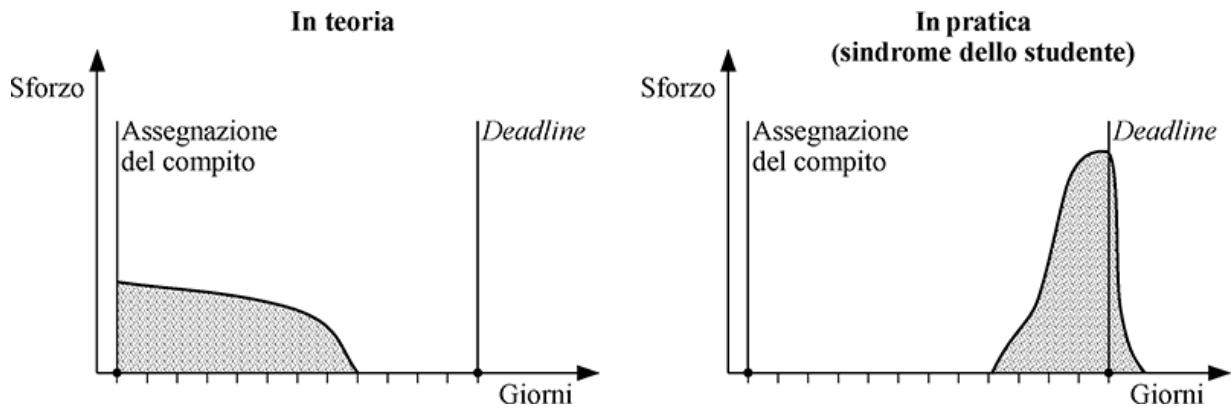


Figura 14. Sindrome dello studente.

La sindrome del timer

Un altro quadro clinico prototipico è composto da quegli studenti che si accaniscono a quantificare il numero di ore trascorse nello studio, come se l'apprendimento potesse essere misurato a cottimo. Il nome (di fantasia) con cui mi piace riferirmi a questa pericolosa patologia è «sindrome del timer». A titolo personale vi confiderò che, quando portai a compimento il progetto dei cinque percorsi universitari paralleli, uno degli interrogativi che mi venivano posti più frequentemente era su quante ore studiassi al giorno. Questo è uno di quelli che i matematici definiscono un «quesito malposto». Uno studente, o uno studioso, non si mette certo a contare quante ore si ritrova chinato sui libri, quasi per il compiacimento masochistico dell'essere rimasto per dieci, venti o trenta ore a patire una tortura atroce, autoinflitta. Il suo problema è l'esatto opposto: non avere abbastanza tempo per trarre tutto ciò che vorrebbe da quella specifica materia, ed essere obbligato a «fare economia» nel proprio budget di studio. Quando entrate in questo circolo virtuoso, tenderete spontaneamente a riempire l'intera giornata di studio o di attività a esso connesse, senza sentire per questo alcuna sequela straziante. Il mio consiglio (capitolo 14) è di abbandonare per sempre in soffitta orologi, timer, sveglie e altre simili diavolerie. Parliamo di studio, un'attività meravigliosa, non di una tortura, per la miseria! Per lo stesso motivo, bando anche alla tecnica del

pomodoro,³³ quella famosa metodica che prescrive di sminuzzare il vostro studio in cicli di 25 minuti di concentrazione, alternati a 5 minuti di pausa, a colpi di timer da cucina. Roba da matti: voi dovete lasciarvi rapire dalla passione per la vostra materia ed effettuare le pause quando la saturazione cognitiva del vostro cervello ve lo comanda, non certo quando lo dice uno stupido timer. Lo studio non si misura timbrando il cartellino, e 10 minuti di uno studente motivato possono dare risultati più significativi rispetto a 3 ore di uno studente svogliato, che «legge» con un occhio sul libro e uno sul cellulare aspettando insofferente lo squillo del «pomodoro».

La sindrome del 99%

Infine, l'ultimo fenotipo patologico che si aggira fra gli studenti, benché molto più raro, è composto da quei ragazzi insicuri che, per la propria inclinazione caratteriale – ma più tipicamente perché vittime di eccessiva pressione psicologica dalla famiglia –, nutrono una paura viscerale dell'esame. Costoro entrano in un vortice di tensione esamofobica (capitolo 23) per cui non sono mai pronti a iscriversi all'appello, e rimandano perennemente il momento dell'esame gonfiando *ad libitum* il budget di tempo associato a quella materia. Un simile fenomeno è noto ai manager aziendali come la «sindrome del 99%», in riferimento a quei progetti che avanzano linearmente fino a sfiorare il completamento, per poi rimanere immobilizzati al 99% per un tempo irragionevole. Per quanto la materia vi sembri ostica, dovete entrare nell'ottica che presto o tardi dovrete staccare la spina e dare l'esame. Non potete cedere a un perfezionismo esasperato, né avrete mai la sicurezza di ottenere il voto sperato: credetemi, il fattore C... e la sua controparte s... sono sempre in agguato.

Il mio metodo

In questo capitolo ho cercato di fornirvi lo schema generale del metodo di studio, che non soltanto ho personalmente sviluppato, perfezionato e adoperato per tutta la durata dei miei studi, ma che incidentalmente rappresenta, in prima approssimazione, un'intelaiatura metodologica applicata da quasi tutti i numerosi studenti da record che nell'arco dei miei anni universitari ho avuto l'onore di conoscere, tanto nelle scuole d'eccellenza nazionali di Pisa quanto negli atenei di

Harvard e Cambridge, che ho avuto l'onore di frequentare. Credo fermamente nella validità e nell'universale applicabilità del presente metodo, e sarà mio onore e onere, nel resto del libro, fornirvi un bagaglio metodologico dettagliato affinché possiate applicare efficacemente tutte le metodologie di cui questo metodo si compone. *Stay tuned!*

Introduzione

Se avessimo chiesto a uno studioso d'altri tempi quali specifiche occupazioni costellassero la propria attività intellettuale – il proverbiale studio *matto e desperatissimo* –, la lista sarebbe stata assai breve. La triste verità è che, fino al secolo scorso, lettura (eventualmente ripetuta) e studio potevano dirsi pressoché sinonimi. Ma noi siamo figli di Galileo, non di Leopardi. Ci abbeveriamo alla fonte dell'evidenza scientifica, anziché della cieca tradizione. Alla luce delle odierne neuroscienze (capitolo 1), sappiamo bene come il numero di riletture passive di uno stesso materiale apporti un contributo esiguo alla memorizzazione, talora perfino nullo sul lungo termine! Ne segue che, in ogni metodo di studio che si rispetti, una semplice lettura potrà rappresentare, al massimo, la prima passata. Questo non significa affatto che la lettura sia una fase scarsamente importante e delicata, tutt'altro! È il momento in cui per la prima volta ci esponiamo a un materiale e avviene il nostro imprinting su di esso. Cari amici, mettetevi comodi sulla vostra poltrona, perché in questo capitolo esclusivamente pratico ci dilerremo in un galateo, in un'etichetta della *best practice* per rendere la prima lettura quanto più interattiva, produttiva ed efficace possibile. Il menu prevede un'*entrée* di attitudine psicologica, un primo piatto sul dove, un secondo piatto sulle fonti, un contorno a base di tecniche di lettura, e come dolce un metodo operativo per sottolineare ed evidenziare. *Bon appétit!*

5.1. A cosa pensare mentre si legge?

Attitudine psicologica

Partiamo dalle raffinatezze della disposizione mentale. È universalmente consigliato di mantenere un atteggiamento ottimista e propositivo, del tipo «certo che mi ricorderò quest’informazione!». Al contempo, la memoria viene facilitata ogni volta che instauriamo un legame affettivo con il materiale: un classico trucco consiste nel formulare giudizi soggettivi, o meglio emotivi, sulle nozioni che leggiamo.³⁴ Simpatia o antipatia, accordo o dissenso, piacevolezza o sgradevolezza, ma anche – ben più prosaicamente – quale fra diversi personaggi storici *followeremmo* sui social. Sentite questo aneddoto: si racconta che il neuroscienziato Stephen Chew inizi le proprie lezioni con un divertente esperimento. Consegnava agli studenti in aula un foglio con una ventina di parole; a metà di loro domanda di contare il numero di «G» e di «E» presenti, all’altra metà chiede di giudicare mentalmente la piacevolezza di ciascun oggetto della lista, e così facendo cucire un legame emotionale con i diversi elementi. Risultato: questo secondo gruppo memorizza fino all’80% in più di parole.³⁵ Il tutto, incredibilmente, per il banalissimo accorgimento di fermarci due secondi a riflettere su quali parole si meriterebbero il nostro *like*...

Pregi e... pregi dell’autoesplicazione

Fra i molteplici atteggiamenti mentali utili a memorizzare durante la lettura, uno è il campione dei pesi massimi indiscusso: l’autoesplicazione (*self-explanation*),³⁶ parolone che in buona sostanza significa – perdonate la banalizzazione – «fatti una domanda e datti una risposta». Una sorta di maieutica socratica, ma autoinflitta da capo a coda. Vi sembra una tortura? Può darsi, ma i risultati sono stupefacenti. Fermarsi periodicamente ad autointerrogarsi migliora in modo radicale la performance mnemonica tanto nel breve quanto nel lungo termine, a patto che le domande siano di natura concettuale e richiedano d’integrare «creativamente» informazioni prese da almeno due porzioni distinte del testo. L’avete notato, eh? Dal rango più basso del teorema fondamentale (capitolo 1) abbiamo infilato un timido zampino verso lo scalino più alto, quello creativo. All’utilità puramente mnemonica si affianca altresì un ricco corredo di benefici addizionali. L’autoesplicazione ci offre la possibilità d’inferire e dipanare le implicazioni «lasciate intendere» implicitamente al lettore attento e riflessivo. Obbliga a venire al pettine ogni nostro errore di lettura o di

comprendere: ce ne accorgiamo immediatamente non appena notiamo contraddizioni logiche nelle nostre autorisposte! Infine, ci costringe a ripassare non soltanto il materiale oggetto dello studio, ma anche il nostro substrato di conoscenza pregressa su cui esso si fonda. Non vi stupirà sapere che l'autoesplicazione risulta la tecnica di lettura spontanea di una piccola percentuale di studenti: specificamente, quelli dai risultati accademici eccellenti. Poco male, perché si dimostra che sortisce i medesimi benefici anche in coloro che l'applichino artificialmente, dietro suggerimento esterno.³⁷

Il mio metodo

Personalmente sono un fedele seguace «spontaneo» dell'autoesplicazione, a livelli oserei dire caricaturali. Soprattutto negli esami densi di matematiche complesse, il mio incedere nella lettura è sempre stato certosino, tempestato da domande e da confronti fra quanto stavo leggendo e le mie nozioni pregresse, al punto da diventare proverbiale nella cerchia dei miei amici più cari. Essi mi sbieffeggiavano – meritatamente, non lo nego... – per la mia meticolosità, e non posso dare loro torto, quando rimanevo un'ora su una pagina traboccante della matematica più densa per assicurarmi di aver compreso totalmente ogni possibile minuzia e implicazione di quella e di quell'altra formula o dimostrazione. Giulio, managgia a te, ancora qua siamo! D'altra parte, questo procedimento d'interrogatorio parossistico, per il quale non si gira pagina finché il filo logico non è stato pienamente afferrato, permetteva alle mie *celluline grigie* di notare le implicazioni più nascoste, o gli errori più subdoli e inaspettati nel materiale di studio, che ai miei compagni sfuggivano! Che dire, papà Socrate docet.

5.2. Dove leggere?

In una stanza

Il nostro codice delle buone maniere prosegue occupandosi di come l'ambiente possa conciliare la nostra lettura. Punto primo: il silenzio. Ammetto che ho sempre nutrito un'intima predilezione per la lettura notturna. L'atmosfera della notte gode di una sua magia, un'aria rarefatta e

cristallina, in cui tutto tace, al mondo esistete solo voi e il vostro fido libro. Punto secondo: l'affaticamento. Per combatterlo dovrete munirvi di una seduta comoda: da studente la poltrona reclinabile della mia stanza in collegio era diventata leggenda, e lo schienale inclinato a metà fra seduta verticale e la modalità *flat* consentiva di rendere rilassanti anche 3-4 ore continuative di lettura. Punto terzo: attenzione al vestiario, lasso al punto giusto onde minimizzare la sensazione di costrizione.

Leggere insieme ad altri

Infine resta da affrontare il più atavico interrogativo esistenziale studentesco, la domanda delle domande... aula studio vs cameretta. Se chiederete pareri in proposito a un gruppo qualsiasi di studenti, anche dei più performanti, ognuno esprimerà una preferenza molto netta per l'una o per l'altra opzione, riflettendo una notevole soggettività nella scelta. A questa certamente si aggiunge il fatto che, con l'abitudine, il cervello instaura un'associazione fra il nostro ambiente d'elezione e lo stato mentale connesso all'apprendimento (sezione 7.4). In ogni caso – permettetemi di fare il guastafeste – è essenziale che non scegliate l'aula studio per andare alla ricerca di distrazioni frequenti che vi allontanino dal vostro focus, quali la periodica «irrinunciabile» seduta di chiacchiere. La vostra mente dovrà essere assorbita in misura totale dall'oggetto della lettura, che siate soli o meno.

Qualità dell'aria

A dirla tutta, una risposta oggettiva a quest'annosa questione deriva ancora una volta dalle neuroscienze, che c'insegnano a temere in linea di massima gli ambienti chiusi e affollati come biblioteche e aule studio, per un problema di assoluta importanza: la qualità dell'aria. Sono due i parametri dell'aria in grado di condizionare la nostra performance cognitiva: quanto sia ricca di ossigeno, e quanto sia povera di CO₂. L'ossigeno dipende essenzialmente dalla vicinanza alle piante, parametro che correla in maniera dimostrabile con una marcata azione di potenziamento delle nostre performance cognitive e attentive. D'altro canto, la CO₂ viene influenzata largamente dall'affollamento della stanza e dalla sua aerazione.

Concediamoci una rapida carrellata sui diversi intervalli di concentrazione di CO₂, comunemente espressi in termini di ppm, parti per milione, in pratica quante molecole di CO₂ per ogni milione di molecole che compongono l'aria.

Concentrazione	Esempi
400 ppm	Background ambientale all'aperto
500 ppm	Background ambientale in un centro città
600 ppm	Ufficio singolo
800 ppm	Ambiente affollato con sistema di aerazione ottimale Camera da letto con buona aerazione dopo una nottata di sonno
1000-3000 ppm	Ambiente affollato tipico, quale un'aula scolastica o una sala riunioni Camera da letto senza aerazione dopo una nottata di sonno
4000 ppm	Automobile con un solo occupante e finestrini chiusi

A meno che il sistema di aerazione non sia a regola d'arte, il tenore di CO₂ in un locale è sensibilmente più alto dei valori di background, e con l'affollamento può raggiungere quote vertiginose, molto superiori a 1000 ppm. A questi livelli, l'impatto sulla nostra performance cognitiva può essere semplicemente catastrofico, specie in materia di *task* complessi quali lo studio. Per esempio, un lavoro del 2002 ha mostrato come nel 21% delle aule scolastiche del Texas le concentrazioni di CO₂ superassero 3000 ppm,³⁸ mica spiccioli! E per la cronaca, numerose pubblicazioni sperimentali hanno ripetutamente confermato che incrementare l'aerazione nelle scuole determina un significativo aumento dei voti degli scolari. Per esempio, uno studio del 2012 ha misurato le performance cognitive in diversi compiti di *decision making* più o meno complessi, in funzione della

concentrazione di CO₂. I risultati sono semplicemente devastanti: a 1000 ppm si attestavano cali di performance dell'11-24% e a 2500 ppm cali del 44-94%. ³⁹ In conclusione, prima di optare ciecamente per l'aula studio, fate una cortesia a voi stessi... controllate l'aerazione!

5.3. Come scegliere le fonti?

Dimensione della fonte

La scelta delle fonti di studio più adeguate è senza dubbio un articolo cruciale della nostra *étiquette* della lettura ai fini di studio. L'approccio che ritengo di massima efficacia consiste nel pianificare con precisione la quantità d'informazioni che desideriamo memorizzare, consona al budget di tempo che intendiamo stanziare; dopodiché cercheremo una o più fonti che siano tarate per quella medesima quantità, onde impararla con la padronanza totale, inclusi i dettagli. È imperativo non cedere il passo alla ὑβρις accollandosi fonti di dimensioni drasticamente più grandi del necessario per puro sfoggio intellettuale. L'eccessiva dimensione verrebbe inevitabilmente compensata da un numero proporzionalmente minore di passate, portando come inevitabile risultato una scarsa ritenzione delle informazioni sul lungo termine.

Complessità della fonte

Un discorso identico è valido circa la complessità delle fonti. Esiste un'intera branca della psicologia che se ne occupa, nota come teoria del carico cognitivo. Ipersemplificando, fonti troppo semplici finiscono per annoiare lo studente, laddove fonti troppo complesse causano un sovraccarico cognitivo. Quando manchiamo delle conoscenze di base date per scontate dal testo, il nostro cervello cerca di «tappare i buchi» inferendo le nozioni dal contesto; tuttavia, se quest'azione si rende necessaria a ogni singolo paragrafo, la memoria di lavoro non riesce a tenere a mente tutte le «toppe» che ha partorito, e questo sovraccarico ci fa perdere il filo. Siamo obbligati a interromperci e a rileggere daccapo, sperando che questa volta le toppe reggano. Anche sotto il profilo della complessità si rende opportuno scegliere una fonte di grado ottimale rispetto al nostro bagaglio di nozioni preesistente, per amplificare il nostro coinvolgimento, il nostro

appagamento e la nostra comprensione. Nel gergo degli psicologi, una fonte del genere viene definita «in risonanza» con noi, in analogia a quando una molla viene sollecitata a una specifica frequenza – la frequenza di risonanza, per l'appunto – presso la quale le sue oscillazioni divengono straordinariamente amplificate.

Materiali di studio contenenti errori

Una nota di colore: potrà sembrare strano, ma è stato osservato che una fonte contenente errori non inficia affatto l'apprendimento, a patto che lo studente s'impegni attivamente nell'autoesplicazione. Immaginate questo esperimento: prendete due gruppi di bambini di quarta e quinta elementare, ai quali somministrate una dispensa sui numeri decimali; ai primi consegnate la dispensa con gli esempi corretti, ai secondi una dispensa i cui esempi sono costellati di sonore castronerie sparse qua e là (non si dica giammai che i neuroscienziati hanno poco senso dell'umorismo). Sorpresa: i bambini del secondo gruppo imparano meglio l'argomento.⁴⁰ Dal canto nostro, possiamo trarre il corollario che perfino lo studio su sbobinature e dispense preparate dagli studenti – notoriamente impestate di abomini accademici delle peggiori specie – può rappresentare una validissima risorsa, fintantoché avremo al nostro fianco la pratica dell'autoesplicazione, paladina fedele che ci difende con tenacia da qualunque sbaglio.

5.4. Quali sono le principali tecniche di lettura?

Tecnica SQ3R

Una trattazione sulla lettura non sarebbe completa se non venissero citate le tecniche di lettura basate sulla metamemoria, vale a dire la metacognizione (capitolo 4) applicata alla memoria. Ne è la principessa la celebre SQ3R, che consiste di cinque fasi:⁴¹

1. *Survey*: diamo una rapida prelettura osservando i titoli, le parole in grassetto, le figure, alla ricerca d'indizi sul significato del testo;
2. *Questions*: formuliamo delle domande alle quali c'immaginiamo che il testo darà risposta;
3. *Read*: leggiamo il testo;

4. *Recall o Recite*: rielaboriamo rapidamente il testo ricapitolandone i punti fondamentali;
5. *Review*: torniamo a leggere il testo per verificare quanto la nostra rielaborazione fosse completa e accurata, e correggiamo mentalmente ogni nostro eventuale errore o incompletezza.

La notevole fortuna della SQ3R l'ha portata nel tempo a gemmare numerose minute varianti, fra le quali la PQ4R (*Preview, Questions, Read, Reflect, Recall/Recite, Review*), la READS (*Review, Examine, Ask, Do it, Summarize*), e svariate altre.

Il mio metodo

Malgrado le tecniche di lettura godano di una validazione sperimentale inossidabile, e vengano regolarmente insegnate in alcuni sistemi scolastici, sono tristemente note per essere applicate nel concreto estremamente di rado a causa del loro massiccio dispendio di tempo. Anzi, vengono spesso erette a simbolo di biasimo dell'insegnamento dei metodi di studio, reo di essere eccessivamente astratto e distante da un'applicabilità effettiva. E certo i detrattori non hanno tutti i torti: è semplice buon senso che una tecnica di lettura, per essere applicabile nella vita di tutti i giorni, deve richiedere tempi dello stesso ordine di grandezza di una lettura semplice. D'altra parte, la porzione qui denominata «3R» costituisce un ingranaggio insostituibile di pressoché ogni metodo di studio esistente. Nel mio personale metodo – e per estensione in questo libro – ci concediamo una modifica all'insegna del pragmatismo: applicheremo le «3R» in differita, dalla seconda passata di studio (capitolo 8) in poi, e non congiuntamente alla prima lettura come prescritto dalla versione ortodossa di queste tecniche. Questa scelta al fine di snellire la prima lettura, affrancandola dai tempi biblici imposti dalla SQ3R e orientandola prioritariamente alla comprensione del materiale più che alla sua memorizzazione.

5.5. Come sottolineare ed evidenziare?

Se sottolineare/evidenziare

La nostra discussione di *bon ton* della lettura termina al cospetto del suo alleato più insigne: sottolineature ed evidenziazioni. Un testo di studio deve essere il nostro fido compagno di battaglia e deve «sporcarsi le mani» tanto quanto noi. Non a caso, è universalmente dimostrato che scrivere annotazioni, tracciare disegnini e sottolineare (o, in misura del tutto equivalente, evidenziare) aiuti a personalizzare l'informazione facilitando tanto la memorizzazione quanto il suo utilizzo in contesti reali (*transfer*). Un piccolo aneddoto: ricordo certi esami dove io e tutti i miei compagni santannini arrivavamo alla fine con libri che cadevano letteralmente a pezzi, e curiosamente... lo stato fisico del libro si dimostrava un eccellente predittore del voto d'esame. Il caso più indimenticabile fu l'esame di Anatomia. Fra gli allievi del Sant'Anna correva la leggenda per cui, se non vi si staccava la copertina del libro – sorte che colpiva un buon 9 su 10 di noi –, voleva dire che non eravate abbastanza preparati. Ricordo un mio caro compagno, appartenente al rimanente 10%, che all'udire la leggenda se la staccò intenzionalmente con un bel colpo secco, davanti ai miei occhi increduli. Ehi, così non vale... In compenso prese 30 e lode.

Quanto sottolineare/evidenziare

Sottolineature ed evidenziazioni sono generalmente ritenute equivalenti in quanto a efficacia, e poste sullo stesso piano. In materia di quantità, il consiglio affermato con forza da pressoché ogni trattato sul metodo di studio invita a sottolineare (o evidenziare) con la massima parsimonia, limitandosi unicamente alle frasi chiave. Diventa inutile sottolineare – afferma la più parte degli autori – se leggere i contenuti sottolineati richiede un tempo simile alla lettura completa; e certamente alcuni esperimenti in cui si limitava la quantità di evidenziazioni a una frase per ogni paragrafo hanno mostrato che la performance di apprendimento migliorava.⁴² D'altro canto, la colpa gravissima di questo consiglio, a mio giudizio, risiede nell'essere tarato verso un apprendimento del significato generale del testo, senza la pretesa di memorizzare chissà quanti dettagli... Ma ricordare bene i dettagli è assolutamente imprescindibile in un contesto pratico di studio, specie se abbiamo scelto un testo di dimensione e complessità «risonante» con il nostro background e il nostro scopo, come prescritto poc'anzi. È da questa consapevolezza che nasce il mio totale dissenso verso una simile

limitazione quantitativa delle sottolineature, e di lì il mio personalissimo metodo che ho il piacere di confidarvi.

Il mio metodo

A mio avviso, in ogni testo di studio possiamo distinguere due tipi di frasi (o loro parti), che potremmo denominare con toni altisonanti come:

1. Informatori: le frasi foriere di nuove informazioni, ivi inclusi tutti i dettagli; in pratica, ogni sintagma che introduce nuovi *bit* d'informazioni, sia pure arbitrariamente fini;
2. Connettori: tutta la fraseologia necessaria a rendere scorrevole e godibile il testo e a rafforzare la sua comprensibilità nell'interesse della leggerezza stilistica; ricadono in questa classe anche tutti gli esempi deducibili dal resto del testo, così come qualunque ripetizione; i contenuti di questa seconda tipologia sono estremamente utili per la prima passata, giacché ne accelerano la comprensione, ma diventano ridondanti da ripetere alle passate successive.

Lo scopo della sottolineatura (o parimenti dell'evidenziazione) diventa estremamente semplice: separare i contenuti del primo tipo da quelli del secondo. Così facendo, isolare il sottoinsieme minimo di testo che sia sufficiente a trasmetterci per intero le informazioni che desideriamo memorizzare, il quale sarà il solo a essere ripassato nelle passate successive alla prima. Tale sottoinsieme è chiaramente variabile da uno studente all'altro in base al proprio personale background: non ha senso che sottolineiamo concetti che conosciamo a menadito dai nostri studi precedenti, giacché ripassarli sarebbe del tutto ridondante. Inoltre va notato come la proporzione fra informatori e connettori sia oltremodo variabile da una fonte all'altra: i connettori, essendo votati alla gradevolezza del testo, sono maggiormente rappresentati nei trattati divulgativi (come questo). Viceversa, i testi di studio specialistici hanno come principale preoccupazione la densità d'informazioni: ne segue che in un libro universitario non è affatto infrequente dovere sottolineare proporzioni elevate di testo, fosse anche l'80% o il 90% – chissenefrega. Anzi, a mio avviso lo stesso atto fisico di sottolineare un'informazione possiede una potentissima valenza psicologica, che concorre inconsciamente ad autoconvincerci della sua importanza. In conclusione, trovo del tutto miope vietarci aprioristicamente di sottolineare un dato, come se esistesse un qualche codice di Hammurabi scolpito

nella pietra a vietarci di sottolineare più del 20% o del 10% del materiale... La sottolineatura deve obbedire a un'esigenza eminentemente pratica, cioè fornire a colpo d'occhio la risposta alla domanda: desidero ripassare questo contenuto? (Per meglio chiarificare questo mio criterio, amici carissimi, mi sono permesso di adoperarlo usando questo stesso paragrafo come cavia.)

Come sottolineare/evidenziare

Infine, per ciò che riguarda lo strumento, vi confesserò di essermi trovato male con matite ed evidenziatori, e di aver prediletto in loro vece i classici pennarelli: a punta fine se scegliamo di sottolineare, o a punta spessa se preferiamo evidenziare, è equivalente. I vantaggi sono innumerevoli. Durata superiore (almeno dalla mia diretta esperienza), una tavolozza di colori pressoché illimitata, e infine non posso esimermi dall'esprimere una certa ripugnanza estetica per i toni eccessivamente squillanti e volgari degli evidenziatori. Il pennarello è una voce gentile che vi sussurra le informazioni con saggezza; l'evidenziatore è un villano prepotente che ve le grida in faccia. Per di più la morfologia a punta, anziché a scalpello, propria dei pennarelli consente di vergare facilmente annotazioni testuali utilizzando il pennarello stesso, senza dovere continuamente *switchare* alla penna o alla matita.

Il mio metodo

La disponibilità di una vasta tavolozza di colori e la possibilità di vergare testo scritto con lo stesso strumento aprono un autentico vaso di Pandora in seno al mio personale metodo di sottolineatura. Non ci limitiamo a selezionare quali frasi andranno ripetute nei cicli di ripasso (capitolo 8), ma ci proponiamo di rendere i ripassi marcatamente più efficienti perfino a parità di contenuto sottolineato. Il problema da affrontare è molto semplice: quando (ri)leggiamo un testo privo di annotazioni, il nostro cervello è tacitamente chiamato a investire abbondanti risorse cognitive per individuare *ex novo* la sua struttura logica. Ma che senso ha ripetere questo processo ogni singola volta che rileggiamo la stessa fonte?

Per velocizzare i ripassi, conviene schematizzare la struttura logica direttamente sul testo nel corso della prima passata.

sintassi dei blocchi

Facciamo così: ricerchiamo nel testo le porzioni di contenuto omogeneo, e sottolineiamole (o evidenziamole) con un medesimo colore; ogni colore rappresenterà un blocco d'informazioni. L'aspetto più importante per ogni blocco sarà definirne il titolo. Due modi sono ammessi: uno consiste nel riquadrare la parola chiave direttamente sul testo, sempre che ve ne sia una; l'altro è banalmente scriverla di nostro pugno utilizzando il medesimo colore di pennarello. Quando ripeteremo ad alta voce il testo, i titoli dei blocchi potranno fungere da «domanda», alla quale dovremo «rispondere» ricordando a memoria il contenuto del relativo blocco. Se i frammenti di un blocco sono sparsi in giro per la pagina - probabile -, oltre a colorarli del medesimo colore possiamo connetterli fra loro tramite frecce, che ne esplicitino meglio l'organizzazione. Due monconi di testo sottolineato possono essere legati insieme da un tratto di penna continuo, a testimoniare che andranno letti in continuum, come un'unica frase. Frecce e connettori possono essere corredati di testo, per esprimere la natura logica del collegamento. Gli elenchi possono essere esplicitati con un tratto verticale da cui fuoriescono delle frecce, ecc. A essere sincero, in materia di frecce e connettori ho sviluppato un intero codice segreto, dalla sintassi complessa ma estremamente efficace. Un giorno potrei anche rivelarvelo. Ancora, per segnalare che un blocco continua alla pagina successiva, è sufficiente tracciare una freccia che esce dal margine della pagina corrente, o utilizzare degli asterischi. Se un passaggio del testo originale è troppo prolioso, conviene senz'altro riscriverlo di nostro pugno in maniera più sintetica, o esplicitarlo con un disegnino, al fine di evitare la rilettura di un testo ridondante in sede di ripasso. Infine, nelle materie ove le «classi» d'informazioni sono fisse, potremo standardizzare la tavolozza dei colori; per esempio, nelle materie cliniche una possibile tavolozza è: rosso-sintomi, arancione-complicanze, verde-diagnosi, blu-terapia, ecc.

risultato

prolioso = riscrivili/disegna!

Prendendo l'abitudine di fotografare sulla carta la struttura logica del testo in una forma intuitiva, che si possa desumere a colpo d'occhio, è possibile ridurre le tempistiche delle passate di ripasso in misura radicale. Basti dire che, con il presente metodo, le mie seconde passate duravano in media il 75% di tempo in meno rispetto alla prima lettura. (Anche stavolta ho cercato di chiarificare questi criteri, infierendo su questo stesso paragrafo; tuttavia, non avendo la possibilità di usare il colore, gioco forza ho rappresentato tutti i blocchi in grigio; vi prego di avere un po' di fantasia e immaginare un intreccio di blocchi di diversi colori e di forma variamente articolata.)

consente di risparmiare

Come prendere appunti?

Introduzione

Si è fatto il momento di affrontare l’altro caposaldo della nostra prima passata. Parleremo della lezione frontale, il Sacro Graal della tradizione scolastica e accademica di tutto il mondo, ma lo faremo in un modo assai peculiare. Cari amici, in questo capitolo porteremo la lezione alla sbarra dell’imputato. Sapete senz’altro che la formula dell’insegnamento frontale è stata oggetto di aspre critiche in tempi recenti: bene, il nostro sarà un dibattimento a tutti gli effetti, con tanto di avvocato dell’accusa e della difesa. Il capo d’accusa è la grave colpa di essere una tecnica di scarsa efficienza, reato che prevede l’aspra pena di essere bandita dal nostro metodo di studio. E certamente alla fine, lettori carissimi, sarete voi ad assumere il ruolo del giudice, e ad assolvere o condannare la nostra nobile imputata. Indossate la toga, iniziamo.

6.1. Come scegliere se andare a lezione?

L’arringa dell’accusa

La parola va all’avvocato dell’accusa, che esordisce osservando come molta evidenza sperimentale degli ultimi cinquant’anni ponga in seria discussione la lezione tradizionale a favore di metodiche più innovative. Quanto a riferimenti «legislativi», l’avvocato gioca subito la carta del nostro teorema fondamentale del metodo di studio (capitolo 1), facendoci notare che l’ascolto della lezione è un gesto eminentemente passivo, e trova posto nel gradino più basso del nostro spettro. Sarà pur vero, commenta, che sempre più docenti si sforzano d’introdurre qualche forma d’interattività nelle proprie lezioni, ma nella più parte dei casi si tratta di tentativi deboli e maldestri, oltre che di estensione limitata. Dalle evidenze neuroscientifiche

in nostro possesso, continua l'avvocato, si evince che la più seria criticità ascritta alla lezione è il sovraccarico (*overload*), secondo la ben nota teoria del carico cognitivo (sezione 5.3). La lezione frontale non permette di riavvolgere il nastro e tornare indietro. Lo studente è costretto a imparare *on the fly*, in tempo reale. La trasmissione delle informazioni, come sappiamo, si fonda sul loro processamento attraverso la memoria di lavoro, che ricordiamo caratterizzata da un'estensione estremamente limitata (sezione 2.2): è il collo di bottiglia che limita il flusso informativo al nostro cervello. Ogni volta che il docente, in virtù stessa della sua elevata competenza, corre eccessivamente e snocciola le informazioni troppo in fretta, le informazioni nuove arrivano alla memoria di lavoro prima che le precedenti abbiano terminato la propria elaborazione. Ne segue un cortocircuito, il famoso sovraccarico cognitivo: gli studenti perdono il filo logico del discorso, e in meno che non si dica l'efficacia comunicativa del docente viene azzerata. D'altra parte, se il ritmo della lezione fosse troppo lento rischierebbe ugualmente di perdere l'interesse del pubblico, per semplice noia. Come è vero per la lettura, anche la lezione impone l'instaurarsi di una risonanza fra la velocità adottata dal relatore e il bagaglio pregresso del suo pubblico, ammesso e non concesso che questo sia omogeneo! Ma all'atto pratico, osserva l'avvocato, sono ben pochi i docenti che possiedono una tale maestria oratoria, scriminati senza alcun dubbio dal «peccato originale» per cui l'insegnamento superiore viene praticato quasi sempre senza una formazione specifica sulle tecniche didattiche. È un dato fattuale che nei sistemi scolastici e universitari di tutto il mondo la didattica viene quasi sempre affidata alla sensibilità individuale del singolo docente, come se insegnare fosse una pratica dilettantesca nella quale ci s'improvvisa dall'oggi al domani. E come bel risultato, signori giudici, seguono le comprovate evidenze per cui le lezioni frontali si associano non solo a una scarsa trasmissione delle informazioni, ma anche a un'ancora più esigua modifica del comportamento degli studenti e a uno scarso sviluppo di pensiero critico⁴³ ⁴⁴ rispetto ad altri metodi, primo fra tutti lo studio individuale.

L'arringa della difesa

La palla passa alla difesa, che impugna accesamente le evidenze mostrate dall'accusa, ricordando che esiste una quota, sia pur minoritaria, di studi che danno credito all'approccio tradizionale, o quanto meno riscontrano nelle metodiche alternative vantaggi irrisori per quanto concerne la trasmissione di capacità e informazioni.⁴⁵ Non dobbiamo dimenticare, tuona l'avvocato, che la crescita intellettuale di uno studente si estende ben oltre la trasmissione di mere competenze. Fosse anche vero che l'efficacia della lezione frontale sia subottimale, esiste un riverbero spirituale che solo la relazione diretta con il docente in aula può instaurare. Laddove alcuni docenti falliscono nel coinvolgere il proprio pubblico, ne esistono altri che, pur con le loro tecniche didattiche imperfette, riescono certamente a «incantare» gli studenti e a contagiarli con la propria viscerale passione per la disciplina. Questa straordinaria relazione dialettica con il docente, su un piano umano e psicologico più che contenutistico, potrà essere la scintilla che scatenerà il sacro fuoco della motivazione nei cuori degli studenti, cambiando per sempre il destino di intere vite. Non è certo un caso, puntualizza l'avvocato, che stando alle evidenze sperimentali si dimostra che la lezione frontale supera in efficacia lo studio individuale proprio nel caso specifico degli studenti di fascia media e bassa. Viceversa, nel caso degli studenti eccellenti – che possiamo presumere altamente motivati in partenza – effettivamente lo studio individuale si dimostra superiore.⁴⁶ L'abbiamo visto con i nostri occhi nel corso della pandemia da Covid-19, quando la necessaria conversione della didattica in forma telematica ha distrutto questa relazione dialettica, penalizzando più aspramente proprio quegli studenti dalle performance ordinarie, che si nutrivano dello stimolo del professore su un piano umano e motivazionale anziché nozionistico. E non è finita qua, esclama la difesa. L'altro avvocato avrà ben detto che l'ascolto di una lezione è un'attività passiva, ma uno studente avveduto sarà in grado di trasformarla per proprio conto in un esercizio attivo. A questo proposito, signori giudici, sottoponiamo alla vostra attenzione due perizie per una delucidazione completa di queste pratiche.

6.2. Come assistere a una lezione?

Dibattito mentale

In questa prima perizia discuteremo i principali trucchi del mestiere che – dimostrano gli esperimenti – sono in grado di efficientare il nostro apprendimento durante una lezione. Partiamo osservando che, riguardo all’attitudine psicologica da tenere a lezione, valgono immutate le indicazioni che abbiamo date nella sezione 5.1 in merito alla lettura, pur con qualche ulteriore specifica. Si consiglia di operare una sorta di discussione mentale virtuale su tutto quello che viene spiegato dal professore. Dentro la vostra testa dovete vagliare e giudicare criticamente ogni frase proferita da questi, confrontandola con quanto sapete già sul medesimo argomento per evidenziarne analogie e disaccordi. Indipendentemente dalla vostra concordanza o meno con le tesi del professore, questo contraddittorio interno – apparentemente un mero esercizio di «bastian contrario» fine a sé stesso – aumenterà la fissazione dei contenuti della lezione nella vostra memoria.⁴⁷

Principio di pre-allenamento

Il secondo trucco riflette un importante fenomeno rilevato dagli esperimenti psicologici, noto come principio di pre-allenamento (*pre-training principle*). Le evidenze sperimentali mostrano che un messaggio multimediale passa con maggiore efficienza se l’uditore ne ha già avuto una prima infarinatura, sia anche estremamente superficiale. Immaginate, avete tre classi di studenti e mostrate loro un’animazione grafica che illustra il funzionamento di un dispositivo meccanico, i freni di una macchina, o una pompa:

- alla classe A (pre-allenamento), prima di far partire l’animazione, fornite una rapidissima infarinatura sui nomi e sulle caratteristiche elementari degli elementi meccanici del dispositivo: ruote dentate, ganasce, pistone, ecc. Notate che questo «bignami» pre-lezione è del tutto elementare, mentre l’animazione che mostrerete in seguito sarà enormemente più dettagliata e complessa;
- alla classe B (post-allenamento) concedete lo stesso riassuntino, ma lo somministrate al termine dell’animazione;
- infine, alla classe C mostrate unicamente l’animazione, senza riassunti.

Una di queste tre classi al successivo test, che valuta l'applicazione delle conoscenze acquisite (*transfer*), otterrà un punteggio all'incirca doppio rispetto alle altre due. Indovinate di quale classe si tratta? Ebbene sì, la prima. Curiosamente, non vi sono differenze fra le classi in merito alla memorizzazione nozionistica (*retention*), a indicare che è la comprensione a beneficiare massimamente del pre-allenamento.⁴⁸ Ogni volta che per conto nostro effettuiamo una rapida infarinatura pre-lezione, garantiamo a noi stessi una comprensione ordinata delle informazioni, giacché l'impalcatura logica dell'argomento sarà già fissata nella nostra testa: mentre il docente parla, non dovremo fare altro che riempirla con ulteriori dettagli. All'atto pratico, sono sufficienti accorgimenti banalissimi, anche guardare un video online di un quarto d'ora sullo stesso argomento. Ma certo, perché, come l'esperimento testimonia, non è affatto necessario che il *pre-training* sia dettagliato: è sufficiente un'infarinatura minimale per determinare i benefici di questo straordinario effetto.

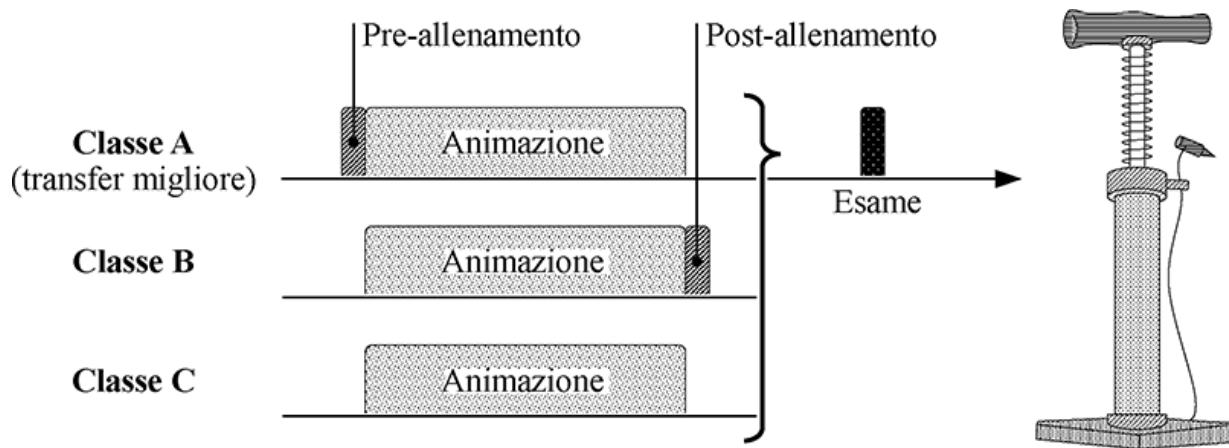


Figura 15. Esperimento di Mayer et al., 2002.

Prendere sempre appunti

Il terzo e ultimo consiglio è di prendere appunti ogni volta che ne avete modo, anche quando siete certi che la sera stessa li archivierete per sempre in soffitta. Ancora una volta immaginate un esperimento, in questo caso avete due classi di studenti e date loro un brano da leggere:

- alla prima classe domandate di annotare i propri appunti a mano, compilando una sorta di tabella prestrutturata con i titoli delle righe e delle colonne: sarà compito loro incasellare attivamente tutte le informazioni in questa struttura prefabbricata;
- viceversa, alla seconda classe consegnate la stessa tabella già bella e compilata, tutto fatto.

Al termine della fase di studio del brano – e di scrittura degli appunti, nel caso della prima classe –, domandate agli studenti di rileggere gli appunti a loro disposizione; dopodiché essi vanno incontro a un primo esame immediato, e un secondo esame una settimana più tardi. Ebbene, malgrado la tabella fornita alla seconda classe sia di qualità immancabilmente superiore per completezza e accuratezza delle informazioni, rispetto alle tabelle frettolosamente riempite a mano dalla prima classe, cionondimeno... gli allievi della prima classe stravincono in entrambi gli esami! ⁴⁹ Prendere appunti rielaborando attivamente le informazioni – per esempio ristrutturandole sotto forma di tabella – è in generale la strategia migliore per fissarle in tempo reale. Tuttavia il rischio di sovraccarico cognitivo per intasamento della memoria di lavoro è sempre dietro l'angolo, e si fa particolarmente concreto nel caso degli individui poco esperti della materia in oggetto. Costoro non potranno ricorrere a un background già salvato in memoria a lungo termine, e dovranno memorizzare al volo una quantità maggiore di nozioni portando a saturazione la propria memoria di lavoro. Pertanto, la formula magica che gli psicologi consigliano è la seguente. Se osservate che prendere appunti rielaborati v'induce a perdere il filo del discorso, allora diventa preferibile concentrare il vostro sforzo mentale sulla comprensione, e limitarvi a trascrivere in maniera pedissequa – *alias*, pappagallesca – le parole del docente. Se anche questo metodo dovesse farvi perdere il filo, in quel caso diventa consigliabile non prendere appunti affatto, e concentrare la vostra *undivided attention* – come dicono gli anglosassoni – sull'ascolto.

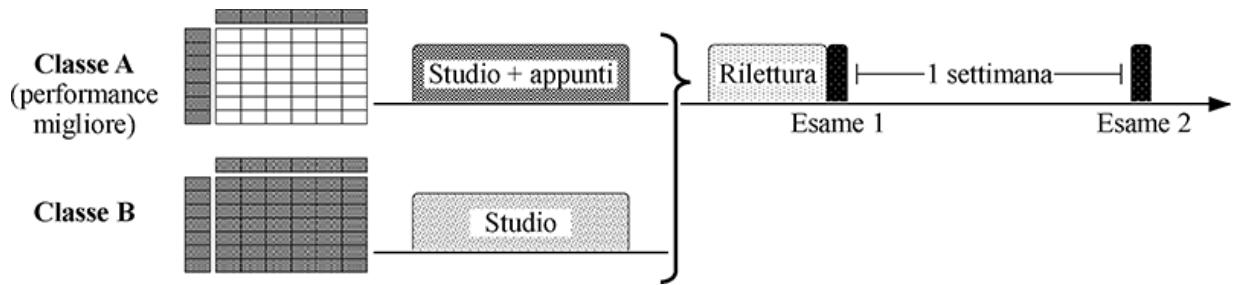


Figura 16. Esperimento di Katayama e Crooks, 2003.

6.3. Come prendere appunti?

Appunti rielaborati

Signori giudici, proseguiamo con la seconda perizia, che ci esporrà la *best practice* del prendere appunti da una lezione frontale. Come già accennato, il segreto sta tutto nella rielaborazione. Gli appunti, si dice, hanno una duplice funzione: da un lato di fissazione delle informazioni in quanto tali, dall’altro di codifica, o se vogliamo di ricodifica, delle stesse per renderle più «edibili» e «appetibili» per la nostra memoria. Dobbiamo organizzare l’impianto logico del discorso secondo una struttura che sia la più comoda ed ergonomica per la nostra mente. Questo imperativo di plasmare le informazioni a nostra immagine e somiglianza rientra in seno a un principio neuroscientifico di straordinaria generalità, al punto che potremmo definirlo come «il» metodo di studio per eccellenza. Si tratta dell’effetto generativo, al quale dedicheremo un intero capitolo (il numero 9). Nell’attesa di conoscerlo dettagliatamente, questa seconda perizia ha in serbo per voi alcuni trucchi del mestiere.

Stampare le slide

Primo trucco: sono in molti i professori che hanno la proverbiale abitudine di «leggere le slide» in aula. Questa consuetudine quasi caricaturale, esempio prototipico di *horridus* della pratica didattica, può tornarci utile quando siamo chiamati a prendere appunti. Se sapete che un particolare docente «legge le slide», fatevi furbi: prima di andare a lezione munitevi delle slide in forma cartacea (anche quelle dell’anno precedente vanno benissimo!), cosicché la presa degli appunti si riduca ad aggiungere quelle

poche informazioni complementari con cui il docente (si spera!) integra le slide durante la sua «lezione», quest’ultima intesa nel senso etimologico del termine, ahimè. Tale strategia è particolarmente di aiuto nel caso delle materie quantitative, giacché ci risparmia il grattacapo di ricopiare in tutta fretta formule e dimostrazioni, con il rischio di «mutazioni genetiche» fra un calcolo e l’altro.

Quaderno a pagine alterne

Un secondo trucco molto conosciuto di presa degli appunti consiste nell’impostare il nostro quaderno a pagine alterne.⁴⁷ Per esempio, potremmo limitare le nostre annotazioni alle pagine destre del quaderno, riservando le sinistre alla realizzazione di schemi strutturali che riassumano la struttura logica della corrispondente pagina destra. Questo esercizio è uno dei tanti modi con cui possiamo costringere noi stessi a rielaborare in modo originale le informazioni da studiare, esacerbando l’effetto generativo e con esso la fissazione in memoria. Peraltro, disporre delle pagine sinistre semivuote può dare adito a una seconda utilità: qualora più avanti nella lezione avessimo bisogno di aggiungere alcuni dettagli su un argomento già trattato, ci rimarrebbe fisicamente lo spazio par farlo.

Utilizzo del colore

Come terzo trucco, siccome il caos è l’acerrimo nemico degli appunti, una delle nostre armi più mirabili per combatterlo è il colore. È dimostrato che l’utilizzo del colore incrementa l’attecchimento di un materiale in memoria.⁵⁰ Non solo, ma i colori caldi, in virtù del loro effetto positivo sul tono dell’umore, riducono l’«ostilità» che percepiamo nei confronti del nostro quaderno o libro, facendoci avvicinare più volentieri a esso, e addirittura incrementando la nostra performance attentiva. Utilizziamo dunque il colore a profusione, come se non ci fosse un domani, e riempiamoci l’astuccio delle tonalità più improbabili! A questo scopo valgono identicamente tutti i consigli già forniti per le sottolineature (sezione 5.5), fra i quali la possibilità di stabilire una tavolozza fissa. Per esempio, nelle materie matematiche ero solito adoperare il seguente codice: penna arancione per le formule da ricordare a memoria, azzurra per le relative dimostrazioni, blu per gli enunciati, nera per i ragionamenti teorici,

viola per le applicazioni pratiche dei teoremi, verde per gli esercizi esemplificativi, ecc. Ricordiamo sempre che tutte le relazioni logiche che non abbiamo lo spazio di esplicitare con una freccia possono essere rese in modo ancora più impattante con una bella spennellata colorata.

Disegnini

Quarto trucco, disegniamo il più possibile! Dimostrano le evidenze che l’ibrido immagine-testo è la combinazione migliore per ricordare un’informazione: ne parleremo in dettaglio più avanti (sezione 9.3). Per ora basti dire che quei disegnini vergati in fretta, apparentemente senza alcuna dignità, costellati di simboletti strani, microscopiche frecce e parole minuscole incastrate alla buona nelle forme del disegno, rappresentano in verità un solido caposaldo del metodo di studio.

Budget

Il quinto e ultimo consiglio è quello di calcolare quali informazioni annotare, e soprattutto quali scartare perché ininfluenti. Stenografare ogni parola della lezione può sembrare desiderabile di primo acchito, ma non sempre è vantaggioso. La psicologia ha osservato che gli studenti più eccellenti possiedono una straordinaria abilità di allineare il livello di dettaglio dei propri appunti all’utilizzo che devono farne. E non è certo una dote comune: lo studente medio possiede capacità sorprendentemente scarse nel selezionare le informazioni importanti, al punto che gli studi mostrano come soltanto il 15% – o, quando va proprio bene, il 20% – delle informazioni ritenute importanti dal docente viene annotato dagli studenti.⁵¹ È fondamentale esercitare consapevolmente quest’abilità, perché un eccessivo focus sui dettagli ancillari e futili può rendere ancora più difficile la comprensione della lezione. Un’altra caratteristica specificamente presente negli studenti più performanti è l’iperapprendimento (*overlearning*), che consiste nello studiare a un livello leggermente superiore al necessario,⁵² o in questo caso registrare un numero d’informazioni leggermente superiore a quelle che «contiamo di sapere». Questo al fine di avere sempre una ruota di scorta quando, al cospetto di una commissione d’esame o in altre circostanze ansiogene, alcune delle informazioni studiate non ci verranno in mente a causa del panico o di

distrazioni ambientali. Non sorprende che la pratica dell'*overlearning* sia strettamente associata a un maggiore *transfer* delle informazioni!

Il mio metodo

Così tanti trucchi, ma vi starete chiedendo come sia effettivamente possibile trovare il tempo per metterli in pratica. Mentre il professore vomita una parola dopo l'altra, *tempus fugit*. Come faremo a trascrivere, a rielaborare, a disegnare, a realizzare schemi strutturali, a colorare, e – Dio abbia pietà di noi – perfino ad aggiungere più dettagli del dovuto?! Evidentemente dobbiamo munirci di una tecnica che ci consenta di trascrivere le stesse informazioni, vergando un numero inferiore di simboli sulla carta. Voi direte: dobbiamo forse imparare a stenografare? Benché sia una possibile soluzione, la stenografia presenta il grave handicap di ridurre pesantemente la leggibilità del testo. Il mio metodo è un tantinello più fuori di tesi... ehm, fuori dagli schemi. Dovete sapere che fin dai primissimi albori dei miei studi ho perennemente sviluppato, testato e validato un mio personalissimo codice segreto al preciso scopo di velocizzare la presa degli appunti, riducendo drasticamente – talora perfino del 90% – il numero di segni da tracciare sulla carta, e contemporaneamente mantenendo intatta la leggibilità degli appunti, spesse volte perfino migliorandola. Mi fa sorridere ripensare al fatto che le prime versioni del codice risalgono ai tempi della prima media, per fronteggiare la grandissima rottura di scatole di annotare i compiti sul diario. La leggibilità formidabile del codice sviluppato nel corso degli anni trae fondamento dalla sua grammatica, profondamente radicata nella struttura logica del linguaggio. Altro aspetto cruciale, il codice è reso di rapidissima memorizzazione dalla genesi dei suoi simboli, che non necessitano di essere imparati in modo pedestre, bensì sono il frutto dell'applicazione di un ristretto numero di regole di derivazione, applicate in modo coerente. Una volta memorizzate queste ultime, il resto del codice non è che un mero corollario. Si tratta di un'arma veramente straordinaria. Un giorno, cari amici, potrei anche confessarvi la sua grammatica...

Conclusioni

Il nostro dibattimento è giunto alla fine. Gli avvocati hanno tenuto le proprie arringhe, le perizie sono state consegnate alla corte e ora spetterà a voi, cari giudici, sentenziare in quale proporzione preferirete abbracciare il

metodo della lezione frontale. Certamente non sempre la scelta sarà affidata a voi, dal momento che alcuni corsi impongono l'obbligo di frequenza. Ma per tutti i casi ove avrete facoltà di scegliere, siete ora in possesso di tutti gli strumenti teorici e pratici per valutare se la lezione frontale rientri o meno nelle vostre grazie, o se prediligere approcci didattici differenti, tenendo conto delle peculiarità delle singole materie e del trasporto intellettuale che nutrite per i rispettivi docenti. L'udienza è tolta, e con la conclusione del processo chiudiamo ufficialmente i lavori relativi alla prima passata di studio.

Il fallimento del *retrieval*

Introduzione

Ci accingiamo a entrare nel vivo del metodo di studio, approdando nel territorio delle passate successive alla prima. In questa coppia di capitoli – il primo teorico e il secondo pratico – affronteremo il tema del fallimento del *retrieval* (*retrieval failure*), l’arcinemico del nostro studio, la più temibile spada di Damocle che incombe sui nostri esami e al tempo stesso... un fenomeno affascinantissimo, dalle implicazioni epistemologiche profondissime sulla natura stessa della condizione umana. Cosa sia il *retrieval* (in italiano «recupero», ma suona fuorviante) è presto detto: è semplicemente l’operazione di fruizione di un ricordo, ossia l’accesso cosciente alle informazioni immagazzinate nel nostro cervello. Perché c’interessa tanto? Perché diverse evidenze suggeriscono che, in una parte consistente dei casi in cui non ricordiamo qualcosa, il problema non risiede affatto in una memorizzazione inefficace. I dati sono stati registrati con successo nel nostro *hard disk*, eppure il «sistema operativo» del nostro cervello non è in grado di recuperarli. Laddove la scrittura ha funzionato, la lettura fallisce miseramente. Questo fenomeno così maledettamente frustrante rappresenta l’origine della più parte delle nostre dimenticanze, ed è assolutamente prioritario che ne indaghiamo le radici neuroscientifiche per predisporre urgentemente (nel prossimo capitolo) un formidabilissimo piano di battaglia volto a sconfiggere definitivamente questo nostro acerrimo nemico. Preparatevi, cari lettori, perché in questo capitolo vi accompagnerò alla scoperta di alcuni degli aspetti più intriganti della nostra memoria, avvolti da una coltre di mistero.

7.1. Il fallimento del *retrieval* nel contesto patologico

Wilder Penfield

Molto di quanto sappiamo sulla scienza della memoria ha avuto origine fra le mura del Montreal Neurological Institute and Hospital (detto *The Neuro*) della McGill University, lo stesso luogo ove Brenda Milner descrisse il paziente H.M. di cui abbiamo discorso nella sezione 2.3. *The Neuro* venne fondato nel 1934 e diretto per oltre vent'anni da una leggenda delle neuroscienze, il neurochirurgo Wilder Penfield. Questi fu un precursore straordinario, fra le cui molteplici innovazioni si annovera l'introduzione della stimolazione elettrica intraoperatoria del cervello, tuttora in uso. Eh, ma perché possiate comprendere in cosa consista, devo prima farvi un bignamino di neurochirurgia. Vi va?

Eloquenza

Quando si opera il cervello è d'uopo muoversi con estrema cautela, poiché il tessuto nervoso è delicato a un grado veramente inverosimile. Pensate che perfino il semplice atto di divaricare le anse cerebrali per farsi strada in un solco può rappresentare un trauma irreparabile per le strutture toccate, sicché per raggiungere la sede da operare (che sia un tumore, un aneurisma o altro) siamo chiamati a decidere con massima cautela per quale strada passare. La scelta si basa su un criterio che i neurochirurghi chiamano «eloquenza», termine gergale che denota che una certa zona di cervello è di massima importanza per la vita del paziente in quanto necessaria per le attività quotidiane quali muovere gli arti, parlare, o semplicemente rimanere in vita. Le strutture con elevata eloquenza non possono essere nemmeno toccate dal chirurgo, in quanto un loro danno lascerebbe sfigurato il paziente in misura disumana. Il punto è questo: come può il neurochirurgo sapere se la porzione di cervello che ha davanti è «eloquente» o meno? La soluzione introdotta da Penfield è ambiziosa: durante l'operazione, una volta esposta la corteccia cerebrale del paziente, basta stimolare elettricamente la regione in oggetto in modo da sospenderne per qualche secondo il corretto funzionamento, e vedere «in diretta» le ripercussioni sul paziente. Un piccolo dettaglio: ovviamente il paziente dev'essere sveglio! Certo, perché, come forse saprete, il nostro cervello è completamente privo di recettori del dolore (nocicettori): quindi, una volta che abbiamo praticato la nostra finestra cranica ed esposto il cervello, di lì in poi il paziente può

essere risvegliato dall'anestesia generale senza sentire alcun dolore. Per esempio, il chirurgo che vuole sapere se la zona di corteccia che ha dinanzi è essenziale per il linguaggio, potrà stimolarla con l'elettrodo e verificare in diretta se il paziente perde per qualche secondo la capacità di parlare: se è questo il caso, il chirurgo dovrà optare per un'altra strada. La stessa procedura si può applicare per qualsiasi abilità cognitiva, dalla capacità di suonare uno strumento al pensiero logico-matematico. Grazie a questa tecnica, si scoprì che stimolando le varie aree del cervello si ottenevano risultati specifici: per le regioni motorie, si producevano lievi contrazioni muscolari; per le aree somatosensoriali (tatto), il paziente percepiva dei formicolii; per quelle uditive, udiva dei ronzii; per quelle visive, percepiva dei lampi di luce; e così via.

Reminiscenze indotte da stimolazione

Ora, la cosa veramente sconvolgente fu quello che successe, seppur a un risicato 5% dei pazienti, quando i neurochirurghi stimolarono la zona dell'ippocampo, sede del consolidamento dei nostri ricordi (sezione 2.3). La stimolazione produceva la sensazione di rivivere certi (presunti) ricordi del passato, con un notevole livello di dettaglio e soprattutto in maniera estremamente vivida, come in un film. Per esempio, un paziente riferì la sensazione di trovarsi nella città ove era cresciuto, South Bend, nello Stato dell'Indiana, esattamente all'incrocio fra Jacob Street e Washington Street, e di udire «quella canzone di quel musical di successo, *Guys and Dolls*» che era di moda all'epoca della sua gioventù.⁵³ Questi risultati strabilianti lasciarono a bocca aperta l'intero mondo scientifico. Al tempo stesso è opportuno non perdere di vista i loro limiti, come il fatto che le reminiscenze si siano verificate in una stretta minoranza dei soggetti stimolati, e che in tutti i casi si trattava di persone i cui cervelli avevano una patologia neurochirurgica. Resta inoltre il problema assolutamente macroscopico dell'attendibilità di queste reminiscenze, che è estremamente difficile da verificare: sarà vero che il nostro paziente da giovane udì la musica di *Guys and Dolls* mentre passeggiava all'incrocio fra Jacob Street e Washington Street? Chi può dirlo... Ciononostante, resta il fatto sorprendente che queste reminiscenze, pur se registrate nel nostro cervello, erano inaccessibili al *retrieval* prima dell'operazione.

Ipermnesie

Del resto, reminiscenze vissute in modo vivido, quasi come fossero reali, si possono verificare anche spontaneamente in una lunga serie di patologie, quali epilessia dei lobi temporali, depressione, disturbi dell'umore di vario tipo, aura psichica, paranoia, e in generale in tutti gli stati di alterata coscienza. Queste reminiscenze *triggerate* da patologia possono assumere la forma di *déjà vu*, e nei casi estremi di veri e propri episodi d'ipermnesia, sarebbe a dire la sensazione di rivivere episodi del passato con un livello di dettaglio formidabile, notevolmente superiore a quello normalmente accessibile alla nostra memoria. Anche in questi casi, verificare l'attendibilità delle rievocazioni e distinguerle dalle confabulazioni non è per nulla banale.⁵⁴ Pur con il beneficio del dubbio, l'odierna neurologia ritiene che almeno una parte di queste ipermnesie patologiche sia effettivamente veritiera, tanto che tutti i più autorevoli manuali di clinica includono l'ipermnesia fra i possibili sintomi delle patologie sopra elencate.⁵⁵ Nemmeno ci azzardiamo a entrare nel campo minato della repressione freudiana: lì le evidenze scientifiche rigorose sono ancora più confuse e, anche ammesso che un simile meccanismo esista, sembrerebbe riguardare un numero estremamente esiguo di ricordi traumatici. In conclusione, non so voi, cari amici, ma personalmente trovo infinitamente affascinante l'idea che il nostro cervello possieda un repertorio, potenzialmente molto vasto, d'informazioni correttamente immagazzinate ma tenute nascoste, inaccessibili alla nostra fruizione volontaria, le quali possono comunque sprigionarsi al sopraggiungere di opportuni *trigger*. Tutte queste evidenze straordinarie ci testimoniano fino a che punto non conosciamo noi stessi, e vanno ad accostarsi a quello stesso monito γνῶθι σεαυτόν da cui l'intera nostra trattazione ha mosso i primi passi.

7.2. Il fallimento del *retrieval* nel contesto fisiologico

Reminiscenze nel soggetto sano

Finora abbiamo esaminato i ricordi sepolti rievocati dalle patologie neurologiche, ma... sorpresa, fenomeni analoghi – benché in scala più piccola – si verificano ordinariamente anche nel soggetto sano. Ne esistono almeno tre tipi. Partiamo dal primo: vi è mai capitato di non ricordare una

certa informazione durante un esame o un compito in classe, e che quello stesso dato vi «tornasse in mente» da solo, al trascorrere di qualche ora o qualche giorno? Succede a tutti ed è perfettamente normale, un problemino da niente per il metodo di studio... Immaginate il seguente esperimento. Prendete un gruppo di soggetti e fornite loro un certo materiale da memorizzare. Allo scadere del tempo, li sottoponete tante volte allo stesso identico test, a ruota libera e senza concedere loro alcuna distrazione fra un test e l'altro. Come è logico, il punteggio risultante rimarrà pressoché costante a ogni ripetizione dell'esame, eppure... osserverete che le risposte alle singole domande subiscono lievi oscillazioni. Alcuni dati erano stati dimenticati alle prime iterazioni del test, dopodiché improvvisamente «tornano alla mente»: si parla di reminiscenza. Viceversa altri elementi erano stati ricordati con successo nelle prime iterazioni del test, dopodiché stocasticamente «passano di mente»: si parla di obbliviscenza.⁵⁶ Colto sul fatto: vedete bene che il nostro *retrieval* è imperfetto, come volevasi dimostrare! E non finisce qua.

Fenomeno punta della lingua

Passiamo alla seconda tipologia di fenomeni. Immaginate di voler adoperare una parola inusitata: avete presente quale, ma sul più bello non vi viene in mente. Fa capolino quella sensazione insopportabile di tormento, avete quasi afferrato la parola che cercate... magari avete presente il suono ma non ricordate appieno il significato – oppure il contrario –, ci siete così vicini... eppure, niente da fare, la parola continua beatamente a latitare. Questa smania fastidiosa di ritrovare il tassello mancante del vostro vocabolario è nota in psicologia con lo stesso nome con cui è conosciuta comunemente: è il fenomeno punta della lingua (*Tip Of the Tongue phenomenon*, TOT). Come sappiamo bene, spesso dopo qualche ora o qualche giorno, come per magia, la parola si sblocca e ci viene in mente da sola senza alcuno sforzo. Il fenomeno TOT è stato lungamente studiato dagli psicologi: nella più parte dei lavori, si prende un gruppo di volontari e si sottopone loro una bella listona di definizioni corrispondenti a vocaboli inconsueti, dopodiché si domanda loro di formulare la parola; presto o tardi, a tutti i partecipanti capita un episodio di TOT. Grazie a questi esperimenti, sappiamo che il fenomeno TOT aumenta fisiologicamente con l'età, correla

con la rarità d'utilizzo del vocabolo, e quando si estende alle parole di uso comune prende il nome di anomia, ed è sintomo aspecifico di malattie neurologiche fra cui l'Alzheimer.⁵⁷

Ipermnesia indotta dall'ipnosi

Infine, una terza famiglia d'ipermnésie riscontrabili nel soggetto sano comprende quelle indotte dall'ipnosi. Decenni di evidenze paiono suggerire che la pratica dell'ipnosi – e la psicoterapia più in generale – sia in grado di ripristinare il *retrieval* a certi ricordi precedentemente inaccessibili. Rimane da capire se questo dipenda da un meccanismo specifico, o se sia da ricondurre banalmente all'intenso e ripetuto sforzo di *retrieval* che queste pratiche comportano.⁵⁸

Conclusioni

Ricapitolando, nelle ultime due sezioni abbiamo apportato una moltitudine di evidenze che convergono tutte verso un unico fuoco: il fatto che solo una parte delle informazioni immagazzinate nel nostro cervello sia effettivamente accessibile alla fruizione cosciente. La «disponibilità» di un ricordo (vale a dire la sua presenza o assenza nel nostro cervello) è cosa ben diversa dalla sua «accessibilità» (cioè dall'efficienza del suo *retrieval*). A questo punto non ci resta che rispondere alla domanda più urgente: esiste un modo per limitare gli effetti di questo handicap fisiologico del nostro cervello? Fortunatamente sì. Stiamo per scoprire che l'accessibilità è marcatamente condizionata da tre importanti fattori: gli spunti (*cues*), l'ambiente, e infine la pratica di *retrieval*. Questi tre strumenti rappresenteranno le potenti armi che brandiremo nel prossimo capitolo per mettere a tacere una volta per tutte il nostro odiato rivale, il fallimento del *retrieval*.

7.3. Importanza dei *cues*

Cosa sono i “cues”

Il termine *cues* è un altro che mi rifiuto di tradurre: i papabili corrispettivi italiani sono indizi, spunti, suggerimenti, stimoli, ma a mio giudizio la

traduzione più adeguata – assolutamente non letterale – è «chiavi di ricerca». Avete presente quando digitate una parola in un motore di ricerca web? Nel cervello si verifica un processo simile: le informazioni vengono reperite a partire da opportune chiavi, o indizi... in una parola, *cues*. La nostra memoria è estremamente *cue*-dipendente. Non ci credete? Immaginate il seguente esperimento. Prendete un gruppo di volontari e fate ascoltare loro una registrazione letta ad alta voce di una lista di 24 coppie di parole. Ogni coppia di parole appartiene a una certa categoria semantica: la categoria però non viene letta esplicitamente ai soggetti, benché essi siano a conoscenza del fatto che le parole sono raggruppate a coppie. Inoltre, le due parole sono scelte perché non siano troppo scontate, per esempio:

- (animali a quattro zampe) mucca, ratto;
- (armi) bomba, cannone;
- (reati) omicidio, furto;
- (forme d'intrattenimento) radio, musica;
- (spezie) cannella, pepe;
- (professioni) ingegnere, avvocato.

Dopo avere ascoltato la clip audio, eseguite una «prova di rievocazione libera» (*free recall test*), ossia chiedete ai soggetti di scrivere su un foglio quante più parole ricordano dalla clip, nell'arco di 2 minuti: in media ne ricordano 19 su 48. Dopo questo primo test, consegnate loro una lista di tutte e 24 le categorie, quindi ripetete il test, si parla dunque di «prova di rievocazione guidata» (*cued recall test*): questa volta ne ricordano ben 32 su 48. Per sicurezza l'esperimento viene ripetuto su un secondo gruppo di soggetti, sottoponendoli direttamente alla rievocazione guidata: in media ne ricordano 36 su 48 (molto simile al 32 di poc'anzi). Notate: benché nel test non venisse mai richiesto di ricordare le categorie, ma solo le singole parole, ciononostante fra la performance libera e quella guidata intercorrono anni luce di distanza! Questo esperimento del 1966 (qui drasticamente semplificato) è divenuto una pietra miliare della psicologia, perché dimostra quanto imponente possa essere l'effetto dei *cues* sulla nostra performance mnemonica, specie quando le parole da ricordare sono molto numerose.⁵⁹

Indagini successive confermarono che il *retrieval* funziona in modo incredibilmente simile alla *query* di un database informatico:⁶⁰ dapprima il cervello giunge al «nodo» corrispondente al *cue*, attivando la sua traccia di memoria; dopodiché cerca di attivare tutte le connessioni uscenti da quest’ultima, onde richiamare alla sfera cosciente le tracce di memoria a essa connesse (sezione 2.4). Più è alto il numero di elementi collegati a un determinato *cue*, meno probabile sarà il loro *retrieval*, perché l’«attivazione» verrà distribuita – e quindi diluita – su un numero di elementi più alto. In particolare, se i collegamenti uscenti sono parecchio numerosi, il loro grado di attivazione potrebbe risultare insufficiente, conducendo al fallimento del *retrieval*. L’aspetto più sconvolgente è che questa riduzione di accessibilità è già tangibile per numeri molto bassi: per esempio, 2 elementi dipendenti da 1 *cue* (rapporto 2:1) si ricordano significativamente meglio di 3 elementi dipendenti da 1 *cue* (rapporto 3:1), proprio perché nel primo caso l’attivazione complessiva viene divisa per 2, laddove nel secondo viene divisa per 3.

Interferenza retroattiva

Questo fenomeno dà luogo a un gran numero d’implicazioni potenzialmente rovinose per il nostro metodo di studio. Immaginiamo che stiamo prendendo parte a un corso elementare sulla geografia dei paesi europei, nel quale c’insegnano che i fiumi europei più importanti sono:

Cue: «fiumi d’Europa» Danubio, Reno, Loira (3:1)

Nella nostra testa registriamo il *cue* «fiumi d’Europa» connesso a 3 elementi (rapporto 3:1), e certo non abbiamo alcun problema nel ricordarli. Nel momento in cui passiamo a un corso più avanzato, un giorno c’insegnano che c’è anche il Tamigi (4:1); qualche tempo dopo ci parlano dell’Elba (5:1), e poi della Vistola, del Tagus, della Sava, del Tibisco, dell’Ebro, della Mosa, ecc. A un certo punto raggiungeremo un rapporto elementi : *cue* così alto che non solo potrebbe sfuggirci di mente la Mosa, ma probabilmente avremo perso per strada anche il Danubio: notate, ce lo ricordavamo finché il rapporto era solo 3:1, ma ora che è 11:1 potremmo non essere più in grado di rammentarlo.

Cue: «fiumi d'Europa» Danubio, Reno, Loira, Tamigi, Elba, Vistola, Tago, Sava, Tibisco, Ebro, Mosa... (11:1)

L'atto di studiare nuovi elementi ci ha fatto disimparare quelli che all'inizio avevamo fissato efficacemente, perché sovrappopolando il *cue* «fiumi d'Europa» abbiamo interferito con il loro *retrieval*, rendendolo inefficiente. Questo fenomeno ben poco rassicurante ha un nome: si chiama interferenza retroattiva. Secondo molti psicologi, l'interferenza retroattiva costituisce il principale meccanismo di fallimento del *retrieval*, a causa del quale dimentichiamo le informazioni studiate. Chiediamoci: potevamo evitare un simile disastro? Certo, sarebbe stato sufficiente organizzare le informazioni fin da subito secondo uno schema sistematico e sostenibile, per esempio dividendo i fiumi per paese. In questo modo, quando dobbiamo elencare i fiumi, possiamo mentalmente «scansionare» la nostra memoria in due passaggi: dapprima secondo la *query* «paesi d'Europa»; dopodiché per ciascun paese potremo recuperare i suoi principali fiumi. Questo approccio ci evita di dover ricorrere a rapporti elementi : *cue* molto sbilanciati come 11:1. La sua capacità drasticamente maggiore ci garantisce inoltre la possibilità di aggiungere nuovi fiumi al nostro database mentale, qualora in futuro decidessimo di continuare i nostri studi a un livello ulteriormente avanzato.

Cue: «paesi d'Europa» Germania, Regno Unito, Francia, Italia, Spagna, Polonia...

➡ *Cue: «fiumi della Germania»* Danubio, Reno, Elba (3:1)

➡ *Cue: «fiumi del Regno Unito»* Tamigi (1:1)

➡ *Cue: «fiumi della Francia»* Loira, Mosa (2:1)

➡ *Cue: «fiumi della Spagna»* Tagò, Ebro (2:1)

➡ *Cue: «fiumi della* Vistola (1:1)

Polonia»

...

...

Interferenza proattiva

Per completezza, precisiamo che quella retroattiva non è l'unica tipologia d'interferenza esistente. Esiste anche l'interferenza proattiva, che si verifica quando gli elementi sottoposti a un certo *cue* cambiano nel tempo. Per esempio, chi è l'attuale capo del governo della Spagna? Alle volte potremmo ricordare il nome del primo ministro precedente, ma fare fatica ad «aggiornarlo», perché nel frattempo il nome del precedente ha già preso possesso del *cue* «capo del governo della Spagna» nella nostra memoria. Tuttavia questo fenomeno è meno problematico, ai fini del nostro studio, rispetto all'interferenza retroattiva. Morale della favola: è imperativo prestare la massima attenzione ai *cues*, sia nell'atto di organizzare le informazioni da memorizzare, sia al momento stesso del *retrieval*, perché i loro effetti possono passare da subdoli a strabilianti in base all'abilità con cui li sapremo gestire.

7.4. Importanza del contesto

Il contesto esterno

L'ambiente nel quale ci troviamo – sia esso una stanza o all'aperto – ci bombarda continuamente di *cues*. Non ci stupisce dunque che il *retrieval* di una certa informazione avvenga con efficienza ottimale quando ci troviamo nello stesso contesto nel quale è avvenuta la sua memorizzazione. Esempio classico: provate a elencare i nomi dei vostri compagni di scuola elementare. Pochi eh? Vi stupirà sapere che, se tornate fisicamente alla vostra scuola, verreste sommersi da *cues* di quei particolari anni della vostra vita; immediatamente molti più nomi verrebbero a galla. Questa associazione inconscia fra l'ambiente esterno e i nostri ricordi è in grado di condizionare significativamente l'efficienza del nostro *retrieval*. Immaginate di prendere un gruppo di sommozzatori e di chiedere loro d'imparare una lista di parole mentre si trovano sott'acqua: scoprirete che ricorderanno meglio la medesima lista se vengono interrogati sott'acqua

anziché sulla terraferma; viceversa, un gruppo di sommozzatori che impara la lista sulla terraferma la ricorderà meglio proprio sulla terraferma.⁶¹ O ancora, una classe di studenti che studia una dispensa in una determinata stanza otterrà un punteggio più alto all'esame se questo verrà effettuato nella medesima stanza, o quanto meno in una stanza dall'aspetto simile.⁶² Incredibile, che dite?

Il contesto esterno... per finta

Ora, se già avete il telefono in mano per ordinare al mobilificio una riproduzione gigantografica dell'aula d'esame... ho una bella notizia per voi. Le evidenze dimostrano che anche soltanto «fare finta» di trovarsi nella stanza ove abbiamo appreso un certo materiale è in grado di esercitare questo potenziamento del *retrieval*.⁶³ È sufficiente ripercorrere con la nostra immaginazione un certo luogo, affinché il nostro ippocampo ricrei la stessa mappa cognitiva che adopera quando ci troviamo fisicamente in esso. La navigazione mentale è in grado di far affiorare quegli stessi *cues* ambientali che contribuiscono al *retrieval* delle informazioni apprese in tale ambiente.

Il contesto interno

Se questi risultati vi hanno sorpresi, tenetevi forte. Alcuni psicologi ritengono che anche il contesto «interno» eserciti un'analogia funzione di potenziamento del *retrieval*. Del tipo, i ricordi acquisiti in uno stato mentale di felicità paiono essere più accessibili al *retrieval* quando siamo felici; e similmente per ogni sentimento quale tristezza, rabbia, ecc. Secondo alcuni, il fenomeno si verificherebbe addirittura negli stati mentali alterati da sostanze quali marijuana e alcol.⁵ Onde per cui un'informazione appresa sotto l'influenza della marijuana verrebbe ricordata meglio quando si è sotto l'effetto della medesima sostanza, e viceversa.

Strategia A

Il punto centrale è rimarcare quanto l'ambiente che ci circonda sia visceralmente tutt'uno con le informazioni che impariamo in esso! Ne segue che all'atto pratico sono possibili due modi di selezionare razionalmente l'ambiente nel quale studiamo. Il primo è decidere di

sfruttare al massimo l’associazione fra informazioni e contesto, cercando di riprodurre nel nostro ambiente di studio circostanze quanto più simili a quelle d’esame, le cosiddette condizioni *test-like*. Questo include, qualora possibile, studiare e ripassare ad alta voce in un’aula simile a quella dove avverrà la prova, per esempio recandosi al polo universitario dopo le lezioni; o anche simulare il contesto psicologico di stress da esame, organizzando delle prove orali facsimile (con voto!) in un gruppo di studio con 2-3 amici.

Strategia B

Viceversa, possiamo cercare di minimizzare l’associazione con il contesto, variando continuamente il luogo nel quale studiamo. Questo approccio risulta a mio avviso più sensato, dal momento che lo studio non può essere finalizzato al semplice superamento di un esame, e nella vita reale avremo bisogno di accedere ai nostri ricordi nelle circostanze più disparate. Chiudo con un tributo personale a un mio stimatissimo compagno di università, che per queste stesse ragioni soleva sistematicamente cambiare *location* ogni giorno, e spesse volte lo trovavate a ripassare – come un filosofo – seduto sull’erba a gambe incrociate con il libro sulle ginocchia, in un parco, o nel celebre «pratino» antistante la Scuola Sant’Anna. *Chapeau*.

7.5. Importanza della pratica di *retrieval*

La pratica di “retrieval”

Concediamoci un ultimo esperimento mentale per questo capitolo. Avete due ore e mezzo per studiare una dispensa che si può leggere in mezz’ora. Una volta che l’avete letta tutta la prima volta, vi rimangono due ore. Dovete decidere: potete rileggerla quattro volte, finché il tempo non si esaurisce; oppure, dopo qualche rilettura, potreste cessare di leggere, e iniziare a ripeterla ad alta voce interrogandovi e rispondendovi da soli, consultando il testo soltanto in caso di dubbi. In parole povere, siete chiamati a compiere la decisione di quanta «percentuale» del tempo rimanente affidare alla ripetizione ad alta voce, a scapito naturalmente del numero di riletture. Vi chiederete quale strategia sia la migliore... anche se probabilmente immaginate già la risposta.

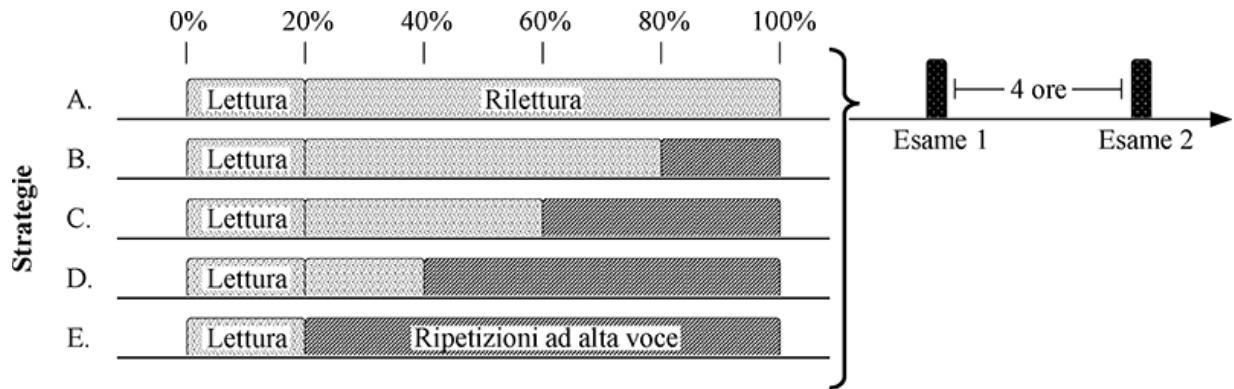


Figura 17. Esperimento di Gates, 1917 (parte prima).

La curva è sconcertante: ripetere ad alta voce è nettissimamente conveniente, al punto che coloro che optano per impiegare la totalità del tempo nelle ripetizioni ad alta voce ricordano oltre il doppio delle informazioni, rispetto a coloro che impiegano la totalità del tempo a rileggere; e questo vale sia che l'esame avvenga subito allo scadere del tempo, sia che avvenga dopo 4 ore.⁶⁴ Avete capito bene, più del doppio! Questo storico esperimento del 1917 dimostra incontrovertibilmente l'importanza dell'esercitarsi al *retrieval*: lo studente che sceglie d'investire tempo nell'autointerrogarsi non sta potenziando la fase di memorizzazione dei dati; piuttosto, si sta allenando nell'abilità di recuperare dall'*hard disk* della propria memoria i dati che vi ha giustappunto salvati, una facoltà che – abbiamo appreso in questo capitolo – non si verifica affatto in automatico.

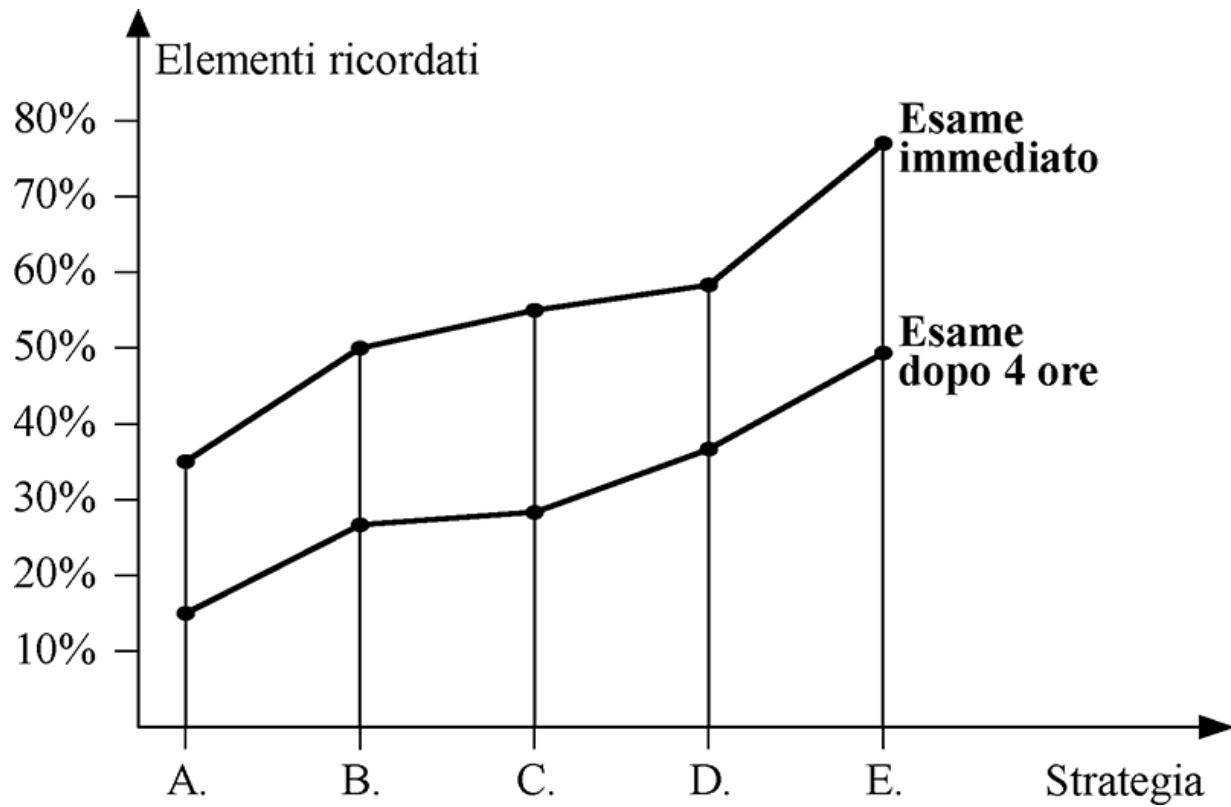


Figura 18. Esperimento di Gates, 1917 (parte seconda).

“Rehearsal” elaborativo

E non è tutto: la ripetizione ad alta voce ci offre un’occasione assolutamente formidabile per rielaborare e digerire attivamente le informazioni. Alla luce della nostra trattazione sul paradigma relazionale della memoria (sezione 2.4), possiamo intuire che più riusciremo ad analizzare e interconnettere i contenuti che studiamo, più sarà facile effettuarne il *retrieval*, giacché avremo un numero maggiore di percorsi logici che connettono le tracce di memoria dei *cues* a nostra disposizione con le tracce di memoria degli elementi che intendiamo imparare. La ripetizione in forma dialogica con autodomande e relative risposte è una fucina di nuovi collegamenti: ci costringe a notare somiglianze o differenze che altrimenti ci sarebbero sfuggite; a osservare contraddizioni interne nel significato per come l’avevamo inteso; a creare parallelismi interdisciplinari, ecc. Ognuno di questi collegamenti sarà per noi un salvagente in più per proteggerci dalla minaccia del fallimento del *retrieval*. Questa ricodifica dell’informazione,

sempre più connessa e dunque più facile da recuperare, ci viene offerta su un piatto d'argento se scegliamo d'intraprendere la ripetizione ad alta voce «dialogica» che abbiamo appena descritto, che gli psicologi sono soliti chiamare *rehearsal* elaborativo («prova» elaborativa).

Conclusione

Cari lettori, spero che questo capitolo così impegnativo non sia stato indigesto: il suo intento primario era quello d'infondervi la piena consapevolezza che memorizzare un'informazione, inteso come giungere alla sua «disponibilità», ossia la presenza in memoria, è un *endpoint* enormemente diverso dall'ottenere la sua «accessibilità», ossia la possibilità di convocarla al bisogno al nostro utilizzo cosciente. E che il migliore modo per giungere all'accessibilità è proprio la tecnica di *rehearsal* elaborativo. Ogni volta che per pigrizia decidiamo di limitarci a rileggere un paragrafo, anziché ripeterlo elaborandolo, stiamo deliberatamente rinunciando a un'occasione d'oro di salvare quel *file* speditamente nella porzione accessibile del nostro *hard disk*! Detto questo, non ci resta che tuffarci nel prossimo capitolo, nel quale racconteremo come effettuare una ripetizione ad alta voce all'atto pratico, con tutti i sacrosanti crismi. Le armi sono pronte, siamo pronti a dichiarare guerra al temibilissimo fallimento del *retrieval*.

Come ripetere ad alta voce?

Introduzione

Se volessimo riassumere in una frase il messaggio lasciatoci dal capitolo precedente, sarebbe questa: trascrivere le informazioni dal libro alla nostra testa non è sufficiente, è imprescindibile esercitarci nell'accesso (*retrieval*) alle medesime informazioni, e uno dei modi più efficaci per farlo, certamente il più generalizzabile, consiste nel *rehearsal* elaborativo, una ripetizione ad alta voce in cui ci sforziamo di rielaborare attivamente i contenuti per farli nostri. In questo capitolo esamineremo le istruzioni pratiche per effettuare una ripetizione come Dio comanda e sconfiggere definitivamente il nostro arcinemico, il fallimento del *retrieval*. Se siete curiosi di sapere cosa c'entrano con il metodo di studio il teorema della divergenza, la nonna di Albert Einstein e Gatto Silvestro, mettetevi comodi: sarà un capitolo con le bollicine!

8.1. Come ripetere ad alta voce?

Protocollo

Andiamo al sodo e vediamo all'atto pratico in cosa consiste la ripetizione ad alta voce. Il giorno in cui iniziamo la seconda passata, recuperiamo il materiale di studio e iniziamo il seguente ciclo:

1. diamo una rapida scorsa a una sezione di materiale. Questa rilettura rapida è inevitabile nelle prime passate; viceversa, dopo che avremo ripetuto già 2-3 volte l'intero materiale e che buona parte delle informazioni sarà in nostro possesso, sarebbe auspicabile saltare questo primo step, effettuando quella che gli psicologi chiamerebbero rievocazione libera;

2. ripetiamo ad alta voce l'intero contenuto appena letto; come già detto, è imperativo che ci sforziamo di parafrasare e di connettere i contenuti in oggetto, al fine di evidenziare nuove relazioni, somiglianze, differenze e collegamenti interdisciplinari;
3. rileggiamo rapidamente la stessa sezione del materiale onde controllare di avere esposto fedelmente ogni concetto, inclusi tutti i dettagli. Se la nostra esposizione era incompleta o di qualità precaria, ripetiamola una seconda volta.

Il ciclo avanza, sezione dopo sezione, fino a percorrere l'intero materiale di studio dall'inizio alla fine: sarà la seconda passata di studio, per l'appunto. A questa seguirà una terza, una quarta e così via, quanto basta. A ciascun ciclo ci esponiamo a un intero gruppo di pagine come se fossimo una pellicola fotografica, dopodiché restituiamo i medesimi concetti «a memoria», ma visti dalla lente della nostra personale rielaborazione al pari di come un cielo notturno viene trasformato dall'immaginazione di Van Gogh nella *Notte stellata*. Questo metodo risulta frequentemente spontaneo agli studenti più performanti, ed è stato ripetutamente descritto e validato in letteratura nelle più diverse declinazioni e sotto svariati nomi.

La terza R

Uno di questi nomi è il metodo delle 3R (*read, recall o recite, review*), la versione decurtata⁶⁵ della celebre tecnica di lettura SQ3R (sezione 5.4). Obiezione! – direte voi –, quando abbiamo introdotto il teorema fondamentale (capitolo 1) abbiamo appreso che la rilettura passiva di un materiale ha un'utilità minimale, se non del tutto nulla: come si giustifica dunque la terza R? Ebbene, la *review* in questo caso è cosa ben diversa da un semplice *re-reading*. Ha la funzione di *feedback*, è finalizzata a farci saltare all'occhio quali specifiche informazioni non abbiamo ancora completamente fissato, o a intercettare errori nell'idea che ci siamo fatti dell'argomento. È sì una rimemorizzazione, ma chirurgicamente guidata, mirata specificamente verso quella fine minoranza d'informazioni che accidentalmente avevamo perso per strada. *Eureka!* Tutto torna.

Ogni quanto fermarsi

A questo punto è cosa utile che passiamo in rapida rassegna i più cruciali accorgimenti da prendere quando ripetiamo ad alta voce. Punto primo: ogni quante pagine fermarsi a ripetere. Benché sia arduo fornire indicazioni generali, a detta degli psicologi che hanno sviluppato le 3R e altri metodi analoghi non dovete ripetere un libro di testo un capitolo alla volta, ma piuttosto a colpi di piccole sezioni.⁶⁶ A mio avviso il criterio ottimale è presto detto: fermiamoci nel momento in cui percepiamo che abbiamo difficoltà a tenere insieme tutte le informazioni nella nostra memoria di lavoro, e non riusciamo più a immagazzinare altro; in poche parole, cerchiamo d'ingurgitare in un sol boccone il frammento più grande che riusciamo a restituire a mente in ogni dettaglio, *all inclusive*. La lunghezza dipenderà in prima istanza dal nostro livello di partenza: maggiore è la nostra padronanza dell'argomento, meno saranno le informazioni nuove da tenere in memoria di lavoro, permettendoci dunque di allungare i nostri «bocconi» di materiale. Conseguentemente, laddove nella seconda passata i frammenti da ripetere sono tendenzialmente piccoli, del tipo 2-3 pagine, gli stessi frammenti tenderanno ad allungarsi man mano con le passate successive. Ha senso, che ne dite?

Quante passate fare

Punto secondo: il numero totale delle passate. Benché sia estremamente variabile in base alla difficoltà del materiale, proviamo a stendere alcune linee guida generali. Innanzitutto, mai meno di tre passate in totale: prima lettura e due ripetizioni ad alta voce sono proprio il minimo sindacale. Se abbiamo dinanzi a noi una prova d'esame molto vasta, che riunisce nello stesso giorno un gran numero di materie, l'effetto *recency* (sezione 2.2) viene completamente abolito, sicché tutti i dettaglietti più rognosi – e noiosi – dovranno prendere fissa dimora, volenti o nolenti, in memoria a lungo termine; questo implica un numero di passate più elevato. Infine, le materie ricche di matematiche complesse richiedono un numero di ripetizioni sensibilmente più elevato di quelle discorsive, onde permetterci di «svincerare» tutte le più minute implicazioni delle formule astratte che stiamo affrontando. Un conto è ricordare a pappagallo, chissà, le formule della trasformata di Fourier o di Laplace; ben altro è averne compreso a fondo il significato «nucleare», esperire gli abissi celesti della potenza della

matematica, e apprezzare la cosmica eleganza di questi marchingegni perfetti.

Ordine con cui ripetere

Punto terzo: anche l'ordine con cui ripetiamo il materiale di studio può essere variato *ad libitum*. In fondo, se un giorno ci sentiamo particolarmente ispirati e desideriamo ardentemente ripetere un determinato argomento, perché no? Non fraintendetemi, non potrà essere una decisione basata sulla facilità... sempre e comunque, bando alla pigrizia!

8.2. Dove ripetere ad alta voce?

Tono della voce

Terminato il come, passiamo al dove. La scelta della stanza è diretta funzione di quanto intendiamo «urlare». Il caso classico è ripetere in camera propria, a un tono di voce moderato, o basso nelle ore notturne. Vi confesso che nei giorni migliori, appena prima di un esame di grandi dimensioni, ero in grado di reggere anche venti ore di fila con questa metodologia: sì, ero un pazzo. Del tutto meno classico è trovare una sala ben insonorizzata ove possiamo ripetere a voce «alta» nel senso letterale, come se tenessimo una conferenza dinanzi a un pubblico gremito; personalmente sono un affezionatissimo propugnatore di questa alternativa: ho sempre trovato che ripetere a gran voce porti inevitabilmente con sé una maggiore forza psicologica di autoconvincimento e tenda a lasciare le nozioni marcatamente più vivide nella nostra memoria. Infine, esiste anche l'estremo opposto. Ricordo una mia cara amica, studentessa formidabile, che soleva sussurrare a memoria il proprio libro in biblioteca, con un tono di voce talmente flebile da non potere essere percepito nemmeno dagli studenti piazzati nelle postazioni adiacenti.

Camminare

Anche la scelta se camminare o meno durante la ripetizione è questione di gusti individuali, pur nutrendo personalmente una nettissima preferenza a favore del camminare. La vita da studente è già di per sé eccessivamente

sedentaria, sicché qualunque opportunità di muoversi dovrebbe essere accolta con entusiasmo. In aggiunta, un moderato grado di esercizio fisico contribuisce a mantenere l'organismo in uno stato di attivazione (*arousal*), conducendo a una più vivace attività cerebrale che potenzia la nostra performance di memorizzazione (capitolo 22). Se volete ripetere un argomento mantenendo alto il vostro *engagement* cognitivo, non c'è nulla di meglio che marciare per ore avanti e indietro nella stanza mentre ripetete. Lo so benissimo, cari amici, che visti dall'esterno potremmo sembrare dei pazzi scatenati... ma voi non dovete ascoltare ciò che dice la gente. Vi segnalo altresì che le inversioni a U tendono a essere particolarmente distraenti, pertanto vi consiglierei, quando possibile, di occupare più di una stanza (per esempio, camera vostra e il bagno), e dislocare sempre il vostro percorso di camminamento su tutta la superficie a disposizione. Se la stanza è sufficientemente grande, un percorso ad anello diventa preferibile, facendo attenzione a invertire periodicamente il verso di percorrenza per non affaticare l'articolazione della caviglia da un unico lato.

Appello alle università

Terminiamo con una richiesta accorata a tutte le università. Così come esistono le aule studio, a mio giudizio sarebbe straordinariamente utile mettere a disposizione dei luoghi affinché gli studenti possano ripetere ad alta voce. È del tutto assodato che questa tecnica sia uno dei metodi di memorizzazione più efficaci in assoluto, enormemente migliore della lettura, su questo l'evidenza scientifica non lascia spazio al minimo dubbio. D'altra parte, in una città universitaria non è per nulla banale trovare luoghi idonei a quest'attività, ed è innegabile che la società veda l'atto di ripetere ad alta voce con un certo stigma, o quanto meno come qualcosa di eccentrico e bizzarro. Non tutti gli studenti hanno la «sfacciataggine» che avevo io di continuare a ripetere ad alta voce perfino quando venivo ascoltato! Molti potrebbero rinunciare a questo metodo per mera timidezza, e se le università predisponessero luoghi preposti, con cellette insonorizzate per le ripetizioni ad alta voce, non solo faciliterebbero l'accesso di migliaia di studenti a questo particolare metodo di studio saldamente basato sull'evidenza, ma contribuirebbero a normalizzare la sua immagine agli

occhi dell’opinione comune. Sarebbe una piccola, grande conquista della cultura sul piano sociale.

Il mio metodo

E ora giunge per me il momento di fare *coming out*, e di raccontarvi per davvero uno dei miei più intimi segreti metodologici che ho praticato quand’ero studente. È ora che vi racconti questa storia, perché riguarda uno dei luoghi che mi sono più cari al mondo, avendovi trascorso un numero inimmaginabile di ore e avendovi memorizzato una quantità di nozioni tale che non potrei nemmeno calcolarla. Come vi confesserò più avanti (capitoli 20-21), io sono da sempre un acceso amante dello studio notturno. D’altra parte amo anche ripetere ad alta voce, due inclinazioni che difficilmente si conciliano nel contesto di un residence universitario quale il mio – adorato – collegio Faedo, della Scuola Sant’Anna di Pisa. Se non che, fortuna ha voluto che nel piano interrato del collegio vi fosse un nutrito gruppo di aule, fra cui la mia prediletta, la sala conferenze, un vero e proprio paradiso dello studente con ogni lussuria che un universitario potesse desiderare: dal maxischermo con proiettore a un tavolo che farebbe invidia ai cattivi di 007, cinque diverse lavagne e dosi abbondanti del mio ingrediente preferito, il silenzio. In breve tempo scoprii che – per qualche misteriosa ragione – dopo l’una di notte la sala era quasi sempre libera: inspiegabile, lo so. Gli allievi che nel corso del giorno la utilizzavano a guisa di aula studio avevano la – strana – abitudine di dormire nel corso della notte. Se all’equazione aggiungete che l’aula era perfettamente insonorizzata, e potevate urlare quanto vi pareva senza disturbare alcun altro faediano, capite da soli che per un gufo nottambulo come il sottoscritto non rimaneva altro che fare due più due. O, per meglio dire, l’unica cosa che restava da fare era alterare il mio ritmo circadiano con il preciso scopo di alzarsi «presto» all’una di notte (o talora fare l’esatto contrario, alzarsi alle 16 per poter andare a letto alle 8 di mattina), ma questo non rappresentava per me il minimo problema. A farla breve, se foste venuti a visitare il collegio Faedo nei periodi precedenti una sessione d’esame, negli anni fra il 2014 e il 2020 all’una di notte in punto... Be’, con buona probabilità avreste scorto un pazzo scatenato che si metteva la camicia e usciva di stanza. Teneva sotto braccio un pacco di libri e si dirigeva quatto quatto al piano «-1», dritto nella stanza dei mille piaceri, la sala conferenze. Dopodiché questo psicopatico chiudeva tutte le tende per abolire qualsiasi distrazione esterna, e iniziava a camminare a ritroso, a passi

molto lunghi, secondo un percorso ad anello che circumnavigava il «pubblico» – inesistente – che lo ascoltava invisibile sui divanetti della sala. Ripeteva a voce più che alta – per autoconvincersi, asseriva – le materie più diverse: un giorno poteva essere patologia generale, il giorno dopo fisiologia molecolare delle piante, e l’altro ancora elettronica analogica. C’era veramente ogni cosa si potesse desiderare per lo studio, in prima istanza l’assenza monastica di qualsivoglia distrazione. Quando necessario, le cinque lavagne erano un substrato formidabile per tenere traccia delle parole difficili, o il mezzo ideale per ripercorrere le dimostrazioni matematiche degli esami ingegneristici. Dopo 2-3 ore il nostro pazzo tornava alla propria camera per un *pit-stop* di natura alimentare, e poi riprendeva, via! Altre 2-3 ore di autoesplicazione ad alta voce, fino a quando albeggiava e si faceva ora di «colazione». Dopodiché questo folle, sempre quatto quatto, se ne tornava in cameretta, e se era periodo di lezione andava a lezione... altrimenti continuava a ripetere in camera sua per altre ore. Molte altre ore. Cari lettori, se non avete provato una simile esperienza, non potete nemmeno immaginare quanto quella stanza paradisiaca abbia rappresentato una pietra miliare nella mia formazione. In conclusione, non posso che esortarvi, lettori affezionatissimi, a ricercare simili luoghi nei quali possiate ripetere privi di qualsivoglia distrazione, e al tempo stesso senza alcun limite nel tono della vostra voce. A costo di dover scegliere gli orari più assurdi per usufruirne! Credetemi, può valerne la pena.

8.3. Con quale tipo di linguaggio devo ripetere?

Struttura e linguaggio

In merito alla struttura delle nostre ripetizioni ad alta voce, manteniamo un approccio dialettico. Dialoghiamo con noi stessi! Idealmente la ripetizione dovrebbe essere una continua interrogazione, fatta di autodomande e relative risposte. Cerchiamo sempre di realizzare inferenze originali e collegamenti interdisciplinari: ci torneranno utili tanto il giorno dell’esame quanto nella vita reale! Per il caso peculiare delle materie a carattere storico, è consigliabile raccontare i fatti in maniera narrativa, come se fossimo gli sceneggiatori di un film; cercare di vivere le vicende come se prendessero corpo davanti ai nostri occhi, e noi ne fossimo i cronisti.

Quanto al linguaggio, si raccomanda di utilizzare la piena proprietà di linguaggio specialistico, pur con un *caveat*!

La tecnica di Feynman

Dobbiamo assicurarci che tutti i concetti complessi e arzigogolati che stiamo studiando siano da noi padroneggiati a un punto tale da riuscire a esprimerli *anche* con un linguaggio elementare, quando occorre. Uno dei miei eroi personali, nonché uno dei personaggi che hanno influito più di tutti sulla mia vita scientifica, è Richard Feynman, premio Nobel per la fisica nel 1965 e un gigante sotto ogni profilo. Un essere umano di saggezza intramontabile non solo per le sue ricerche, ma per l'eredità umana che ha lasciato. Quanti studenti asseriscono tutt'oggi quanto studiare le *Feynman lectures* abbia cambiato la loro vita, e li abbia fatti innamorare perdutamente della fisica! Anche il mio nome, a onor del vero, si annovera in questa lunga lista. Tornando a noi, nel suo sconfinato talento d'insegnante e di studioso, Feynman sviluppò la propria tecnica di studio⁶⁷ il cui motto era: se vuoi imparare bene qualcosa, prova a spiegarla in termini semplici. Operativamente consisteva dei seguenti quattro step:

1. scriviamo le nozioni su un foglio di carta;
2. spieghiamole come se le stessimo insegnando a qualcuno;
3. verifichiamo se abbiamo fatto giusto;
4. riscriviamo su un altro foglio le parti nelle quali abbiamo impiegato troppa terminologia tecnica.

Avete capito bene, siamo bocciati quando adoperiamo *troppto* lessico specialistico, non il contrario! Secondo Feynman, per dimostrare che abbiamo capito appieno l'argomento dobbiamo riuscire a esporlo completamente senza alcun termine tecnico, dimodoché risulti comprensibile anche a persone totalmente prive di background del settore! Sulla stessa linea, molte volte nel corso delle *Feynman lectures* egli sostiene che possiamo affermare di avere compreso una formula solo e soltanto quando siamo in grado di spiegarla in modo qualitativo, a colpi di esempi e disegnini. Ma senza alcun calcolo!

Il mio metodo

Grazie ai termini tecnici, è facile riempire l'aria del «suono» del significato, ma senza averlo davvero compreso, dal momento che il significante è talmente artificioso che maschera la nostra scarsa comprensione del significato. Di converso, quando ci costringiamo a spiegare un concetto complesso a qualcuno che non abbia un background terminologico specifico, inevitabilmente ci ritroviamo obbligati a usare un significante diverso da quello specialistico, per esprimere quello stesso significato: è lì che avremo la piena sicurezza che il significato ci è massimamente chiaro. Vi ricordate l'aneddoto di Einstein? Se non sai spiegarlo a tua nonna, non l'hai capito veramente. Io un giorno ci cascai con tutte le scarpe, e quell'episodio mi è rimasto fortemente impresso. Ero in vacanza durante l'estate e trascorrevo qualche tempo a casa di mia nonna, naturalmente, studiando. Un giorno stavo ripetendo ad alta voce una lunghissima dimostrazione di bioelettromagnetismo, che includeva alcuni dei formalismi più astratti del calcolo vettoriale quali laplaciani, rotori, divergenze, ecc. A un tratto, mentre ripetevo completamente rapito dalla mole di calcoli, la nonna mi si avvicinò e ingenuamente mi chiese che cos'era questa «divergenza» che nominavo ogni due per tre. A me quel giorno crollò ogni certezza: come avrei spiegato a mia nonna – donna d'altri tempi, che non ha avuto una formazione di studi superiori – in parole semplici cosa fosse la divergenza di un campo vettoriale? Le risposte che mi venivano in mente erano le solite definizioni classiche, ma disgustosamente tecniche, tanto da risultare perfino imbarazzanti. *La divergenza è il caso limite, per il volume che tende a zero, del flusso uscente del campo vettoriale calcolato su una superficie chiusa, che corrisponde, nell'algebra degli operatori, al prodotto scalare dell'operatore nabla per il campo vettoriale stesso... e altro simile latinorum.* Quel giorno mi resi conto che, se quelle erano le migliori risposte che potevo partorire, una sola cosa era chiara: che roba fosse la divergenza, ancora non l'avevo capito. Punto e basta.

8.4. Ha senso registrare la propria voce e riascoltarsi?

A chiusura del capitolo, concediamoci una chiosa rapida e spiritosa. Numerosi studenti comunemente si chiedono se possa avere senso registrare la propria voce mentre si legge o si ripete un materiale, per poi riascoltarsi ai fini del ripasso. Io stesso mi feci la stessa domanda, e da buon allievo di

Galileo applicai il metodo scientifico: sperimentai, su me stesso. Ma voi amici, che ben conoscete il nostro teorema fondamentale del metodo di studio (capitolo 1), potete già prevedere quale sia il responso. Poiché riascoltare la voce è un metodo eminentemente passivo, è in automatico di un paio di ordini di grandezza meno efficace rispetto a ripetere ad alta voce in forma rielaborata, essendo quest'ultimo un metodo francamente creativo. A peggiorare ulteriormente le cose, le materie più lunghe e discorsive vi portano a produrre degli audio lunghi decine di ore. Sfido chiunque a riascoltare la propria voce per quindici ore filate sulla splancnologia e a rimanere sano di mente...

Il mio metodo

Per addolcire la noia, per un esame – non vi dirò quale – provai addirittura a condire i miei audio editandoli con un nutrito corredo di battute spiritose, e amalgamando le parti serie con qualche *gag* tratta dai cartoni animati per aggiungere al mix un po' di «memorabile ironia». Una clip di Pippo qua, una battuta di Paperino là, e un bel *finfonia di fogliole fiamefi* dopo la noiosa lista dei sintomi della malattia di turno... Il risultato era un meraviglioso *infotainment*, ed era realmente divertente! Per quanto grottesco, aveva una godibilità sincera e concreta, se non fosse che... nell'ascoltarlo finivo inevitabilmente per fare più caso alle battute e alle *gag* che al resto. Verdetto finale: sconsigliato. Come vedete, cari lettori, le ho davvero provate tutte!

Introduzione

Facciamo un gioco: vi propongo due frasi e voi mi dite quale delle due avete udito più spesso. Frase 1: certamente ricordo a memoria questo dettaglio, era nella mia tesi di laurea, vent'anni fa. Frase 2: ricordo a memoria questo dettaglio perché lo sentii dire in una lezione, vent'anni fa. Giudicate un po' voi, ma a meno che non abitiate su Saturno la prima suonerà quanto meno plausibile, laddove la seconda fa ridere i polli. In questa coppia di capitoli sculeremo insieme la vetta ultima del teorema fondamentale (capitolo 1): assureremo al principe di tutti i metodi di studio, quello creativo. È il passo estremo, un cambiamento totale di paradigma. Non più fruire di un materiale creato da altri al fine di memorizzarlo, ma piuttosto creare il nostro materiale e *contestualmente* memorizzarlo. Non diremo più al nostro cervello «ricordati questa informazione», ma gli domanderemo un ben più sottile «come posso utilizzarla?», del quale la memorizzazione non è che l'effetto collaterale. Con il metodo creativo ci proponiamo – con francescana modestia – di realizzare il nostro materiale perfetto: dovrà essere insuperabile, tornito e ottimizzato su due diversi fronti. Primo, dovrà rendere rapida e indolore la successiva fase di ripasso. Secondo, dovrà rimanere al nostro fianco per la vita, fido scudiero a sempiterna disposizione, ogni volta che avremo bisogno di consultare la nostra personale «Bibbia» della materia in questione. La domanda sorge spontanea: direte voi, chi mi garantisce che l'atto di utilizzare in modo creativo le informazioni comporti automaticamente la loro memorizzazione? L'arcana risposta giace nelle pagine di questo capitolo, in cui indagheremo tre bizzarrie misteriose e controintuitive del nostro cervello, tre assiomi centrali delle neuroscienze cognitive. Preparatevi, lettori adoratissimi, per essere iniziati ai più scottanti

segreti, l’εσωτερικός del metodo di studio. State per scoprire i sacri dettami, seguendo i quali è garantito con matematica certezza che il vostro atto generativo inciderà le informazioni nella vostra memoria con l’inchiostro più indelebile, più formidabile e più duraturo di tutto l’arsenale del cervello umano. Che il rito abbia inizio!

9.1. Effetto generativo

Cari adepti, eccovi il primo dei nostri segreti esoterici: l’effetto generativo (*generation effect*), detto anche vantaggio della generazione (*generation advantage*). Imparatelo bene: qualsiasi informazione, soluzione o procedura viene ricordata meglio se viene generata dalla propria mente anziché letta o ascoltata dall’esterno. Si tratta di un fenomeno ardinato in psicologia da oltre cinquant’anni (sì, non è propriamente un segreto...), sostanziato da un cospicuo numero di conferme sperimentali in ogni età, tanto nel breve quanto nel lungo termine. La sua base neuroscientifica più spicciola è presto detta: ricordate (sezione 2.4) come la memoria funzioni secondo un paradigma relazionale? Tutte le informazioni partorite da noi stessi godono inevitabilmente di un maggior grado di connessione con il resto del nostro background culturale, essendo figlie di quest’ultimo. Più connessioni vuol dire anche un maggior numero di *cues* (sezione 7.3), ossia più strade utilizzabili per accedere all’informazione, conducendo dunque a un *retrieval* più efficiente, e vissero felici e contenti. Generare, anziché «usufruire» passivamente, è sempre conveniente, specie nel lungo termine.

Validazione sperimentale

Vediamo subito qualche esempio. Negli innumerevoli lavori di ricerca che hanno validato l’effetto generativo, la struttura è pressoché costante. Fate finta di avere due classi di studenti, alle quali somministrate una certa lista di parole. Alla prima classe chiedete di leggere la lista numerose volte, cercando di memorizzarla. Viceversa, alla seconda classe non chiedete affatto di memorizzarla, ma di formulare altre parole secondo qualche tipologia di regola. Potete domandare loro di generare parole in rima, sinonimi, anagrammi, giudizi personali o anche – se vi va – di utilizzare le parole della lista per escogitare frasi, poesie, storie... qualunque cosa,

basta che ci sia di mezzo un atto creativo. Ebbene, quando interrogherete gli studenti per misurare quante parole della lista ricordano, indovinate un po': la seconda classe farà significativamente meglio della prima.⁶⁸ Non ci stupisce dunque che l'adozione di questo principio in contesti concreti, scolastici o universitari, sia dimostrabilmente in grado di migliorare i voti degli allievi. Per esempio, immaginate di far studiare quattro coorti di studenti universitari con i seguenti metodi: (1) leggere e ricopiare; (2) leggere ed evidenziare; (3) leggere e prendere appunti; (4) leggere e formulare in modo originale delle potenziali domande «in stile compito in classe», annotandole al lato della pagina. Quale classe otterrà voti migliori? Ovviamente la quarta,⁶⁹ domanda retorica...

9.2. Effetto test

I nostri misteri iniziativi continuano. Anche il secondo fenomeno di cui parliamo è noto fin dagli albori della psicologia, al punto che ha accumulato in letteratura un'esorbitante sfilza di nomi, fra i quali effetto test (*testing effect*), apprendimento potenziato dal test (*test-enhanced learning*), quiz senza posta in gioco (*low-stakes quizzes*) e molti, molti altri. Questo sacro dettame afferma quanto segue: studiare un'informazione indovinandola, indipendentemente dal fatto che la nostra risposta sia azzeccata o meno, la imprime nella memoria più saldamente rispetto al leggerla. È un fenomeno la cui robustezza ha dell'incredibile, forse in assoluto il preceppo più generale di tutte le scienze dell'apprendimento. È stato validato e comprovato, credetemi, in tutte le salse immaginabili: non solo per ogni età e scala temporale, ma per ogni tipologia di contesto, dalle mappe geografiche alle lingue straniere, ad alta voce, per iscritto, o anche soltanto mentalmente, reggendo saldamente ogni volta: un vero osso duro. Quanto alle sue basi neuroscientifiche, l'elemento cardine giace nel *feedback* immediato: è imperativo che la soluzione corretta venga presentata allo studente con tempestività, entro un tempo contenuto dalla formulazione della sua risposta. Nel caso lo studente abbia azzeccato la soluzione, l'atto di averla formulata con le proprie forze configura una formidabile pratica di *retrieval* (sezione 7.5); a questo si aggiunge il fatto che il *feedback* rinforzerà con rinnovata autorevolezza l'informazione salvata in memoria, un po' come ripassare a pennarello una traccia di memoria appuntata a

matita. E qualora lo studente fallisca? Niente paura! Le evidenze documentano non solo che l'errore non compromette affatto l'apprendimento della risposta giusta, ma la sollecita correzione addirittura lo potenzia. È come giocare con un dado truccato, si vince sempre! Già potete intuire quale sarà il risvolto pratico di questo effetto, in seno alla generazione: nel momento in cui produciamo nostri materiali di studio originali, cosa ci costa farli anche interattivi, in modo da poterci autointerrogare a nostra discrezione? Ne parleremo a breve.

Validazione sperimentale

Citiamo rapidamente qualche esempio concreto. Immaginate di avere le vostre consuete classi di studenti da torturare. Questa volta date alle vostre vittime un brano da leggere:

- la prima classe di studenti ha 10 minuti di tempo per leggere tutto e memorizzarlo;
- con la seconda classe sarete sadici: li costringerete a «sprecare» i primi due minuti leggendo delle domande sul brano, alle quali ovviamente non sanno rispondere – sai com’è, non avendo letto il brano... – e lasciate loro i restanti 8 minuti per la lettura e la memorizzazione del testo.

Indovinate quale classe memorizza meglio? *Voilà*, è la seconda.⁷⁰ Proprio così: sembra paradossale, ma si dimostra che tentare di rispondere con le nostre forze è la strategia vincente perfino nel caso parossistico in cui non abbiamo la più pallida idea di quale sia la risposta corretta! (Ormai mi capite, quando asserisco che il nostro cervello c’imbroglia con le sue bizzarrie controiduitive.)

9.3. Effetto multimedialità

Terminiamo il rito d’iniziazione al cospetto del terzo dettame, l’effetto multimedialità (*multimedia effect*), che afferma con semplicità disarmante: un ibrido testo-immagine, o addirittura testo-immagine-sonoro, viene memorizzato meglio rispetto a un semplice testo. La sua spiegazione

neuroscientifica affonda le proprie radici nella teoria del carico cognitivo (sezione 5.3), e specificamente in uno dei suoi assiomi fondamentali, la cosiddetta assunzione del doppio canale (*dual channel assumption*). Ipersemplificando, le diverse modalità sensoriali delle informazioni vengono processate in canali indipendenti, come tante autostrade parallele. Del resto, sappiamo bene che sia la memoria di lavoro, sia la memoria a lungo termine presentano codifiche anatomicamente separate per le informazioni verbali, visive e uditive (sezioni 2.2 e 2.4). Normalmente il canale verbale è il collo di bottiglia, l’«ingorgo» dell’autostrada che rallenta il traffico. Quindi, nel momento in cui convertiamo il nostro materiale di studio in un ibrido immagine-testo, scarichiamo una parte del lavoro di memorizzazione sulle altre tipologie di codifica, e in particolare su quella visiva; così facendo, è come se deviassimo l’ingorgo autostradale in una via parallela, ripristinando un traffico fluido nella nostra autostrada.⁷¹

Conclusioni

Cari adepti, l’iniziazione è conclusa. Siete ufficialmente avviati ai sacri misteri dello studio creativo. Ricapitoliamo sommariamente quanto abbiamo imparato dai nostri segreti iniziativi. Primo, l’atto di generare i nostri materiali di studio tramite un gesto originale e rielaborativo rappresenta uno strumento di potenza formidabile: generare è sempre conveniente, è il principe di tutti i metodi di studio, e lo è ancor più sul lungo termine. Secondo, l’elaborazione personale ci offre l’occasione imperdibile d’incastonare alcune gemme nei nostri materiali, nella forma dei nostri personali autotest con i quali potremo autointerrogarci in autonomia. Terzo, laddove possibile, sarà utile convertire la tipica struttura di solo testo, propria della più parte dei libri scolastici e universitari, in un ibrido testuale-multimediale. A tutto questo aggiungerei un ulteriore insegnamento, il segreto dei segreti in fatto di metodo di studio, nel quale credo dal profondo del cuore. L’atto di plasmare un prodotto nostro, di esprimere noi stessi in modo originale e creativo, conferisce colore alla nostra vita di studenti, aggiunge un connotato vitalistico, oserei dire artistico, all’esecuzione dello studio. Accostarsi a una materia in modo creativo diventa un’esperienza estetica, un relazionarsi intimo e profondissimo con il sapere che finirà non solo per massimizzarne

l'efficacia, ma soprattutto per innescare una rivoluzione copernicana nella piacevolezza dello studio. Restate con me cari amici, e voltate pagina, perché scoprirete che presto le cose si faranno parecchio movimentate...

Come creare propri materiali di studio?

Introduzione

Il capitolo precedente ci ha ammaliati, lasciandoci pregustare le infinite gioie del metodo creativo. Ora è tempo di passare all’azione. V’insegnereò a trasformare l’utile in dilettevole, a convertire libroni noiosi in videogiochi, a farvi interrogare a sangue da Excel, a preparare esami a mezzo di cartoncini sagomati, e, *dulcis in fundo*, a «farvi il mazzo», nel senso letterale dell’espressione. In seno al nostro metodo, le tecniche creative che affronteremo vanno a intercalarsi in un momento assai speciale della nostra *pipeline*, la passata creativa (sezione 4.1), posizionata in mezzo fra la prima passata fatta di appunti e letture, e la seconda passata che inaugura il ciclo di ripassi. Nella passata creativa ci proponiamo l’obiettivo di realizzare un materiale di studio di sartoria, tarato in funzione del nostro preciso livello di *expertise*, decurtato di ogni prolissità, e viceversa arricchito dei passaggi logici intermedi laddove i testi originali lasciano impliciti ragionamenti troppo complessi. Un materiale *di noi stessi, fatto da noi stessi, per noi stessi*, che ci consentirà di accantonare perennemente le fonti originali da cui è tratto, e di effettuare d’ora innanzi tutti i ripassi esclusivamente su questo nuovo mezzo. Sarà a quel punto che verremo ricompensati del tempo investito, il quale ci verrà restituito con gli interessi sotto forma di una strabiliante accelerazione in fase di memorizzazione. Questi materiali di studio fatti in casa possono assumere le sembianze più varie, darwinianamente adattate alle specificità delle singole materie. Amici carissimi, sarà mio onore e onere accompagnarvi in una «tassonomia linneana» delle principali tipologie di questi materiali che, rimanendo in tema naturalistico, articolero in tre *regni* principali: dispense, autotest e carte da gioco. E proprio alla stregua di un naturalista provetto, sarà mia cura fornirvi un’accurata descrizione delle diverse specie entro ciascun

regno, nonché confessarvi, come d'abitudine, i miei personali metodi più bizzarri. Ne vedrete delle belle.

10.1. Come realizzare le mie dispense?

Dispense fatte in casa

La prima tipologia di materiali di studio fatti da noi è anche la più elementare, e al tempo stesso la più flessibile. Consiste nel redigere le proprie dispense a partire dalle fonti di studio originali, siano esse gli appunti delle lezioni, uno o più libri di testo, siti web accuratamente selezionati, ma meglio ancora una combinazione di molteplici fonti. Sarà questa l'occasione irripetibile per sistematizzare il confronto critico fra le diverse fonti, argomento per argomento, onde condensare il meglio che ciascuna di esse ha da offrire in un'unica, lungimirante visione d'insieme. Permettetevi di fornirvi alcuni consigli... o, per meglio dire, un *ettalogo* di consigli (sezione 2.2), o potremmo dire «comandamenti» pratici, per realizzare la dispensa ideale.

Riassunti

Primo comandamento: *non* riassumere. Sebbene la scrittura di brevi riassuntini dal libro sia una delle tecniche di studio più acclarate e *mainstream*, e sebbene sia innegabile che trovi un modesto supporto dalle evidenze sperimentali, dal canto mio la trovo una pratica del tutto riprovevole, un peccato mortale, per rimanere in tema biblico. Certo, perché il riassunto porta inevitabilmente con sé una perdita d'informazioni, ma la memorizzazione precisa dei dettagli – sì, anche di quelli che paiono noiosi – è un *endpoint* imprescindibile dello studio, la chiave per una padronanza completa e professionale della materia in esame. Il mio imperituro consiglio è quello di rendere le stesse nozioni delle fonti originali, non una di meno, utilizzando un numero inferiore di parole; in effetti... una valanga di parole in meno. Dovremo effettuare una «compressione *lossless*», per rubare l'ennesimo paragone all'informatica, sapete, come un file zip. Le informazioni sono le stesse senza perdere neanche un singolo *bit*, ma sono compresse in un linguaggio più asciutto. Lo stile della nostra dispensa dovrà essere opposto all'ariosa piacevolezza di un testo divulgativo, dovrà

essere un nettare, un concentrato d'informazioni utili à-la-Twitter, dimodoché possiamo ripassarlo in una frazione minuscola del tempo che impiegheremmo a rileggere le fonti. Concisione, non sintesi! Altrimenti ci sarà impossibile mettere definitivamente da parte le fonti originali, e allora vabbè, tanto valeva ripetere direttamente su quelle...

Esempi scontati

Secondo comandamento: elimina ogni esempio scontato. Tutto ciò che, in virtù del nostro bagaglio culturale, siamo in grado di desumere o di ricostruire con il ragionamento dal resto del testo dovrà essere asportato chirurgicamente dalla nostra dispensa. Del resto, non mancano le evidenze neuroscientifiche a supporto di questo prechetto: gli psicologi del carico cognitivo definiscono carico estraneo (*extraneous load*) qualsiasi informazione che occupa posto nella nostra memoria di lavoro (assai limitata, come ben sappiamo) senza però apportare alcun beneficio. Dunque non vi stupirà sapere che la presenza di questi carichi estranei correla negativamente con la qualità del nostro apprendimento.^{72, 73}

Nessi logici

Terzo comandamento: aggiungi i nessi causali. Ormai siete espertissimi, cari amici, circa il paradigma relazionale della memoria (sezione 2.4). Ricordate l'esempio di Mozart? Sapete bene quanto la nostra memoria vada in brodo di giuggiole per un testo dalla logica ferrea, ricco dei suoi bravi nessi logici causa-effetto. È un vero peccato che molte fonti di studio tendano a non giustificare la causa di molti fenomeni o eventi che vengono illustrati, ma voi potete porvi rimedio. Il momento di rielaborazione creativa è l'occasione d'oro per ricercare sul web le cause, o le conseguenze più memorabili, di ogni nozione che studiate, state curiosi! Vi cito un esempio che mi venne insegnato a Harvard, lasciandomi a bocca aperta. Se avete qualche rudimento di biologia, saprete senz'altro come nell'essere umano adulto il midollo osseo sia la sede dell'ematopoesi, la produzione delle cellule del sangue. Ma sapreste dirmi il motivo? La spiegazione più accreditata è la seguente. Le cellule ematopoietiche, essendo staminali, sono ovviamente molto sensibili ai danni della luce ultravioletta. Nel corso dell'evoluzione, i primi animali erano acquatici e le loro cellule

ematopoietiche erano ubicate sopra i reni, riparate dai raggi ultravioletti a opera di un «ombrellino» di epitelio pigmentato. Ma quando l’evoluzione portò gli animali a mettere piede sulla terraferma, la luce ultravioletta proveniva da ogni direzione, non più solo dall’alto. Un semplice ombrellino non bastava più. Le staminali ematopoietiche dovettero traslocare, alla ricerca di un distretto corporeo protetto da uno spesso strato di minerali in grado di ridurre al minimo l’esposizione alla luce ultravioletta. Vi ricorda qualcosa? *Voilà*, il midollo osseo.⁷⁴ Che dire, se è possibile spiegare in termini di causa-effetto perfino una materia proverbialmente illogica come l’anatomia, be’, qualunque altra materia può essere giustificata in questi termini, *a fortiori!*

Immagini

Quarto comandamento: non dimenticare le immagini. Gli odierni motori di ricerca web possono fornirci illustrazioni, schemi e disegni talmente accurati da consentirci di risparmiare intere colonne di testo. Alle volte anche una semplice foto memorabile è sufficiente a rendere memorabile l’intera pagina. Infine, non dobbiamo trascurare l’utilità di simboletti e disegnini di ogni sorta e le loro infinite virtù, quali l’estrema concisione, la formidabile immediatezza visiva e, non da ultimo, il loro carico emotivo di buon umore. Esempio banale: perché scrivere «pro» e «contro» quando avete a disposizione le emoji e ? Quasi dimenticavo, pochi conoscono il trucco per inserire le emoji... ma è presto detto: su Windows è sufficiente premere Ctrl + . (punto) o Ctrl + : (due punti) in base alla tastiera; su Mac, Ctrl + Cmd + spazio. Abracadabra, ecco a voi il tastierino delle emoji!

Tabelle

Quinto comandamento: tabula tutto il tabulabile. La più parte dei libri (incluso questo) è scritta secondo l’ottica di massimizzare la piacevolezza alla prima lettura. Ne segue che molte informazioni che potrebbero benissimo stare in forma di tabella (inclusa questa stessa sezione!) vengono rese dall’autore in forma discorsiva. La nostra dispensa ha esigenze diverse: è composta secondo il preciso intento di rendere minimale il tempo di ripasso. Quando captiamo che un lungo testo può essere reso più

concisamente nella forma di una gigantesca tabella A4, non dobbiamo avere la minima esitazione: tabuliamo tutto!

Formule

Sesto comandamento: colora le tue formule. Quando mi capitava di faticare a seguire una dimostrazione algebrica troppo convoluta, il mio segreto era riscriverla al computer e colorare le sue parti, onde poter seguire a colpo d'occhio ogni sostituzione ed elisione: vuoi mettere quanto diventa più semplice seguire i conti con l'aiuto cromatico?

Mnemotecniche

Settimo comandamento: onora le mnemotecniche. Ogni stratagemma utile alla memorizzazione, fra le numerose metodiche che impareremo insieme nei capitoli 14-19, troverà gradito ostello sulle pagine delle nostre dispense. Non dimentichiamo il *chunking*, che già abbiamo conosciuto (sezione 2.2), ovverosia la pratica di ridimensionare le liste più lunghe di 7 elementi in *ettaloghi* (esattamente come questo), a costo di raggruppare molteplici elementi simili in un unico elemento complesso. Amici, se applicherete con saggezza queste sette norme, posso garantirvi che le vostre dispense diventeranno la vostra *auctoritas* definitiva per la materia di studio in oggetto, e vi accompagneranno fedelmente per tutti gli anni a venire.

Il mio metodo

Ormai conoscete il mio debole per la creatività, e la mia concezione da esteta dannunziano dello studio. Come potete già immaginare, con il metodo delle dispense ho trovato pane per i miei denti... Da studente era risaputa la mia minuzia maniacale nel curare la gradevolezza, tanto testuale quanto visiva, delle numerosissime dispense che battevo al computer, e quanto mi piaceva! Era senza dubbio uno dei metodi che prediligeva, al punto da applicarlo a quasi ogni materia che ho preparato. Al netto di oltre duecento prove d'esame in questi anni, ho messo insieme una vera e propria biblioteca delle mie personali dispense, che tuttora conservo gelosamente nella mia camera. Ogni materia è custodita in un apposito contenitore ad anelli monocromatico, che reca una targhetta di due lettere con la

sigla della materia in questione. Poche cose mi riempiono di gioia e di soddisfazione più di osservare e consultare questa mia così «intima» biblioteca. Sono fermamente convinto che coniugare l'apprendimento a una profonda e radicale esperienza creativa riempia di un impagabile carico emotivo positivo il gesto dello studio, e contribuisca a farci apprezzare dal profondo la pienezza del sapere; e, in ultima analisi, dell'essere al mondo.

10.2. Come creare i propri autotest?

Autotest fatti in casa

Procediamo avventurandoci nel secondo *regno* dei materiali di studio di sartoria, gli autotest. Non sono altro che i quiz, autopreparati e autosomministrati, l'apoteosi assoluta di quel potentissimo effetto test di cui abbiamo discorso (sezione 9.2). Partiamo dalla preparazione. Fortuna vuole che sia emersa una moltitudine sconfinata di software per realizzare i quiz al computer. Fra i tanti, vorrei citare il classico *Hot Potatoes*, che, pur avendo visto la luce nel lontano 1998, rimane una pietra miliare inossidabile del metodo di studio al digitale.⁷⁵ Per ciò che concerne la forma, quella di gran lunga più congeniale per una materia vasta e di ampio respiro è quella del «testo a buchi», testo con parole o locuzioni mancanti, su questo non c'è dubbio, ma in linea generale potete sbizzarrirvi! Nel programmare il quiz, assicuratevi di fornire al «concorrente» un *feedback* in tempi rapidi circa la correttezza delle proprie risposte, e della soluzione giusta in caso di errori. Se il software ve lo consente, cercate altresì di sottolineare ogni risposta corretta o errata con uno stimolo di forte impatto visivo, o addirittura acustico: dovete rendere indimenticabile l'esperienza psicologica di azzeccare una risposta... e infamante quella di sbagliarla.

Esecuzione degli autotest

Una volta terminato di comporre il quiz, passerete dallo scranno di Gerry Scotti a quello del concorrente. In quel momento vi si aprirà un nuovo mondo: il paradigma della *gamification*, che si propone di riconoscere gli elementi che rendono i giochi – e più specificamente i videogiochi – così accattivanti e magnetici, per poi traslarli ad attività più fruttuose ma per così

dire «moleste», tra le quali lo studio è il grande classico. Ogni volta che eseguirete il test, è imperativo che annotiate in un file il punteggio totalizzato, senza barare... Dovete andare in *craving* per le risposte corrette, bramarle sopra ogni altra cosa, e nulla vi darà più soddisfazione che totalizzare finalmente l'agognato 100% sull'intero quiz, dopo giorni di allenamento. Vi sentirete invincibili! Così facendo, porterete a casa non soltanto i formidabili benefici dell'effetto test, ma anche il coinvolgimento ludico proprio dei quiz, che vi terrà appiccicati allo schermo come degli autentici *gamer*. Insomma, abbandonate l'ottuso luogo comune per cui prima si studia e poi si gioca, e sperimentate l'ebbrezza di giocare a studiare.

Il mio metodo

Fin da bambino amavo qualunque attività mi consentisse di plasmare cose. La programmazione fu una calamita potentissima, per tutta l'infanzia e l'adolescenza. Dal creare videogiochi al crittografare informazioni segrete nelle immagini, adoravo scrivere software. Ben presto sviluppai l'ambizione di sfruttare questo afflato informatico per facilitare la mia vita di tutti i giorni, ed essendo essa – data l'età – orientata soprattutto allo studio, questo mio voto si tradusse nella creazione di un nutrito repertorio di programmi per studiare. Come dimenticare quando, nell'estate della terza media, arrivai a sviluppare in ambiente Java un mio personale linguaggio di programmazione, la cui formidabile sintassi mi consentiva di realizzare in un batter d'occhio i miei propri quiz interattivi, o di convertire agilmente in quiz i miei appunti di lezione? Lo chiamai *Device*, era veramente eccezionale e rappresentò un gradito compagno di viaggio negli anni successivi.

Ma oltre alla programmazione, che mi rendo conto richiede un investimento iniziale di tempo non indifferente, esiste un altro vostro alleato dalle potenzialità sconfinate per realizzare autotest... se adoperato con un pizzico di fantasia! Sto parlando di Excel, o meglio, di una mia declinazione di quest'ultimo, il mio personalissimo «metodo Excel», che ho applicato per almeno un quarto degli esami della mia carriera. Il metodo Excel si è rivelato una tecnica a dir poco fenomenale, efficace oltre ogni aspettativa. Eccovi la ricetta segreta. Primo, apriamo Excel e abilitiamo la visuale di pagina (Visualizza > Layout di pagina). Dopodiché, per l'intero foglio di calcolo, abilitiamo l'«a capo riga» automatico in tutte le celle

(Formato celle > Allineamento > Testo a capo). Ridimensioniamo la larghezza delle colonne, cosicché nella pagina vi siano due sole colonne: la prima, grande all'incirca il doppio della controparte, conterrà il vostro testo a buchi; la seconda, più piccola, conterrà le relative soluzioni. Iniziamo a compilare la prima colonna come se dovessimo scrivere una dispensa: inseriamo una frase per ogni cella, assicurandoci di utilizzare lo stile più asciutto e stringato possibile, come se scrivessimo a colpi di tanti *tweet*. Ogni volta che incontriamo una parola chiave, o comunque un termine che fatichiamo a ricordare e che vorremmo fissare saldamente in memoria, sostituiamolo con il simbolo *** e riportiamo la soluzione corretta nella corrispondente cella della seconda colonna. Naturalmente ogni cella potrà contenere diverse righe di testo, così come ciascuna riga potrà contenere svariate parole chiave: l'importante è che facciamo in modo che ciascun «buco» della prima colonna corrisponda alla propria soluzione nella seconda colonna, e che questa sia posta sulla medesima riga. Non molti sanno che nelle celle Excel è possibile inserire gli a capo: è sufficiente premere Alt + Invio. Questo formato si dimostra di tale agilità che è possibile convertire facilmente un intero programma d'esame in un testo a buchi di questo tipo.

A questo punto è tempo di somministrarci il quiz, in una delle due alternative seguenti:

- se siamo in vena di smanettare al computer, possiamo aprire un secondo foglio di calcolo, e programmarlo affinché ci somministri le domande in forma interattiva: nella prima colonna comparirà la prossima domanda, nella seconda colonna avremo modo di rispondervi, e la terza colonna diventerà verde in caso di risposta corretta, o c'indicherà in rosso la soluzione in caso di risposta errata; un rudimentale sistema di punti calcolerà in automatico il nostro voto finale;
- se viceversa preferiamo il soave profumo della carta, possiamo anzitutto stampare il foglio Excel, assicurandoci di avere reso visibili i bordi fra una cella e l'altra; dopodiché dovremo munirci di un foglio di cartoncino colorato che fungerà da maschera; ritagliamo il bordo superiore del cartoncino a forma di «scalino», facendo in modo che lasci scoperta una cella in più nella colonna di sinistra rispetto alla colonna di destra; infine non dovremo fare altro che scorrere la maschera di cartoncino sul nostro stampato: per ogni nuova riga di testo a buchi che leggeremo sarà nostro compito ricordare – possibilmente ad alta voce – la soluzione di ciascun buco; dopodiché abbassiamo il cartoncino

di una riga, dandoci la possibilità di leggere la soluzione corretta. *Voilà*, l'autotest perfetto per riunire insieme la formidabile pratica della ripetizione ad alta voce alle infinite virtù dell'effetto test.

STORIA: LA DECIFRAZIONE DEI GEROGLIFICI	
❶ Nel *** Napoleone invade l'Egitto, l'anno seguente, allargando un forte nel *** di Rosetta viene ritrovata l'omonima stele.	1798 porto
La stele riporta lo stesso testo in tre lingue: geroglifico, *** e ***.	democrito, greco
❷ Nel *** uno studente di medicina di *** che si chiamava *** osserva che alcuni geroglifici della stele sono contornati da un riquadro (chiamato ***): ipotizza si tratti del nome del faraone ***.	1797, Cambridge Thomas Young cartouche Tolomeo
> Disegna la cartouche di Tolomeo (<i>ptolmes</i>): ***	
❸ Nel *** l'egittologo *** osservava la trascrizione dell'obelisco di File, in cui compare una cartouche attribuita a ***.	1822, Jean-François Champollion, Cleopatra
Osserva che le lettere *** e *** di <i>ptolmes</i> e di <i>kleopatra</i> sono coerenti fra loro: è la prova che (almeno per i faraoni di origine ***) i geroglifici utilizzano una codifica di tipo ***	P, O, greca, fonetico
> Disegna la cartouche di Cleopatra (<i>kleopatra</i>): ***	
❹ Nel *** Champollion osserva due nuove cartouches ritrovate ad *** sfruttando la sua conoscenza del *** identifica i nomi di *** e ***.	1822, Abu Simbel, copto, Ramses, Thutmose
> Disegna la cartouche di Ramses (<i>rameses</i>): ***	

Figura 19. Il metodo Excel.

10.3. Come studiare giocando a carte?

Flashcards fatte in casa

La nostra avventura ha termine nel terzo *regno* dei materiali di studio autoconfezionati, in tutta sincerità uno dei miei metodi preferiti. Sono le adorabili *flashcards*: sapete, la pratica di matrice anglosassone di realizzare tante carte da gioco che riportano una domanda su un lato e la relativa risposta dall'altro. Una bella mescolata, e via! Si comincia con l'autointerrogazione. Il metodo è talmente diffuso che sono stati realizzati veri e propri algoritmi per massimizzarne l'efficacia, in modo da orientare il nostro ripasso periodico specificamente al cospetto delle carte che fatichiamo a memorizzare. Uno dei più celebri è il sistema Leitner, ideato dal giornalista scientifico tedesco Sebastian Leitner nel 1970. In estrema sintesi, la sua metodica si basa sulla designazione di diversi mazzi di carte, ognuno associato a un diverso livello di competenza e quindi a un diverso intervallo temporale di ripasso, scelto a nostro arbitrio.⁷⁶ Per esempio, potremmo optare per un sistema a cinque mazzi:

- mazzo 1: da ripassare ogni giorno;
- mazzo 2: da ripassare ogni 2 giorni;
- mazzo 3: da ripassare ogni 4 giorni;
- mazzo 4: da ripassare ogni 8 giorni;
- mazzo 5: da non ripassare ulteriormente.

All'inizio tutte le nostre carte si trovano nel mazzo 1. A ogni seduta di ripasso, ciascuna carta a cui sapremo rispondere correttamente verrà promossa al mazzo successivo; ciascuna carta a cui risponderemo in modo errato o incompleto verrà retrocessa al mazzo precedente. Questo sistema volutamente mette il dito nella piaga, esponendoci preferenzialmente alle informazioni più difficili, e al tempo stesso facendo l'occhiolino all'esigenza di mantenere ripassate le informazioni restanti.

Il mio metodo

Ancora una volta, ecco a voi la confessione del mio pazzo metodo. Da studente adoravo le *flashcards*, che ho lungamente praticato a modo mio. La mia tecnica consiste ancora una volta in un ibrido fra le *flashcards* tradizionali e la realizzazione di una dispensa. In effetti non sarebbe scorretto affermare che i miei mazzi di carte erano a tutti gli effetti dispense complete, semplicemente in formato tascabile! Idealmente ciascuna carta doveva contenere un microargomento, l'esatta quantità d'informazioni che poteva essere immagazzinata nella memoria di lavoro, onde poter essere ripetuta in un sol boccone. Il dorso, anziché riportare una domanda, conteneva banalmente il titolo del microargomento medesimo. Il mazzo era dunque una sorta di dispensa «preconfezionata», suddivisa in piccoli frammenti di dimensioni commestibili per la ripetizione ad alta voce. Il mio algoritmo era ancora più semplice del metodo Leitner, e solevo chiamarlo il «metodo *while*», in analogia ai cicli *while* presenti nella gran parte dei linguaggi di programmazione. Si parte da un unico mazzo; presa in mano la prima carta, leggiamo il titolo del microargomento e proviamo a esporlo a memoria curandoci di rielaborare le informazioni e di realizzare collegamenti (capitolo 8). Dopodiché capovolgiamo la carta e visioniamo la soluzione: se abbiamo ricordato ogni singolo dettaglio e siamo soddisfatti della nostra esposizione, la carta viene messa da parte; diversamente, viene reinserita al fondo del mazzo. E il ciclo continua, carta dopo carta, «finché» (*while*, in informatiche) il mazzo non si esaurisce. La scelta se ripetere il mazzo in ordine o mescolato è a vostra discrezione; il rimescolamento da un lato acuisce la difficoltà della ripetizione, dall'altro vi farà beneficiare dei significativi vantaggi del già citato effetto interlacciamento (sezione 3.3). Quanto alla realizzazione concreta delle carte, ancora una volta potrete scegliere se scriverle a mano o batterle al computer. In entrambi i casi, il mio consiglio è di acquistare una risma di carta da stampante e di farla tagliare nel formato che preferite (io solevo adottare 7×9 cm oppure 13×9 cm) presso una qualunque copisteria dotata di fustellatrice automatica. Qualora optiate per batterle al computer, la stampa fronte-retro in un formato così anomalo può risultare difficoltosa: vi suggerisco dunque di stampare i titoli e i contenuti dallo stesso lato del foglio, semplicemente curandovi che il titolo sia posto alla sommità della carta; in sede di ripetizione, vi sarà comunque possibile leggere il titolo del microargomento senza sbirciare il resto, banalmente coprendo la spiegazione sottostante con la vostra mano. Ma più di ogni altra cosa, vi esorto a giocare con il metodo delle *flashcards*, a escogitare le vostre varianti e i vostri algoritmi più impensati. Ricordo ancora un viaggio in treno prima di un esame di meccanica, in cui mi divertii a ritagliare l'unico substrato cartaceo che avevo per le mani – la

confezione di cartoncino di una nota marca italiana di biscotti wafer – e lo cesellai in un mazzo di minuscole carte per un ripasso rapido. Lascio a voi, amici carissimi, l'onore e l'onere d'immaginare le facce sbigottite degli altri passeggeri, che – a buon diritto – mi presero per matto. In compenso, l'esame fu un successo.

Introduzione

Pape satàn aleppe... in questo temibilissimo capitolo-lampo parleremo di matematica, e nella fattispecie di quei famosi esercizi che tanto veementemente angosciano l'animo degli studenti. Prima di cedere il passo ai consigli pratici, sapreste indicarmi l'etimologia di «matematica»? Pochi lo sanno, ma le *mathematicae* latine sono figlie del verbo greco μαθάνω, «imparare». La matematica è la scienza per eccellenza perché è per definizione «ciò che s'impara». Come? Ma ovviamente facendo l'addestramento, l'*exercitium* per l'appunto. In virtù di quanto abbiamo appreso sull'effetto test (sezione 9.2), capiamo bene che è impossibile sottostimare l'importanza di questa delicata fase dell'apprendimento. Fortuna vuole che la più parte dei docenti dimostri effettivamente una spiccata sensibilità verso l'esercizio, conferendogli grande dignità e importanza. Per questo motivo mi limiterò a fornirvi alcuni *bullet points*: prima tre consigli pratici con la testa sulle spalle, seguiti da tre consigli personalissimi e ben poco ortodossi, frutto della mia esperienza personale. Iniziamo!

11.1. Come ottimizzare gli esercizi in modo ortodosso?

Pratica interacciata degli esercizi

Il primo consiglio è di gran lunga il più importante, ma è proprio l'errore che viene più frequentemente commesso dai libri di testo: avete sicuramente presente i classici esercizi di fine capitolo, per eseguire i quali è sufficiente (o quasi) applicare quel misero pugno di formule trattate nel corso del medesimo capitolo. Sacrilegio, dicono le neuroscienze. La sezione 3.3 ha scolpito nella nostra mente i sacri dettami dell'effetto

interlacciamento: *mixare* l'apprendimento di vari argomenti è in generale più produttivo rispetto a studiare per blocchi. Ebbene, questo effetto è particolarmente evidente nel caso degli esercizi. Per padroneggiare appieno le nostre competenze, nulla è più efficace di un manipolo di problemi che ci richiedano l'utilizzo di una macedonia di formule e algoritmi provenienti da tutto il programma di studi. Non ci credete? Immaginate il seguente esperimento. Come è ormai nostra consuetudine, avete nelle vostre grinfie due classi di studenti alle quali sottponete quattro tutorial sul calcolo del volume di alcuni corpi solidi, e altrettanti eserciziari:

- alla prima classe sottponete, in ordine, ciascun tutorial seguito dal relativo eserciziario;
- viceversa, alla seconda classe sottponete tutti e quattro i tutorial in un colpo solo, seguiti dagli esercizi allegramente mescolati fra loro.

Lì per lì, quale classe azzecherà il numero maggiore di esercizi? Ovvio che è la prima, con un modesto 89% di risposte corrette contro il 60% della seconda classe. Ma dopo una settimana, quando gli studenti tornano per l'esame, colpo di scena! La seconda classe sbaraglia la controparte con un punteggio addirittura triplo, 63% contro 20%. Notate: entrambe le classi hanno impiegato lo stesso tempo di studio, e hanno eseguito il medesimo numero di esercizi di allenamento, ma l'atto di *mixare* gli argomenti in fase di esercitazione ha triplicato la performance d'esame,²⁸ e gratis! In conclusione, se il professore vi ha assegnato lo studio dei capitoli 1, 3 e 5 del libro di fisica, non fate la gigantesca corbelleria di eseguire prima tutti gli esercizi di fine capitolo dell'1, poi del 3 e poi del 5. Piuttosto, fotocopiate gli esercizi, mescolateli fra loro dimodoché non sia immediatamente visibile da quale capitolo sono tratti, e a quel punto eseguiteli. Vista la posta in palio, l'effetto interlacciamento *val bene una fotocopia*.

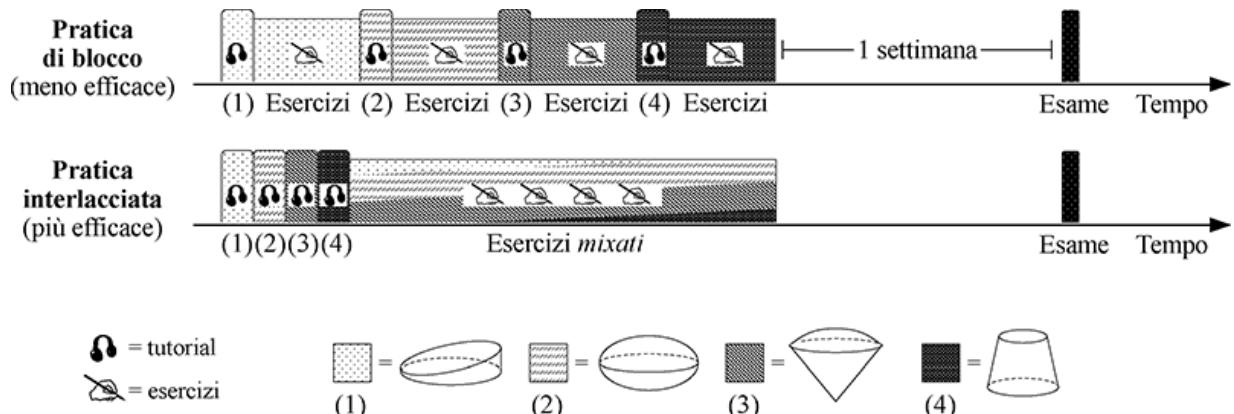


Figura 20. Esperimento di Rohrer e Taylor, 2007.

Esercizi non convenzionali

Il secondo consiglio che mi preme darvi è quello di ricercare esercizi di ampio respiro, che non si limitino a richiedervi l'applicazione di una manciata di formule, ma esigano da parte vostra un atto di creatività. Ne sono esempi tutti quei problemi che vi richiedono di stimare un certo risultato entro la migliore approssimazione che riuscite a perseguire: molte sono le strategie praticabili, ma alcune sono più astute di altre. L'allenamento all'originalità, al pensare *out of the box*, rappresenta una cifra enormemente attuale, che correla fortissimamente con il successo professionale. Non è un caso che le più illustri università del mondo – e allo stesso modo molte delle più illuminate aziende multinazionali – siano solite selezionare i propri studenti o dipendenti interrogandoli con domande completamente fuori dagli schemi – i cosiddetti problemi di Fermi. Quanti fogli ci sono nella risma che abbiamo di fronte? Quante monetine da un centesimo potremmo stipare nella stanza in cui ci troviamo? Quanti metri quadri di pizza vengono consumati al giorno in Europa? Quanto costerebbe lavare dal primo all'ultimo tutti i vetri della nostra città? Non è la correttezza della risposta che conta, ma piuttosto l'imbastimento di un ragionamento metodologicamente sensato e il più possibile originale. Ricordo come se fosse ieri la prima domanda che mi venne posta alla prima prova orale per l'ammissione alla Scuola Sant'Anna di Pisa: ci parli delle lunghezze d'onda di emissione tipiche degli arenì. Alla faccia... la domanda era bella tosta per uno studente di liceo, tuttavia quello che la

commissione si aspettava non era una risposta imparata a memoria, ma che fossi in grado di destreggiarmi nella complessità imbastendo un ragionamento fisico-chimico plausibile, un *educated guess*, ed è esattamente quello che diedi loro. Che dire, bando agli eserciziotti preconfezionati in cui ve la cavate applicando un paio di formuline alla spicciolata, bella forza! Ben vengano, in loro vece, i problemi di ampia articolazione, che ammettono vari metodi di risoluzione più o meno avveduti, lasciando respiro alla vostra creatività.

L'alfabeto greco

Il terzo consiglio che desidero trasmettervi – e non riesco a credere di doverlo dire – è d'imparare quel diavolaccio dell'alfabeto greco! Sissignore, anche se non avete fatto il liceo classico e non aspirate a diventare fini traduttori di Omero nella vostra vita, vi serve padroneggiarlo con totale sicurezza perché le lettere greche – e a essere precisi, anche la *aleph* ebraica (\aleph) – sono di uso più che quotidiano nelle formule delle materie matematicose. Amici carissimi, non avete idea degli obbrobri che si vedono aprendo un libro qualunque di una biblioteca universitaria d'ingegneria. Alla prima formula contenente una lettera greca capita di trovare la classica freccina a matita, con annotato il nome della lettera... e no, non è necessariamente quello corretto... Parlando con studenti d'ingegneria anche navigati e di buon livello, quante volte capita che scambino lo ζ con lo ξ , il θ con il ϕ . E il *non plus ultra*, quando s'imbattono in formule contenenti due di queste lettere – si pensi al classico integrale volumico in coordinate sferiche (r, θ, ϕ) –: succede il pandemonio! Ma dico io, ci vuole tanto a imparare una volta per tutte come si scrivono e si leggono una ventina di lettere? A quanto pare, un numero incredibile d'ingegneri preferisce astenersi da un simile sforzo sovrumano e continuare a identificarle come «quella lettera strana», rendendo ulteriormente più difficoltosa la comprensione delle trattazioni. Voi, amici fidatissimi, non dovete essere quell'ingegnere!

11.2. Come ottimizzare gli esercizi in modo non ortodosso?

Il mio metodo

Come sempre, giunge il fatidico momento in cui sono chiamato a confessarvi la mia personalissima declinazione dell'argomento oggetto del capitolo: in questo caso, gli esercizi. Lo ammetto con la massima onestà: pur riconoscendone appieno la centrale importanza, ho sempre nutrito un viscerale odio verso gli esercizi, troppo spesso colpevoli a mio giudizio di essere fini a sé stessi, avulsi da una concreta applicabilità nel mondo reale. In una parola, noia. Tanta tanta noia. Per sopprimere, ho provveduto a inventare tre pratiche incentrate sulla sfera emotiva, finalizzate a incentivare il mio impegno in questa importantissima forma di allenamento.

Primo trucco: datevi i voti! Io ero solito eseguire gli esercizi d'esame d'ingegneria su fogli A4 da stampante utilizzando penne colorate cancellabili. Una volta terminato l'esercizio, verificavo la soluzione ed esprimevo il voto tracciando uno dei seguenti simboli:

- v se l'esercizio era risolto correttamente;
- v+ se era risolto meglio di come l'aveva risolto il professore; mi accadeva relativamente di frequente, per esempio per un problema risolto con meno passaggi della soluzione proposta dal docente, o per un programma informatico che adoperava meno risorse di calcolo;
- v- se era giusto con un errore, v-- con due errori, e via dicendo;
- x se era errato; a essere proprio onesto, devo dirvi che questo simbolo era sovente accompagnato da un *raptus* d'ira autoironica, nella forma di un leggiadro commento scritto secondo i più soavi toni vernacolari, rivolto a me stesso e degno delle più amene rime stilnoviste – a rileggerli c'è di che ridere per intere settimane.

L'atto di darvi il voto può essere di estrema utilità per rinforzare, tramite questa validazione pseudoufficiale, la vostra corretta o maldestra esecuzione del task. Se volete essere ancora più estremi, allora dovete fare come un mio carissimo compagno di università, che era solito annotare un voto in trentesimi con eventuale lode a ogni singolo esercizio o ripetizione ad alta voce che eseguiva: giuro. Ma ancora peggio! Apponeva accanto al voto la propria firma, a guisa di un provetto docente.

Il secondo trucco emotivo per incrementare la soddisfazione che traevo da quest'attività così noiosa consisteva nel visualizzare la mole di esercizi che ero

riuscito a completare nella giornata – o nella nottata, come era più tipico del mio caso – adagiandoli per terra al centro della stanza. Nulla mi faceva sentire più diligente e appagato di contemplare il tappeto di calcoli che veniva a crearsi al termine di una nottata di olio di gomito.

Infine, l'ultimo trucco emotivo è stata la mia personale trovata per cui, fin dal primissimo esame che sostenni a ingegneria, decisi che avrei conservato ogni singolo foglio adoperato per fare esercizi, e che quando mi fossi laureato avrei misurato sulla bilancia «quanto pesa», in chili, una laurea in ingegneria: *for your information*, pesa 3 chili tondi tondi. E con quest'ultima sparata mi taccio, e torniamo seri procedendo al prossimo capitolo.

Introduzione

Vivi come se dovessi morire domani, impara come se dovessi vivere per sempre. Come non commuoversi dinanzi all'universale bellezza di questa massima gandiana? In questa coppia di capitoli – forse la più importante dell'intero libro –, ci dedicheremo a indagare i misteri della motivazione, il nostro *primum movens*, il carburante che ci spinge a impegnarci a studiare. Partiamo dalla teoria: sarà mio compito portarvi a conoscere i principali traguardi della moderna psicologia verso l'obiettivo ambizioso di codificare l'origine e i meccanismi della motivazione allo studio. Prima di cominciare, lettori carissimi, desidero invitarvi a riflettere per un istante su quale sia la motivazione per cui state leggendo un libro sul metodo di studio, e in ultima analisi su quale sia l'obiettivo per il quale studiate. Qualora non foste iscritti a un corso di studi dotato del suo bravo programma di capitoli, di esami, di docenti e compagni, e – cosa ancora più importante – di voti, ritenete che il vostro impegno quotidiano sarebbe paragonabile? Tenete sempre a mente questo interrogativo, perché gli spunti che incontrerete nel corso del capitolo vi daranno di che meditare.

12.2. L'effetto sovragiustificazione

I punti delle buone azioni

La moderna psicologia della motivazione nasce negli Stati Uniti nei primi anni Settanta, proponendosi fra i suoi obiettivi prioritari quello di comprendere le origini dei comportamenti disobbedienti dei bambini. Andava di moda l'idea che il modo migliore per fare convergere un bimbo verso l'etichetta delle buone azioni fosse «capitalizzare» queste ultime, vale a dire ricompensare ciascuna di esse con qualche tipo di riconoscimento

meritorio o, perché no, con un sistema di punti spendibili a discrezione del bambino, *cash*. La leggenda⁷⁷ narra che uno dei padri fondatori della psicologia della motivazione, Mark Lepper, docente all'Università di Stanford, dopo una lezione venne avvicinato da una coppia di genitori visibilmente turbati. Il loro figlio aveva iniziato a comportarsi come un angioletto da quando avevano introdotto il sistema a punteggio, un vero miracolo... fino a che, un bel giorno, la famiglia ebbe un pranzo presso un ristorante rinomato; il tesoruccio sollevò un bicchiere di cristallo, e con tono sfacciatamente minaccioso chiese ai genitori: «Quanti punti mi date per *non lasciar cadere il bicchiere per terra?*».

Motivazione intrinseca o estrinseca

Apparve sempre più lampante che questi modificatori di comportamento a colpi di punti e bollini, benché efficaci entro il breve termine, possono rivelarsi vani sul lungo termine, quando non addirittura dannosi. Cosa succederà nel momento in cui il bimbo crescerà, la favola del «Babbo Natale dei punti» verrà meno e il giovane adulto sarà chiamato a prendere decisioni sul proprio comportamento in perfetta autonomia? Alcuni comportamenti verranno mantenuti, mentre altri – tendenzialmente di tipo virtuoso – verranno felicemente accantonati: della serie, tanto i genitori-carabinieri non sono più lì a controllare. Una netta dicotomia si palesava agli occhi dei pionieri della psicologia della motivazione. Da una parte vi erano i comportamenti le cui motivazioni erano di natura squisitamente personale: per esempio uno studente che approfondisce una specifica materia per propria intima curiosità, perché sapere e padroneggiare quella disciplina gli fornisce un appagamento sincero che lo spinge a continuare. Questa prima tipologia d'incentivo venne chiamata «motivazione intrinseca». Dalla parte diametralmente opposta, altri comportamenti possono essere determinati dall'anticipazione di qualche tipo di ricompensa: il ben diverso studente che studia diligentemente al solo scopo di conseguire un voto, diplomarsi o laurearsi. Questa seconda tipologia d'incentivo prese il nome di «motivazione estrinseca». La differenza fondamentale è che nell'intrinseca il comportamento s'inquadra come qualcosa di fondamentalmente piacevole; di converso, l'estrinseca lo considera come poco desiderabile, un tributo di sangue, un fio sgradevole

da pagare se vogliamo ottenere la ricompensa che ne seguirà. Come è prevedibile, le indagini sperimentali finirono per sancire la clamorosa superiorità della motivazione intrinseca,⁷⁸ più duratura sul lungo termine, tanto nella memorizzazione quanto nell'abilità di utilizzare in modo creativo le informazioni apprese. A questo si aggiunge il fatto che la motivazione intrinseca ci apporta un senso di gradevolezza e di appagamento durante lo studio stesso:⁷⁹ gli studenti lavorano più volentieri, si sentono fautori di sé stessi, al timone di un vascello diretto verso nuovi lidi e alimentato dal vento della propria stessa curiosità. E fino a qui, direi, nessuna sorpresa.

Evidenze sperimentali

Ma le sorprese non tardarono a sorgere quando gli psicologi si spinsero a investigare la relazione fra l'ambiente dell'apprendimento e la tipologia di motivazione che ne consegue. Una serie di eleganti lavori condotti dallo stesso Mark Lepper e altri colleghi portò alla luce un risultato stupefacente. Si vide che lo stesso – identico! – comportamento può essere inquadrato nella nostra testa come afferente all'uno o all'altro tipo di motivazione, in funzione – unicamente! – di come ci viene presentato dall'esterno. Immaginate di compiere il seguente esperimento. Avete a disposizione due classi di bambini della scuola elementare, che tutte le mattine all'arrivo a scuola effettuano un'ora di ricreazione. Per un paio di settimane, i maestri di ambedue le classi mettono a disposizione degli scolari alcuni puzzle matematici, che richiedono una certa dedizione mentale per essere risolti. Voi altri sperimentatori, nascosti dietro un falso specchio posizionato nell'aula, tenete traccia di quanto tempo mediamente i bambini trascorrono nel giocare con questi puzzle. Dopo queste due settimane preliminari scatta la seconda fase dell'esperimento: l'insegnante della classe A – ma non quello della sezione B – promette ai propri alunni una serie di premi per coloro che trascorrono la propria ricreazione eseguendo i quiz matematici. Notate, conta il *tempo* trascorso, non il *risultato* ottenuto! Improvvvisamente, osservate che gli alunni della sezione A si dedicano strenuamente ai quiz matematici, laddove quelli della sezione B continuano a dedicarsi a essi con il ritmo consueto, spontaneo. Infine, dopo diverse settimane scatta la terza e ultima fase dell'esperimento: il maestro della classe A proclama che d'ora

innanzi non verrà concesso più alcun premio per coloro che si dedicano ai quiz matematici. Voi direte: tutto torna come prima? Nossignore. I bambini della classe A improvvisamente cessano di dedicarsi ai quiz matematici, laddove i loro compagni della sezione B continueranno imperterriti, al loro moderato ritmo spontaneo, per molti mesi a venire. Cosa è successo? Semplice, lo stesso identico comportamento, ossia l'esecuzione di quiz matematici, nella sezione B è stato inquadrato secondo l'ottica della motivazione intrinseca: lo fai per te stesso, se quell'attività ti appaga e ti rende soddisfatto. Nella sezione A è stato inquadrato secondo l'ottica antipodica della motivazione estrinseca, per cui l'attività rappresenta un dovere sgradevole, che come tale deve essere ricompensato da un commisurato premio. In mancanza di esso, chi sarebbe così scemo da impegnarsi a lavorare gratis senza nulla in cambio? Notate che i quiz matematici godevano di una certa dose di attrattiva spontanea, come ha dimostrato la sezione B. Nel momento in cui avete cercato di stimolare eccessivamente i bambini a dedicarsi a essi, aggiungendo un ulteriore rinforzo – una «sovragiustificazione» per l'appunto –, siete riusciti a modificare il comportamento soltanto in misura temporanea, laddove nel lungo termine avete sortito l'effetto diametralmente opposto. Il gioco è finito per diventare un lavoro. Sorprendente, eh? Questo esperimento è stato condotto da Mark Lepper e colleghi^{80, 81} e variato in ogni possibile salsa, modificando la scala temporale, l'età dei partecipanti, il tipo di attività (quiz logici, disegnare su una lavagna, fare attività sportiva, ecc.), ma il risultato si è rivelato costante in pressoché ogni declinazione, facendo assurgere questo fenomeno controintuitivo a uno dei pilastri della psicologia dell'apprendimento, sotto il nome di effetto sovragiustificazione (*overjustification effect*).

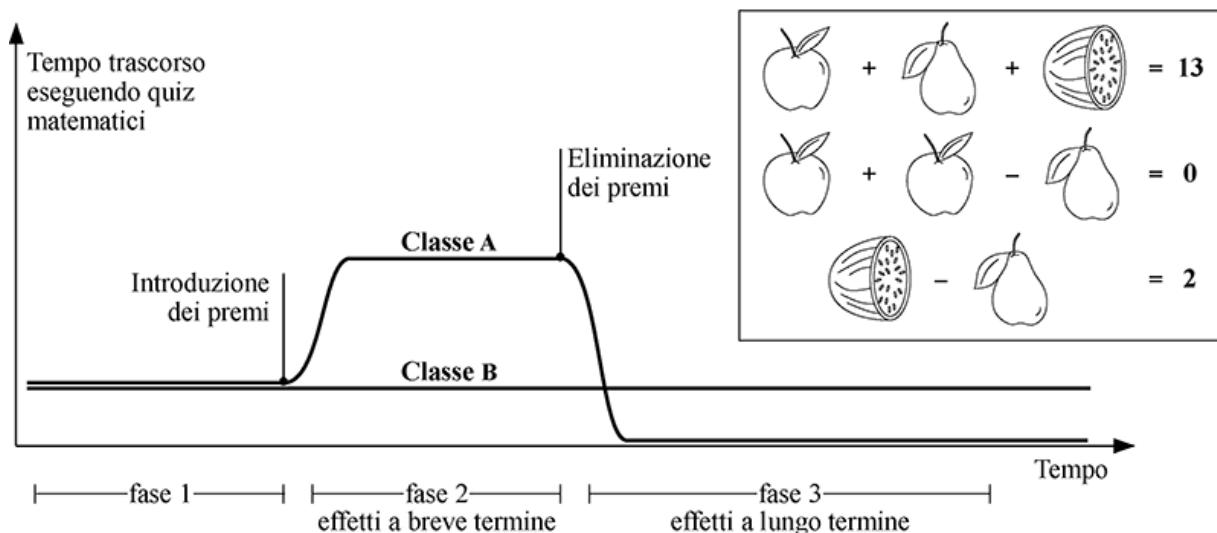


Figura 21. Esperimento di Lepper et al., 1975-1976.

Un libro per una pizza

Un caso di sovragiustificazione divenuto celebre avvenne nel 1984, quando una delle più importanti catene di pizzerie americane lanciò una campagna – peraltro tuttora in corso – finalizzata a incoraggiare i bambini alla lettura. Il grande problema dei libri, spiegano gli organizzatori, è che «è molto facile metterli giù». Il programma si rivolge ai bambini di età fino agli 11 anni (dal *pre-kindergarten* al *grade 6*), e lavora in cooperazione con i maestri di scuola. Il maestro stabilisce un obiettivo di lettura mensile in termini di pagine o di libri. Se il bimbo raggiungerà l’obiettivo, il maestro firmerà un apposito «certificato di conferimento della pizza» (*pizza award certificate*) che il bambino potrà presentare alla pizzeria per ricevere una pizza gratis. Benché l’intento sia indiscutibilmente lodevole, e denoti a mio avviso una esemplare sensibilità verso il tema della cultura da parte della catena di pizzerie, il programma ha riscosso aspre critiche da parte degli psicologi dell’apprendimento. È pericoloso – dicono – inquadrare la lettura come una prestazione sgradevole che necessita di adeguata remunerazione. I genitori saranno anche galvanizzati dal vedere il proprio figliolo trascorrere tempo a leggere libri, ma al tempo stesso è inquietante notare come alla domanda «perché leggi?» i bambini rispondano candidamente

«per avere la pizza»,⁵ e queste avvisaglie lasciano scorgere all’orizzonte nubi tempestose assai poco lusinghiere circa gli effetti sul lungo termine.

Il “backfire”

Cerchiamo di ricapitolare brevemente cosa ci ha insegnato l’effetto sovragiustificazione. Se prendiamo in considerazione un’attività per così dire virtuosa, come lo studio, caratterizzata da un modesto grado di motivazione spontanea, e improvvisamente aggiungiamo dall’esterno delle ricompense (*rewards*) per premiare il tempo che vi trascorriamo, ne sortiranno due conseguenze. Da un lato, sul breve termine, trascorreremo più tempo nella medesima attività; dall’altro lato, non appena queste ricompense cesseranno di esistere, il nostro grado di motivazione verso tale attività crollerà, fino addirittura ad azzerarsi. Questo avviene perché, nella nostra testa, la giustificazione del nostro comportamento *shifta*: non lo facciamo più volentieri e per noi stessi, ma lo sopportiamo come uno sgradito ostacolo che ci separa da una ricompensa desiderabile. In ultima analisi, la ricompensa compromette – anziché rinforzarlo – il comportamento per il quale era stata istituita. Questa inversione dell’effetto sortito prende il nome di *backfire*, letteralmente «ritorno di fiamma», in analogia alla fiammata esterna che affligge occasionalmente i motori a scoppio quando la combustione del carburante si verifica nel luogo opposto a quello ove dovrebbe avvenire, nel tubo di scarico anziché nella camera di combustione. Il corollario di questo fenomeno è la teoria dell’autopercezione (*self-perception theory*): nella mente umana il gioco può diventare un lavoro, così come il lavoro può diventare un gioco, in base unicamente a come il nostro cervello decide d’inquadrarli, cioè se ascriverli alla sfera della motivazione intrinseca o estrinseca. Allo stesso modo, lo studio potrà essere protratto per tempi prolungati e con minimo sforzo percepito se e solo se saremo in grado di associarvi un’idea di piacere, anziché di dovere: qualcosa che facciamo eminentemente per noi stessi, non per ricevere il «premio della maestra».

12.2. I voti

I voti non fanno “backfire”

Eh eh, a questo punto la domanda viene da sé: ma allora i voti? Dovremmo abolirli, per la somma gioia degli studenti? Ricordate la domanda che vi ho posto a inizio capitolo: se davvero abolissimo i voti, in quanti continuerebbero a studiare in modo serio? Calma! Anche sulla questione dei voti le evidenze sperimentali si sono espresse chiaramente, dimostrando che in linea di massima... i voti *non* presentano *backfire*! Il motivo è sottile: negli esperimenti di Mark Lepper e colleghi viene tipicamente premiato il tempo che gli studenti trascorrono nell'esercitarsi, non il grado di competenza che essi acquisiscono. Viceversa, i voti vogliono essere una misura oggettiva della nostra performance d'esame, non sono il «premio della maestra» all'impegno profuso. Può sembrare una finezza, ma questo dettaglio è veramente l'ago della bilancia. Anni di esperimenti hanno mostrato come le gratificazioni commisurate alla nostra performance, anziché al tempo che trascorriamo nell'allenarci, sono molto meno propense a fare *backfire*, anzi, la presenza del voto può talora incrementare il nostro interesse per la materia perfino sul lungo termine.⁸² Del resto, lo «studio per noi stessi» e lo «studio per ottenere un voto soddisfacente» non sono affatto mutuamente esclusivi, tutt'altro. A detta di molti psicologi dell'apprendimento, la formula più efficace consiste proprio nel calarci nell'ottica del «sia-sia»: sia per noi stessi, sia per il buon voto.

12.3. LLLs

Il “Life-long learning”

Se riuscirete nella missione non facile di deferire il vostro studio alla pura e semplice sete di conoscenza, relegando le remunerazioni esterne a un ruolo meramente ancillare rispetto al sacro fuoco che arde dentro di voi, allora, carissimi amici, incarnerete davvero la massima gandiana che abbiamo citato a inizio capitolo, e rimarrete *studiosi* anche molto tempo dopo essere stati *studenti*. Sarete dei *life-long learners* (LLLs), e non vi stancherete mai d'incrementare la vostra conoscenza di voi stessi e del mondo. Del resto, una delle leggi più onnipresenti nella biologia del nostro cervello è *use it or lose it*: quanto più adoperiamo su base quotidiana le nostre funzioni cognitive anche dopo l'università, rimanendo al massimo della nostra forma

intellettuale, tanto più conserveremo intatte le stesse funzioni negli anni a venire.⁸³

Evidenze sperimentali

Pensate a un criceto da compagnia nella sua gabbietta, o equivalentemente a un ratto da laboratorio. Se nella gabbietta aggiungete un certo numero di «giostrine», quali una scaletta a pioli, una ruota, un minuscolo quadro svedese, specchi, barattoli, pupazzi, pulsanti che l'animale può premere... allora quella gabbietta prenderà il nome di ambiente arricchito, e gli animali che la abitano saranno definiti animali arricchiti (*enriched*). È nozione assodata che gli animali arricchiti sono significativamente più intelligenti, e al tempo stesso più in forma, di quelli cresciuti in una gabbietta ordinaria. Il loro stesso cervello presenta un ippocampo più voluminoso, una maggiore densità di sinapsi cerebrali e di vasi sanguigni, tutte caratteristiche che corroborano l'idea di un cervello più attivo e reattivo agli stimoli. Caratteristiche identiche si evidenziano negli esseri umani che si mantengono mentalmente attivi. La combinazione di una formazione culturale avanzata, atta a fornirci competenze complesse e potenti, insieme a una vita dinamica e operosa che ci consenta di utilizzare con soddisfazione i medesimi strumenti: sono queste le «giostrine» dell'essere umano che ci consentono di vivere una vita feconda, al pieno delle nostre potenzialità e ricca di significato.

Come motivarsi allo studio?

Introduzione

E ora, bando ai paroloni. Voglia di studiare: in quali anfratti si nasconde, come farsela venire e come non lasciarla scappare. Amici, è venuto il momento cruciale in cui realizzeremo una carrellata di consigli pratici per rispondere a queste domande così terragne, in virtù dei principi generali che abbiamo appreso dal capitolo precedente. Ho organizzato la trattazione in un’amaena carrellata di quattro affreschi che ritrarranno altrettante sfaccettature della motivazione allo studio: l’attitudine psicologica, le frequentazioni umane, i «premietti» autoconferiti – no, non ci faremo mancare proprio niente – e quelle che io chiamo le *props* dello studente. In soldoni, se il vostro motto è «cercasi voglia di studiare, anche usata», questo è il capitolo che fa per voi!

13.1. Come motivarsi tramite l’attitudine psicologica?

L’apprendimento è lento

Inizierò il primo affresco facendo il guastafeste. Un punto deve essere assolutamente fermo e cristallino: l’apprendimento non è mai rapido, non lo è per nessuno. Punto. Fare propria una disciplina richiede una quantità colossale di tempo, per tutti, senza eccezioni. Vi prego, non credete ai racconti di molti contafrottole, di quelli che si atteggiano di superare esami a pieni voti a fronte di un impegno minimale! In effetti, le indagini psicologiche dimostrano che la maggioranza degli studenti tende a sottostimare drasticamente il tempo necessario per l’apprendimento.⁸⁴ Così, quando le loro aspettative straordinariamente ottimistiche vengono puntualmente violate, sono soliti addurre il risultato deludente alla propria presunta carenza di talento innato: si vede che non sono portato per questa

materia. Il passo successivo è l'ingresso in un vortice d'insoddisfazione, per cui l'autodiagnosticata mancanza di talento li conduce ad allontanarsi sempre più dallo studio: tanto che ci vuoi fare, non sono portato... Di lì segue un ancor più rovinoso crollo dei risultati che alimenta, per il classico *bias* di conferma, la convinzione della propria inadeguatezza ontologica verso la materia stessa: hai visto, avevo proprio ragione, in questa materia faccio schifo.

Teoria delle intelligenze multiple

Ora, non fraintendetemi: è innegabile che fra un essere umano e l'altro vi siano *modeste* differenze d'inclinazione per materie diverse. La visione classica del «quoziente intellettivo» come misura dell'intelligenza *tout court* è oggi largamente superata a favore della più moderna teoria di Gardner delle intelligenze multiple.⁸⁵ Le nostre abilità intellettive sono distribuite secondo proporzioni profondamente variabili in un gran numero di assi del tutto indipendenti fra loro, tra cui si annoverano quello logico-matematico, quello linguistico, quello musicale, quello spaziale, quello corporeo-manuale, quello interpersonale, e molti altri. Esistono dunque svariati «tipi» d'intelligenza, questo è certo, ma... ciò non implica affatto che le nostre attitudini siano scolpite nella pietra, e quindi che non possiamo migliorare le nostre abilità nella disciplina di studio in questione. Non significa nemmeno che, in virtù di questa eterogeneità, alcune materie siano per noi precluse o insormontabili. Notate che stiamo sempre parlando di differenze del tutto modeste! Se consideriamo le funzioni cognitive «in dotazione di serie» a tutti i cervelli degli esseri umani, queste sono pazzescamente, incredibilmente simili da un individuo all'altro. E, cosa più importante, non significa nemmeno che i più portati verso una data disciplina abbiano il beneficio della scienza infusa, o i poteri magici di eccellere nello studio senza faticare. Mettiamocelo bene in testa: studiare – non essendo un'attività per la quale ci siamo naturalmente evoluti – richiede sempre e comunque uno sforzo considerevole. Quindi, di grazia, rimuovete dal vocabolario aberrazioni quali «non sono portato», «non ho la stoffa», «non sono adatto», perché sono solo scuse; o, volendo usare un termine neuroscientifico altamente tecnico, cazzate. Dobbiamo abbracciare il fatto che lo studio sia in minima parte questione di abilità innate, e in massima

parte il prodotto di tempo e di olio di gomito spesi a questo scopo. Allo stesso tempo...

Nani sulle spalle dei giganti

... Allo stesso tempo lo studio è l'attività cognitiva per eccellenza. Rappresenta quanto di più strettamente ci rende esseri pensanti, il fondamento di qualsiasi processo creativo. Affinché possiamo lasciare il mondo migliore di come l'abbiamo trovato, la premessa fondamentale è che facciamo nostre le conoscenze accumulate con estrema fatica dai nostri predecessori per applicarle, o addirittura incrementarle, tramite la nostra ricerca. Salta in mente la celebre frase di Isaac Newton (invero, citazione di Bernardo di Chartres) per cui siamo nani, ma vediamo lontano perché poggiamo i piedi sulle spalle dei giganti che ci hanno preceduti: *nanos gigantium humeris insidentes*. Lo studio è l'atto con cui ereditiamo il massimo concentrato della sapienza di tutte le generazioni anteriori alla nostra, un «nettare» di tutto ciò che secoli di dotta tradizione scientifica e umanistica hanno reputato utile trasmetterci. In quest'ottica, lo studio è in assoluto e senza ombra di dubbio la singola attività più proficua della nostra vita, un formidabile moltiplicatore di esperienza. Se, come spesso si sente dire, lo studio è una maratona e non una gara dei cento metri, mentre correte tenete sempre a mente che presto verrà il giorno in cui desidererete più ardentemente di ogni altra cosa l'«avere studiato», e l'averlo fatto con la massima serietà e dedizione. Ogni singola informazione che acquisite sarà parte integrante del vostro passaporto per essere un eccellente professionista e per dare un contributo originale alla società, che conferirà significato alla vostra vita. Questa, e solo questa, dev'essere la cifra psicologica con la quale vi accostate allo studio, al pari di come lo definì Albert Einstein: «L'occasione invidiabile di conoscere l'effetto liberatorio della bellezza spirituale».

Il mio metodo

Sento già qualcuno di voi, lettori adoratissimi, che brontola... Come possiamo farci venire naturale inquadrare lo studio in quest'ottica di lungo termine, e non come una sonora rottura di scatole *hic et nunc*? Certamente è impossibile fornire una risposta

universale, ma posso senz'altro confidarvi il mio personale approccio. In prima istanza, sono dell'avviso che – in estrema sintesi – non v'innamorerete di un libro. V'innamorerete di una materia nel momento in cui sperimenterete direttamente come dietro quella montagna d'insegnamenti, regole e nozioni, sorprendentemente, «c'è vita». Esiste una comunità di esseri umani che respirano quella stessa aria, praticano quegli stessi rudimenti, e addirittura danno la propria vita per l'amore di farla avanzare. Il segreto per iniziare a studiare motivati una materia non è dunque leggerla su aridi libri, ma frequentare le persone che vivono di essa. Come farlo in concreto? Molto semplice: facendo internati, ossia brevi soggiorni in cui frequentate un certo istituto di ricerca, un ospedale, un tribunale, o un qualsiasi ambiente professionale sia di vostro interesse. Gli anglosassoni lo chiamano fare *shadowing*, seguire come un'ombra i protagonisti della vostra materia d'interesse. In quella sede potrete vedere con i vostri occhi che tutta quella marea di dettami nozionistici riportati sui libri, che parevano un filosofare inutile e fine a sé stesso, in realtà è pazzescamente importante nella vita quotidiana di chi si occupa di quella materia. Nel mio trascorso personale ho profuso molto impegno nel volontariato per aiutare i giovani nell'orientamento universitario, e ho potuto constatare come gli studenti credano ingenuamente che per frequentare gli istituti di ricerca universitari siano necessari chissà quali contatti segreti irraggiungibili. Non immaginano nemmeno quanto si sbagliano: la verità è che la stragrande maggioranza dei docenti universitari non vede l'ora di ricevere al proprio cospetto – finalmente! – degli studenti desiderosi di approfondire la loro materia, addirittura frequentando i loro rispettivi istituti. Quindi, giovani amici, fate internati fin da subito, anche negli anni preuniversitari se potete. Io frequentai il mio primo laboratorio per conto mio durante la terza superiore, e perbacco se mi è stato utile! Queste esperienze apriranno la vostra mente, e vi renderanno affamati di studio.

In seconda istanza, l'altro grande segreto è quello di approcciare tante nuove materie da autodidatti! Quando ci si affaccia a una disciplina nuova da soli, si prova una sensazione incredibile. Vi sentite potenti, artefici del vostro destino, come quell'*homo faber ipsius fortunae* di eco rinascimentale. Le materie scientifiche che nel corso dei miei studi liceali sono stato chiamato ad affrontare in totale autonomia – venivano interamente saltate dal (discutibile) corpo docente dell'istituto –, fra cui proprio le neuroscienze, sono state quelle che mi hanno lasciato la traccia più profonda. Lo studio che procede *motu proprio*, che affrontiamo spinti dalla nostra attrazione per il sapere e senza inseguire i voti, quello studio è mosso da una pura motivazione intrinseca, e come tale è destinato a rimanere inciso nel nostro cuore.

per tutta la vita. Ben vengano dunque i corsi gratuiti su YouTube. Ben vengano Khan Academy, Coursera, Skillshare, CodeAcademy, e tante altri simili piattaforme.

In conclusione, esponetevi a tante discipline, lettori carissimi. Quando prendete il vostro primo contatto con una materia nuova, un territorio vergine e inesplorato, tendenzialmente vi accorgrete di due cose: primo, di quanto quella materia sia enormemente vasta; e secondo, di quanto sia immensamente utile. Per un attimo vi sentite piccoli piccoli, afflitti da una colossale e criminosa ignoranza che infiamma il vostro orgoglio intellettuale. C'è un abisso fra voi e una conoscenza «dignitosa» di quella materia. Forti di tale consapevolezza, quell'abisso diventa assolutamente intollerabile. Inizierete a studiare unicamente per voi. Non perché c'è scritto su un piano di studi ministeriale. Non perché avete l'esame programmato fra tre mesi. Ma, piuttosto, per colmare quel *gap* della vostra – mia, primo fra tutti – personale, colossale ignoranza.

13.2. Come motivarsi tramite le corrette frequentazioni?

I secchioni, una risorsa

La nostra caccia al tesoro della voglia di studiare continua alla volta del secondo affresco, concernente le nostre frequentazioni. Dimmi con chi vai e ti dirò... quanto sarai motivato a imparare! Mi torna in mente uno degli studenti più eccezionali che abbia mai conosciuto, che adoperava il seguente criterio per decidere con chi fare gruppi di studio: prediligere sistematicamente i compagni che ammirava, quei compagni che si dimostravano più in gamba di lui, e che al tempo stesso avessero la schiettezza e lo scrupolo di correggerlo quando la sua esposizione era migliorabile, e l'audacia di «dirgli in faccia» quando aveva detto una sonora stupidaggine. Ad alcuni potrà sembrare che frequentare i primi della classe possa rappresentare un'esperienza sgradevole e umiliante – fa capolino il «mostro dagli occhi verdi» di papà Shakespeare... –, ma dovrebbe essere vero il contrario. Ammesso che i secchioni medesimi si dimostrino disponibili e pazienti nell'aiutarvi a superare le vostre difficoltà – virtù che spesso si riscontra fra le persone più valorose e meritevoli –, stare a contatto con compagni visceralmente appassionati di una certa materia inevitabilmente contagerà il vostro cuore di quella medesima scintilla. E c'è

di più: frequentando i secchioni, imparerete a imitare i loro budget di tempo, con il risultato che processerete la stessa quantità di materiale di studio in una frazione del tempo che eravate soliti allocare. Non ci credete? Sentite questa.

La legge di Parkinson

Nel mondo del *project management* (sezione 4.2) esiste un divertente paradosso che prende il nome di legge di Parkinson. Chiariamoci, non ha niente a che vedere con la malattia neurodegenerativa descritta a inizio Ottocento dal medico londinese James Parkinson. Tutt'altro: il Parkinson che c'interessa oggi è lo storico inglese Cyril Northcote Parkinson, che prendendo spunto da un articolo pubblicato nel 1955 sull'«*Economist*»,⁸⁶ e attingendo a piene mani dalla botte del *British humor*, elaborò in un proprio saggio la seguente tesi sulla natura umana: il nostro lavoro si espande fino a riempire tutto il tempo a nostra disposizione. Ogni volta che ci prefiggiamo un certo «investimento» massimale di tempo per portare a termine un compito, anche completabile in un periodo drasticamente inferiore al budget, immancabilmente finiamo per prendercela comoda e dilatare i tempi di esecuzione sino a riempire per intero il budget temporale prefissato. L'implicazione manifesta del teorema è che prefissare un limite di tempo stringente, e sentire perennemente un po' di fiato sul collo, ci conduce a produrre il medesimo risultato, ma in una frazione del tempo. Mentre frequentavo Harvard, rimasi ammaliato quando un professore a lezione c'insegnò il seguente motto harvardiano: *diamonds are made under pressure*. È quella che gli anglosassoni chiamano la *time pressure*, la pressione esercitata dall'incombere di una scadenza, che ci spinge a dare il nostro massimo e che conduce a risultati – credetemi – senza precedenti.

Il mio metodo

Nella mia lunga esperienza di studente ho potuto toccare con mano la potenza – e la mirabile controiduitività – della legge di Parkinson. Uno dei massimi benefici che ho potuto trarre dall'essere allievo di una realtà d'élite quale la Scuola Sant'Anna è la possibilità di un confronto quotidiano con una coorte di menti straordinarie e spiccatamente ambiziose. Quando si approccia un nuovo corso, è facile lasciarsi

intimorire dal volume imponente dei libri di testo da studiare, dalle equazioni minacciose, o peggio ancora dai racconti degli studenti meno dediti e motivati che tendono a descrivere l'esperienza di studio secondo toni apocalittici, al pari di una tortura torquemadesca. Viceversa, trovarsi in un ambiente intellettuale ove tutti riferiscono di essere riusciti a divorare quell'enorme librone minaccioso in pochissimi giorni – e di averlo trovato perfino un'esperienza gradevole e coinvolgente! – capovolge da cima a fondo il nostro mondo. È la legge di Parkinson! È lì che impariamo che profondendo uno sforzo massiccio, mettendo al bando ogni pigrizia e consacrando temporaneamente ogni singola fibra del nostro corpo allo studio, diventa possibile memorizzare la stessa quantità d'informazioni utilizzando un budget di tempo complessivo a dire poco «matto», piccolo all'inverosimile! Secondo un vecchio adagio che talora si udiva sulla bocca di santannini e normalisti, quando si approccia un nuovo esame dovete fare il conto di quanto tempo complessivo vi serve per preparare l'intero programma, e poi dimezzarlo. E questo è senza dubbio un *Leitmotiv* di tutti gli studenti più straordinari che abbia conosciuto: proporsi budget ambiziosi, folli, per poi lasciarsi assorbire completamente dallo studio – eufemismo per «ammazzarsi di lavoro» direte voi, vabbè... – e alla fine constatare, in un culmine di soddisfazione, che era vero, era possibile fare nostro l'intero tomo in una frazione del tempo che ci eravamo immaginati all'inizio! Ebbene, trovo assolutamente prodigioso quanto questo programma di «sangue, fatica, lacrime e sudore» risulti del tutto naturale – nonché incredibilmente gradevole – quando si è spronati e stimolati dalla frequentazione di un ambiente accademico di eccellenza e di massima vivacità intellettuale.

13.3. Come motivarsi tramite le ricompense contingenti?

Pressione sociale

Terzo affresco: c'era una volta, in un famoso esperimento del 1974, una squadra di nuoto agonistica di ragazzi fra i 9 e i 16 anni. Sono bravi ma non si applicano: questa locuzione – assolutamente inedita – ben riassumeva le lamentele dei *coach* in riferimento ad assenteismo, ritardatari, chi lasciava l'allenamento in anticipo, e più in generale lo scarso impegno profuso nell'allenamento dai ragazzi. L'esperimento fu diabolicamente semplice: osservare quale piega avrebbero preso questi fenomeni in seguito

all’istituzione di un tabellone pubblico, che registrava le presenze e le assenze dei 32 membri della squadra. Dopodiché, in un altro esperimento indipendente dal primo, a 8 di costoro (4 scelti fra i ragazzi migliori, e 4 scelti fra i peggiori) venne chiesto di annotare sul tabellone pubblico il numero di vasche condotte al termine di ciascuna seduta di allenamento. Ah, i miracoli della cara vecchia pressione sociale! Vi rode, eh, vedere il vostro nome messo alla gogna in pubblica piazza accanto a un numerino di presenze, o di vasche, deprecabilmente più basso dei vostri commilitoni? Uno scansafatiche, l’anello debole della squadra, ecco quello che dirà di voi la gente. Molto meglio andare tutti i giorni all’allenamento e fare uno sforzo per eseguire qualche vasca in più, salvando la faccia. Com’è, come non è, la sperimentazione andò avanti per 11 mesi, osservando una riduzione del 45% dell’assenteismo, del 63% degli arrivi in ritardo, nonché un aumento del numero di vasche del 27,1%. Come dite? Quante bestemmie hanno tirato i ragazzi? Vi sorprenderà sapere che erano sinceramente entusiasti dell’aggiunta del tabellone, o almeno così hanno riferito agli sperimentatori.⁸⁷

Sistema delle ricompense contingenti

Quello che abbiamo appena letto è un fulgido esempio del sistema delle ricompense contingenti (*contingent reward system*), la scuola di pensiero che si propone d’incrementare la motivazione istituendo un meccanismo di ricompense simboliche, le «contingenze» (*contingencies*), fornite dall’esterno oppure autosomministrate, che scattano ogni volta che portiamo a termine il compito prefissato. Beninteso, forti della nostra trattazione sul *backfire* (sezione 12.2), non ci lasciamo ingannare e siamo ben consapevoli che le ricompense esterne non potranno mai essere la spina dorsale del nostro studio sul lungo termine. D’altra parte, nessuno ha mai detto che le ricompense contingenti siano totalmente prive di utilità sul breve termine: possono rivelarsi utili per darci quella spintarella in più che ci aiuta a superare con rapidità un certo scoglio che – malgrado tutti i nostri sforzi di «farcelo piacere» – troviamo irrimediabilmente sgradevole, come la memorizzazione di certuni capitoli straordinariamente ostici o noiosi. Le ricompense possono avere la forma più varia, spaziando dal classico tabellone dei capitoli «fatti» e «da fare» – specie se condiviso con gli amici

– alla concessione di brevi pause di svago o di un occasionale sfizio gastronomico quale un dolcetto o il nostro piatto preferito. L'elemento nucleare è che queste ricompense «post-studio» devono essere poche e ben meritate: devono sancire il superamento di un traguardo formidabile e notevolmente ambizioso che ci eravamo proposti, festeggiare l'assolvimento di un patto con noi stessi tutt'altro che leggero, sancito al momento della pianificazione dello studio. La chiave di volta sta dunque in una saggia e parsimoniosa distribuzione delle ricompense al superamento degli ostacoli più aspri che si prospettano dinanzi a noi, e a questo scopo non esiste miglior sposalizio che quello fra ricompense contingenti e un'altra scuola di pensiero degna di nota, la *gamification* (sezione 10.1).

Il mio metodo

Anche per questo argomento, è giunta l'ora che io vuoti il sacco e vi racconti quali sfizi sono solito concedermi a suggello del mio studio. Premetto che personalmente non ho mai trovato alcuna disciplina così nauseante o invalicabile da necessitare di ricompense concrete per motivarmi a studiarla. D'altra parte, quale che sia l'argomento, ho sviluppato una mia intima ritualità che consiste nell'appendere in bella mostra nella mia camera un tabellone A4 raffigurante tante caselle colorate, una per ogni capitolo della materia che sto studiando; o equivalentemente, lo confesso, del libro che sto scrivendo. Ogni volta che completo lo studio – o analogamente la scrittura – di un nuovo capitolo, nulla mi appaga di più che avvicinarmi al tabellone munito di pennarello, e cancellare vigorosamente un'altra casella, per poi osservare compiaciuto come il mio obiettivo sia sempre più vicino. Insomma, è una sciocchezza, ma questo calendario dell'Avvento, *university edition*, è stato per me un simpatico compagno di lavori in questi anni. Ehi, a proposito! Ho appena finito di scrivere un'altra sezione di libro. Aspettate un istante, vado a segnarlo sul tabellone e torno fra un secondo. *Afk*.

13.4. Come motivarsi tramite le *props*?

Siamo giunti dinanzi all'ultimo affresco. Ci caleremo in una dimensione ancora più privata, scolpita nel nostro passato e nutrimento fondamentale

della nostra crescita: quella dei giocattoli. Siamo onesti, la nostra affezione per una materia di studio non potrà che aumentare nel momento in cui essa assumerà le vesti di un'oggettistica concreta, con cui possiamo giocherellare, manipolare, sperimentare. In fin dei conti siamo mammiferi, siamo istintivamente curiosi ed esploratori! Il mio consiglio spassionato è quello di adoperare il massimo numero di oggetti didattici su cui riuscirete a mettere le vostre mani: io li chiamo le *props*, gli «oggetti di scena» del linguaggio teatrale. Così come molti di noi da bambini finiscono per appassionarsi d'istinto alla matematica tramite il gioco dei mattoncini o delle costruzioni meccaniche, allo stesso modo da studenti universitari chi c'impedisce di munirci dei «giocattoli» delle nostre materie di studio? Spesso questi possono essere reperiti in biblioteca, o acquistati online per pochi soldi. La materia ove questa pratica è più consolidata è certamente l'anatomia, con i suoi modelli degli organi e dello scheletro. La più parte delle biblioteche mediche universitarie è ben fornita di questi attrezzi, ed è assolutamente d'uopo frequentarle con regolarità a questo scopo. In alternativa vanno menzionati anche i sempre più eccellenti atlanti virtuali tridimensionali, alcuni dei quali disponibili gratuitamente sul web, e che prevedibilmente andranno incontro a possibilità sconfinate grazie alla recente accelerazione senza precedenti di realtà virtuale (VR) e realtà mixata (MR). Ma, se l'anatomia rappresenta l'archetipo classico delle *props* studentesche, nulla ci vieta di traslare il medesimo approccio a qualsivoglia altra materia. Gradite qualche esempio? Pronti!

Il mio metodo

Dovete sapere che il sottoscritto ha fatto largo e felice uso delle *props* nel corso dei propri studi. Come dimenticare la chimica organica e la biochimica a suon di modelli molecolari di plastica! Sembrerà pure una banalità infantile, ma spendere del tempo a baloccarsi con quella valigetta di palline colorate e stanghette rigide è assolutamente cruciale per fare propri certi concetti stereochimici quali la chiralità e la diastereoisomeria; se proprio vogliamo dirla tutta, dovrei menzionare anche quelle volte in cui, stremato dopo infinite ore di concentrazione, lo studio scadeva nella costruzione di cagnolini e cerbiatti, ma soprassiederò su questi retroscena deplorevoli... Allo stesso modo, come dimenticare le intere giornate trascorse a

costruire circuiti elettrici, e a programmare i microcontrollori *Arduino* e *Raspberry*. Senza di essi, mai avrei potuto apprezzare altrettanto compiutamente i capisaldi dell'elettronica! Per non parlare dell'ottica. Prima o poi a tutti capita fra le mani una vecchia macchina fotografica rotta, da buttare: cosa vi costa recuperarne le lenti? Il giorno che studierete la fisica della luce, la possibilità di giocherellare con delle lenti in carne e ossa si rivelerà preziosissima per farvene apprezzare istintivamente la fenomenologia. Infine, una volta arrivai perfino a realizzare un palazzo della memoria in miniatura (sezione 19.2) sui diversi ripiani del mio scaffale, trasformando con un po' di bricolage e non poca dose d'ingegno qualche confezione di plastica in una miriade di minuscoli pupazzetti. Dovete essere sfrontati, non vergognarvi mai delle vostre attività di studio, arbitrariamente strane e anticonvenzionali che siano. Si racconta che uno dei motivi assolutamente determinanti per cui James Watson e Francis Crick giunsero per primi alla struttura molecolare del DNA fu il fatto che erano gli unici, nell'ambiente accademico bacchettone e austero degli anni Cinquanta, a «non vergognarsi» di adoperare un modello di cartone. Se perfino loro, fra i più insigni giganti della scienza, hanno potuto concedersi la libertà di fare del «bricolage accademico», potrò permettermelo io che non sono nessuno se non un semplice studente, che dite? In definitiva, le possibilità offerte dalle *props* sono assolutamente sconfinate, ma il *fil rouge* che le collega tutte è la consapevolezza che nell'istante in cui sviluppiamo un rapporto diretto, istintuale, «tattile» con la nostra materia di studio, mosso dalla stessa curiosità primigenia di cui è fatto il gioco dei bambini, la nostra relazione con la disciplina in oggetto si renderà enormemente più profonda e viscerale. Bando a ogni remora, evviva i giocattoli ed evviva il bricolage, se possono aiutare ad accendere il fuoco della nostra motivazione, e a oliare gli ingranaggi elusivi della nostra memoria!

Introduzione

Prima di abbandonare il reame della motivazione e muovere verso altri lidi, apriamo una parentesi scabrosa sulla nostra (de)concentrazione. Ah, quante volte capita che ci sforziamo di leggere, ma ci ritroviamo perennemente distratti, nostro malgrado, dal minimo stimolo esterno. E ci ritroviamo a leggere n volte la stessa frase. E ci ritroviamo a leggere n volte la stessa frase. E ci ritroviamo a leggere n volte la stessa frase. In questo capitolo *flash* affronteremo la maledizione del mondo digitale, una pratica temuta e variamente condannata da oltre un secolo di neuroscienze: sto parlando del multitasking. Un formidabile ingannatore, che tanto per cambiare si nutre della natura controiduitiva del nostro cervello per indurci in errore, e farci credere – a torto – di star risparmiando tempo. Prima di cominciare, sapreste definire cosa sia il multitasking? In questo breve capitolo investigheremo la «fattispecie» giuridica di questo «reato» contro la concentrazione, di cui tanto frequentemente si macchiano gli studenti. Ne daremo un inquadramento generale, dopodiché andremo a cercare le sue tracce dritti nella tana del lupo: i *social network* e la musica. Settate lo smartphone su muto, vi auguro una buona lettura!

14.1. Il multitasking

Cos'è il multitasking

Come suggerisce il nome, il multitasking consiste nello svolgimento simultaneo di molteplici attività. D'altra parte, in molti ritengono – erroneamente – che soltanto attività che avvengano *letteralmente* nello stesso istante configurino un multitasking. Non è esattamente così: gli psicologi hanno distinto due tipologie. La prima e più classica è

effettivamente il multitasking simultaneo, che sussiste ogni volta che due attività vengono svolte contemporaneamente, *sensu stricto*; per esempio, camminare mentre si mastica una gomma, telefonare mentre si guida, studiare mentre si guarda la televisione. La seconda tipologia è il multitasking intermittente o sequenziale, che consiste nel passare forsennatamente da un’attività all’altra dimodoché, pur svolgendo tecnicamente un’attività per volta, si finisce per spostare continuamente il focus della propria attenzione dall’una all’altra. Esempi classici sono leggere fermandosi frequentemente a scrivere annotazioni slegate dall’argomento di studio, studiare interrompendosi ogni quarto d’ora per controllare le e-mail o i *social*, e altre simili distrazioni quasi sempre di natura tecnologica. Il punto centrale frequentemente equivocato, del quale ho caro convincervi in questa sezione del libro, è che la modalità intermittente non è affatto meno rovinosa di quella simultanea, neanche per sogno!

Difetti e... difetti del multitasking

Comprendere gli effetti del multitasking sul nostro cervello è stato senza dubbio un obiettivo prioritario della psicologia sperimentale dell’ultimo mezzo secolo, essendo la nostra vita sempre più incistata di oggettistiche tecnologiche in grado di squillare, vibrare, e richiamare la nostra attenzione come tanti cagnolini al guinzaglio. In sintesi estrema, i risultati osservati possono essere riassunti come segue. Fintantoché le attività condotte in multitasking sono completamente automatiche, e investono regioni cerebrali del tutto indipendenti come camminare e masticare la gomma, allora il fatto di eseguirle simultaneamente non ne inficia la qualità; anzi, può essere una strategia vincente per risparmiare tempo. Viceversa, se le attività richiedono anche solo una modica quantità di risorse cognitive e attenzionali, allora il multitasking deve essere sempre, comunque, dai mari alle montagne... evitato come la peste. Il multitasking vive della percezione inaffidabile che abbiamo della nostra efficienza: ci dona la falsa percezione di star risparmiando un sacco di tempo. Sono in molti a ritenere di essere degli eccellenti *multitasker*, e che questa pratica li renda particolarmente efficienti e abilissimi nel *time management*... percezione che, si dà il caso, è completamente falsata.⁸⁸ *In primis*, le evidenze sperimentali ci dicono che

ogni volta che parallelizziamo attività associate a un carico cognitivo ne compromettiamo marcatamente la qualità, aumentano gli errori e riduciamo temporaneamente il nostro QI anche di 15 punti. Ancora peggio, questa scelta non comporta mai un risparmio di tempo: si dimostra che, se praticassimo le stesse attività dislocandole una dopo l'altra in blocchi separati, risparmieremmo fino al 75% del tempo!⁸⁹ A peggiorare ulteriormente le cose, il multitasking sortisce effetti specificamente devastanti sulla nostra memoria. Laddove con l'allenamento è possibile diventare efficienti a coniugare in regime di multitasking attività meccaniche e automatiche, questo non è mai e poi mai possibile per attività che richiedano memorizzazione. Si dà il caso che la memoria risente sempre del multitasking, sia sul breve sia sul lungo termine.

Substrato neuroscientifico

Tanto accanimento sulla memoria potrà sembrare sorprendente, specie nel caso del multitasking intermittente, essendo questo privo di sovrapposizione temporale fra un'attività e l'altra. La ragione risiede probabilmente nel fenomeno dell'*attentional blink*, letteralmente il «lampo» di attenzione. In buona sostanza, l'atto di raggiungere piena concentrazione su un argomento – confermabile a mezzo dell'elettroencefalogramma – non è affatto immediato, ma richiede svariati minuti di tempo e un notevole sforzo mentale.⁹⁰ Passando di palo in frasca, volteggiando avanti e indietro da un'attività all'altra, siamo costretti a pagare ogni volta lo scotto di doverci riconcentrare, proprio come un aereo in partenza è costretto a spendere tempo e carburante per decollare e salire in quota prima di raggiungere la piena velocità di crociera. A pensarci bene, questo paragone aeronautico è particolarmente calzante. Se dovete andare da Roma a Sydney, un tragitto sensato è decollare da Roma e dopo 13 ore atterrare a Singapore, ridecollare da Singapore e in 9 ore atterrare a Sydney. Viceversa, il multitasking intermittente consisterebbe nel fare centinaia di piccoli voli di pochi minuti ciascuno, con continui decolli e atterraggi, ogni volta sprecando tempo e carburante per salire in crociera. In conclusione: non potrà esistere, mai e poi mai, una *piccola* distrazione, l'espressione è del tutto ossimorica! Tutte le distrazioni vengono a costarci quanto meno diversi minuti di concentrazione, giacché quello è l'ordine dei tempi richiesto affinché il

nostro cervello torni a essere concentrato su quanto stavamo facendo in precedenza. È la «tassa» del nostro cervello, una tassa sulla concentrazione.

14.2. Posso utilizzare i social durante lo studio?

Eliminare le distrazioni

Ecco un consiglio originalissimo, in super-esclusiva: evitare le distrazioni. Questo implica evitare come la peste nera, *wanted dead or alive*, diavolerie quali: tv, e-mail, messaggi, messaggini, messaggetti di qualunque sorta, e tanto meno – *vade retro* – i social. Alcuni autori consigliano perfino di stroncare il problema alla radice, spegnendo l'intera connessione internet dell'abitazione. Esagerati, direte voi? Forse sì, ma sta di fatto che la dipendenza da internet, con tutti i suoi effetti destruenti sullo studio, è diventata una vera emergenza della nostra società. Pensate che l'*Internet Addiction Disorder* (IAD) è stato introdotto nel 2013 fra le patologie psichiatriche riconosciute nel DSM, la classificazione psichiatrica più famosa e utilizzata nel mondo. Gli studi osservazionali stimano che il 6% della popolazione globale odierna soffra di questa patologia in forma franca,⁹¹ sarebbe a dire 460 milioni di persone; e tenete conto che sì e no il 40% della popolazione globale ha accesso a internet. Be', in fondo non ci stupisce troppo, e sappiamo bene che i social si prefiggono esplicitamente lo scopo di essere quanto più possibile appaganti, e di catturare la nostra perenne attenzione. Questo aspetto li rende, mi duole dirvelo, del tutto incompatibili con il «tempo protetto» del vostro studio.

App contro l'abuso di internet

È interessante osservare che in tempi recentissimi sia sorta una ricchissima pletora di contro-app, finalizzate a limitare il nostro accesso ai servizi internet o quanto meno a renderci consapevoli del nostro eventuale abuso. Da una parte vi sono quelle che adoperano le maniere forti: voi stabilite per quante ore intendete studiare, e l'app si premura di bloccarvi l'accesso ai social finché il *countdown* non si esaurisce. Viva la forza bruta, insomma. Periodicamente queste app vi forniscono una sorta di pagella che ricapitola quante ore di ogni giorno avete trascorso navigando sui social, e le confrontano con la quantità di tempo considerata sana. Dall'altra parte

esiste una seconda, nutrita famiglia di app ancora più subdole, che non vi chiudono la connessione con le cattive, ma mirano piuttosto a fare leva sui vostri sensi di colpa. All'inizio della sessione di studio voi «piantate» il seme di una piantina (o un animaletto) virtuale, e stabilite per quale durata intendete studiare. Non sia mai che vi venga in mente di controllare i social o di mettervi a giocherellare anzitempo, perché se lo farete la piantina «morirà» prematuramente per colpa vostra. Diabolico, eh?

14.3. Posso ascoltare musica durante lo studio?

Quanti di voi sono soliti ascoltare musica mentre studiano per prevenire l'eccessiva noia? Immagino che ora, lettori affezionati, starete tremando all'idea che arriverà la solita bacchettata sulle dita, e che vi toglierò anche quest'ultimo piccolo piacere proibito. Ma stavolta potete tirare un sospiro di sollievo. Nel caso della musica la situazione è certamente meno netta rispetto agli altri tipi di multitasking, al punto che possiamo accreditare diversi benefici a questa pratica. Non solo la musica agisce dietro le quinte delle nostre circuiterie emotive potenziando il tono dell'umore,⁹² ma ci aiuta a coprire i rumori di fondo, quello *iacheteiac* fatto di vicini che parlano, guaiti di cani, vibrazioni di cellulare, grida di bambini, rumori dei televisori, ecc. a cui siamo costantemente esposti contro il nostro volere. Riproducendo una musica adatta, noi «scegliamo» il nostro brusio di fondo in sua vece. D'altra parte, certamente non possiamo ascoltare brani troppo coinvolgenti, o le cui parole riecheggino nella nostra mente facendoci perdere il filo del nostro discorso. Quello, sia chiaro, diventerebbe multitasking bello e buono. A questo scopo è fuor di dubbio che la musica strumentale sia marcataamente più conciliante lo studio di quella cantata, ma, se proprio si desidera optare per quest'ultima, ci torna senz'altro utile non conoscerne il testo, per esempio per una barriera linguistica.

Quali autori

È assodato che disporre di una formazione musicale correli in modo formidabile con le abilità cognitive e di memorizzazione, e questo fenomeno è particolarmente accentuato nel caso della musica classica. Svariati studi – non senza accese controversie – danno credito al famoso

effetto Mozart,⁹³ il fenomeno per cui neonati, bambini e preadolescenti che vengano esposti a pezzi classici svilupperebbero abilità cognitive superiori. Curiosamente, alcune evidenze molto discusse suggerirebbero che questo effetto sia da ricondurre al fatto che la classica si caratterizza per un rigoroso impianto contrappuntistico, una notevole simmetria – basti pensare allo schema costitutivo della forma sonata: esposizione, sviluppo, ripresa – e, in generale, per un elevato grado di complessità organizzativa. Per queste sue peculiarità, la musica classica attiverebbe, potenziandola, la circuiteria cerebrale parietale deputata al ragionamento spaziale. Ai fini del metodo di studio, questo *boost* può tornarci utile, specialmente alla luce del fatto che è la stessa circuiteria parietale alla base di molta parte delle tecniche di memorizzazione avanzate, che conosceremo fra poco (capitoli 14-19). Autori classici come la Prima Scuola di Vienna (Haydn, Mozart, Beethoven), così come tutti i barocchi fino a Händel, Bach e Vivaldi, in virtù delle loro architetture riccamente complesse, e al tempo stesso geometriche e rigorose nel loro «contenimento classico», appaiono dunque quali i migliori candidati nel promuovere gli effetti benefici sulla nostra memoria. Concluderò citando le ultime parole che secondo la leggenda il mio compositore preferito, Gustav Mahler, emise in punto di morte: «Mozart, Mozart».

Il mio metodo

Personalmente ho sempre ritenuto che la musica fosse una risorsa formidabile per conciliare alcune situazioni di studio. Se da una parte può indiscutibilmente produrre un effetto deconcentrante, dall'altro lato è innegabile che lo studio a ritmo di musica possa rivelarsi notevolmente più piacevole ed emotivamente appagante; effetto che consente di estenderne massicciamente la durata. Preferite un'ora di studio superintenso a cui seguono tre ore di pausa per riprendervi, oppure quattro ore filate di lettura *musicata*? Fra tutte le fasi del metodo di studio, quella che meglio si concilia con la musica è senza dubbio la preparazione dei materiali di studio scritti di proprio pugno al computer (capitolo 10): trattandosi di un'attività che richiede uno sforzo mentale decisamente submassimale, lascia una parte delle nostre risorse cognitive piacevolmente libere di processare la musica senza finire troppo deconcentrati. Da *ultras* (e purista) di classica quale sono, non solo ho adoperato

profusamente la musica durante i miei anni da studente, ma sono andato anche molto oltre, perché ho cercato di sviluppare una profondissima, intima associazione emotiva fra ogni singola materia che ho studiato e uno specifico pezzo musicale. Questo mio metodo – quasi una sorta di condizionamento operante – ha aggiunto una dimensione sentimentale di potenza straordinaria ai diversi esami che ho preparato. Ha costituito un valore aggiunto di respiro prodigioso, che ha reso del tutto indimenticabili e inebrianti innumerevoli momenti del mio studio. Nulla mi porterà mai via il ricordo delle serate di anatomia trascorse assieme al dolce canto della *fanciulla Fevronja* nell'opera *La leggenda della città invisibile di Kitež* di Nikolaj Rimskij-Korsakov. Né le nottate di magico terrore in compagnia del *Fliegende Holländer*, l'*Olandese volante* wagneriano, divorando dall'alba al tramonto interi pacchi di esercitazioni di analisi matematica, letteralmente un compito per ogni *Olandese* che ascoltavo. Né la biochimica sui passi della *Petite messe solennelle*, quel superbo monumento rossiniano di *musique sacrée ou de la sacrée musique*, che finì per risonarmi nelle orecchie per tutta la durata dell'esame, tanto che la mia mano sembrava animarsi sulla carta mossa dallo stesso Rossini, e il compito si scriveva da solo. Né quando, prima di scendere in sala conferenze a ripetere ad alta voce fisiologia tutte le notti, solevo spararmi nelle cuffie a tutto volume il *Pilgerchor* del *Tannhäuser*, quale mia sigla speciale, che mi energizzava e mi dava carica. Né il momento della mia prima laurea, sulle note della redenzione di Faust dal *Mefistofele* di Boito. Né, infine, la scrittura di questo stesso libro, amici miei, perdutamente rapita dalla vivaldiana *Juditha triumphans*. Tutti questi rimarranno fra i ricordi più cari che serberò sempre scolpiti nel mio cuore. Nessuno, fra coloro che non abbiano personalmente sperimentato questo mio metodo – certamente fra i più intimi che vi ho confidato –, potrà mai intuirne la potenza, e la sopraffina pregnanza emotiva.

Dati di tipo “sic est”

Ricapitoliamo un paio di cosette sulla nostra memoria. Punto primo, la memoria funziona secondo un paradigma relazionale (sezione 2.4). Punto secondo, l'apprendimento a lungo termine consiste in un finissimo lavoro di sminuzzamento e riorganizzazione logica (sezione 2.3) che il nostro cervello conduce dietro le quinte: una vera e propria «digestione» intellettuale a colpi di cause, conseguenze, relazioni, questo concetto è analogo a quell'altro... questo qui invece è un'eccezione motivata da... di qua possiamo notare una certa regola che si ripete... Se non fosse che prima o poi capiteremo dinanzi a materiali che, malgrado tutti i nostri encomiabili sforzi di evidenziare nessi al loro interno, non hanno alcuna ragion d'essere di tipo logico. Volete qualche esempio?

- Eponimi: sapete, quelle scoperte e invenzioni che hanno assunto il nome dello scopritore. Per quanto v'impegnate, non troverete un nesso logico rigoroso che colleghi le equazioni di un fluido viscoso lineare alle sillabe con cui è nota la sua legge matematica, quella di «Navier-Stokes», e così per tutti gli altri;
- numeri: vogliamo dire qualcosa sulle date? Trovatemi voi una motivazione logico-matematica per cui Colombo doveva approdare nelle Americhe esattamente nell'anno 1492. Per non parlare poi della – spassosissima – numerazione dei testi legislativi o dei loro articoli;
- liste: maledettissime liste. In medicina è frequente dover ricordare elenchi sterminati di sintomi totalmente scollegati fra loro, in quanto la nostra comprensione fisiopatologica è oltremodo insufficiente a giustificarli in maniera consequenziale.

Insomma, avete afferrato il punto: questi dati non possono essere dispiegati razionalmente. Hanno una qualità puramente mnemonica, e vanno ingurgitati *tout court*, così come sono e senza tanti complimenti. Potremmo chiamarli «dati di tipo *sic est*» in quanto l'unica concepibile risposta alla domanda «perché» è per l'appunto *sic est*, perché è così. La loro memorizzazione è estremamente ostica, richiedendo tempi del tutto spropositati e, anche quando riusciamo con fatica a «fotografarli» tali e quali nella nostra testa, li vediamo decadere come neve al sole, come fossero ontologicamente incompatibili con il nostro cervello. E in effetti è proprio questo il caso, perché le colonne portanti della nostra memoria relazionale non reggono di fronte all'illogicità, e l'intero castello del metodo di studio collassa su sé stesso. Siamo rovinati. Come uscirne?

Introduzione alle mnemotecniche

Vengono in nostro soccorso le mnemotecniche (*mnemonics*), una famiglia di metodiche che si prefiggono d'«inventare» a proprio totale arbitrio delle connessioni di fantasia del tutto illegittime fra dati che nella realtà non ne possiedono. Il fine ultimo è quello d'instaurare un *fil rouge*, ripercorrendo il quale potremo ricostruire mentalmente l'intero dato. Già, siamo disposti a tutto, perfino a inventare relazioni che non esistono, pur di rendere questi dati commestibili alla «digestione» intellettuale del nostro cervello, e dunque memorizzabili. Le mnemotecniche si basano sulla nostra fantasia: la usano per colmare il vuoto di quella giustificazione logica assente nei dati *sic est*, fabbricandone una completamente fittizia. In questo capitolo «di riscaldamento» esordiremo con una infarinatura generale dei loro pro e contro, in preparazione ai prossimi quattro capitoli ove descriveremo profusamente tutte le più illustri metodologie, classificandole in base al tipo d'informazioni che ci consentono di memorizzare:

1. per i concetti: tecnica della visualizzazione (capitolo 16);
2. per i numeri: conversione fonetica, sistema Dominic, tecnica dei pioli e ricerca della regolarità (capitolo 17);
3. per liste brevi: tecnica dell'acronimo, tecnica della frase-chiave (capitolo 18);

4. per liste lunghe e testi: tecnica dei *loci* classica, tecnica dei *loci* variante (capitolo 19).

15.1. Sull'utilità delle mnemotecniche

Potenzialità

La prima cosa da sapere sulle mnemotecniche è che sono enormemente efficaci. Soprattutto la «principessa» di tutte le mnemotecniche, che conosceremo a breve: mi riferisco ovviamente al celebre metodo dei *loci*. La loro artificiosa controiduitività è la causa diretta del basso numero di studenti che ne usufruiscono, infatti perfino fra gli allievi delle scuole universitarie d'élite di Pisa non erano affatto adoperate di frequente. Resta il fatto che le loro potenzialità sono incredibili, e avvalorate da rigorose evidenze sperimentali. Un loro insegnamento accurato, sistematico, e soprattutto comprensivo dell'identificazione chiara dei loro limiti (che conosceremo nella prossima sezione), mostra una correlazione positiva con la performance studentesca tanto alla scuola superiore quanto all'università.⁹⁴

Campioni di memorizzazione antichi

Un ulteriore accento sulla credibilità di questi strumenti è il fatto che sono antichissimi. La conversione fonetica trae origine dai trattati dei matematici europei fra Seicento e Settecento. Invece il metodo dei *loci* risale quanto meno all'epoca classica: è menzionato da ben quattro opere dell'antichità latina giunte fino a noi, quali l'anonimo *Rhetorica ad Herennium* (90-82 a.C.), indirettamente la *Naturalis historia* di Plinio il Vecchio (77-78 d.C.), l'*Institutio oratoria* di Quintiliano (90-96 d.C.) e soprattutto il *De oratore* di Cicerone (55-54 a.C.); e tutti questi testi in diversi passi lasciano intendere esplicitamente che il metodo fosse saldamente consolidato nella tradizione oratoria già di pertinenza greca. È da quando esiste la letteratura che l'umanità conosce la potenza formidabile di questi metodi. Del resto gli antichi, sprovvisti della stampa, erano costretti a fare di necessità virtù e ad affidarsi alla propria memoria per tramandare informazioni. Erano infinitamente più esperti di memoria rispetto a noi, pigri contemporanei!

Campioni di memorizzazione moderni

Passando ai giorni nostri, le mnemotecniche sono lo strumento imprescindibile di cui si servono letteralmente tutti – dal primo all’ultimo – i campioni di memorizzazione (*mnemonists*), e sono dichiaratamente il cuore pulsante di ogni loro record. Giusto per citare un esempio, sapete che esiste un campionato mondiale di memorizzazione delle cifre decimali del Pi greco (π)? Quante ne ricordate voi: probabilmente due, tre, forse quattro? Le prime dieci sono 3,1415926535... State al gioco: chiudete il libro e provate a indovinare quale sia il record mondiale. Fatelo davvero, ve ne prego!

... Fatto? Bene, vi svelo la soluzione. Al momento della scrittura di questo libro (2021), l’attuale detentore del record è l’indiano Suresh Kumar Sharma, che nel 2015 – all’età di soli 20 anni, pensate un po’ – riuscì a recitare a memoria 70.030 cifre, in 17 ore e 14 minuti di conferenza, certificata timbrata e bollata dai *Guinness World Records* nientemeno. E voi obietterete: ma questi campioni del *memory sport* dovranno essere per forza di cose predisposti geneticamente a performance così straordinarie! In una piccola misura avete ragione, ma dovete sapere che, con l’ausilio di queste tecniche, anche individui con capacità mnemoniche del tutto ordinarie riescono a realizzare obiettivi assolutamente strabilianti, come memorizzare un intero mazzo di carte rimescolato in meno di 30 minuti. Nei prossimi capitoli scoprirete di possedere abilità nascoste nel vostro cervello che nemmeno sospettavate!

15.2. Sull’inutilità delle mnemotecniche

Scarsa territorio di applicabilità

Dopo tanta *laudatio*, la seconda cosa da sapere circa le mnemotecniche è che sono enormemente... limitate! Sfatiamo subito un mito: le mnemotecniche non sostituiscono in nessuna misura lo studio tradizionale. Il territorio in cui ha senso applicarle è assai ristretto: si limita alla sola e unica memorizzazione delle informazioni di tipo *sic est, fine!* Risolvono dunque un problema di nicchia all’interno dello studio: memorizzare quello specifico tipo d’informazioni in cui tutte le altre metodiche hanno alzato la bandiera bianca. E questo è certo, perché nelle mnemotecniche tutto si

gioca sul creare collegamenti di fantasia, che non esistono in realtà. Viceversa, ogni volta che le nozioni si prestano a essere interconnesse da nessi logici reali – anziché inventati –, questi sono sempre drasticamente preferibili per un’infinità di motivi. Uno per tutti, perché sono molto più propensi a favorire il *transfer* delle informazioni, ossia la nostra abilità di applicare tali nozioni alla risoluzione di problemi nella vita reale. Se fossimo folli e facessimo affidamento sulle mnemotecniche per ogni cosa che memorizziamo, finiremmo per perdere di vista il soggetto reale della nostra disciplina, e vivere in un mondo di cartone. Lo studio è un atto enormemente più complesso di saper ripetere a pappagallo, e in ultima analisi le mnemotecniche non sono altro che un trucco, un expediente. In quanto expediente, dovranno essere usate con rispettosa parsimonia.

Scarso risparmio di tempo

Il secondo colossale limite delle mnemotecniche riguarda il risparmio di tempo. Sfatiamo un altro mito: per quanto abili siate nel generarle, sappiate fin d’ora che dalle mnemotecniche non trarrete un risparmio «stellare» di tempo. Non avverrà che un bel giorno estrarrete un paio di mnemotecniche dal cappello a cilindro, e magicamente la vostra efficienza nello studio verrà decuplicata e passerete esami in una frazione del tempo consueto; questi miracoli, sia ben chiaro, avvengono solo nei banner pubblicitari di certi loschi corsi online dall’autorevolezza discutibile. Una porzione non indifferente di questo dispendio di tempo riguarda proprio la generazione delle mnemotecniche, fase che richiede in tutti i casi un atto d’inventiva originale. Che si tratti di fabbricare una storia, un disegno o una frase, questi dovranno essere al tempo stesso «sensati» e «memorabili» agli occhi della vostra mente, in virtù del vostro vissuto e del vostro personale bagaglio culturale. E qui posso immaginare alcuni di voi, lettori carissimi, asserire che le mnemotecniche non fanno per voi perché «siete lenti» a inventare storie. Voglio che sia assolutamente cristallino: tutti, ma proprio tutti, impieghiamo una marea di tempo a inventare le nostre mnemotecniche. Certo, l’allenamento aiuta, ma in generale i tempi lunghi necessari per formularle sono normalissimi, e vanno messi in conto. Fanno parte del pacchetto! Il punto è proprio questo: al netto della quantità esorbitante di tempo che dobbiamo investire nella fase d’*inventio*, le

mnemotecniche si rivelano vantaggiose; ma lo sono limitatamente al loro ristretto territorio di competenza, che corrisponde alle informazioni di tipo *sic est*.

Appello ai libri di testo

Alla luce del fatto che i lunghi tempi di fabbricazione sono il loro «reagente limitante», mi trovo del parere che le mnemotecniche dovrebbero sempre essere incluse con dovizia nei testi di studio scolastici e universitari. Accanto a ogni elenco, a ogni data, a ogni eponimo, a ogni termine tecnico di cui si richiede la memorizzazione, sarebbe auspicabile suggerire una mnemotecnica onde risparmiare agli studenti quella lunga fase d’ideazione di mnemotecniche proprie. In Italia tale prassi è tristemente inusitata, laddove è fiorente nel mondo anglosassone. Uno dei settori ove le mnemotecniche hanno prosperato sono i manuali di preparazione all’esame di abilitazione medica americana (USMLE). Trattandosi di un test estremamente impegnativo a livello mnemonico, e al tempo stesso dai contenuti rigidamente standardizzati e uguali in tutto il mondo, è sorto ogni ben di Dio in quanto a mnemotecniche per ricordare ogni singola lista di sintomi, diagnosi differenziale o linee guida cliniche di qualunque malattia nota all’umanità. Alcune delle mnemotecniche più azzeccate di questi manuali si sono rivelate di una tale universale efficacia da essere assurte a una diffusione internazionale. La didattica di ogni settore disciplinare dovrebbe a mio giudizio prendere esempio da questi così fulgidi casi di *best practice*.

Il mio metodo

Nel corso della mia carriera mi è capitato di adoperare prima o poi tutte le principali famiglie di mnemotecniche, come avrò modo di raccontarvi nei prossimi capitoli a esse dedicati. D’altra parte, trovo sia utile concludere questo breve capitolo introduttivo con un’importante precisazione. Illuminati dalla precedente disamina critica, appare chiaro che le mnemotecniche si configurano come uno strumento da usare *in extremis*, per collegare nel mondo delle favole ciò che non può essere collegato nel mondo reale. Ma prima di arrendersi e dichiarare che quel particolare elenco o quel termine tecnico è di tipo *sic est*, dovete averle provate davvero tutte

nel tentativo di generare dei collegamenti veritieri. Il prototipo di questa *misconception* si verifica per i termini tecnici: laddove molti studenti scelgono d'impararli a memoria così come stanno, ingoiandoli senza tante ceremonie, personalmente ho sempre sentito l'esigenza di verificarne certosinamente l'etimologia, ovverosia capire perché quel particolare vocabolo si dice in quel modo, instaurando dei collegamenti con le lingue che conosco. A questo proposito è impossibile non riconoscere un prezioso contributo formativo alla conoscenza etimologica, al punto che durante il liceo – scientifico, nel mio caso – decisi di colmare il vuoto rimastomi del greco antico studiandolo da autodidatta. Il latino e il greco mi hanno consegnato le chiavi di uno strumento impareggiabile: il dizionario etimologico (sezione 25.3). L'etimologia, quella sì, è un metodo di studio miracoloso, perché ci permette di memorizzare i vocaboli non in quanto tali perché *sic est*, bensì fornendoci una ragione logica ben precisa per cui un vocabolo si dice in quel determinato modo. Trovo inconcepibile che materie ricche di etimi classici, quali per esempio l'anatomia, non vengano introdotte nei corsi universitari da un'adeguata prolusione di etimologia pura, e i loro testi più autorevoli non riportino in modo sistematico le etimologie dei vari vocaboli. Da studente sono sempre stato un fan sfegatato dell'etimologia, e andavo controllando sul dizionario etimologico ogni singolo vocabolo in cui m'imbattevo. Gioivo nell'interconnettere i sintagmi con le rispettive radici in sanscrito, o addirittura in protoindoeuropeo (PIE), la protolingua antichissima da cui sono nate le lingue neolatine e germaniche. Fu un momento veramente epifanico quando all'esame di anatomia mi venne posta una domanda sul *caput medusae*, l'ingrossamento a raggiera delle vene periombelicali che si verifica nella cirrosi epatica. Nello stupore della commissione dei docenti, menzionai un memorabile parallelismo con l'etimologia stessa del termine «ombelico». Tramite il latino *umbilicus*, riflette la radice protoindoeuropea «*h₃nebʰ-*» – giuro, giel'ho detta *esattamente* così all'esame –, che significa anche mozzo di una ruota, sarebbe a dire il perno centrale da cui si dipartono «a raggiera» i raggi della ruota. Analogia memorabile alla disposizione con cui le vene periombelicali si dipartono a raggiera dall'ombelico, la morfologia che si rende osservabile nel paziente cirrotico affetto da *caput medusae*, per l'appunto. I docenti ne rimasero esterrefatti. Ecco un esempio di valida alternativa logica, reale, all'invenzione del tutto arbitraria di una stupidissima mnemotecnica.

Come memorizzare i concetti?

Introduzione

La tecnica della visualizzazione consiste nel convertire un concetto complesso in un’immagine pittoresca e visivamente memorabile. L’idea è che ripercorrendo mentalmente le varie parti dell’immagine, queste forniranno dei robusti indizi, i famosi *cues* (sezione 7.3), sufficienti a farci tornare alla mente gli elementi cardine del concetto, e di lì il concetto in sé. Fra tutte le mnemotecniche è questa senz’alcun dubbio la più generale, e può essere adattata a pressoché ogni tipologia d’informazioni. È utilissima per memorizzare un elenco, ogni elemento del quale verrà convertito in un oggetto dell’immagine; o una poesia, dipingendo per ciascuna strofa un’immagine vivida contenente tutti gli elementi che vi prendono parte; allo stesso modo per il lessico straniero; alcuni campioni di memorizzazione l’adoperano addirittura per i numeri, come scopriremo nel capitolo 17; e infine – dicono le evidenze – è particolarmente utile per memorizzare regole di associazione fra parole, in grado di trasformare dal 45% al 75% la performance di memorizzazione di una lista di 20 coppie di parole.⁹⁵ Torna alla mente come lo stesso Albert Einstein, nello sviluppo della relatività, fece ampio uso dei suoi *Gedankenexperimente*, gli esperimenti mentali in cui «visualizzava» sé stesso seduto su un raggio di luce, o rincorrendo un raggio di luce, o altri quadretti di simile guisa. Insomma, una tecnica dalle potenzialità vastissime, che brilla di luce propria a fronte della sua innata versatilità.

16.1. Come funziona la tecnica della visualizzazione?

Caratteristiche delle immagini

Chiediamocelo, che cos'è che rende queste immagini di fantasia memorabili? Di seguito, provo a farne un rapido sunto:

- devono essere vivide e ricche di colore, con un forte connotato emotivo, che sia di gioia, malinconia, dolore, o anche violenza; che è poi la stessa vividezza che rende i capolavori della letteratura così straordinari: un'immagine grigia e scialba risulta noiosa, chi se la fila...;
- l'errore più comune è limitarsi a immagini statiche e bidimensionali; viceversa, sforziamoci di adoperare la terza dimensione, inseriamo del movimento per rendere le cose più vive e interessanti, e possibilmente includiamo informazioni di natura sinestetica, ovverosia provenienti da più dimensioni sensoriali oltre alla vista. Aggiungiamo suoni, odori, gusti, temperature, sensazioni corporee, e proviamo a immergerci mentalmente nel quadretto nella sua intera esperienza sensoriale: solo così risulterà indimenticabile!;
- i concetti astratti devono essere resi per mezzo di simboli: frecce, mani che dispiegano gesti, semafori, e molti, moltissimi cartelli stradali;
- ogni elemento di comicità è più che benvenuto, e tutte le caratteristiche chiave dovranno essere rese in modo esagerato o volutamente deformate, per attrarre la nostra attenzione e rendere i personaggi più pregnanti;
- per differenziare una serie d'immagini mentali, è conveniente ambientarle in diverse città, epoche storiche o mondi fantastici. Conviene altresì personalizzare le immagini, attingendo le metafore dalle nostre passioni e dai campi semantici con cui siamo più familiari;
- è opinione comune che le immagini contenenti elementi bizzarri, sessuali o violenti – per quanto sia sgradevole ammetterlo – vengano ricordate più facilmente. Questo è vero in larga misura, ma con un importante *caveat*: cessa di funzionare quando tutte le immagini che formuliamo contengono tali elementi. La bizzarria di un'immagine può farla risaltare in mezzo a un *mare magnum* d'immagini ordinarie accelerando la sua memorizzazione: si chiama effetto von Restorff o effetto di isolamento. Viceversa, se l'eccezione diventa la regola e tutte le immagini che formuliamo contengono dovizia di simili elementi, non trarremo da essi alcun beneficio, ⁹⁶ *whatsoever*.

Collegamenti

La natura del collegamento fra ciascun indizio visivo e la parola sottesa può essere della tipologia più varia, solitamente ascrivibile a una delle seguenti categorie: semantica, fonetica o episodica. Immaginiamo, a titolo di esempio, che stiamo studiando la congettura matematica di Henri Poincaré, e fatichiamo a ricordare questo nome. Con quale criterio potremmo realizzare un'immagine che ci aiuti a ricordarlo?

- Criterio semantico: ci basiamo pedissequamente sul significato più letterale e pedestre della parola da memorizzare, e generiamo un'immagine che lo espliciti. Un trucco che ci viene in aiuto consiste nel cercare sui motori di ricerca immagini web le parti di una parola, oppure la parola intera variata con piccoli errori di battitura intenzionali: talora i risultati riescono a catalizzare dei parallelismi a cui non saremmo pervenuti senza l'ausilio tecnologico. Un secondo trucco consiste nel ricercare l'etimologia del vocabolo e nel rappresentarla pedissequamente. Nel nostro esempio, una ricerca web ci rende edotti che il cognome Poincaré sta a significare «uomo forte», alla lettera «pugno quadrato» (*poing carré*);
- criterio fonetico: alle volte non c'è modo di ricollegare certe parole a un significato concreto e «visivo». In questi casi possiamo applicare un canone ancora più terra terra, la fonetica: selezionare parole che abbiano un suono simile alla nostra. Come aiuto tecnologico intervengono i siti del tipo «parole con», che consentono di ricercare nel dizionario tutti i lemmi che contengono una determinata sottostringa a inizio parola, a fine parola o in qualunque punto di essa, ivi incluse le forme flesse. Nel nostro caso appare autoevidente la somiglianza fonetica fra Poincaré e «pancarré», espressione esclusivamente italiana (inesistente in francese) volta a indicare il pane in cassetta, alla lettera pane quadrato (*pain carré*);
- criterio episodico: spesso e volentieri le parole rievocano nella nostra memoria ricordi del nostro vissuto, che possono essere preziosissimi per generare immagini ancora più intime e vivide. Nel nostro esempio, se (poniamo) un giorno siete passati davanti all'*Institut Henri Poincaré* di Parigi, o se avete soggiornato accanto a una *rue Henri Poincaré* in

qualche città francese, questi flashback squisitamente personali vi offriranno un robusto collegamento mentale all’illustre matematico francese.

Benché i tre sopramenzionati siano i criteri più frequenti, nulla v’impedisce di utilizzarne di ancora più cervellotici e ingegnosi, basati su parallelismi fra i parametri più disparati quali numero di lettere, numero di sillabe, la presenza o l’assenza di certe lettere, la maggiore o minore consuetudine dei vocaboli, ecc. Un esempio divenuto celebre: se siete soliti confondere latitudine e longitudine, potreste visualizzare l’immagine di una bussola e notare come la «N» di nord sia presente nella parola longitudine, ma non nella parola latitudine; «ergo» le linee di longitudine vanno da nord a sud, laddove le linee di latitudine vanno da est a ovest. In definitiva, la scelta del criterio che vi è più congeniale per trarre questi indizi metaforici è interamente a vostro arbitrio.

Fondamenti neuroscientifici

La straordinaria efficacia mnemonica della visualizzazione risiede nel fatto che coinvolge massicciamente la circuiteria visiva del nostro cervello. Come ben sapete (sezione 2.4), la memoria a lungo termine non è relegata a una specifica area del nostro cervello, bensì è distribuita su tutta la corteccia cerebrale, andando ad affiancarsi alle funzioni elaborative delle diverse regioni. Evolutivamente, i primati sono fortemente visivi, motivo per cui l’elaborazione visiva occupa una regione eccezionalmente vasta della nostra corteccia cerebrale. Addirittura si estende su tre lobi del cervello: occipitale, temporale, parietale. È l’equivalente di una gigantesca scheda video integrata in noi, ed esattamente come le schede video dispone di un’architettura altamente parallelizzata, ossia è in grado di operare un gran numero di elaborazioni in contemporanea sulla stessa informazione.⁹⁷

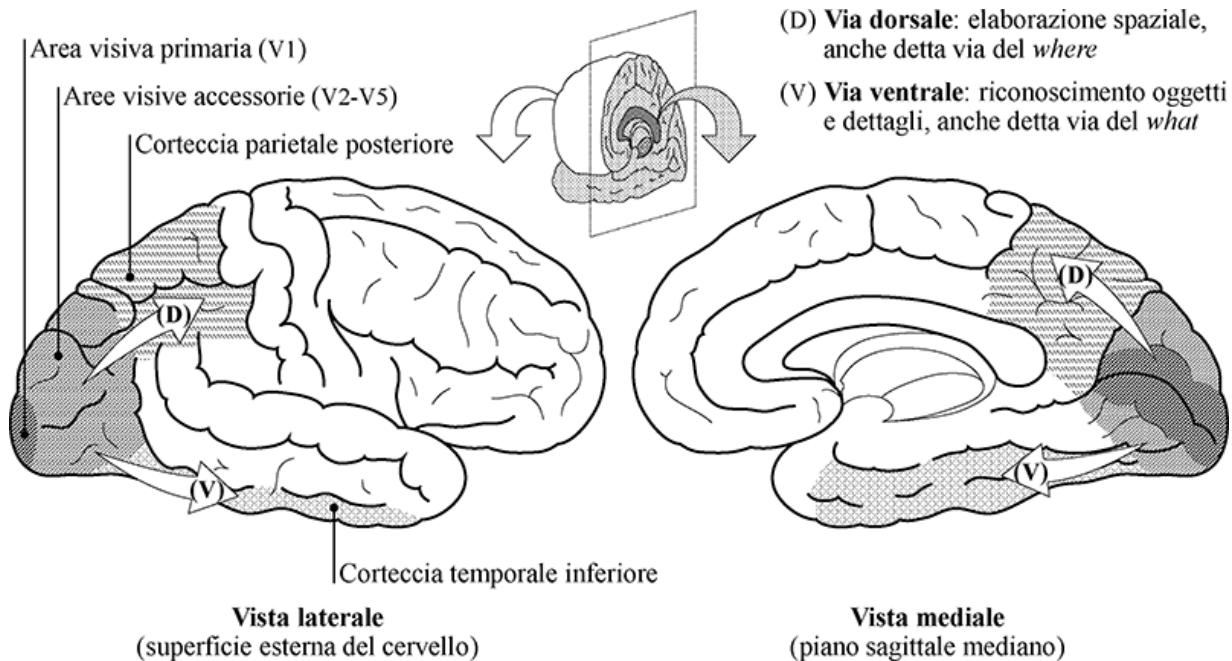


Figura 22. Organizzazione della corteccia visiva.

Per questa sua natura, la nostra circuiteria visiva rappresenta un calcolatore di gran lunga più efficiente di quello del linguaggio, che di converso possiede una struttura eminentemente seriale, cioè processa un'informazione alla volta. L'idea grossolana alla base del metodo della visualizzazione consiste dunque nell'alleggerire il carico d'informazioni che deve passare per le aree del linguaggio. In loro vece, delegare parzialmente il compito della memorizzazione alle aree visive, al fine di beneficiare della formidabile efficienza mnemonica che deriva dalla loro massiccia estensione e parallelizzazione. Mica male, che dite?

Il mio metodo

Personalmente, non solo ho fatto ampio uso del metodo della visualizzazione, ma in alcuni casi mi sono divertito a portarlo alle conseguenze più estreme. Tanto per dirne una, in certi esami mi divertii a *fumettizzare* l'intero contenuto del corso, includendo ogni singolo dettaglio, sostanzialmente raccontando le medesime informazioni in forma di disegnini colorati tracciati alla bell'e meglio su un quaderno. Emblematico fu il mio quaderno d'istologia, dove delle improbabili cellule dotate di

gambe e occhi giganteschi raccontavano a colpi di fumetti la loro struttura interna. E ancora prima dell'università, durante il liceo, una delle metodiche che mi diedero la massima soddisfazione nella storia moderna consistette nel convertire gli avvenimenti in forma di fumetto, nel quale le varie nazioni e i personaggi storici erano rappresentati da cerchietti muniti di gambe e braccia, colorati secondo i colori nazionali o con un abbigliamento riconoscibile. L'espressione facciale di questi soggetti cartooneschi rifletteva in maniera immediata lo stato emotivo della nazione o della persona. Per esempio, quando si trattava di una dichiarazione di guerra, la nazione belligerante poteva essere rappresentata con una spada in mano e un'espressione facciale adirata. La proclamazione di un'alleanza mostrava i personaggi mano nella mano intenti a farsi l'occhiolino, e così via. È sufficiente un'attitudine al disegno minimale, dopodiché tracciare questi fumetti non vi ruba più di 30 secondi ciascuno, inclusa la rapidissima coloritura a pennarello. Benché il metodo di *fumettizzare* un intero corso possa sembrare del tutto risibile o infantile – e senza dubbio lo è –, scoprii su me stesso quanto il suo potere mnemonico fosse sbalorditivo: l'immediatezza grafica del disegno ci consente di ripercorrere l'intera vicenda senza dovere rileggere alcunché. Anche qualora la *fumettizzazione* di un intero corso sia troppo per voi, potrete comunque impreziosire ogni vostro appunto con dovizia di personaggi in stile *Looney Tunes*. È una promessa: quando riprenderete in mano il quaderno per ripetere, la presenza della mascotte sarà sufficiente a farvi tornare in mente in automatico la gran parte delle informazioni senza nemmeno doverle leggere, oltre a strapparvi una risata sotto i baffi, il che certamente non guasta.

16.2. Esempi

Lingue

In francese la bacchetta magica si chiama *baguette magique*, esattamente come la pagnotta *baguette*. Immaginate Harry Potter che brandisce una pagnotta magica: chi se lo scorda più?

Anatomia

Non è banale ricordare i rapporti fra l'aorta addominale e la vena cava inferiore, e meno che mai la disposizione dei rami collaterali di questi vasi

importantissimi. Una famosa mnemotecnica consiste nell'immaginarli come una coppia di ragazzi che ballano, e i punti di emergenza dei collaterali aortici come le parti del corpo di uno dei ballerini.

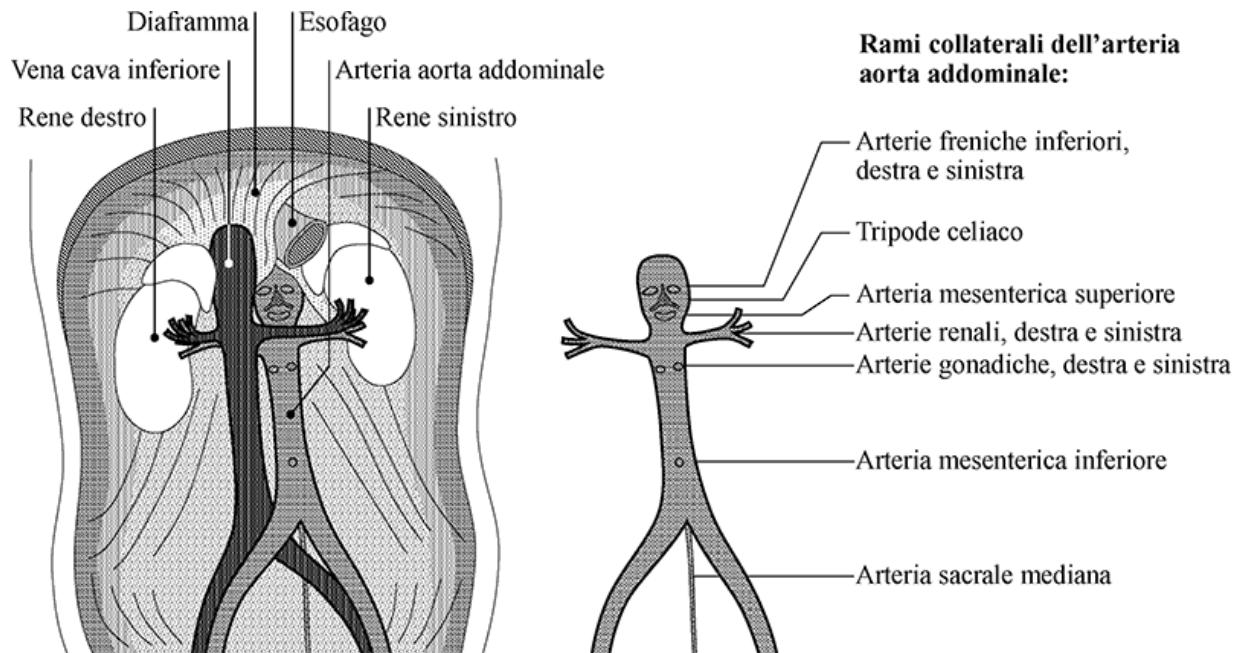


Figura 23. Visualizzazione dell'arteria aorta e vena cava inferiore.

Anatomia (bis)

I nuclei motori dei nervi encefalici sono:

- nuclei oculomotori, nervi III, IV, VI (tre occhi);
- nucleo masticatorio, nervo V (una bocca in stile Salvador Dalí);
- nucleo motore, nervo VII (il motore di un aeroplano);
- nucleo ambiguo, nervi IX-X (le due frecce indecise);
- nucleo accessorio, nervo XI (ehi, l'orologio è un accessorio);
- nucleo del nervo XII (orologio che punta le 12).

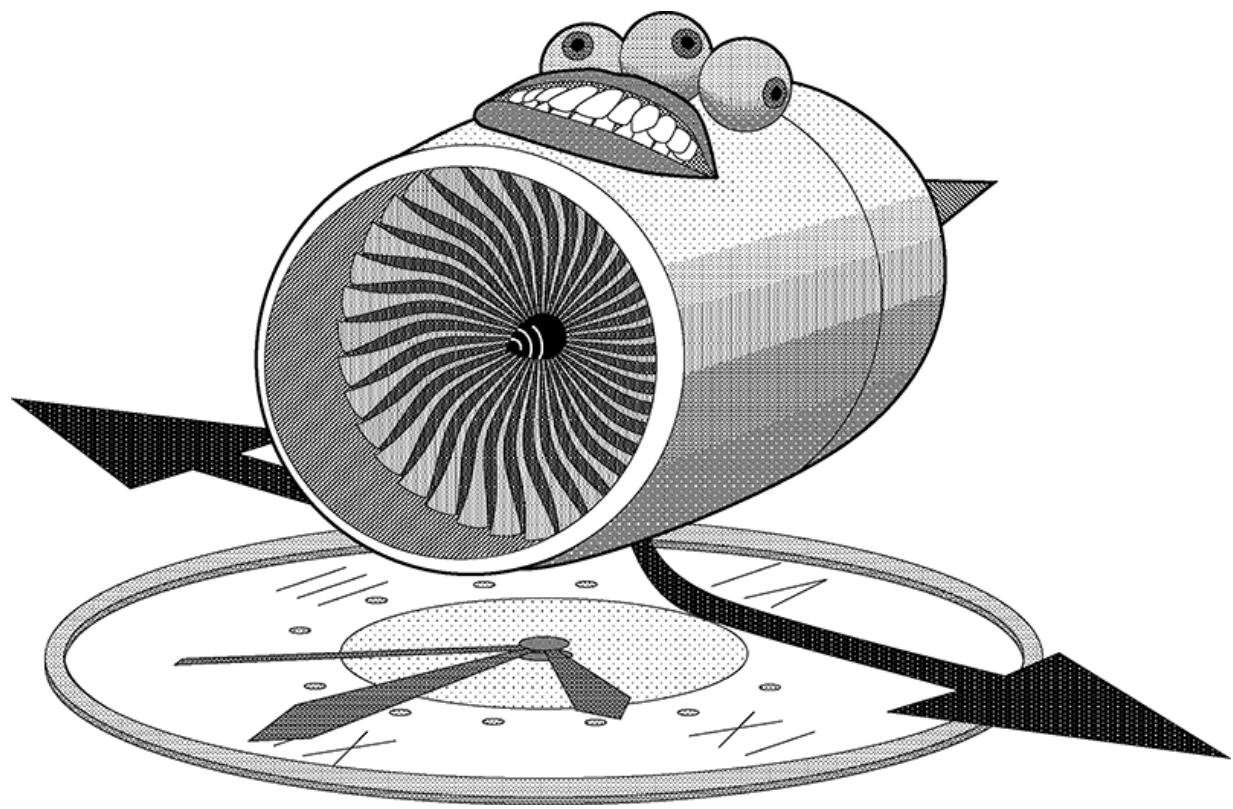


Figura 24. Visualizzazione dei nuclei motori dei nervi encefalici.

Come memorizzare i numeri?

Introduzione

Principio generale: ricordare una parola o un’immagine è infinitamente più facile che ricordare un numero. Ma come possiamo convertire univocamente qualunque numero in parola, o viceversa? Realizzare un sistema di tale generalità e potenza è un’impresa ambiziosa. Cari lettori, facendo affidamento sull’illustrissima tecnica di conversione fonetica vi fate eredi di quasi quattrocento anni di sforzo intellettuale paneuropeo per realizzare la «mnemotecnica perfetta» dei numeri. La conversione fonetica è nota con una quantità sterminata di nomi, il più corretto dei quali è metodo di Aimé Paris, o impropriamente anche metodo di Hérigone o codice di Leibniz; in inglese è nota come *Major system*, anche se curiosamente è rimasto incerto se sia da intendere come «sistema maggiore» in opposizione agli altri meno diffusi, o come «sistema di Major Beniowski», un intellettuale polacco-britannico che realizzò una variante di questo metodo caduta rapidamente in disuso. Ma bando alle ciance, vediamo subito di cosa si tratta!

17.1. Come funziona la tecnica di conversione fonetica?

La tecnica si basa sul «crittografare» le cifre di un numero in altrettanti suoni consonantici, secondo una tabella prefissata, sotto riportata; dopodiché aggiungeremo liberamente le vocali che ci servono, fino a formare una parola di senso compiuto. Notate bene: il significato numerico della parola viene reso univocamente dalla mera pronuncia delle sue consonanti (nemmeno la loro ortografia conta alcunché). Tutto il resto rappresenta i «gradi di libertà» lasciati alla discrezione dell’utente affinché possa individuare parole di senso compiuto; mi riferisco in particolare a:

- tutte le vocali;
- tutte le semivocali, come la /j/ (ieri /'jɛ:ri/, you /ju:/) e la /w/ (questo /'kwesto/, weep /wi:p/);
- la H, benché sia a tutti gli effetti una consonante, fa eccezione;
- tutte le doppie, per esempio «fratto» e «forati», sono attribuite al medesimo numero, a meno che le due consonanti non siano pronunciate separatamente come in *midday* /mɪd'deɪ/.

	Alfabeto fonetico internazionale	Lettere in italiano	Lettere in inglese
1	Dentali /t/, /d/, /θ/, /ð/	T D	T D TH, es. <i>thing</i> /θɪŋ/
2	Nasali /n/, /ŋ/ N	N	N GN, es. gnocchi /'ŋɔkki/
3	Mugulanti /m/	M	M
4	Vibranti /r/	R	R L, es. <i>colonel</i> /'kə-nəl/
5	Liquide /l/	L, GL	L
6	Palatali /tʃ/, /dʒ/, /ʒ/ Nella versione inglese anche /ʃ/	C dolce G dolce soft G S, es. <i>vision</i> /'vi.ʒ(ə)n/	CH J S, es. <i>vision</i> /'vi.ʒ(ə)n/

		Z, es. <i>seizure</i> /'siʒər/
		SH
		T, es. <i>inflation</i> /ɪn'fleɪʃən/
7 Gutturali	C dura	hard C
/k/, /g/	G dura	hard G
	K	K
	Q	Q
8 Labiodentali	F	F
/f/, /v/	V	V
		PH
		GH, es. <i>laugh</i> /la:f/
9 Labiali	P	P
/p/, /b/	B	B
0 Sibilanti	S	S
/s/ /z/	Z	Z
Nella versione italiana anche /ʃ/	SC, es. sciolto /'ʃɔltu/	soft C, es. <i>pace</i> /peɪs/
		x, es. <i>xenophobia</i> /'zenə'fəʊbɪə/

Metamnemotecnica

Qualcuno di voi – non a torto – si starà domandando quante testate sul muro dovrà tirare prima di ricordare a memoria un’atrocità come la tabella sopra mostrata... Non temete, fidi compagni di viaggio! Per la vostra gioia, esiste una famosa «mnemotecnica per imparare la mnemotecnica», una metamnemotecnica se vogliamo, che peraltro rappresenta in larga parte

l'autentica origine storica della tabella stessa. È di estrema importanza conoscerla, in quanto può davvero facilitarvi la memorizzazione del metodo:

1. la T somiglia al numero romano I;
2. la N somiglia al numero romano II;
3. la M somiglia al numero romano III;
4. la R è il suono con cui termina *four*;
5. la L è il simbolo di 50 nei numeri romani;
6. la J somiglia a un 6 capovolto orizzontalmente;
7. la K somiglia a due 7 disposti orizzontalmente uno sopra l'altro;
8. la F in corsivo (f) somiglia a un 8;
9. la P somiglia a un 9 guardato allo specchio;
0. la Z è l'iniziale di zero.

Istruzioni operative

Per maggiore chiarezza, cerchiamo di ricapitolare come funziona la tecnica a livello strettamente operativo. Poniamo che desideriamo ricordare il numero:

9484959445941

➡ possibile scansione: 948495-944-5-941

Per prima cosa convertiamo il numero in fonemi secondo la tabella sopracitata:

B/P R F/V R B/P L/GL-B/P R R-L/GL-B/P R T/D

Dopodiché sarà nostro compito aggiungere le vocali *ad libitum* fino a costruire una parola oppure una frase: essendo il nostro numero molto lungo, si renderà necessaria la seconda opzione. Sarebbe sempre auspicabile generare una frase di senso compiuto, anche a costo di fare qualche concessione alla bizzarria. Fortuna vuole che sia sorto un certo numero di programmi e servizi online, di cui molti gratuiti, che ci assistono in questa fase di sintesi. Potrete trovarne in abbondanza sia in italiano sia in inglese,

ricercando «conversione fonetica» o «Major system» sul web. Provando a digitare su uno di questi siti la prima porzione del numero, per esempio 948495, otterremo come risultati: *perforabile*, *preferibile*, *preverbale*, *proferibile*, *proverbiale*. Con 944 otteniamo *aprire*. Infine, 941 corrisponde a *porta*, lasciando il 5 per l'articolo determinativo *la*. Complessivamente risulta «è preferibile aprire la porta», frase semanticamente *nonsense* ma dotata d'impeccabile coerenza sintattica, e dunque relativamente facile da ricordare: non lamentatevi, è senz'altro infinitamente più facile che ricordare 9484959445941. Per i fan irriducibili di questo metodo esistono addirittura servizi avanzati che effettuano questa ricerca strutturata in modo automatico.

Tecnica di pre-memorizzazione

La metodica sopracitata, ben che vada, ci consente di memorizzare numeri dell'ordine di una decina di cifre, come per esempio un numero di telefono. Ma come passare di lì alle decine di migliaia di cifre tenute a mente dai professionisti del *memory sport*? Il trucco sta semplicemente nell'imparare a memoria un «dizionario» d'immagini per ogni combinazione di due cifre, o ancora meglio di tre cifre; un po' come i tarocchi, ma più in grande, e adoperando un criterio di associazione rigoroso. In pratica vengono fissati a mente una volta per tutte 1000 sostantivi, associati tramite la tabella di conversione fonetica a ciascuno dei possibili numeri naturali da 000 a 999. A quel punto, se dobbiamo memorizzare una stringa di – poniamo – 390 cifre, la possiamo convertire «d'ufficio» in una sequenza di 130 sostantivi, dopodiché non ci rimarrà che inventare una storiella che li connetta tutti quanti in sequenza. *Ça va sans dire* che tutte le caratteristiche delle immagini che abbiamo appreso per la visualizzazione (sezione 16.1) quali sinestesia, movimento, bizzarria, ecc. si applicheranno in egual misura a quest'altra metodica.

17.2. Come funziona il sistema Dominic?

Un'interessante *variatio* della conversione fonetica è quella ideata dal campione britannico Dominic O'Brien, otto volte medaglia d'oro al campionato mondiale di memorizzazione. O'Brien ha formulato un sistema

divenuto celeberrimo di tipo *person-action*, che si basa sull'associare ogni coppia di cifre a una persona. Provo a riassumerlo sommariamente (per maggiori dettagli, si consulti il testo dello stesso O'Brien).⁹⁸ Siamo alle prese con un numero, poniamo caso 27776822. Operativamente dovremo anzitutto spezzarlo in cellule di massimo 4 cifre, in questo caso i quartetti 2777 e 6822. Per ciascun quartetto realizziamo un'immagine mentale composta da due personaggi:

- prime due cifre = il primo personaggio, ossia il protagonista;
- seconde due cifre = il secondo personaggio, responsabile dell'azione che il protagonista svolge.

Ma come possiamo collegare una coppia di cifre all'identità di un personaggio? Semplice, utilizzando la tabella di conversione esposta nella pagina seguente (che è diversa rispetto alla tecnica di conversione fonetica). Anche in questo caso, se abbiamo difficoltà a individuare personaggi famosi con una data coppia d'iniziali, vi farà piacere sapere che il web ci riserva una schiera di strumenti gratuiti che effettuano la ricerca al posto nostro, specificamente per il sistema Dominic. Una volta individuati i due personaggi, per comporre il quadretto sarà sufficiente identificare l'azione caratteristica del secondo di essi, e ascriverla al primo. Il risultato sarà un quadretto paradossale, perché dominato per forza di cose da un forte contrasto. Nel nostro esempio, 2777 significa B.G. e G.G., che potrebbero essere Bill Gates e Gandalf il Grigio. Adesso pensiamo alla prima azione che ci viene in mente di Gandalf, per esempio gridare la famosa battuta «Tu... non puoi... passare!». Detto fatto, immaginiamo Bill Gates nell'atto di gridare la stessa frase, e abbiamo la prima scenetta indimenticabile. Procediamo con 6822, che significa S.H. e B.B., per esempio Sherlock Holmes e Bugs Bunny. Un'azione tipica di Bugs Bunny? Ovvio, mangiare la carota. E con Sherlock Holmes intento a masticare una carota cartoonesca, al grido di «Ehm... che succede, amico?» chiudiamo questo esempio all'insegna di un'indiscussa serietà e sobrietà.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A	B	C	D	E	S	G	H	N	O

Metamnemotecnica

Anche in questo caso, esiste una comoda metamnemotecnica per ricordare agilmente la tabella sopra esposta:

- 1- le lettere dalla A alla E sono le prime cinque lettere
5. dell'alfabeto;
6. la S è l'iniziale di *six*;
7. la G è la settima lettera dell'alfabeto, e inoltre possiede un trattino orizzontale a mezza altezza, così come il numero 7 scritto a mano;
8. la H pronunciata in inglese (/eɪtʃ/) somiglia al numero 8 pronunciato in inglese (/eɪt/);
9. la N è l'iniziale di *nine*;
0. la O somiglia graficamente a uno 0.

17.3. Come funziona la tecnica dei pioli?

Entrambe le metodologie viste finora ci consentono di ricordare una stringa di numeri, lunga *ad libitum*. Eppure, qualche volta abbiamo a che fare con un tipo di dati leggermente più insidioso dei semplici numeri: le liste ordinate, vale a dire associazioni fra determinati elementi e la rispettiva posizione nella lista. Dato il numero n , dobbiamo essere in grado a comando d'indicare il nome dell' n -esimo elemento della lista, o viceversa. L'esempio prototipico è la tavola periodica, del tipo se vi chiedessi: qual è il 74° elemento chimico? Anche qualora ricordaste l'intera tavola a memoria, non è detto che siate in grado di rispondere «tungsteno» a bruciapelo. Per sopperire a questa specifica necessità è sorta una variante delle tecniche precedenti, chiamata tecnica dei *pegs* (letteralmente «pioli»), sviluppata dall'illusionista americano Harry Lorayne, lo «Yoda dell'allenamento mnemonico» secondo la rivista «Time». ⁹⁹ La tecnica si fonda sulla coniugazione di due liste di parole:

- da un lato vi è la «lista degli elementi», ossia le parole delle quali vogliamo imparare la posizione, per esempio gli elementi chimici;
- dall'altra la «lista dei pioli», ossia delle immagini fisse che dobbiamo pre-memorizzare, e che siamo in grado di associare facilmente al loro rispettivo numero per mezzo della conversione fonetica «ortodossa», o per mezzo di un più triviale criterio di «analogia fonetica» fra numeri e parole, esemplificato dalla seguente tabella.

Analogia fonetica in italiano		Analogia fonetica in inglese		
1	Uno	Bruno	<i>One /wʌn/</i>	<i>Sun /sʌn/</i>
2	Due	Bue	<i>Two /tu:/</i>	<i>Due /dju:/</i>
3	Tre	Tè	<i>Three /θri:/</i>	<i>Tree /tui:/</i>
4	Quattro	Gatto	<i>Four /fɔ:/</i>	<i>Floor /flɔ:/</i>
5	Cinque	Lingue	<i>Five /faɪv/</i>	<i>Hive /haɪv/</i>
6	Sei	Dei	<i>Six /sɪks/</i>	<i>Stick /stɪk/</i>
7	Sette	Fette	<i>Seven /'sevən/</i>	<i>Heaven /'hevən/</i>
8	Otto	Motto	<i>Eight /eɪt/</i>	<i>Fate /feɪt/</i>
9	Nove	Giove	<i>Nine /naɪn/</i>	<i>Pine /paɪn/</i>
10	Dieci	Feci	<i>Ten /tɛn/</i>	<i>Hen /hɛn/</i>
11	Undici	Giudici		
12	Dodici	Codici		
13	Tredici	Orefici		
14	Quattordici	Nordici		
...				

Una volta stabilite ambo le liste, non ci resta che scorrerle in parallelo: preso l' n -esimo membro della «lista di elementi», dovremo guardare qual è il corrispettivo sostantivo n -esimo della «lista dei pioli» e immaginarci un

quadretto bizzarro in cui i due possano interagire. Una volta completato il processo per tutte le coppie, sarà facile identificare il numero di ciascun elemento: basterà domandarci «cosa avevamo fatto con quel particolare elemento?». Per esempio, il tungsteno (= elemento) è il numero 74, numero che in conversione fonetica corrisponde a K R, proprio come «acquario» (= peg). Per cosa potremmo usare il tungsteno all'interno di un acquario? Be', per esempio per realizzare la lampadina che lo mantiene illuminato. Ecco dunque il nostro quadretto da memorizzare: un simpatico pesciolino che nuota nel suo acquario illuminato da una lampada al tungsteno. Quando ci domanderanno quale sia il numero atomico del tungsteno, non dovremo fare altro che chiederci mentalmente: cosa abbiamo realizzato con il tungsteno? Ovvio, la lampadina dell'acquario, ecco il nostro piolo! A quel punto convertiamo mentalmente la C e la R di «acquario» in 7 e 4, e *deus ex machina* abbiamo la risposta, 74. Non ci resta che ripetere questo giochetto per tutti gli elementi della tavola periodica. Mica male!

17.4. Come funziona la ricerca della regolarità?

Le mnemotecniche descritte in questo capitolo sono indiscutibilmente un portento, lo dimostrano gl'infiniti record mirabolanti che hanno reso possibili. D'altra parte, è mio dovere segnalarvi che nella vita reale di studente capitano raramente materie nelle quali i numeri da memorizzare siano così abbondanti da giustificare l'uso di algoritmi tanto ingombranti e impegnativi. Paradossalmente capita perlopiù negli studi di ambito legale, nei quali si rende necessario memorizzare valanghe di (gustosissimi) riferimenti ad articoli, leggi, sentenze, e relative date di promulgazione. Ma nella maggior parte dei contesti i numeri da tenere a mente non eccedono mai la capacità della nostra memoria «ordinaria», priva cioè dell'ausilio delle mnemotecniche. Alcuni studenti – fra cui, devo ammettere, il sottoscritto – sembrano trovare particolarmente connaturale memorizzare una quantità modesta di numeri. Qual è il nostro trucco? In una parola, la ricerca della regolarità. Memori del paradigma relazionale della memoria (sezione 2.4), comprendiamo bene che ricordare una «regola» risulta sensibilmente più ergonomico per il nostro cervello rispetto a registrare una stringa di cifre. Per esempio, memorizzare la data 1357 diventa immediato se notiamo che ciascuna cifra è alta due unità in più della precedente.

Tuttavia, la regolarità nei numeri non è sempre di tipo algebrico, ma può celarsi negli aspetti più bizzarri. *The devil is in the details*, dicono gli anglosassoni. Per rinvenirla dovremo essere creativi!

Il mio metodo

Anche in questo capitolo è ora che faccia *coming out* e vi confessi i tre miei metodi preferiti, che ho ideato e utilizzato nel corso dei miei studi per ricercare le regolarità nei numeri.

Primo metodo: avete presente il tastierino numerico del computer (o del bancomat)? Viviamo in una società sempre più digitale, sicché probabilmente le vostre dita conoscono il tastierino meglio delle vostre tasche. Il trucco consiste nel memorizzare il numero, anziché come stringa di cifre, sotto forma del gesto che dovrete effettuare per digitarlo. Così facendo spostate parte dell'onere mnemonico della memoria dichiarativa per scaricarlo, al suo posto, sulla memoria procedurale che abita in tutt'altre regioni di cervello (capitolo 2). Per esempio, la data 1831 corrisponde a disegnare un perfetto triangolo. Elegante, non vi pare?

Il secondo trucco, meno strampalato, consiste nell'obbligare la nostra mente a immaginare graficamente il numero. Del tipo, se avete la data 1975, dovete letteralmente immaginare l'intero corso del XX secolo, e marcarlo nella vostra immaginazione esattamente a tre quarti. Visualizzare, o ancora meglio disegnare su un foglio, la linea del tempo vi consente di non fare errori macroscopici imbarazzanti nel valore del numero; quante volte capita di ricordare l'ultima cifra di una data, e canare allegramente il decennio, o ancora peggio il secolo? Man mano che aggiungiamo ulteriori date, avremo modo di confrontare la posizione temporale degli avvenimenti notando interessanti coincidenze e relazioni cronologiche.

Infine, il metodo che ho adoperato con la massima profusione consiste ancora una volta nello sfruttare le nostre passioni, nel mio caso quella per l'aviazione. Avendo pilotato simulatori di volo dall'età di 4 anni, non vi nascondo che i modelli di aereo sono per me come amici strettissimi e di lunga data, e fortuna vuole che i loro nomi siano quasi sempre riconducibili a numeri di due o tre cifre. Posso farvi venire in mente un modello di aereo o di motore aeronautico per quasi ogni numero da 0 a 1000. Ne segue che, quando mi si presenta una data – a parte il millennio, che è scontato –, nulla mi viene più spontaneo che immaginarmi il relativo modello di aeroplano. Al bisogno, questo può anche essere un modello inventato, inesistente!

Dovete sapere che nella nomenclatura aeronautica la terza cifra (chiamata serie) riflette, in brutale approssimazione, la lunghezza della fusoliera. Per esempio, il modello più lungo della famiglia Airbus A340 è l'A340-600 (ossia 346), che è per l'appunto più lungo dell'A340-500 (ossia 345). Per memorizzare che la Peste nera scoppiò nel 1347, mi viene subito in mente un ipotetico A340-700 (che non esiste), ancora più lungo dell'A340-600, carico di roditori infetti che decolla dalle steppe della Mongolia alla volta degli aeroporti del Mediterraneo. È una follia? Certo che sì, ma come direbbe Woody Allen: *whatever works*; in fondo, basta che funzioni.

Come memorizzare le liste brevi?

Introduzione

Quante volte ci tocca memorizzare liste di elementi privi di alcun nesso logico... Urge come non mai trovare un modo d'inventare *ex novo* una relazione fattizia fra loro, tipicamente sfruttando la prima lettera di ciascun elemento della lista. La mnemotecnica risultante potrà essere di due diversi tipi:

- un acronimo, se abbiamo fortuna e ci accorgiamo che combinando le prime lettere degli elementi della lista – al massimo con qualche leggera variazione – otteniamo un risultato pronunciabile. Che abbia senso è un altro paio di maniche...;
- una frase-chiave, in tutti gli altri casi.

Senza indugio, passiamo in rassegna alcuni trucchi del mestiere per padroneggiare al meglio queste tecniche di uso estremamente comune.

18.1. Come funziona la tecnica dell'acronimo?

Partiamo dal caso più fortunato, l'acronimo. In prima battuta, osserviamo che, qualora una singola lettera non sia un *cue* sufficientemente forte (sezione 7.3), nulla ci vieta di realizzare l'acronimo combinando molteplici lettere anziché una sola. Per citare un famoso esempio, i lettori italiani che conoscono il tedesco ricorderanno senz'altro il *tekamolo*, che ci rammenta l'ordine rigido e prestabilito dei suoi complementi: tempo, causa, modo, luogo. All'occorrenza, anche un numero variabile di lettere per ciascun elemento potrebbe fare al caso nostro, e in generale qualunque storpiatura, deformazione, digestione è concessa, alla sola condizione che ci risulti

sufficientemente spontaneo ricostruire la parola sottesa a partire dalla sigla. L'altra puntualizzazione è che non è affatto necessario che l'acronimo sia di senso compiuto: siamo di bocca buona, e ci accontentiamo che sia pronunciabile e piacevolmente eufonico. In taluni casi arriverei a dire che è addirittura preferibile optare per una parola-chiave di tipo *nonsense*: una cifra puramente astratta ci offre il formidabile vantaggio di non costringerci ad abbandonare mentalmente il campo semantico della nostra materia di studio per eseguire l'accesso (*retrieval*) alle informazioni codificate, rendendo il processo marcatamente più pulito e più snello rispetto alle sigle di senso compiuto.

Il mio metodo

Vi voglio raccontare un esempio a cui sono profondamente legato. Quando durante il liceo mi affacciai per la prima volta alle neuroscienze da autodidatta, trovavo difficoltà nel memorizzare la lista (importantissima) dei 12 nervi encefalici: olfattivo, ottico, oculomotore, trocleare, trigemino, abducente, faciale, vestibolococleare, glossofaringeo, vago, accessorio, ipoglosso. Poi, un giorno, l'illuminazione: mi accorsi che – fatti salvi i primi due nervi che sono del tutto ovvi – le iniziali degli altri 10 costituiscono una parola dal suono seducente, a patto di leggere le «V» secondo la dizione latina restituta, ossia come delle «U». Il risultato? *Ottafuguai*. Quanto è incantevole questa parola? Ha un suono talmente piacevole che è impossibile non rimanga appiccicata nella vostra memoria. Ogni volta che non ricordate un nervo encefalico, vi basta un *ottafuguai*, e zac, avete la risposta. È una tecnica talmente agile, frizzante, che risuona di una sua essenziale, universale purezza «sinfonica».

18.2. Come funziona la tecnica della frase-chiave?

Per converso, molte altre volte la fortuna non ci assiste e le iniziali degli elementi della lista non possono essere in alcun modo combinate in un risultato pronunciabile. Una soluzione ingegnosa consiste nel trasformare la lista in una frase-chiave, possibilmente una breve storiella, i cui elementi cardine (personaggi, azioni, oggetti...) abbiano la medesima lettera iniziale degli elementi della lista, o meglio ancora l'intera sillaba iniziale. A volere

essere ancora più creativi, nulla c’impedisce di utilizzare le lettere terminali anziché le iniziali, come ci ricorda la celeberrima mnemotecnica chimica «il moroso è partito, l'amico è tornato» (le desinenze degli anioni in funzione dei relativi acidi nella nomenclatura tradizionale: -oso diventa -ito, -ico diventa -ato). Come dite? Dov’è il vantaggio, dato che il numero di parole nella frase è identico alla lunghezza della lista? Presto detto: una frase di senso compiuto è dotata di relazioni logiche e sintattiche fra le parole che la compongono, diversamente da una lista *sic est*. Più forte è l’impatto visivo ed emotivo della storiella, maggiore sarà l’efficacia della mnemotecnica.

Il mio metodo

L’esempio più fulgido d’informazioni perfette per essere «storiellizzate» sono, udite udite, gli elementi chimici della tavola periodica, tanto per cambiare. E qui mi permetto di rivolgere un consiglio accorato a tutti coloro fra voi, lettori affezionatissimi, che si accingono a intraprendere una carriera scientifica: sacrificate qualche ora per memorizzare una volta per tutte questa benedetta tavola periodica. So bene che è una rottura di scatole portentosa... Ma in nostro soccorso scatta il pronto intervento di generazioni di studenti precedenti – fra cui il sottoscritto – che hanno meticolosamente escogitato le mnemotecniche più ardite e brillanti al fine di rendere il processo rapido e indolore. Molte di queste sono per l’appunto in forma di storie, un manipolo di frasette, le cui iniziali corrispondono grossolanamente al simbolo degli elementi chimici di ciascun gruppo o periodo della tavola periodica. D’altra parte, queste storie studentesche, tramandate di generazione in generazione al fine di massimizzare la propria qualità «memorabile», tendono a interessare ambiti semantici assai *poco confacenti* a un contesto pubblico e dignitoso come il presente testo: il lettore arguto potrà senz’altro intendermi... Cari amici, per tale motivo, pur con rammarico, dovete perdonarmi se non vi racconterò esattamente le frasi-chiave con cui personalmente ricordo la tavola periodica a memoria. Negli esempi sotto riportati ho optato per delle frasi sostitutive, decisamente meno pittoresche e divertenti, ma comunque piuttosto efficaci; quanto meno, sono adatte a un pubblico di qualunque età...

18.3. Esempi

Astronomia

My very educated mother just served us nine pizzas Pianeti del Sistema solare, dal Sole verso l'esterno: Mercurio, Venere, Terra (Earth), Marte, Giove (Jupiter), Saturno, Urano, Nettuno, Plutone (quest'ultimo attualmente considerato un pianeta nano)

Biologia

Kings play cards on fairly good soft velvet Classificazione tassonomica di Linneo: regno (kingdom), phylum, classe, ordine, famiglia, genere, specie, varietà

Chimica

Purga Basi azotate degli acidi nucleici: la guanina e l'adenina sono le basi puriniche; quindi citosina, uracile e guanina sono le basi pirimidiniche

Pvt (= private) TimHall Amminoacidi essenziali: fenilalanina (phenylalanine), valina, treonina, triptofano, isoleucina, metionina, istidina (histidine), arginina, leucina, lisina

Sabato pane, domenica focaccia Ordine dei tipi di orbitali atomici, secondo il crescente numero quantico orbitale *l*: orbitali s, p, d, f

Fisica

Richard of York gave battle in vain Colori dell'iride: red, orange, yellow, green, blue, indigo, violet

Geografia

Homes I Grandi Laghi: Huron, Ontario, Michigan, Erie, Superior

Piacque I sette colli di Roma: Palatino, Gianicolo, Aventino, Celio, Quirinale, Viminale, Esquilino;

s'immagini la V intesa come in latino restituto, a guisa di una U

Trigonometria

<u>Soh-cah-toa</u>	Il <u>seno</u> dell'angolo restituisce il cateto <u>opposto</u> all'ipotenusa (<u>hypotenuse</u>); il <u>coseno</u> dell'angolo restituisce il cateto <u>adiacente</u> all'ipotenusa (<u>hypotenuse</u>); la <u>tangente</u> dell'angolo restituisce il rapporto cateto <u>opposto</u> : cateto <u>adiacente</u>
--------------------	--

Medicina

<u>Facts</u>	Sintomi dell'influenza: <i>fever</i> (febbre), <i>aches</i> (dolori), <i>chills</i> (brividi), <i>tiredness</i> (affaticamento), e <i>sudden onset</i> (comparsa improvvisa)
<u>Never let monkeys eat bananas</u>	Formula leucocitaria: tipologie di leucociti (globuli bianchi) dalla più prevalente alla meno prevalente nel sangue: granulociti <u>neutrofili</u> , <u>linfociti</u> , <u>monociti</u> , granulociti <u>eosinofili</u> , granulociti <u>basofili</u>
<u>Se sei Peter Pan, trova tu Capitan Uncino!</u>	Ossa del carpo (polso): fila prossimale: <u>scafoide</u> , <u>semilunare</u> , <u>piramidale</u> , <u>pisiforme</u> ; fila distale: <u>trapezio</u> , <u>trapezoide</u> , <u>capitato</u> , <u>uncinato</u>

Musica

<u>Every good boy does fine Face</u>	Le note corrispondenti alle linee del pentagramma: mi (E), sol (G), si (B), re (D), fa (F); le note corrispondenti agli spazi bianchi del pentagramma: fa (F), la (A), do (C), mi (E)
--	---

Come memorizzare le liste lunghe o interi testi?

Introduzione

Chiacchierando alla mensa con i vostri colleghi, o navigando su qualche sito dedicato agli studenti, sicuramente avrete sentito parlare di fantomatici metodi di cosiddetta supermemoria, che consentono di trasformare la nostra umile capacità mnemonica degna di un pesce rosso in una prodigiosa memoria fotografica da elefante. Ebbene, la quasi totalità di questi sedicenti metodi «segreti» dalle potenzialità sconfinate altro non è se non il metodo più antico e praticato della storia, la mnemotecnica per antonomasia che fu inventata nell'antichità greca e che per secoli conferì alle civiltà del passato l'abilità di memorizzare interi poemi o libri senza le comodità della stampa. Sto parlando naturalmente del metodo dei *loci*, che nel corso dei secoli ha collezionato una lunga serie di sinonimi o quasi-sinonimi fra cui: metodo di Cicerone, palazzo della memoria, città della memoria, metodo della stanza romana, metodo del viaggio, arte della memoria, ecc. Iniziamo precisando che dietro alle acclamazioni delle potenzialità straordinarie di questa supermemoria c'è sicuramente del vero, ma è mescolato a dosi massicce di succulento *marketing*. L'applicabilità di questo metodo, come scopriremo presto, è un discorso complesso che merita di non essere banalizzato. Ma procediamo con ordine: partirò raccontandovi dapprima in cosa consista questo metodo nel suo archetipo classico, e successivamente nella sua variante.

19.1. Come funziona la tecnica dei *loci* classica?

Step 1

Il primo passo del metodo consiste nell'individuare un luogo a noi molto familiare, che conosciamo a menadito. Esempi tipici includono: le stanze

della nostra abitazione attuale o passata, una strada che percorriamo spesso, la nostra città. Non è importante la natura geografica del luogo prescelto, conta solo che siamo in grado di ricordarlo con una risoluzione tale da riuscire a navigare mentalmente al suo interno ricordando tutti i suoi elementi caratteristici, definiti *landmarks*. Questi potranno essere dei mobili (il cuscino, il letto, la seggiola, la scrivania, le varie mensole...), oppure degli edifici (il municipio, l'ospedale, il supermercato, la banca, il tribunale, ecc.) ma anche elementi più piccoli (un cartello stradale, un ciottolo rotto, il muretto ove giocavamo da bambini, un cespuglio, ecc.). Nel mio caso personale potrei adoperare per esempio la città di Pisa.

Step 2

A questo punto, il metodo prescrive d'immaginarci a compiere una passeggiata attraverso tale luogo, fermandoci a osservare ogni *landmark* nel preciso ordine in cui lo incontriamo. I posti ove ci fermiamo costituiscono una sequenza ordinata di luoghi speciali, che chiameremo *loci*, come direbbe in latino il saggio Cicerone. Dobbiamo assicurarci di preparare una passeggiata di lunghezza consona alla dimensione della disciplina che stiamo per affrontare: più la trattazione da memorizzare è lunga, maggiore sarà il numero di *loci* che dovremo predisporre mentalmente, preliminarmente alla fase di studio. Per materie molto estese può essere necessario combinare più passeggiate in svariati ambienti diversi, al fine di avere a disposizione centinaia di *loci* interconnessi pronti all'uso. Talora queste «passeggiate» possono avvenire in parte, o addirittura interamente, tramite dei mezzi di trasporto. Per citare un esempio personalissimo, uno dei percorsi che conosco come le mie tasche è quello che collega la città di Pisa alla casa dei miei genitori. Il tragitto è dislocato lungo quattro tratte ferroviarie differenti. Senza alcuna difficoltà, dapprima percorro mentalmente la passeggiata a piedi dal Collegio Faedo della Scuola Sant'Anna alla stazione di Pisa, predisponendo un *locus* per ogni palazzo che ricordo a memoria sulla strada. A quel punto prendo il treno verso Firenze, e fisso mentalmente un *locus* per ogni panorama degno di nota che osservo dal finestrino. Giunto alla stazione di Santa Maria Novella, ripercorro uno per uno gli elementi architettonici che incontro attraversando la stazione. Dopodiché m'imbarco sul treno verso Bologna e continuo così,

dispensando *loci* lungo l'intero tragitto fino ad arrivare a casa. Avete afferrato il punto: dobbiamo partire da un percorso che conosciamo in ogni minimo dettaglio, dopodiché individuiamo tutti i punti che catturano la nostra attenzione e conferiamo loro lo status di *loci*. Il risultato sarà una sorta di filo di Arianna, o forse è più calzante la scia di sassolini discreti di Pollicino? Il lettore mi perdonerà questa *dotta* metafora. Insomma, un percorso lungo il quale giace una sequenza fissa e numerabile di tappe, agilmente scandibili nella nostra mente, tale è il livello di dettaglio centimetrico con cui conosciamo il luogo evocato.

Step 3

A questo punto inizia la fase di studio vero e proprio. Recuperiamo la lista che intendiamo memorizzare, e per ciascuno dei suoi elementi procederemo ad applicare il metodo della visualizzazione (capitolo 16). Dobbiamo formulare qualche tipo di «oggetto» o d'indizio, un *cue* giustappunto (sezione 7.3), che sia sufficientemente fervido da farci venire in mente quel medesimo elemento. Dopodiché non dobbiamo fare altro che ripercorrere mentalmente la passeggiata che abbiamo immaginato all'inizio e «depositare» quel particolare oggetto nel rispettivo *locus*. Il primo elemento della lista verrà destinato al primo *locus* della passeggiata, il secondo elemento al secondo *locus*, e così via. Notate, cari lettori, come questo metodo possa essere facilmente generalizzato alla memorizzazione di un intero testo, oltre che di una lista. Quello che dovremo fare è semplicemente leggere il testo da memorizzare, e ogni volta che incontriamo una parola-chiave ne formuliamo un indizio visivo, e lo collochiamo nel prossimo *locus* libero della passeggiata. Talora l'indizio può assumere i connotati di una modifica macroscopica di un *landmark*, anziché di un oggetto aggiunto *ex novo*. Per esempio, potreste immaginare un gigantesco *murale* dipinto sulla facciata del municipio della vostra città, oppure un cambio di forma della fontana al centro della piazza, e via dicendo. Torniamo al mio esempio del viaggio Pisa-casa, e immaginiamo di adoperarlo per memorizzare endocrinologia. Sono arrivato a riempire tutti i *loci* fino alla stazione di Pisa, mi sono già imbarcato sul treno. Il prossimo *locus* libero è la campagna toscana all'uscita della stazione di Pisa, con lo sfondo mozzafiato dei Monti Pisani. Parallelamente, nel manuale di endocrinologia sono

arrivato a descrivere i sintomi della sindrome di Cushing, fra i quali vi è il gibbo bufalino, detto anche *facies lunare*. Devo dunque depositare sui campi un oggetto che mi ricordi questo peculiare segno clinico del Cushing. Cosa potrebbe essere? Per esempio, un gigantesco bufalo, con un collare dal quale pende un medaglione a forma di mezzaluna. Perfetto, posiziono il bufalo nel bel mezzo di un campo, e immagino le brune montagne selvagge alle sue spalle. Una scena da cartolina! Successivamente nella mia «passeggiata» ferroviaria compare il *locus* di una grande rotatoria stradale, che osservo dal finestrino all'uscita della città. Dopo il gibbo bufalino, il manuale di endocrinologia mi parla di un altro effetto del Cushing, le *striae rubrae* (ossia, strisce rosso-violacee) sui fianchi e sull'addome. Quale oggetto potrei inventarmi per ricordarmi quest'altro segno? Per esempio una bandiera a strisce rosse e bianche, peraltro i colori ufficiali di Pisa, che torreggia al centro della rotatoria. Un'altra scena da cartolina. E sia! Posiziono mentalmente la poderosa bandiera nel mio viaggio immaginario. E via dicendo: mentre scorro le pagine del libro di endocrinologia, formulo i relativi indizi con la visualizzazione, e li piazzo nel successivo *locus* che trovo libero, cercando di adattarli ove necessario alle specificità geografiche del sito in questione.

Step 4

A questo punto è fatta! Abbiamo imbastito la passeggiata nel nostro mondo immaginario, talora denominato (in senso lato) «palazzo della memoria», sia esso ambientato fra i mobili di casa nostra, in un viaggio in treno, in una camminata nel nostro quartiere, o in un'intera città mentale completamente esplorabile. Ogni volta che avremo bisogno di recuperare la lista o il testo che vi abbiamo codificato, non resterà che ripercorrere mentalmente la nostra passeggiata, fermandoci a ogni *locus* e riportando alla luce il concetto che abbiamo celato in ciascun oggetto-indizio. La stessa operazione si renderà necessaria in sede di ripasso. Scoprirete, cari amici, che avere un palazzo della memoria è come avere un appartamento in affitto: periodicamente dovete «pagare l'affitto», non impiegando del denaro, bensì del tempo e delle risorse cognitive, onde rinfrescarlo nella vostra memoria. Pena... lo sfratto esecutivo.

Caratteristiche degli oggetti-indizio

Avete sicuramente notato come il metodo dei *loci*, in ultima analisi, non sia altro che una versione potenziata della tecnica della visualizzazione (capitolo 16), alla quale semplicemente aggiungiamo una connotazione di natura «geografica». In pratica, sfruttiamo come palinsesto la conoscenza solidissima di certi luoghi reali di nostra scelta, maturata accidentalmente nei casi della vita, per ripercorrere in un ordine predeterminato tutti gli oggetti-indizio. Laddove sia utile ricordare il numero esatto di ciascun *locus*, è conveniente aggiungere periodicamente un oggetto-indizio che ci ricordi il numero a cui siamo arrivati, come una specie di segnalibro. Per esempio, potremmo decidere di lasciare una marcatura speciale ogni dieci *loci* consecutivi: in questo modo, qualora ci venisse chiesto di recitare a memoria il 126° *locus*, sarebbe sufficiente ripercorrere la passeggiata a partire dal 120°, e in un battibaleno avremmo il nostro risultato. Questa necessità si riscontra frequentemente nel caso di poesie e poemetti: se volessimo imparare a memoria la *Divina Commedia* assegnando un *locus* per ogni terzina, potremmo nutrire l’ambizione di saper ripetere la terzina *n*-esima su richiesta del nostro interlocutore.

Scelta dei “loci”

Quanto alla scelta dei loci, in generale, ci scontreremo sempre con il problema che i posti che conosciamo al centimetro sono in numero esiguo in confronto all’universo sconfinato di nozioni che dobbiamo immagazzinare nella nostra testa. Ne deriva una necessità impellente di registrare il massimo contenuto informativo all’interno di ciascun *locus*. In primo luogo, dobbiamo dimostrare fantasia nell’individuazione dei *loci*. Non tutti devono essere necessariamente luoghi fisici occupanti spazio: è sufficiente che siano postazioni visibili e connesse a un *landmark*, quindi facciamoci furbi! Per esempio, se ho scelto come ambientazione il mio studio, nel quale ho una scrivania dove tengo abitualmente il computer e il cellulare, un *locus* sarà lo spazio sopra la scrivania, un altro le immagini proiettate sullo schermo del computer, e un altro ancora le immagini proiettate sul cellulare, e ho già fatto tre *loci* al prezzo di uno! Quando nemmeno questo artificio risolve il problema, molti memorizzatori adottano la pratica del *visual stacking*, che consiste nell’ubicare non uno, ma più di

un oggetto-indizio all'interno di ciascun *locus*. Il numero si aggira tipicamente fra 2 e 5, ed è lasciato al vostro arbitrio, a patto di non superare il famoso numero magico 7 di cui abbiamo discorso parlando del *chunking* (sezione 2.2). E infine, come ultimo consiglio, mi raccomanderei di non riutilizzare la stessa ambientazione per troppe materie diverse. Se abbiamo realizzato, poniamo, dieci palazzi della memoria tutti ambientati a casa nostra, quando cercheremo di esplorare il palazzo relativo a sociologia rischiamo di non ricordare più quale indizio avevamo lasciato sul tavolo, o sul cuscino, o nel gabinetto! Come mai? Semplice, perché i *cues* dei vari mobili risulteranno talmente sovraffollati da determinare una nostra vecchia conoscenza, il fastidioso fenomeno dell'interferenza retroattiva (sezione 7.3). Tutto torna!

Fondamenti neuroscientifici

Per far quadrare il cerchio, ci resta da comprendere quale sia quel formidabile meccanismo segreto con cui il metodo dei *loci* riesce a estendere così prodigiosamente il numero di elementi che possiamo tenere in memoria. La risposta, come sempre, ci viene fornita dal nostro personale *dottor Azzecca-garbugli*, le neuroscienze; e, a ben vedere, è molto simile a quanto già detto a proposito del metodo della visualizzazione. Così come l'elaborazione visiva, anche l'esplorazione spaziale ha costituito una funzione di massima priorità nell'evoluzione dei primati. Del resto, nei tempi ancestrali un errore di navigazione spaziale poteva tradursi nel non ritrovare più la propria caverna dopo una battuta di caccia: sai che bella nottata, magari con un finale a sorpresa fra le zanne di un miciono della giungla. Per questo motivo il cervello dei primati dispone di una propria «bussola» formidabile, una circuiteria responsabile dei compiti di orientamento spaziale che si localizza nel lobo parietale. E, proprio come la circuiteria visiva, anche quest'altra regione si estende su un fazzoletto di corteccia molto ampio e altamente parallelizzato, e quindi estremamente efficiente tanto nell'elaborazione quanto nella memorizzazione. Del resto, quanto sia straordinaria l'efficienza con cui memorizziamo i luoghi nei nostri ricordi è parte della nostra esperienza quotidiana: vi è mai capitato, lettori carissimi, di essere interrogati a un esame e a un certo punto non vi viene in mente un dettaglio, cionondimeno sapreste dire con un livello di

precisione inverosimile – e inspiegabile – in quale pagina, o addirittura in quale riga, si trova nel vostro quaderno? Eccovi una dimostrazione empirica, sulla vostra pelle, dell'estrema efficienza della circuiteria parietale nei calcoli spaziali, e nella relativa memorizzazione. Avete già capito dove sta il trucco: il metodo dei *loci* non fa altro che reindirizzare una parte del carico computazionale richiesto per memorizzare le informazioni dalle aree di codifica linguistica, già oberatissime, verso le aree parietali; le quali sono marcatamente più efficienti, proprio perché evolutivamente prioritarie; sì, ritrovare la nostra caverna era vagamente più importante che ricordare il nome del nostro cagnolino Fuffi.

Neuroimaging

Per confermare questa teoria, molteplici studi hanno valutato quali aree di corteccia vengano ad attivarsi durante l'esecuzione del metodo dei *loci*. Applicando la risonanza magnetica funzionale (fMRI) ai campioni di memorizzazione mentre studiano un materiale con il metodo dei *loci*, si osserva che tre regioni cerebrali si accendono con elevata significatività:¹⁰⁰

- il lobo parietale: in particolare la sua porzione mediale, deputata primariamente all'orientamento spaziale;
- la corteccia retrospleniale: una regione posizionata a ponte fra la corteccia sopracitata e le aree visive, a testimonianza di quanto sia intima la relazione fra il metodo dei *loci* e la tecnica della visualizzazione;
- l'ippocampo: non ci sorprende, si tratta pur sempre di apprendimento dichiarativo, pur con un misterioso interessamento preferenziale della porzione posteriore dell'ippocampo destro.

In ultima analisi, vedete bene come queste evidenze confermino ulteriormente la nostra teoria iniziale: il metodo dei *loci* chiama in causa specificamente la circuiteria di elaborazione spaziale, efficientissima nel memorizzare, ma lasciata a languire in panchina dai metodi di apprendimento convenzionali.

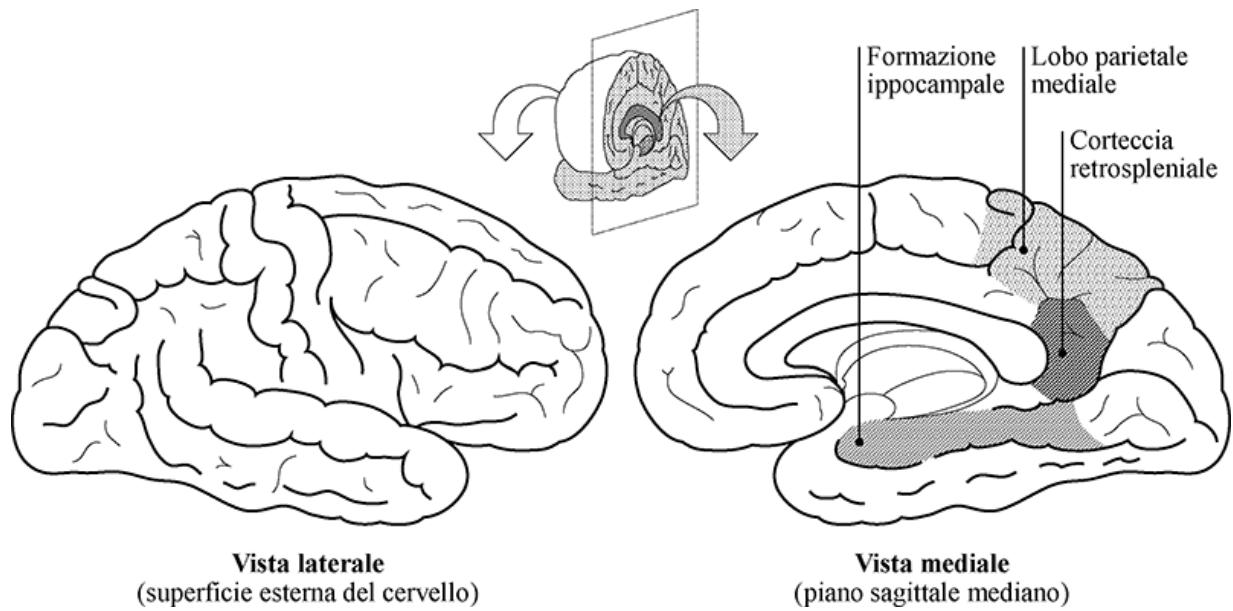


Figura 25. Aree cerebrali attivate dal metodo dei *loci*.

19.2. Come funziona la tecnica dei *loci* variante?

Palazzo della memoria

Si capisce che il vero carburante – non rinnovabile – che alimenta il motore del metodo dei *loci* è rappresentato dalla nostra conoscenza approfondita della location ove ambientiamo la passeggiata. Ma cosa si può fare quando le riserve di luoghi conosciuti con precisione si esauriscono, o, ancora peggio, quando le dimensioni delle materie di studio sono semplicemente troppo grandi? «Elementare, Watson.» Basta inventare di sana pianta il luogo di ambientazione. La nostra passeggiata non avverrà dunque in un palcoscenico reale, seppur arricchito di qualche sporadico elemento immaginifico, bensì in un luogo interamente fittizio che esiste unicamente nella nostra testa. È questo, nel senso più stretto, il «palazzo della memoria», se prevale in noi la vena di designer d'interni; o la «città della memoria», se ci sentiamo più architetti di esterni e prediligiamo una certa grandeur.

Pro e contro

Questo passo ulteriore richiede un formidabile sforzo d’immaginazione, giacché tutte le volte che esploriamo una stanza del nostro personalissimo palazzo, o una via della nostra città inventata, dovremo farlo dal nulla con le sole forze della nostra mente, vale a dire senza il potente ausilio della memoria episodica della nostra vita. Dal canto opposto, questa variante ci conferisce la totale autorità sull’estetica degli ambienti che esploriamo, potenzialmente apportando risultati di grande soddisfazione per gli spiriti più creativi fra noi. Immaginate che delizia: una sala dagli indizi scolpiti nel marmo, con un soffitto di affreschi barocchi, broccati francesi alle pareti, mobili di raffinato antiquariato, e un caminetto decorato con un vivo fuocherello che scoppietta e ci tiene caldi. Oppure, un argomento più asciutto in ambito matematico o geometrico ben si presta agli stilemi dell’architettura brutalista, con cemento vivo, macchine rumorose e ingranaggi da fare invidia a Marinetti. Il palazzo della memoria è un luogo interamente nostro, che ci rappresenta intimamente, plasmato a nostra esclusiva immagine. Ma non finisce qui: presto su questi schermi vi confiderò un’ulteriore personalissima variazione, e scoprirete in cosa consista il metodo dei *loci* in salsa Deangeli!

19.3. Ha senso utilizzare la tecnica dei *loci* nello studio?

Una contraddizione

Chiudiamo questa nostra trattazione sui *loci* con un’importante considerazione metacognitiva. Da un lato, questa tecnica rappresenta il più fulgido astro della *artificiosa memoria*, glorificata e osannata in tutte le epoche, e onnipresente nei manifesti pubblicitari degli odierni «miracolisti» della memoria alla stregua di un viagra dell’apprendimento. Ma dall’altro lato devo confessarvi, cari lettori, che personalmente ho fatto un uso estremamente limitato di questa metodica, e, ancora peggio, fra i numerosissimi studenti da record con cui ho avuto l’onore di confrontarmi nel corso di sei anni alle scuole d’élite nazionali del nostro paese, non ho conosciuto un *singolo* studente che fosse solito adoperarla come metodo di studio. Zero persone. Come si spiega? Voi direte: grazie, è un classico effetto iceberg, quei particolari studenti probabilmente godevano di un’intelligenza fuori dal comune – verissimo – e quindi per andare bene

all'università non avevano nemmeno bisogno di un metodo da calibri grossi, diversamente dalle persone ordinarie. Quest'argomentazione potrebbe anche avere qualche fondamento, ma cela secondo me una risposta molto più autentica, che ci spinge verso una riflessione filosofica sullo scopo per cui applichiamo la tecnica dei *loci*.

Una riflessione filosofica

Non vi è alcun dubbio che il metodo dei *loci* sia prodigioso per memorizzare l'elenco del telefono, o il dizionario. Né sul fatto che sia efficacissimo per tenere a mente un'orazione, un discorso, un comizio, o la poesia della recita scolastica. Per memorizzare le 70.030 cifre del Pi greco è la manna dal cielo, così come se volette imparare a memoria la *Divina Commedia* per la gloria di Ray Bradbury in *Fahrenheit 451*. Ma per studiare? Studiare non è – come crede qualche docente – l'atto d'imparare a memoria *tout court* le informazioni come pappagalli ammaestrati. Studiare non è conoscere il labirinto a memoria, riga per riga, ma avere la cognizione necessaria per trovare l'uscita. È acquisire il *modus*, quella comprensione del mondo che ci fornisce consapevolezza, ci orienta rispetto alla fenomenologia di quanto ci circonda, e riempie quell'angoscioso vuoto cosmico del nostro spirito. Vado in visibilio quando sento quella sublime citazione di Umberto Eco: «Essere colti non significa ricordare tutte le nozioni, ma sapere dove andare a cercarle». In conclusione, vi sia di monito, cari amici, che il metodo dei *loci* è una risorsa sì prodigiosa, ma pur sempre finalizzata a risolvere un problema *ancillare*, e non *nucleare*, dello studio: la pura e semplice memorizzazione di liste e di testi. La comprensione, la generazione di collegamenti intelligenti, la rielaborazione personale: sono questi i reali pilastri fondanti dello studio che lasciano un segno indelebile nel vostro intelletto, e un domani vi consentiranno di vedere più lontano degli altri. Ecco spiegato, a mio personalissimo giudizio, come mai la supermemoria non è affatto l'ingrediente fondante di un superstudente.

Il mio metodo

«Come altri studiosi prima di lui, il dottor Hannibal Lecter conservava un'enorme quantità d'informazioni nelle sue migliaia di stanze, ma, diversamente dagli antichi, il dottor Lecter aveva un secondo fine per il proprio palazzo; alle volte lui ci viveva. ... Il palazzo di Hannibal Lecter è vasto, anche per le pantofole della sua mente che passano rapide dall'atrio alla Grande Sala delle Stagioni. ... È luminoso, dall'alto soffitto, arredato con oggetti e quadri vividi, impressionanti, a volte scioccanti e assurdi e spesso molto belli. Le diverse esposizioni sono ben distanziate e illuminate come quelle di un grande museo.»

Così ci racconta Thomas Harris, l'autore della saga di Hannibal Lecter.¹⁰¹ Amici fedelissimi, anche se nella più parte dei miei studi non ho praticato il metodo dei *loci*, devo confessarvi segretamente che in passato ne sviluppai una variante assolutamente intima e peculiare. Sapete bene quanto sia un fervido amante della creatività e della bellezza coniugate allo studio. E proprio come il dottor Hannibal Lecter, anch'io conservo un mio personale palazzo della memoria, anzi, a essere sincero, devo dirvi che si tratta di un'intera città fatta di numerosi palazzi esplorabili. Come il dottor Lecter, anch'io ho trascorso molto tempo camminando per i lunghi corridoi, fra le molte statue e i dipinti dei miei edifici. Eppure la mia città della memoria non ha corpo soltanto nella mia testa, bensì si trova... su *Minecraft*. Proprio così: il videogioco più *nerd* che la storia ricordi, che nella modalità creativa ci permette di plasmare a nostro piacimento un intero mondo fatto di cubi. Per alcune materie, in epoca preuniversitaria, mi divertivo segretamente a realizzare in ambiente *Minecraft* veri e propri «musei» di mnemotecniche, molto funzionali ed esteticamente piacevolissimi, un'autentica gioia per gli occhi. La grande bellezza del motore grafico di *Minecraft* sta nella sua immediata semplicità: creare nuove sale è alla portata di pochi clic, riducendo al minimo il tempo necessario per allestire gli ambienti. Sui muri facevo un uso generosissimo dei cartelli, che rendevano possibile aggiungere parole scritte accanto alle diverse statue del museo. Meglio annotare tutto, in caso dovesse dimenticare il significato celato dai vari vessilli. Lettori cari, vi esorto a provare questa pazza metodica. Metterete a frutto la straordinaria potenza mnemonica del metodo dei *loci*, e al tempo stesso l'esperienza estetica della pura bellezza del vostro palazzo farà vibrare le vostre corde, e ogni volta che lo desiderate potrete rifugiarvi fra le mura della vostra creazione e prendere un tè mentre passeggiate – nel senso letterale – fra i vostri ricordi. Vi verrà la pelle d'oca.

Introduzione

Nel corso di una vita media, ciascuno di noi trascorre 26 anni dormendo, e 7 anni nell'atto di cercare di dormire, per un totale di 33 anni a letto con gli occhi chiusi.¹⁰² Come dite? Cosa c'entra con lo studio? Stiamo per scoprire, fidatissimi lettori, quanto lontano dalla realtà sia il rinomato cliché del secchione che non dorme mai, chino h24 a divorare libri notte compresa. E non lo dico per cieco salutismo, ma perché, come già abbiamo accennato, una delle innumerevoli bizzarrie del nostro cervello è che una porzione essenziale, non sostituibile, del processo di memorizzazione avviene esclusivamente mentre dormiamo (sezione 2.3). Questa macchinazione in sordina che il cervello conduce mentre noi ce la spassiamo a ronfare in santa pace è *conditio sine qua non* per qualunque memorizzazione. Non può esistere alcun metodo di studio senza un corrispettivo metodo di sonno. Ma come sempre accade in questo libro, affinché possiamo desumere con consapevolezza le linee guida da applicare alla nostra vita di studenti e di studiosi, dobbiamo prima calarci negli ingranaggi del cervello, in un «giallo» che ripercorrerà tutti gli indizi finora inventariati sul mistero irrisolto di cosa sia e come funzioni il sonno. Preparatevi per un viaggio autoconoscitivo, che ci condurrà a lambire alcuni dei più profondi interrogativi sull'origine stessa della vita.

20.1. Qual è la funzione del sonno?

Un misterioso fardello dell'evoluzione

Apriamo il nostro caso poliziesco partendo dal «movente»: perché dormiamo? Ve lo sarete certamente domandati fin dalla più tenera età. Vi svelo il finale: non lo sappiamo, non con certezza. La funzione del sonno è

un mistero nel quale sembra esserci un unico, grande punto fermo: qualunque essa sia, deve essere spaventosamente importante. Il costo evoluzionistico, darwiniano, del sonno è incalcolabile. I nostri antenati ancestrali certamente sapevano bene che trascorrere un terzo del proprio tempo immobili e pressoché privi di vigilanza non è certo un buon modo per stare lontani dalle zanne dei predatori. È celebre l'affermazione del neuroscienziato Allan Rechtschaffen per cui, se il sonno non avesse una funzione assolutamente essenziale per la vita, si trattenebbe del più grande errore che l'evoluzione abbia mai commesso.¹⁰³ Eppure Dio non gioca a dadi, e il sonno è una delle creazioni più antiche della biologia: pensate, si ritrova straordinariamente conservato in pressoché ogni organismo vivente! Non sto parlando solo di primati, ma anche degli invertebrati: perfino gli insetti dormono. Anche il nostro amico moscerino della frutta *Drosophila melanogaster* dorme ben 7 ore a notte, con caratteristiche straordinariamente simili a quelle del sonno umano. Studi recentissimi stanno cercando di dimostrare il sonno anche in organismi inferiori come i vermi nematodi, o addirittura negli unicellulari. Insomma, un handicap evoluzionistico di proporzione incommensurabile... e in 3,5 miliardi di anni di esistenza della vita sulla Terra la natura non è mai riuscita a farne a meno. Qualunque cosa faccia questo sonno, per essere così antico e allo stesso tempo così conservato dev'essere alla base stessa dell'esistenza della vita.

Strategie per limitare il sonno

L'esempio più clamoroso dell'imprescindibilità del sonno ci è offerto dagli uccelli migratori, che trascorrono anche dieci giorni continuativi in volo. Quelli – penserete voi – non potranno certo dormire *mentre* volano... Sorpresa, possono eccome! Nel 2016 un team di ricercatori riuscì a effettuare un elettroencefalogramma su un gruppo di fregate (*Fregata minor*), un uccello con oltre due metri d'apertura alare che abita le isole degli oceani Pacifico e Indiano. *Voilà*, hanno avuto la prova che tali uccelli dormono mentre sono in volo. In effetti passano molto più tempo a dormire in volo che non quando si trovano a terra, essendo quest'ultimo ambiente enormemente più pericoloso. Molti uccelli migratori utilizzano l'artificio del sonno uniemisferico: quando volano, si dispongono a «V»; l'individuo

posizionato al vertice della «V» è sveglio con entrambi gli emisferi cerebrali; gli uccelli posti sul versante sinistro della «V» mantengono sveglio l'emisfero deputato alla visione destra, in modo da potere restare in formazione, e specularmente fanno gli uccelli ubicati sul versante destro, scambiandosi di lato periodicamente.¹⁰⁴ Altro che messaggi dagli dèi, cari auguri: la disposizione a «V» serve per farsi un pisolino... Lo stesso fenomeno è stato altresì dimostrato anche nei delfini, che lo utilizzano per continuare a scansionare l'ambiente marino mentre nuotano.¹⁰⁵ E non finisce qua. Pensate che alcuni uccelli migratori possono addirittura volare con entrambi gli emisferi addormentati, utilizzando un artificio ancora più incredibile: il sonno parziale.¹⁰⁶ In pratica lasciano accese soltanto le circuiterie cerebrali essenziali per il volo, quasi come un pilota automatico: comodo eh? Insomma, avete afferrato il punto. L'evoluzione non è mai riuscita a *evitare* del tutto il sonno, a costo d'inventarsi gli espedienti più impensati. Al massimo è riuscita a *confinare* il sonno, facendo riposare a turno le diverse regioni cerebrali. L'unica conclusione possibile è che il sonno debba essere una colonna portante insostituibile della nostra biologia.

Cinque funzioni

Ma a cosa serve nello specifico? Decenni di ricerche in neuroscienze non sono riusciti a giungere a un consenso al riguardo. Numerose funzioni sono state ipotizzate, avvalorate da fior di evidenze sperimentali. In effetti è del tutto probabile che queste diverse spiegazioni possano coesistere ed essere «vere» allo stesso tempo, pur rivestendo un'importanza maggiore o minore nelle diverse specie.¹⁰⁷ Di seguito proverò a riassumervi, come con tante fotografie, le cinque funzioni del sonno più promettenti, accettate dalla maggioranza dei neuroscienziati.

Prima ipotesi: apprendimento a due stadi

La prima ipotesi riguarda il nostro vecchio amico, l'ippocampo, sede del consolidamento della memoria (sezione 2.3). Ricorderete, cari amici, che una parte fondamentale di questo processo avviene durante il sonno, e specificamente durante il sonno a onde lente (ne parleremo a breve). Si ritiene che lo scopo del sonno sia porre il cervello in uno stato *offline*: un relativo silenzio elettrico, nel quale per una volta mette giù la cornetta dagli

organi di senso interrompendo così quella famosa «invasione barbarica» d'informazioni sensoriali (sezione 2.1), affinché il consolidamento possa funzionare senza continue interferenze.¹⁵ Non a caso, il sonno si caratterizza per una massiccia inibizione del talamo, la «centralina» posizionata al centro geometrico del nostro cervello, che da svegli si occupa di trasmettere le informazioni sensoriali dai nervi alla corteccia cerebrale. È come se il «piccolo studente» che vive dentro il nostro cervello chiudesse la porta e s'isolasse per qualche ora a copiare in bella quanto ha frettolosamente annotato durante la giornata.

Seconda ipotesi: plasticità omeostatica

La seconda ipotesi riguarda le sinapsi, ossia i collegamenti elettrici fra un neurone e l'altro, e in particolare la loro forza (sezione 2.4). Uno dei fenomeni più affascinanti dei tessuti nervosi è il principio della plasticità omeostatica,¹⁰⁸ che potremmo brutalmente parafrasare nel seguente enunciato: in ciascuna regione o circuiteria del cervello, la forza totale di tutte le sinapsi presenti si mantiene grosso modo costante nel tempo, evitando gli eccessi. Rammenterete che l'apprendimento si traduce nel rinforzo di specifiche sinapsi, a scapito di altre: per obbedire al postulato della plasticità omeostatica, questo rinforzo di specifiche sinapsi comporta per forza di cose che le sinapsi restanti dovranno essere depotenziate, o eventualmente distrutte. Con tutta probabilità questo processo di potatura può avvenire in modo ottimale soltanto nel contesto di relativo silenzio elettrico... gentilmente offerto dal sonno.

Terza ipotesi: detossificazione

La terza ipotesi è ancora più elementare. Durante la veglia, data l'elevata attività elettrica, il metabolismo dei neuroni produce un insieme di sostanze di scarto neuroinfiammatorie e neurotossiche, fra cui la famigerata β -amiloide, proteina strettamente implicata nella malattia di Alzheimer. Nel sonno, il cervello ripulisce sé stesso da questi grandi cattivoni: non è un caso che la deprivazione di sonno cronica conduca a un aumentato rischio di Alzheimer. Sebbene questa idea della detossificazione sia stata fra le prime ipotesi a essere formulate, il suo meccanismo è rimasto nell'oscurità fino ai primi anni Dieci del Duemila, quando una serie di brillanti

esperimenti svelò l'esistenza nel nostro cervello di un intero apparato mai scoperto fino ad allora, presto ribattezzato sistema glinfatico.¹⁰⁹ Immaginatelo come una sorta di sistema fognario del cervello, in cui le cellule gliali (= gabinetti) rilasciano le sostanze di scarto in una rete di microscopici spazi vuoti a lato delle arterie (= tubature), i quali confluiscono in quattro grandi camere vuote del nostro cervello dette ventricoli (= mare), e di lì le sostanze vengono filtrate e scaricate nel sangue. Si dimostra infatti che il sistema glinfatico è significativamente più attivo, di circa il 60%, nel sonno rispetto alla veglia¹¹⁰ a causa del suo elevatissimo fabbisogno energetico, talmente esoso da essere sostenibile soltanto in presenza di quel famoso silenzio elettrico – e dunque anche metabolico – dei nostri neuroni.

Quarta ipotesi: redistribuzione di risorse

La quarta ipotesi è di natura squisitamente evoluzionistica, e riguarda il procacciamento di cibo. Alcuni ricercatori sostengono che il sonno periodico possa servire a concentrare il dispiegamento delle nostre risorse energetiche nella fascia giornaliera, in cui la caccia è maggiormente efficace e il rischio di essere predati è minimo. Per esempio, il pipistrello vespertilio bruno (*Myotis lucifugus*), che si ciba di moscerini, falene e altri insetti, si sveglia al tramonto, momento nel quale le sue prede sono massimamente in circolazione. Se si svegliasse più presto rischierebbe di essere attaccato dagli uccelli rapaci, dotati di un'eccellente visione diurna a differenza sua. Allo stesso modo, la pressione che spinge l'essere umano a dormire la notte potrebbe essere l'eredità di una codifica genetica ancestrale con cui l'evoluzione ha dissuaso i nostri progenitori da una troppo zelante attività notturna. Andando a spasso di notte, questi avrebbero rischiato di vincere un incontro ravvicinato con le zanne di certi felini affamati, la cui vista notturna è diversi ordini di grandezza più efficace di quella dei primati. Per i roditori vale lo stesso principio, ma invertito: dal momento che la loro vista è pessima, la loro navigazione si basa sulle vibrisse, conferendo loro un vantaggio selettivo a muoversi di notte e a stare fermi di giorno.

Quinta ipotesi: riparazione dei microtraumi muscolari

Infine la quinta e ultima ipotesi non riguarda affatto il cervello, bensì le opportunità di riparazione che il sonno offre al sistema muscolare. Da decenni di esperimenti di depravazione di sonno sappiamo con certezza che il sonno è enormemente più importante per il cervello rispetto ai muscoli; cionondimeno è senz'altro vero che l'assenza di vigore offre ai muscoli un'opportunità assolutamente vitale di riparare i microtraumi meccanici subiti nel corso della giornata. Ne è la dimostrazione il fatto che la scarsa qualità del sonno in cronico si associa, fra le altre cose, a patologia muscolare.¹¹¹

20.2. Come funziona il sonno?

Macroarchitettura

Il nostro giallo poliziesco continua alla volta della «scena del crimine», il nostro stesso letto. Studiare il sonno non è un'impresa semplice. L'esame «principe» prende il nome di polisonnografia, e consiste in un'elettroencefalografia (EEG) volta a misurare l'attività elettrica del cervello, accostata al monitoraggio di numerosi ulteriori canali quali l'attività muscolare (elettromiografia, EMG), cardiaca (elettrocardiografia, ECG), il movimento degli occhi (elettrooculografia, EOG), la ventilazione respiratoria (pletismografia), la posizione di arti e tronco, il flusso d'aria oronasale, la saturazione del sangue, ecc. Questa metodologia così articolata ha reso possibile caratterizzare la cosiddetta macroarchitettura del sonno, scoprendo che ogni nostra nottata di sonno consta di una successione di tanti cicli, ognuno composto da varie fasi di diversa profondità: REM, N1, N2, N3 (la N sta per «non-REM»). Per inciso: alcune classificazioni distinguono un'ulteriore tipologia N4, ma non esiste un robusto consenso scientifico sulla sua esistenza. Maggiore è la profondità del sonno, più l'attività cerebrale è rarefatta e differente rispetto alla veglia. Ogni ciclo del sonno ha l'aspetto di una valle, una sorta di «U». Si parte sempre dal sonno superficiale N1; dopodiché la profondità crolla rapidamente e si stabilizza su un livello profondo (N3 o N2), ove rimane stabile per qualche tempo; infine risorge bruscamente da questo plateau e rimane per qualche tempo nel REM, il tipo di sonno più simile alla veglia; e poi daccapo. Del tutto caratteristico è il modo in cui i cicli cambiano aspetto nel corso della notte.

Prima di leggere il prossimo paragrafo, osservate attentamente la figura che rappresenta la tipica macroarchitettura del sonno in un soggetto giovane e sano. Provate a dirmi cosa notate.

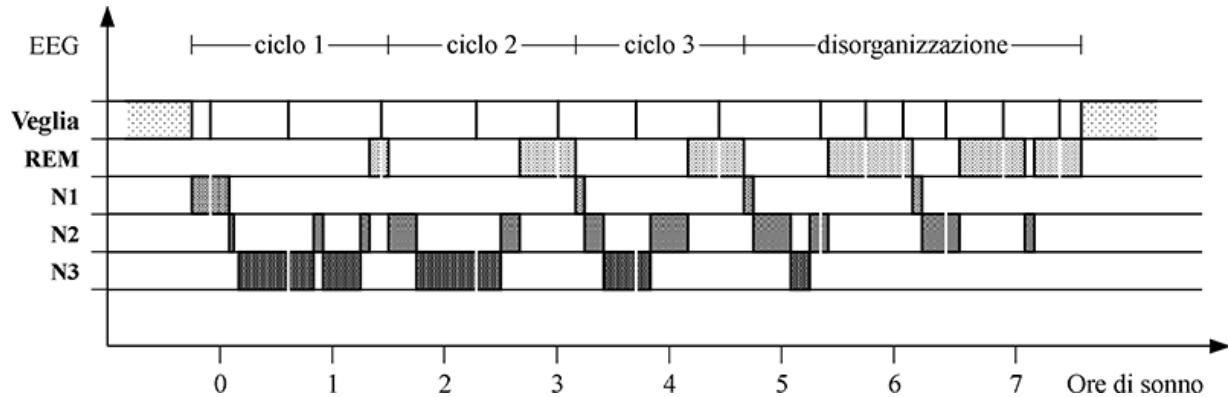


Figura 26. Macroarchitettura del sonno.

Cicli del sonno

In primo luogo avrete sicuramente osservato che i cicli si fanno via via più brevi e irregolari: solitamente nel giovane i primi tre cicli sono ben evidenti, e durano fra i 90 e i 110 minuti. Già il quarto comincia a essere frammentato, e di lì in poi, in prossimità del mattino, la frammentazione diventa pressoché totale, rendendo impossibile identificare dei cicli veri e propri. In secondo luogo, vi sarete accorti che il contenuto dei cicli cambia drasticamente, assistendo a una progressiva evoluzione dalle profondità maggiori a quelle minori. La distinzione fondamentale è questa: laddove i primi cicli sono dominati dalla fase N3 e praticamente privi di REM, le proporzioni s'invertono nelle seconde quattro ore,¹⁵ che saranno dominate dal REM e pressoché prive di N3. È essenziale che ricordiate questo dettaglio, perché avrà ripercussioni profonde sullo studio e sulla memorizzazione. A questo punto, concediamoci una breve carrellata per descrivere rapidamente le fasi del sonno, nell'ordine in cui appaiono nel corso della nottata. Proverò ad accompagnarvi nelle varie fasi del sonno senza farvi addormentare per davvero, promesso!

(1) *Latenza di sonno*

Tutti pronti? Bene, in questo momento ci corichiamo, spegniamo la luce e chiudiamo gli occhi. L'intervallo di tempo necessario a addormentarci prende il nome di latenza di sonno, e i suoi valori normali sono fra i 15 e i 20 minuti. Valori inferiori a 15 minuti sono indicativi di varie patologie, quali la narcolessia o le malattie che pregiudicano gravemente la qualità del sonno, come la sindrome da apnee/ipopnee ostruttive del sonno (OSAS/OSAHS). Vi siete mai preoccupati perché vi sembra d'impiegare molti minuti a addormentarvi? Ecco una buona notizia: è del tutto normale!

(2) *Sonno N1*

Dopo qualche minuto di veglia con gli occhi chiusi, il nostro cervello passa allo stadio di sonno N1, ma ancora non stiamo realmente dormendo. E in effetti ancora non «ci sembra» di dormire. La fase N1 è quel delizioso momento onirico in cui la mente si libra nell'aere, e produce i discorsi più bizzarri... Se qualcuno ci svegliasse in questa fase, noi riferiremmo di non aver dormito affatto. All'EEG assistiamo a un progressivo abbassamento delle frequenze, e contemporaneamente a un progressivo calo nel tono muscolare. Ma questo periodo N1 dura poco, di solito meno di 10 minuti. Dopo una rapidissima parentesi (trascutibile) in fase N2, in men che non si dica precipitiamo fra le braccia di Morfeo nella fase N3, il sonno per antonomasia. Eccoci addormentati.

(3) *Sonno N3, o sonno a onde lente*

Morfeo in tutto il suo splendore, il sonno N3 viene anche chiamato sonno a onde lente (*slow-wave sleep, SWS*) o sonno delta. È lo stadio più profondo, nel quale siamo meno responsivi a svegliarci in seguito a uno stimolo. L'EEG è caratterizzato per l'appunto dalle onde lente (*slow waves, SW*), oscillazioni molto marcate del tracciato con una periodicità intorno a 1 Hz (*hertz*, ossia oscillazioni al secondo). Dal punto di vista motorio, invece, si caratterizza per un tono muscolare moderato, movimenti oculari assenti o lenti e assenza di attività genitale, diversamente da quanto accade nella fase REM... Ne ripareremo a breve.

Funzione del sonno a onde lente

Il sonno a onde lente è quello nel quale tutte le funzioni che abbiamo descritto poc’ anzi – eccetto quella muscolare – sono vere al massimo grado. È il tipo di sonno più ristoratore, che ci «ricarica le batterie» in modo da sentirsi energetici e ben riposati durante il giorno: lo sapevano perfino gli antichi, al punto che un proverbio inglese recita *every hour of sleep before midnight is worth two after*, in linea con il fatto che il sonno a onde lente è quello dominante nelle prime quattro ore della nostra dormita. Ancora più importante è il fatto che il sonno sia proprio la fase in cui ha luogo il consolidamento della memoria (sezione 2.3). Volete una prova? La prossima volta che desiderate fare uno scherzone a un vostro amico – sceglietelo non troppo pernicioso – potreste ideare il seguente esperimento: una sera, prima che si corichi, gli chiedete di memorizzare una lista di parole, dopodiché lo lasciate addormentare. Quattro ore dopo lo svegliate, assicurandovi che sia completamente sveglio. Dopodiché – ammesso che costui sia ancora vostro amico... – lo interrogate sulle parole che ha memorizzato e rapidamente lo costringete a memorizzarne una seconda lista. Infine lo lasciate dormire per altre quattro ore, e la mattina appena sveglio lo interrogate sulla seconda lista. Scoprirete che le parole della prima lista saranno memorizzate con efficienza considerevolmente più elevata di quelle della seconda lista. Il motivo? Semplice, perché nelle prime quattro ore di sonno il vostro amico ha attraversato molti più episodi di sonno a onde lente, che gli hanno permesso di consolidare il ricordo di quelle stesse parole.¹¹²

Parassonnie del sonno a onde lente

Concludiamo specificando che durante il sonno possono verificarsi alcuni fenomeni bizzarri, noti come parassonnie. Benché in qualche caso siano conseguenti a disturbi psichiatrici, quasi sempre sono del tutto prive di rilevanza clinica. La loro origine è perlopiù genetica, ma possono essere esacerbate per esempio da stress, depravazione di sonno, farmaci e alcol. Nel caso del sonno a onde lente si tratta del sonniloquio (parlare durante il sonno), del sonnambulismo (camminare durante il sonno) e nell’1% dei soggetti della sexsomnia (*nomen omen...*).

Continuiamo la nostra carrellata e lasciamo il sonno profondo N3 alla volta di quello intermedio, l’N2. È questa la fase più prevalente di tutte, e al tempo stesso – ironia della sorte – quella più misteriosa e sfuggente. Benché la funzione di questa fase sia molto meno caratterizzata rispetto al sonno a onde lente, anche in questo caso le evidenze suggeriscono un ruolo nella fissazione della memoria: per esempio, è stato dimostrato che il consolidamento ippocampale che avviene nel sonno a onde lente è in grado d’influenzare¹⁵ un certo tipo di onde EEG (note come *sleep spindles*), che si registrano in fase N2.

(5) Sonno REM

Continuiamo la carrellata, lasciamo il sonno N2 e andiamo a ficcare il naso nel REM, il sonno dei nostri sogni, nel senso letterale. Se da una parte è vero che in tutte le fasi del sonno è possibile effettuare brevissimi episodi di narrazione cosciente, è altrettanto vero che tutti i sogni di ampia lunghezza e con una trama complessa avvengono in seno agli episodi REM. Salta all’occhio infatti come l’EEG del REM sia incredibilmente simile alla veglia, con vivaci onde ad alta frequenza, unitamente a elevate frequenze respiratorie e cardiache. Di converso il tono muscolare (che prima era moderato) viene perduto completamente: il corpo risulta completamente paralizzato da cima a fondo. Come mai? Semplice! Si ritiene che questo blocco abbia la funzione di non farci eseguire i movimenti connessi ai sogni che stiamo vivendo, quasi un blocco «proteggi-sogno», se mi consentite il neologismo. Un blocco molto utile: immaginate di sognare che date un calcio a un pallone; se non vi fosse questo prezioso blocco, il vostro partner potrebbe non gradire. L’unica eccezione sono gli occhi, la cui muscolatura è la sola a non subire gli effetti del blocco; ne segue che essi rimangono liberi di effettuare movimenti rapidi in tutte le direzioni. Sono quei famosi *rapid eye movements* (REMs) da cui questa fase prende il suo celebre nome. Tipicamente il primo episodio REM (e con esso il primo sogno) si verifica intorno ai 90 minuti dall’addormentamento e dura fra i 10 e i 20 minuti. Con esso si conclude il primo ciclo del sonno.

Funzione del sonno REM

Quale sia la funzione del sonno REM rimane a oggi un mistero ancora più fitto dei precedenti. Già, perché tutte le ipotetiche funzioni – eccetto quella muscolare – che abbiamo esposto a inizio capitolo hanno luogo eminentemente nelle fasi N2 e N3. E il REM, allora? Per farla breve, si ritiene che il suo principale scopo sia il processamento emotivo necessario alla nostra stabilità psicologica, donde i sogni. In più, sappiamo che una depravazione selettiva del sonno REM – diversamente da quella del sonno non-REM – ha effetti soltanto marginali sulla salute fisica, ma determina un’azione psicologica «attivante» che tende a esacerbare l’ansia e lo stress. È assai rilevante che non esista alcuna correlazione fra la quantità di tempo che trascorriamo in REM e l’apprendimento; allo stesso modo i farmaci o le lesioni cerebrali che inducono la soppressione del REM non conducono affatto a difetti di memoria. D’altra parte, alcune evidenze interessanti suggeriscono che il REM possa essere il momento nel quale maturiamo uno specifico tipo di «memoria» in senso lato, quella creativa. Per esempio, in un elegante esperimento a due gruppi di soggetti vengono consegnate delle liste di tre parole ciascuna (per esempio *Worm*, *Red*, *Ticker*; oppure *Bug*, *Drill*, *Hell*), e viene chiesto loro d’immaginare una quarta parola che colleghi insieme tutti i vocaboli della terna. Tra la consegna dei quesiti e la formulazione delle risposte, si chiede ai soggetti di dormire: a un gruppo viene concesso un sonnellino di breve durata, dimodoché includa soltanto un episodio N3; viceversa, al secondo gruppo viene lasciato il tempo sufficiente per un ciclo del sonno completo, comprensivo di un episodio REM. Sorpresa, quest’ultimo gruppo formula risposte più originali e azzeccate! ¹¹³

I sogni

Ogni notte sogniamo in media quattro o cinque volte. Curiosamente tutti i sogni vengono subito dimenticati, fatti salvi quelli nei quali veniamo svegliati durante il sogno, o entro 2 minuti dal suo termine. Avete capito bene: il fatto che ricordate i vostri sogni è indice di una scarsa qualità del sonno, o quanto meno del risveglio! Se ho rovinato alcuni dei più cari ricordi della vostra vita, saltate per carità d’Iddio il resto di questo paragrafo, perché le cose peggiorano... Se è vero che la muscolatura nel REM va in totale atonia, dal canto opposto il distretto, ehm... genitale

maschile, che ha un meccanismo di tipo idraulico anziché muscolare, viene *chiamato in causa*, meccanicamente parlando, nell’80% dei sogni, e in maniera del tutto indipendente dal contenuto di questi, che hanno argomento erotico soltanto – si fa per dire – nel 10% dei casi.

Parassonne del sonno REM

Concludiamo la carrellata menzionando il fatto che anche la fase REM è dotata di alcune parassonne, che hanno a che vedere con quella paralisi «proteggi-sogno» della muscolatura di cui parlavamo poc’anzi. Da una parte vi sono alcuni soggetti nei quali il blocco non avviene. Come potete immaginare, ne seguirà che costoro metteranno in atto *fisicamente* tutti i propri sogni, nell’accezione più letterale possibile... Si tratta di una vera e propria patologia, nota come disturbo comportamentale del sonno REM, molto diversa dal sonnambulismo. Tipicamente è associata al consumo o all’astinenza da droghe, alcol o farmaci; recenti evidenze hanno dimostrato come, in molti casi, possa rappresentare la fase prodromica della malattia di Parkinson.¹¹⁴ Agli antipodi dello spettro, accade talora che il nostro blocco permanga qualche minuto più del dovuto, con il risultato spiacevole per cui trascorriamo 1-2 minuti coscienti e totalmente paralizzati. Questa parassonia, del tutto insignificante dal punto di vista clinico, prende il nome di «paralisi nel sonno», ed è tipica – fra gli altri – proprio degli studenti in uno stato di forte stress. A me stesso è capitata molteplici volte sotto esame, e la cosa veramente incredibile è come si abbia l’impressione che duri un tempo estremamente più lungo di quei pochi minuti che dura in realtà. Alcuni individui – fra cui *yours truly* – conservano la possibilità di muovere, pur con enorme fatica, il mignolo o i muscoli facciali. Una volta che si riesce finalmente a ingranare questo movimento, tutto il resto della muscolatura si sblocca all’improvviso, come un gavettone ch’esplosione.

Risvegli

Infine, va detto che nell’arco dell’intera nottata il nostro cervello periodicamente si sveglia per pochi secondi, senza che noi ce ne accorgiamo. In questi brevi episodi, noti come *arousals*, vengono attivate tutte e solo le funzioni sensoriali minime per controllare che l’ambiente sia ancora sicuro per dormire. In questi specifici momenti anche lievi stimoli

rumorosi possono essere determinanti per il nostro risveglio. Capite bene quanto sia importante che la camera nella quale dormiamo rimanga perfettamente silenziosa per l'intera durata della nostra dormita, pena il risveglio e la conseguente compromissione della macroarchitettura del nostro sonno.

Fase	Durata	Tracciato EEG	Caratteristiche
Sonno N1	3-7%	Onde theta (4-7 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> • Latenza di sonno, fase onirica
Sonno N2	40-45%	Onde theta (4-7 Hz) Grafoelementi: fusi del sonno e complessi k	<ul style="list-style-type: none"> • Funzione ignota, probabilmente legata al consolidamento della memoria • Parassonne non-REM: sonniloquio, sonnambulismo, sexsomnia
Sonno N3 (o sonno a onde lente o sonno delta)	20-25%	Onde lente (1 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> • Azione ristoratrice • Consolidamento della memoria • Parassonne non-REM: sonniloquio, sonnambulismo, sexsomnia
Sonno REM	20-25%	Onde alfa (8-13 Hz) Onde beta (14-30 Hz) Onde a dente di sega	<ul style="list-style-type: none"> • Funzione ignota, probabilmente legata al processamento emotivo e alla creatività • Sogni • Parassonne REM:

disturbo
comportamentale
del sonno REM e
paralisi nel sonno

Veglia	-	Occhi chiusi: onde alfa (8-13 Hz) Occhi aperti: onde beta (14-30 Hz) Intensa attività mentale: onde gamma (30-90 Hz)
---------------	---	---

20.3. Deprivazione di sonno

Conseguenze immediate

Ora, amici carissimi, siete al corrente dei fatti. Il nostro giallo poliziesco s'interrompe qui, senza avere individuato il colpevole; lo so, non è esattamente un romanzo di Agatha Christie... Ma in virtù di tutti i numerosi indizi che ora conoscete, vediamo se riuscite a immaginare quali saranno gli effetti sulla nostra attività cognitiva e sulla concentrazione sortiti da una deprivazione di sonno in acuto (diciamo dell'ordine di 18-24 ore di veglia continuativa) e in cronico (dormire poco o male per diversi mesi). La lista, sotto riportata, vi farà *tremare le vene e i polsi*. Questo monito finale ben si presta a concludere un capitolo volto primariamente a trasmettervi, lettori adoratissimi, non solo quanto intimamente il sonno sia legato alla nostra performance di studio, ma ancor più come esso rappresenti un'oscura, indecifrabile chiave di volta di quel fenomeno miracoloso che è la nostra vita.

Conseguenze sul breve termine

- Alterazioni delle performance mentali: scarse capacità di ragionamento logico, di concentrazione, di organizzare strategicamente il nostro lavoro e di prendere decisioni. Diventiamo inabili a rispondere rapidamente agli stimoli, nonché a recepire stimoli estranei come notare la sagoma di una macchina che sta per sorpassarci nello specchietto retrovisore. Si stima che una veglia di 24 ore sia funzionalmente paragonabile a un tasso alcolemico di 0,10, e non

stupisce che un incidente mortale su cinque sia riconducibile alla
deprivazione di sonno dei conducenti;

- alterazioni del carattere: diventiamo più irritabili e scontrosi, ma anche più egoisti, perdiamo di leadership e di empatia, al punto da porre a repentaglio le relazioni sociali, incluso il rapporto di coppia;
- alterazioni della memoria: cala la nostra capacità di formare nuovi ricordi, e di accedere ai ricordi esistenti;
- alterazioni dell'appetito: avviene un cambiamento ormonale per il quale tendiamo a mangiare più del necessario, a scegliere cibi grassi e poco salutari, e – di male in peggio – aumenta perfino la quantità di grasso che accumuliamo a parità di cibo consumato;
- alterazioni motorie: compaiono tremori, dolori, scarsa coordinazione;
- alterazioni dell'aspetto: gli occhi sono gonfi, spuntano le occhiaie e la pelle appare pallida e rugosa, conducendo a un aspetto complessivo decisamente poco attraente;
- alterazioni immunitarie: aumentato rischio di contrarre infezioni, per esempio l'influenza stagionale.

Conseguenze a lungo termine

- Cardiovascolari: aumentato rischio d'infarto, ipertensione, ictus;
- oncologiche: aumentato rischio di numerosi tipi di tumori;
- neuropsichiatriche: aumentato rischio di malattia di Alzheimer e altre demenze, depressione, disturbi d'ansia, dipendenza da alcol;
- metaboliche: aumentato rischio di diabete di tipo 2, obesità, vari tipi di problemi gastrointestinali;
- interruzione della crescita;
- compromissione immunitaria;
- aspettativa di vita ridotta.

Quanto dormire?

Introduzione

È ora di scendere al pratico. Lettori carissimi, rimboccatevi le coperte perché in questo capitolo ci apprestiamo ad applicare le nozioni preziose che abbiamo appreso giustappunto dalla nostra trattazione neuroscientifica per rispondere alla domanda delle domande su sonno e metodo di studio: quanto tempo dormire ogni giorno e come ripartirlo, nell'ottica di ottimizzare il nostro apprendimento? Spero siate comodi, iniziamo senz'altro.

21.1. Quanto devo dormire durante lo studio?

Periodi senza esami

Partiamo dal facile: immaginiamo di trovarci in un periodo di lezioni, ancora lontani dalla prossima sessione d'esame. Siamo rilassati, flessibili, nessuna data fatidica incombe come una scure su di noi nel breve termine. Capite da soli che è nostro assoluto dovere pianificare una quantità di sonno sufficiente a soddisfare appieno il nostro fabbisogno. In effetti, dal precedente capitolo è assolutamente lampante che lesinare su questa risorsa così centrale per le nostre facoltà cognitive è una pessima idea, specialmente in cronico! Dalla mia stessa esperienza nelle scuole d'élite di Pisa, non ho conosciuto un singolo studente che solesse tagliare ore di sonno nei mesi al di fuori delle sessioni d'esame: era assolutamente universale che si mirasse a dormire l'esatto numero di ore ideale, in grado di farci sentire pienamente freschi e riposati.

Il numero di ore ideale

Detto questo, vi starete senz’altro chiedendo quale sia questo numero miracoloso, e desidererete ardentemente una risposta. Spiacente di dovervi deludere: stando alle evidenze sperimentaliste, il fabbisogno di sonno è un carattere estremamente variabile da un individuo all’altro, per la quasi assoluta totalità determinato dalla nostra genetica. Qualunque numero fra le 4 e le 11 ore a notte può essere quello ideale, ed essendo determinato geneticamente non è un carattere che possiamo apprendere, allo stesso modo in cui non possiamo imparare a essere più alti o più bassi. Sarete dunque voi, carissimi, a misurare quale sia il vostro numero di ore corretto, banalmente regolandovi in base a come vi sentite durante la giornata. Posso soltanto dirvi che nella più parte dei casi è un numero compreso fra le 7 e le 9 ore, ma non è sempre questo il caso. Ricordo un mio compagno – dalle performance accademiche veramente notevolissime – che riferiva di non riuscire a combinare alcunché durante la giornata senza avere trascorso la bellezza di 10 ore sotto le coperte. Quindi qualsiasi regola vi sia stata riferita, qualsiasi dubbia *auctoritas* vi abbia proclamato la legge per cui 7, o 8 oppure 9 ore siano il fabbisogno di sonno universalmente valido, sappiate che purtroppo non trova riscontri in letteratura. Imparate a tener traccia del numero di ore che dormite (oggi esistono varie app che possono farlo al posto vostro), e misurate quel numero minimo in grado di togliervi ogni senso di sonnolenza durante le attività giornaliere: quello, e non di più, sarà il vostro numero ideale. Va precisato che, quale che sia questo vostro numero normalmente, dovrete concedere specifiche variazioni in funzione dell’età o di alcuni stati fisici fra cui infezioni, periodo premestruale, gravidanza e menopausa. A titolo di esempio, vi riporto la tabella delle ore raccomandate dall’NHS (il sistema sanitario inglese) durante la crescita.¹¹⁵

Età	Fabbisogno di sonno
4-12 mesi	12-16 ore
1-2 anni	11-14 ore
3-5 anni	10-13 ore
6-12 anni	9-12 ore
13-18 anni	8-10 ore

21.2. Quanto devo dormire sotto esame?

Il mio metodo

Quanto detto nella precedente sezione sarà pure scientificamente ineccepibile, ma diventa irrealizzabile nei periodi ove diversi esami sono clusterizzati insieme. Per quanto i benefici del sonno siano succulti, allo stesso modo un ciclo di ripasso in più, con i superpoteri dell'effetto *recency* (sezione 2.2), può rivelarsi salvifico nel mezzo di un'affollata sessione d'esame. Sfido chiunque a non finire sonno-privo in qualche misura quando vi capitano 7 esami nell'arco di due *gloriose* settimane: sì, mi è capitato... Che fare dunque? Evidentemente si rende necessario calarsi in qualche grado di depravazione di sonno, a patto che questa sia attentamente controllata e monitorata. Vi posso raccontare la mia personale *rule of thumb* sul sonno pre-esame, che può essere riassunta dipingendo due situazioni estremizzate e caricaturali: gli esami «di ragionamento» e – Dio mi perdoni – gli esami «pappagallo». La quasi totalità degli esami si posizionerà in mezzo fra questi due casi limite, e sarà vostro compito adeguare l'indicazione pratica alla loro specifica collocazione entro questo spettro:

- estremo 1: l'esame di ragionamento. Se l'esame implica una performance matematica, o più in generale è spiccatamente dominato dal ragionamento logico, in tal caso diventa essenziale arrivare ben riposati. Fanno sicuramente parte di questa categoria, fra gli altri, tutti gli esami d'ingegneria, informatica, matematica e fisica. Quando ci sono di mezzo dei calcoli, ogni mutazione nei conti può essere fatale per l'esercizio, e certamente sbadigliare ogni minuto non vi sarà di aiuto... Per questi esami consiglio dunque di mantenere in modo ferreo il vostro numero di ore ottimale, come discusso poc'anzi;
- estremo 2: l'esame pappagallo. Quando viceversa l'esame è un mero esercizio mnemonico – e la triste verità è che molti docenti prediligono esattamente questa modalità – allora i vantaggi della ripetizione ravvicinata all'esame sovrastano abbondantemente l'handicap della depravazione di sonno. Questo è particolarmente vero allorquando il docente si aspetta che lo studente sia in grado di «vomitare» una grande quantità di dettagli puramente fini a loro stessi, quali le classiche tabelle imparate a pappagallo, di utilità decisamente opinabile. Per questa specifica qualità d'informazione, la cui durata in memoria è particolarmente effimera, una passata in più la notte

prima dell'esame diventa drasticamente conveniente. Date a Cesare quel che è di Cesare, e se Cesare si aspetta un formidabile pappagallo krakatoa tanto riceverà. Tuttavia una precisazione si rende necessaria: in base a quanto abbiamo appreso, non dobbiamo mai scendere sotto le 4 ore di sonno. Al sonno REM possiamo anche rinunciare – se si tratta di pochi giorni –, ma il sonno a onde lente, maggioritario nelle prime 4 ore di dormita, è la linfa vitale della memoria, e dobbiamo cercare di catturarne la massima quantità possibile a qualunque costo.

Dopo l'esame

Se ci capita di arrivare a fine sessione in depravazione di sonno, terminati tutti gli esami diventa essenziale che recuperiamo il sonno perduto. Come dicono gli economisti, *there ain't no such thing as a free lunch*, e il sonno è alla base della nostra biologia in misura non minore del cibo. Le evidenze dimostrano che, in seguito a una notte saltata, il cervello umano recupera interamente il sonno a onde lente e circa il 50% del sonno REM perso. Questo fenomeno è noto come sonno di recupero (*catch-up sleep*). Se le notti saltate sono più di una, il recupero sarà ancora più parziale. Il fenomeno del sonno di recupero è estremamente antico, evolutivamente parlando. Pensate che è presente addirittura negli insetti! Per esempio, potete indurlo nei moscerini della frutta (*Drosophila melanogaster*) ponendoli all'interno di un contenitore che viene continuamente shakerato, o in alternativa somministrando loro cafféina. In entrambi i casi, all'aumentare del numero di ore che i moscerini sono costretti a rimanere svegli, aumenta la lunghezza del loro sonno al termine della fase di depravazione.¹¹⁶ Il mio consiglio spassionato per il sonno post-esame è di addormentarvi senza nemmeno mettere la sveglia: lasciate che sia il vostro cervello a dettare l'orario di risveglio. Vi confiderò, cari lettori, che il mio record di dormita, al termine di una sessione sfrenata con cicli fino a 36 ore consecutive di veglia, è stato la bellezza di 19 ore e mezzo continuative!

21.3. A che ora andare a dormire?

Il cronotipo

Spostiamo ora la nostra attenzione su un aspetto più sottile, dal quanto al quando dormire. In pratica, ci poniamo due domande dal sapore oltremodo «casalingo»: quando andare a letto, e quando alzarci. C'era una volta il sistema circadiano, e all'inizio si pensava che fosse un carattere universale, ugualmente codificato in tutti gli esseri umani, e che fosse quindi sensato parlare di un fenotipo «normale», contrapposto a rare deviazioni squisitamente patologiche da quest'ultimo. Oggi sappiamo che nulla potrebbe essere più falso: la circadianità presenta ampie variazioni anche nell'individuo sano, che vanno a costituire il concetto moderno di cronotipo; non solo, sappiamo anche che le differenze fra i cronotipi di ciascuno di noi dipendono per la quasi totalità dalla nostra genetica. In particolare:

- il 25% degli individui possiede una spiccata tendenza a svegliarsi presto, lavorare la mattina, andare a letto presto; costoro vengono definiti allodole (*larks*) o soggetti a cronotipo avanzato;
- il 25% degli individui possiede, di converso, una spiccata tendenza a svegliarsi tardi, lavorare la sera e la notte, andare a letto tardi; costoro vengono definiti gufi (*owls*) o soggetti a cronotipo ritardato;
- il restante 50% si posiziona in mezzo fra questi due estremi.

Se mi state prendendo in giro per i nomi allodole e gufi, dovete sapere che – per quanto sembri incredibile – si tratta di termini abbastanza tecnici, frequentemente usati nella letteratura specialistica – che burloni questi neuroscienziati! Pensate che esistono addirittura punteggi clinici standardizzati¹¹⁷ per misurare con precisione la propria «allodolità» (*larkness*) e «gufità» (*owlness*).

“Shift” del cortisolo

L'evidenza fattuale dell'esistenza dei cronotipi ha ritrovato una solida base organica nel sistema di regolazione del cortisolo, l'ormone dello stress, di cui ci occuperemo in maggiore dettaglio a breve (capitolo 23). È noto da oltre mezzo secolo¹¹⁸ che il cortisolo possieda un ciclo circadiano: presenta un picco positivo definito acrofase alle 7 di mattina, finalizzato al risveglio

dal sonno, e un picco negativo chiamato nadir fra le 18 e le 24, per consentire l'addormentamento. Tuttavia, studi recenti hanno mostrato che la posizione dell'acrofase e del nadir è funzione del nostro cronotipo: le allodole li avranno in anticipo, e i gufi li avranno in ritardo; e ancora una volta, questo *shift* del cortisolo è determinato quasi completamente dalla nostra genetica. Questo insieme di risultati fornisce una prova tangibile a suggerito del fatto che i cronotipi non sono affatto il frutto di una mera suggestione o di abitudini, ma sono raffinati meccanismi endocrinologici inscritti nel nostro stesso genoma, contro i quali non possiamo opporci.

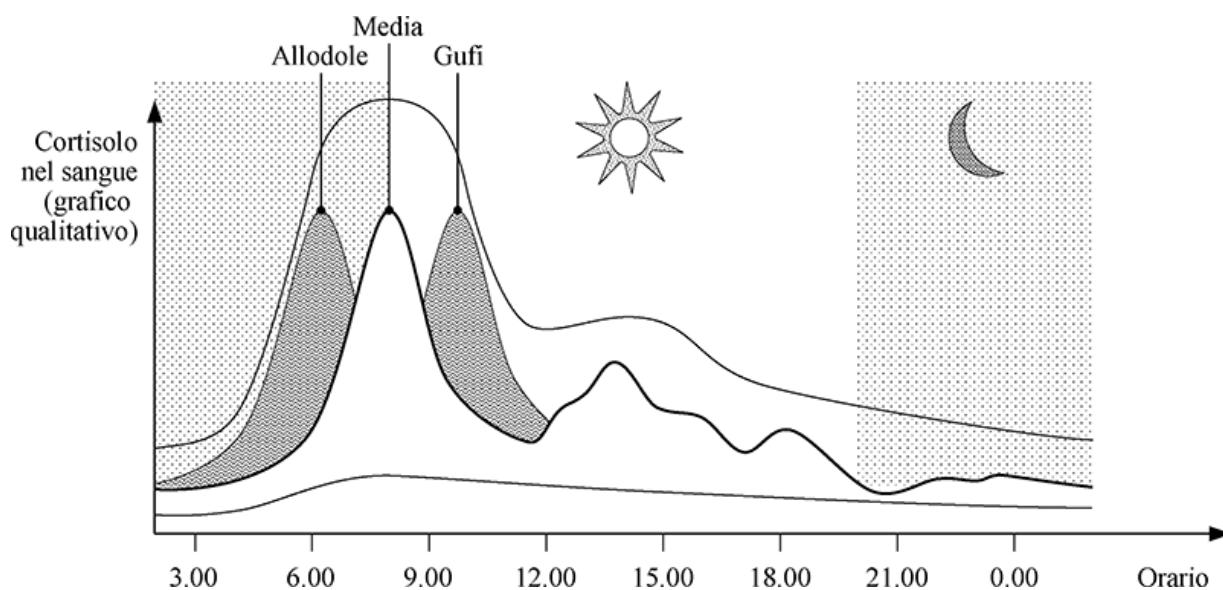


Figura 27. Ciclo circadiano del cortisolo.

A che ora andare a dormire

Alla luce di tutto questo, potete intuire quale sarà la risposta alla prima delle nostre due domande casalinghe. Quando andiamo a letto? Molto semplice: all'orario in cui iniziamo ad avere sonno, che dipenderà dal nostro specifico cronotipo. Questo consiglio trova ampio consenso in tutta la letteratura scientifica sul sonno. Ma i lettori che appartengono orgogliosamente alla categoria dei gufi – come il sottoscritto – si staranno certamente chiedendo come questa prescrizione possa conciliarsi con gli orari delle lezioni. Una strategia che ho adottato in passato è quella di «forzare» il mio ritmo circadiano a svegliarsi. I gufi tendono ad avere un risveglio faticoso e lento,

ma per accelerarlo nulla è più efficace dell'attività fisica, per esempio optando per andare a lezione a piedi e sfruttando la passeggiata per una formidabile sessione di ripasso (sezione 22.2).

Appello alle scuole e alle università

Certo, è una soluzione subottimale. Sarebbe opportuno sensibilizzare le nostre istituzioni scolastiche e universitarie a prendere coscienza del fatto che gli orari dei corsi, tradizionalmente calendarizzati per iniziare la mattina presto, rappresentano un retaggio storico tarato su un concetto di normalità circadiana che non è più sostenibile scientificamente. Adorati dalle allodole, tollerati da quel 50% che non è né gufo né allodola, gli orari mattutini precoci rendono impossibile ai gufi una fruizione dei corsi al pieno delle proprie performance cognitive. Per questo motivo, molti gufi fra gli studenti potrebbero optare per non frequentare in presenza per il solo handicap dell'orario mattutino. Per quanto suoni risibile, è di assoluta urgenza che le nostre istituzioni si preoccupino di «salvaguardare i gufi» nei confronti di quello che è in realtà un problema di massima serietà e rilevanza clinica.

A che ora svegliarsi

Meno intuitiva è certamente la risposta alla seconda nostra domanda casalinga. Quando ci alziamo? Dovete sapere che il nostro cervello ci conosce molto meglio di quanto crediamo, e fra le tante cose che «spia» dalla stanza dei bottoni conosce anche l'orario al quale abbiamo intenzione di alzarci. Vi capita mai di svegliarvi come per magia appena prima della vostra sveglia abituale? L'andamento dei livelli di certi ormoni (melatonina, cortisolo, ecc.) dimostra che, quando il nostro corpo ha imparato un certo orario di risveglio, inizia a prepararsi a esso con 90 minuti di anticipo. Questo risveglio fisiologico ha una qualità marcatamente più ristoratrice rispetto a un risveglio improvviso dallo stadio di sonno profondo (N2 o N3). È questo il motivo per cui la più parte dei medici del sonno consiglia, quando possibile, di non svegliarsi per mezzo della sveglia. A meno che non abbiate impegni la mattina presto, è considerato più riposante lasciare che sia il vostro cervello a decidere l'orario esatto di risveglio, altrimenti rischiate d'interromperlo nel bel mezzo di un ciclo del sonno. La sveglia dovrebbe essere relegata alla funzione di «emergenza», in caso il risveglio

autogeno dovesse fare cilecca. Inoltre tutti gli esperti sono concordi nel condannare l'utilizzo del bottone *snooze*... Lo so, quanto è appagante rimanere a poltrire altri 10 minuti! Ma tant'è.

Il mio metodo

Torniamo ancora una volta, amici, nel mio confessionale. Nei periodi in cui non avevo lezione, prendevo il consiglio di «andare a letto solo quando si è stanchi» un *tantino* alla lettera, portandolo a conseguenze decisamente parossistiche. Preparatevi alla pazzia. Bisogna premettere che il mio personale orologio biologico è un gufo della peggior specie, e tende a essere scarsamente ancorato alla circadianità. Per giunta la mole spaventevole di esami che affrontavo mi costringeva a dover essere draconiano nel pianificare il programma di studio giornaliero, con il risultato che quasi sempre arrivavo a fine giornata senza essere ancora completamente soddisfatto del mio operato. Sicché, quando arrivava il momento di andare a letto, in teoria avrei dovuto staccare, «violando» quel patto segreto che avevo stretto con me stesso di terminare almeno un certo numero di pagine entro la giornata... giammai! Risultato: quel particolare giorno andavo a letto 3, 4... o addirittura 6 ore più tardi del giorno prima, dopo una seduta forsennata di lavoro dell'ordine di 20-24 ore, mica le contavo. Consapevole dell'importanza del sonno, lasciavo che fosse il mio organismo a decidere quando alzarsi, a costo di dormire anche 9 o 12 ore (ricordate, il sonno a onde lente perso nell'ultima giornata viene recuperato interamente). Il giorno dopo succedeva lo stesso, e così quello successivo. Il risultato è che nei periodi senza lezione il mio ritmo passava da essere circadiano (= periodo di 24 ore) a essere infradiano (= periodicità di più di 24 ore), che è il contrario di ultradiano (= periodicità di meno di 24 ore). La coscienza componente di studio notturno che mi trovavo ad attraversare era un bonus ulteriore di questo metodo pazzoide. La notte garantisce silenzio, il cellulare non squilla, non potete messaggiare con nessuno... o meglio, potete anche provarci se volete, ma nessuno salvo il sottoscritto vi risponderà alle 4 di notte! E per qualche anomalia del mio cronotipo, questa schizofrenia infradiana risultava del tutto naturale e spontanea al mio orologio biologico. Mi sentivo significativamente meno stressato di quando, nei periodi di lezione, venivo forzato a essere circadiano. In ultima analisi, adattare i miei ritmi alle necessità del mio cervello mi ha aiutato enormemente nell'incrementare il mio benessere, e di conseguenza l'efficienza del mio studio.

Tutto questo per dirvi, lettori adoratissimi, che non dovete seguire il mio particolare calendario, né quello di nessun altro: ognuno di voi è chiamato a trovare il *proprio* calendario di studio, in funzione unicamente delle peculiarità genetiche del *proprio* orologio biologico.

21.4. Posso concedermi il sonnellino durante lo studio?

Chiudiamo il sipario, concedendoci una piccola chiosa pittoresca: la secolare questione dei sonnellini. Per quanto possa sembrare risibile o caricaturale, il dilemma di come i sonnellini diurni (*naps*) impattino sul sonno notturno rimane oggetto di dibattito scientifico, i cui punti fermi possono essere riassunti come segue:

- in alcuni casi, i sonnellini sono sempre benefici: questo è senz'altro vero nei contesti di depravazione di sonno o di turni di lavoro molto prolungati come per i chirurghi o i piloti di aerei a lungo raggio. Quand'è così, i sonnellini limitano gli effetti negativi della depravazione di sonno e ripristinano la normale regolazione ormonale circadiana e l'attenzione. Quindi, se vi ritrovate sonno-privi a causa di un cluster di esami i sonnellini diurni sono più che benvenuti, senza contare che, essendo essenzialmente costituiti da un unico ciclo fatto quasi solo di sonno a onde lente, è assodato che possono potenziare le nostre performance di memorizzazione. Prendete nota;
- in alcuni casi, i sonnellini sono sempre dannosi: nei soggetti affetti da insonnia cronica sottraggono tempo al sonno notturno, esacerbandone ulteriormente la frammentazione e il tempo di latenza, già problematici in partenza.

In tutti gli altri casi non vi sono grandi evidenze pro o contro i sonnellini diurni, a patto che questi non avvengano troppo tardi la sera, altrimenti iniziano a sottrarre tempo al sonno notturno, con il rischio di causarne la disorganizzazione. Se vi trovate bene a farli e questo non vi crea problemi d'insonnia notturna, non vi sono motivi seri per smettere.

Durata dei sonnellini e nappuccini

La durata ottimale dei sonnellini diurni è compresa fra i 15 e i 20 minuti. Gli anglosassoni li chiamano *power naps*, ossia sonnellini energizzanti, e il soprannome è alquanto azzeccato in considerazione del loro effetto ristoratore sulle funzioni attentive e cognitive. Ciononostante, sonnellini più lunghi di 30 minuti sono generalmente sconsigliati, perché al risveglio soffrirete dell'inerzia di sonno, un periodo di stordimento e giramenti di testa che può protrarsi anche per diverse ore. Particolarmente consigliato è il *nappuccino*, che consiste nell'assumere una bevanda alla caffeina (caffè, tè, bevande energetiche) appena prima del sonnellino. Poiché gli effetti stimolanti della caffeina impiegano circa mezz'ora per verificarsi a partire dall'assunzione *per os*, andranno a coincidere con il momento del risveglio dal sonnellino, determinando un «riavvio del sistema» ancora più completo ed energizzante.

Sonno polifasico

Infine, una nota di costume. Molti di voi avranno sicuramente sentito riferire che illustri personalità storiche, da Leonardo da Vinci a Napoleone passando per Nikola Tesla, solessero dormire in modo polifasico, ossia distribuendo il proprio sonno giornaliero sotto forma di tanti piccoli sonnellini ogni 4 ore, o varianti arbitrarie di questa descrizione. Mi duole dovervi informare che queste teorie pittoresche non trovano alcun fondamento storico. O meglio, scherzando, potremmo dire che sono corrette *limitatamente* a quando Leonardo, Napoleone e Tesla avevano fra 0 e 3 mesi di vita: da quel momento l'essere umano abbandona il sonno polifasico per abbracciare definitivamente la modalità monofasica (o bifasica, se siete amanti del sonnellino diurno) che tutti conosciamo, la sola compatibile con la nostra biologia.

Come conciliare l'attività fisica e lo studio?

Attività fisica e studio

Continuiamo a parlare dello stile di vita studentesco, e affrontiamo insieme il tema dell'attività fisica. Ci proponiamo d'investigare quanto ci sia di vero dietro alla caricatura archetipica dello studente «secchione» di leopardiana memoria – ce l'avete in mente tutti... – che trascorre le giornate abbarbicato a un librone gigantesco, ingobbito e ricurvo. La risposta, cari amici, è che di vero c'è ben poco. Stiamo per scoprire non solo che la nostra attività cognitiva è inseparabile da quella motoria, ma anche che, per uno strano scherzo della nostra biologia, questa connessione è particolarmente solida nel caso della memoria. Per capirne il motivo dobbiamo calarci, come è ormai nostra consuetudine, nei meandri delle neuroscienze. Fra gli innumerevoli meccanismi tramite i quali l'esercizio fisico determina i suoi benefici cognitivi, uno in particolare è troppo affascinante per essere lasciato da parte, sicché lo descriveremo brevemente. Dopodiché passeremo dalla teoria alla pratica, e capiremo insieme se, e in quali modi, l'attività fisica possa essere armonizzata con la vita totalizzante dello studente. Prima di cominciare, partirò con il chiedervi, carissimi lettori, se secondo voi il nostro cervello sia in grado di produrre nuovi neuroni *ex novo* nel corso della nostra vita adulta. Domanda capziosa... Bene, a breve scoprirete la soluzione, e come questa sia relata all'attività sportiva.

22.1. Quali sono gli effetti dell'attività motoria sullo studio?

Il numero di neuroni

Chiunque abbia ricevuto qualche rudimento basilare di biologia animale ricorderà bene che le cellule si classificano secondo il criterio dell'anatomista Giulio Bizzozero in elementi labili, stabili e perenni. Le

cellule labili vengono rinnovate di continuo nel corso della vita, basti pensare ai tessuti epiteliali. Le cellule stabili si replicano al bisogno, per esempio in seguito a un trauma, con il classico esempio della rigenerazione di un osso in seguito a frattura. Infine vi sono le cellule perenni, che una volta mature perdono per sempre la capacità di replicare e di rigenerare nuovo tessuto, e l'esempio per eccellenza sono proprio i neuroni. In effetti, l'andamento del numero di neuroni nel corso della nostra vita è quanto meno curioso. Nell'embrione, il cervello inizia a sviluppare neuroni abbastanza tardi, a partire dalla decima settimana dal concepimento, in virtù della presenza di specifiche cellule staminali neurali, le uniche in grado di differenziarsi in cellule nervose. La generazione dei neuroni ha luogo eminentemente nella prima metà della gravidanza, ed è pressoché completata intorno alla venticinquesima settimana (su 40) di sviluppo intrauterino.¹¹⁹ Il nostro corredo alla nascita è di 100 miliardi di neuroni: pensate, è all'incirca il numero di stelle presenti nella nostra galassia, la Via Lattea! Curiosamente, subito dopo la nascita il processo s'inverte: il neurosviluppo continua con una nuova fase, nota come potatura sinaptica (*pruning*), nella quale le sinapsi e i neuroni meno attivi, non necessari al funzionamento della circuiteria cerebrale, vengono volutamente eliminati. Questa potatura fisiologica è fondamentale per il nostro sviluppo, e avviene alla massima velocità nei primi dieci anni di vita, ma può prorogarsi anche negli anni successivi. Dopodiché il numero dei neuroni si stabilizza sulla nostra cifra finale, che manterremo (quasi) inalterata per tutta la vita, all'incirca pari a 86 miliardi, ma variabile fra i 78 e i 94 miliardi.¹²⁰ E voi starete pensando: qualcosa non torna, il cervello di un neonato è considerevolmente più piccolo di quello di un adulto, com'è possibile che il numero di neuroni sia pressoché identico? Controintuitivamente, l'accrescimento volumetrico è dovuto per la quasi totalità al processo di mielinizzazione e alla formazione di nuove sinapsi, che a loro volta occupano molto spazio. Tutto quel monumentale macchinario di modificazione plastica del cervello alla base dell'apprendimento e della memoria (sezione 2.4) rimaneggia esclusivamente le sinapsi: connette fra loro alcuni neuroni, e ne disconnette altri. Ma i neuroni in sé sono sempre gli stessi per l'intera durata della nostra vita, e sono banalmente «un sottoinsieme» di quei 100 miliardi di neuroni che avevamo alla nostra nascita, non uno di più... o almeno così ha ritenuto per decenni l'anatomia

classica. Sì, perché dovete sapere, amici carissimi, che la nostra storia presenta un magistrale *coup de théâtre*!

Neurogenesi adulta

Il quadro che vi ho descritto finora non è errato, semplicemente è vero per la stragrande maggioranza del nostro cervello. Ma a un certo punto negli anni Sessanta vennero individuate alcune piccole – importantissime – eccezioni. Si vide che in due sole strutture di tutto il cervello permane, anche in età adulta, una minuscola nicchia staminale contenente quelle stesse cellule staminali neurali che nell’embrione producono i nuovi neuroni. E non è tutto: queste due minutissime nicchie rimangono prolifiche per l’intera durata della nostra vita, continuando imperterriti a produrre *ex novo* neuroni, i quali come per magia riescono addirittura a integrarsi e a prendere parte attiva nel circuito elettrico del nostro cervello. Questo processo veramente incredibile prende il nome di neurogenesi adulta, e le due nicchie in cui avviene sono le seguenti:

- la prima è la zona sottoventricolare (SVZ) dei ventricoli laterali, la cui neurogenesi adulta contribuisce principalmente al senso dell’olfatto; a dirla tutta, anche gli stessi bulbi olfattivi in numerose specie contengono una nicchia staminale che esercita una copiosa attività di neurogenesi adulta, tuttavia nel caso dell’essere umano questa è trascurabile;
- l’altra nicchia importante si trova, udite udite, nell’ippocampo! Più in particolare, nella zona sottogranulare (SGZ) del giro dentato, una delle varie strutture che costituiscono la formazione ippocampale, in senso lato. Non penso vi stupirà sapere che la neurogenesi adulta della SGZ rappresenta un meccanismo essenziale per la nostra memoria: benché questi nuovi neuroni siano in numero estremamente esiguo – ve l’ho detto, la nicchia staminale è molto piccola –, nondimeno svolgono un ruolo assolutamente vitale per il nostro studio.

Come dite? Cosa c’entra tutto questo con lo sport? Abbiate fede, ci sto arrivando.

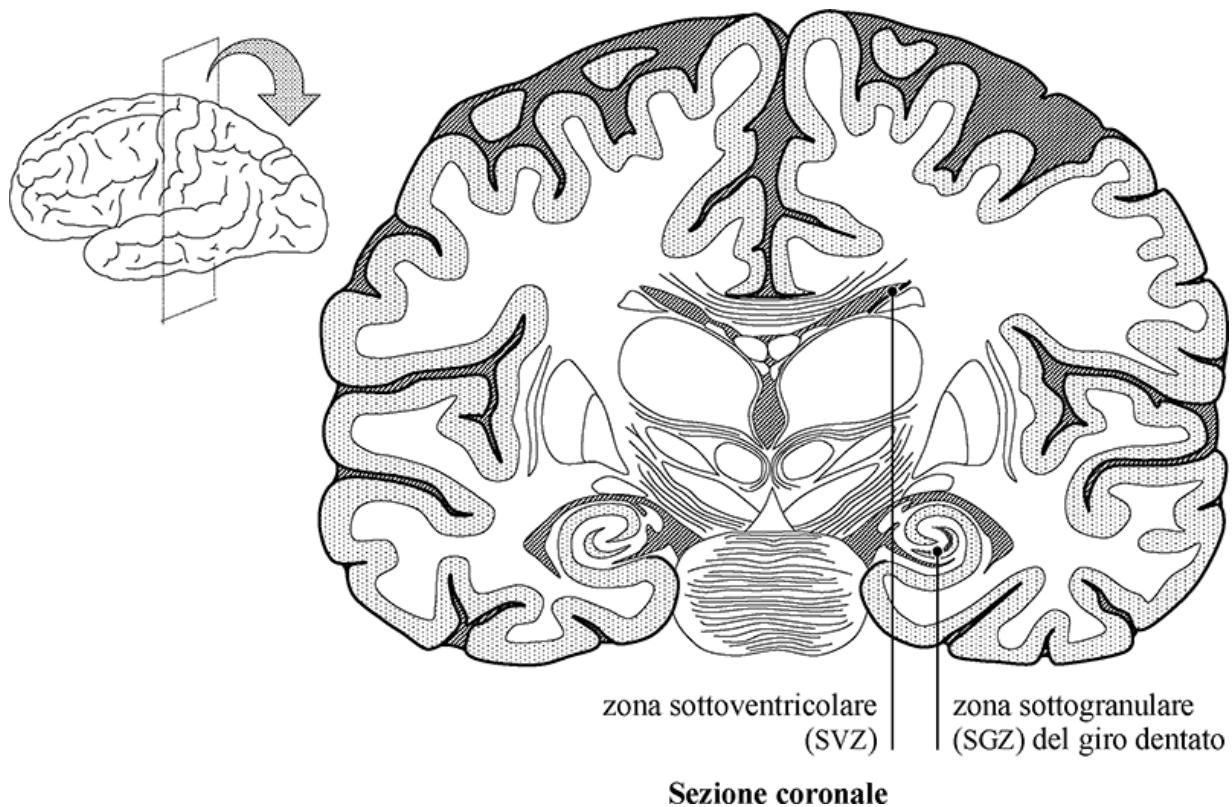


Figura 28. Sede anatomica della neurogenesi adulta: zona sottoventricolare e zona sottogranulare.

Funzioni della neurogenesi adulta ippocampale

Comprendere l'esatta funzione della neurogenesi adulta ippocampale non è stato per nulla un gioco da ragazzi. Soltanto negli ultimi anni i neuroscienziati sono riusciti a far chiarezza in proposito, dimostrando che tre sono le sue principali funzioni. La prima è regolare il nostro umore: infatti sappiamo che una sua compromissione conduce alla depressione, pur per meccanismi ampiamente sconosciuti.¹²¹ La seconda è – cosa assai bizzarra – farci dimenticare attivamente alcune informazioni, quelle che il cervello giudica scarsamente utili alla sopravvivenza, processo noto come eliminazione dei ricordi (*clearance of memories*). Sì, avete capito bene: il cervello produce nuovi neuroni letteralmente per dimenticare.¹²² Dite che non ha senso? Be', a ben vedere è un po' come se stessimo scrivendo su una lavagna: a un certo punto finiamo lo spazio e ogni tanto, anziché cancellare, dobbiamo comprare una lavagna nuova, ossia generiamo nuovi neuroni «vergini». Ed è qui che spunta la terza funzione, la più importante

delle tre, la memorizzazione... ma una forma di memorizzazione assai peculiare: ricordare i dettagli! Lo scopo della neurogenesi adulta nell'ippocampo è differenziare le informazioni molto simili fra loro, distinguendo – ossia «separando» – le sottili differenze fra due stimoli, situazioni o concetti molto rassomiglianti (si parla infatti di *pattern separation*).¹²³ Faccio un esempio sciocco: se state studiando la battaglia di Hastings del 1066, la neurogenesi ippocampale non sarà tanto importante per ricordare informazioni macroscopiche come il secolo XI, ma diventa essenziale per discriminare i più fini dettagli, come l'anno esatto «66». Non è arduo comprendere che, quando siamo studenti, è nostro preciso interesse avere una neurogenesi adulta ippocampale nella più splendida forma possibile.

Il ruolo dell'attività motoria

Bene, ora torniamo finalmente a noi: cosa diavolo c'entra tutto questo con l'attività sportiva? Molto semplice: per qualche scherzetto della natura, la neurogenesi adulta ippocampale è stimolata proprio dall'attività motoria. *Ta-daaa!* Quindi, se non facciamo un minimo sindacale di movimento su base quotidiana, la neurogenesi adulta fa sciopero. Per esempio, è stato dimostrato che, se prendete un topolino adulto e gli impedite temporaneamente di muoversi, il numero di neuroni generati a livello ippocampale sarà largamente inferiore. Del resto, questo fenomeno è l'esatto corrispettivo di quanto si verifica nei pazienti costretti a letto per prolungati periodi di tempo: si pensi alle fratture vertebrali o a coloro che si risvegliano dopo un lungo coma. Queste persone soffriranno d'importanti disturbi depressivi e di scarse capacità di memoria. Non a caso l'ingrediente principale dei più moderni protocolli di riabilitazione è proprio l'imposizione di un modesto grado di attività fisica. Lo stesso principio si applica allo studio. Badate bene: non è necessario essere sportivi agonisti! Quello che conta è non lasciarsi sedurre dalle lusinghe della vita sedentaria. Il triangolo letto-frigo-scrivania può sembrare attraente, ma è una trappola non solo per la nostra salute generale, ma anche per il nostro cervello: teniamo sempre a mente la nostra storia evolutiva di cacciatori-raccoglitori che scorazzano nelle foreste... È dunque imperativo effettuare un minimo di attività motoria giornaliera nella forma che preferiamo, che si tratti di 20

minuti intensi di esercizio (meglio se aerobico), una mezz'oretta del nostro sport preferito, o una lunga e pacifica passeggiata nel nostro quartiere.

Altri meccanismi

A questo formidabile meccanismo se ne affiancano innumerevoli altri, che concorrono a collegare un modesto grado di esercizio fisico giornaliero a una migliore performance cognitiva. Non abbiamo il tempo di descriverli, ma menzioniamo giusto per completezza anche l'aumentato rilascio di endorfine e di serotonina, entrambi connessi a un più sostenuto tenore dell'umore, a un incremento delle performance cognitive e a una salute generale più robusta. In conclusione, con questa sezione del libro mi premeva farvi comprendere che un minimo sindacale di attività motoria non è un semplice accessorio della nostra vita di studenti o studiosi, ma è una nostra assoluta priorità, una parte integrante e del tutto insostituibile del metodo di studio nell'accezione più stretta del termine.

22.2. Come integrare l'attività motoria nella vita di studente?

Si pone ora il problemino *di poco conto* di conciliare l'esigenza di un'attività motoria quotidiana con l'impegno totalizzante richiesto da un percorso di studi universitario. Passi pure nei periodi di lezione, quando tutto sommato si respira, ma come ne usciamo quando siamo nel mezzo di una sessione di appelli d'esame, capace di durare anche un paio di mesi? Anche per questo problema, cari amici, ho una soluzione da proporvi. È giunto il momento propizio affinché io vi confidi la mia personalissima ricetta segreta. Se il problema è trovare il tempo materiale per incastrare insieme il moto e lo studio, il trucco migliore non può essere che ottimizzare la strategia per effettuare le due cose insieme. In un certo senso già vi ho introdotto un metodo di questo tipo: la ripetizione ad alta voce (sezione 8.2) ben si presta a essere effettuata in piedi, marciando avanti e indietro per la stanza per mantenere un elevato ritmo di attività cardiaca. Se tenete conto del fatto che sotto esame io e i miei compagni eravamo capaci di prostrarre per dodici o anche sedici ore al giorno questa tipologia di attività, capite bene che già questo metodo, pur senza uscire dalle mura domestiche, conduce a dosi di attività fisica più che sufficienti a soddisfare

il nostro fabbisogno. Ma, a essere sincero, la mia ricetta segreta era un'altra, un metodo che ho tenuto nascosto e non ho confidato a nessuno prima di terminare l'università. In superesclusiva vi presento il mio adoratissimo, impareggiabile, unico nel suo genere, metodo del lungarno.

Il mio metodo

Vi ricordate le carte da gioco (sezione 10.3)? La natura tascabile – nel senso letterale – delle carte le rende di certo compagne ideali per una incantevole passeggiata nella natura. In questo modo potete autointerrogarvi e ripetere sì ad alta voce, ma in mezzo al verde delle piante. L'unico ingrediente che manca per completare l'equazione è una cornice adatta a questa particolare esperienza. È qui che entra in scena un altro dei luoghi che mi sono più cari al mondo, il parco del lungarno di Pisa, che i pisani sono soliti chiamare le Piagge, ma io mi ostinerò per sempre a chiamarlo «il lungarno». Un luogo incantevole, dove il grigio e i rumori del caos urbano s'interrompono improvvisamente, lasciando spazio a un lembo di polmone verde. Benché sia stato concepito per tutt'altro scopo, questo parco era ai miei occhi il migliore paradiso che uno studente potesse desiderare. Aveva ogni lusso immaginabile! *In primis*, il suo sviluppo esclusivamente longitudinale – trattandosi per l'appunto di un lungofiume – lo rendeva perfetto per passeggiare con il pilota automatico, avanti e poi indietro per i suoi due chilometri e mezzo, senza doversi districare in un dedalo di vialetti. E soprattutto – e qui scendiamo davvero nella mia intimità – c'è quel murazzo così bizzarro, che sorge a dividere le due corsie del parco. Un costolone massiccio in cemento armato, che percorre imperterrita senza interruzioni buona parte della lunghezza del parco, sicuramente dedito a proteggere Pisa dalle occasionali piene. Ebbene, quel murazzo ha una caratteristica davvero inimitabile: le sue larghe pareti scoscese a 45 gradi e un piccolo sentiero pianeggiante – sarà largo sì e no mezzo metro – sulla sommità. Essendo così stretto, ben pochi tra i frequentatori del parco osano arrampicarsi su di esso, e non a torto. Ma starsene lassù e percorrere il parco lungo quel costolone era il sogno segreto di qualunque studente che volesse sì godersi il verde, ma al tempo stesso rimanere distanziato dagli altri passeggiatori in modo da conservare intatta la propria concentrazione. L'inclinazione a 45 gradi delle sue pareti faceva sì che nessuno vi potesse camminare accanto – eccetto un capriolo di montagna. Su quel murazzo sopraelevato potete godere dell'aria più fresca che Pisa possa offrirvi; una

vista mozzafiato specialmente in primavera e un distanziamento assicurato da qualsiasi passante. Ebbene, devo proprio confessarvelo, quanti dei miei moltissimi esami ho ripassato trascorrendo l'intera giornata avanti e indietro su quel murazzo. Ero capace di fare anche venti chilometri in un giorno di studio intenso, degno compare di Woody Allen, che si narra abbia «scritto» tutti i suoi film nella sua testa mentre era solito passeggiare in solitudine. Quella combinazione ottimale di silenzio, aria fresca e contatto con la bellezza rendeva lo studio un'esperienza estetica di una pienezza totale, da vivere emotivamente sulla mia stessa pelle. Mi nutrivo della bellezza della natura di quel *locus amoenus*, al pari di come mi lasciavo permeare dalle nozioni che vi ripetevo ad alta voce. Sì, avete capito bene, amici affezionatissimi. L'unico inconveniente di applicare il metodo delle ripetizioni «ad alta voce» in un luogo pubblico è – come potete ben immaginare – l'imbarazzo di avere un «pubblico», per l'appunto. Ma la soluzione è presto detta: come si dice in francese, fregarsene. Fregarsene perdutamente e al massimo grado. Ancora oggi mi domando quanti cittadini pisani mi avranno preso per un pazzo scatenato, vedendo questo imbecille che andava avanti e indietro sul filo del rasoio in cima al costolone di viale delle Piagge, con un mazzo di carte da gioco in una mano e il taschino della camicia straripante di altre carte, confabulando fra sé ad alta voce di altisonanti matematiche, sintomi dai nomi astrusi o molecole assortite, a seconda della giornata. Ma tutti costoro – il cui numero posso immaginare molto alto – non conosceranno mai la magia di contemplare e immergersi nella perfezione matematica delle equazioni delle trasformazioni di Lorentz, con le orecchie che riecheggiano del preludio del *Rheingold*, alle 6 di mattina, in una Pisa che splende della bellezza della primavera. Se volete amare lo studio, dovete trasformarlo in un'esperienza emotiva che vi faccia accapponare la pelle. Se riuscirete a farlo, ve lo prometto, questi ricordi rimarranno vostri per sempre.

Come gestire lo stress?

Introduzione

Ci avviamo verso la fine del nostro excursus sullo stile di vita studentesco, ma prima di chiudere vorrei fare insieme a voi una «riflessione aperta» circa un problema sempre più prevalente fra gli studenti: l'ansia da esame o, come è stata recentemente ribattezzata, l'esamofobia (*examophobia*). Quell'angoscia inconfondibile, un crescendo di agitazione che vi proietta l'esame come una montagna con la quale siete in rotta di collisione, sul punto di schiantarvi e spappolarvi contro le sue pendici. E i pensieri si accavallano irrefrenabili. Primo fra tutti, ah quanto vi sentite indietro con lo studio! V'immaginate cosa succederebbe qualora non passaste l'esame, che figuraccia! Non potreste guardarvi allo specchio. Ma che fare, vi sentite così impotenti. Vi dite che dovete studiare, raddoppiare, anzi, che dico, quadruplicare i vostri sforzi... d'ora in poi non si dorme più, non si mangia più, si studiano millecinquecento pagine al giorno come minimo... e tanto vi spremete e vi ammazzate, che alla fine scoppiate come una macchina che va in panne, e il risultato ben poco lusinghiero si chiama sindrome da *burnout*: tanto per dirne una, colpisce 1 ogni 3 studenti di medicina.¹²⁴ Qualche limitato episodio di questo baratro di angoscia capita prima o poi alla maggioranza degli studenti, soprattutto a quelli più ambiziosi. Ma quali sono le sue ripercussioni sulla performance di studio? E soprattutto, come si può evitarlo? Come sempre, la risposta giace nascosta entro gli ingranaggi del nostro cervello.

23.1. Quali sono gli effetti dello stress sullo studio?

Fisiologia dello stress

Stress è il termine con cui in neuroscienze s'intende la risposta dell'organismo agli stimoli di potenziale pericolo, ossia quella ben nota risposta di «attacco o fuga» (*fight or flight*) che gli animali – essere umano incluso – mettono in atto quando subiscono qualsiasi tipo di minaccia. L'idea generale dello stress è un meccanismo atto a reindirizzare rapidamente tutte le risorse energetiche disponibili verso i sistemi corporei che sono strettamente necessari per portare a casa la pellaccia, che si tratti di uno scontro frontale con l'attaccante oppure – non meno teatralmente – di darsela a gambe. Il sistema di controllo di questo meccanismo è il famoso asse ipotalamo-ipofisi-surrene, una specie di catena di sant'Antonio di tre ormoni (CRH, ACTH e cortisolo), in cui l'uno induce il rilascio del successivo. La decisione iniziale viene presa dall'ipotalamo, una regione evolutivamente antichissima del cervello, che rappresenta il computer di bordo incaricato di regolare la gran parte del nostro sistema endocrino. L'ipotalamo interroga varie regioni del nostro cervello, e quando percepisce che le circostanze sono minacciose, ecco che accende l'interruttore dello stress, e con esso – indirettamente – la produzione del suo ormone per autonomasia, il cortisolo. Il cortisolo è un militare, un comandante che grida con il megafono a tutto il corpo «allarme rosso». *In primis* comanda al nostro fegato di convertire le scorte energetiche in glucosio – la fonte energetica più rapida dell'organismo – e di rilasciarlo nel sangue a disposizione di muscoli e – non meno importante – cervello. Parallelamente, fa produrre adrenalina, la quale ordina al cuore di pompare più forte e d'innalzare la pressione del sangue. Tutto deve scattare in vista dell'imminente attacco, o dell'imminente fuga! Di conseguenza tutti i processi che non sono strettissimamente necessari nell'immediato vengono rallentati, e fra questi vi sono la digestione e l'infiammazione. Il meccanismo è del tutto analogo a una nazione in stato di guerra: si tagliano temporaneamente tutte le attività ordinarie e le risorse vengono reindirizzate per schierare l'esercito.

Eustress e distress

Dal precedente bignami di fisiologia dello stress, potete facilmente intuire che le sue conseguenze sullo studio sono effettivamente dupliche. È a tutti gli effetti una sirena di emergenza, e fintantoché la sua attivazione è d'intensità

moderata e contenuta nel tempo il suo effetto di mettere a disposizione energia verso il cervello determina certamente un incremento delle performance cognitive: ci sentiamo pieni di energia, pronti ad affrontare al massimo delle nostre capacità una sfida importante, come può essere un esame universitario. Questa tipologia positiva di stress è nota in neuroscienze come eustress. Viceversa, ogni volta che il sistema di emergenza viene attivato in misura esagerata, per esempio in un tempo prolungato, oppure in acuto ma a un'intensità troppo marcata, le sue conseguenze sull'organismo sono semplicemente catastrofiche: la sensazione non è più un'eccitazione positiva, bensì ansia e panico, e si associa a una performance cognitiva di pessima qualità. Questa diversa tipologia negativa di stress viene chiamata dai neuroscienziati distress.

Effetti del distress sulla memoria

E ora viene il bello. Dovete sapere che, quando si cronicizza, il distress produce i suoi effetti più destruenti su una regione specifica del nostro cervello: indovinate quale? Neanche a dirlo, è proprio l'ippocampo, la nostra risorsa più preziosa nello studio e nella memorizzazione (sezione 2.3). Addirittura nello stress cronico si assiste a una vera e propria atrofizzazione dell'ippocampo, vale a dire una sua apprezzabile riduzione in volume. Ma anche in acuto la situazione è ben poco lusinghiera. Livelli troppo elevati di cortisolo hanno un potente effetto inibitorio sul *retrieval* della memoria (capitolo 7), e dopo qualche giorno di esposizione – si pensi a una malattia fulminante o a un intervento chirurgico – la compromissione della memoria è pressoché totale. Pensate, è sufficiente un'unica somministrazione di cortisolo ad alto dosaggio, e un ratto non sarà nemmeno in grado di ritrovare la strada di casa nel suo labirinto. Se vi capita in sede d'esame, preparatevi a una bella figuraccia; del resto capita a tutti, prima o poi.

23.2. Come gestire lo stress nella vita di studente?

Riconoscere il distress

Ora la grande domanda è: come uscire dal distress? In primo luogo, è assolutamente fondamentale che voi tutti, lettori affezionatissimi, siate

sinceri con voi stessi e riconosciate se il vostro piano di lavoro attuale vi sta tenendo in uno stato di disagio e tensione emotiva. Se è questo il caso, è essenziale che abbiate il coraggio di chiedere aiuto e di parlarne ai vostri familiari, docenti e – non meno importante – al vostro medico, pena il rischio di precipitare in un circolo vizioso di *burnout*, dal quale è assai arduo uscire. È difficile definire un protocollo universale per rilassarsi da uno stato di tensione, trattandosi di una dimensione talmente intima e psicologica, ma come sempre, lettori adorati, posso confidarvi la mia personale panacea.

Il mio metodo

È evidente che il principale fattore ad alimentare l'ansia da esame sia la constatazione oggettiva di essere indietro con lo studio, spesso dovuta alle piccole o grandi concessioni che ci facciamo rispetto al nostro calendario. Ne segue che la miglior terapia non è altro che lo studio stesso: ma non quello studio matto e disperatissimo di coloro che taglano indiscriminatamente sonno, alimentazione e ogni piacere della vita. Piuttosto lo studio impegnato, concentrato, mentalmente coinvolto. Sfruttare quella stessa mobilitazione energetica di una «bottarella d'ansia» – leggasi eustress – come un surfista domina la propria onda, per essere scattanti, e ottenere il massimo risultato in una frazione del tempo. Non dormire sui libri, e non fare finta di studiare per timbrare il cartellino, ma sforzarsi di convertire l'ansia in carburante.

Parallelamente, sforzarsi di relativizzare, e d'inquadrare l'esame in modo distaccato e secondo l'importanza che effettivamente ha. È curioso come molti dei compiti in classe e degli esami lì per lì ci sembrino l'appuntamento più importante della nostra vita, ma aspettate 5 o 10 anni e a malapena sarete in grado di ricordare la loro stessa esistenza, o che voto avete preso. È essenziale saper storizzicare, inquadrare ogni prova come una delle tante occasioni che la vita ci offre per dare il meglio di noi. Se può esservi di aiuto, tenete a mente il fatto (ampiamente dimostrato) che i voti non sono affatto un buon predittore del nostro successo nella vita, così come peraltro non lo è il quoziente intellettivo! Le varie statistiche che hanno confrontato la media scolastica o accademica o il QI con i risultati professionali hanno riscontrato – con buona pace degli insegnanti – una correlazione decisamente scarsa,⁸⁵ ¹²⁵ in parte dovuta al fatto che certe qualità,

come la creatività e il carisma, sono impossibili da valutare agli esami. Dobbiamo rassegnarci alla natura squisitamente imprevedibile che caratterizza le nostre vite, imparare a coglierne il lato inesorabilmente beffardo. Se c'è un *Leitmotiv* che ho osservato costante in tutte le menti più straordinarie e formidabili che ho avuto la fortuna d'incontrare, è la capacità di prendere sempre a ridere gli *strali e i dardi scagliati dall'oltraggiosa fortuna* – o per dirla in toni più franchi, le sfighe – che puntualmente ci capitano ogni giorno. Sapersi fare, su ogni cosa, delle grosse grasse risate, cogliere quella formidabile ironia che caratterizza dall'inizio alla fine la nostra esistenza, e lasciarsi trasportare dal suo πάντα ῥεῖ. Solo così possiamo curare la nostra esamofobia.

Introduzione

«Nutro grandi speranze riguardo ai molteplici benefici intellettuali che la sua permanenza presso di lei porterà [a mio figlio]; in particolare le stimolanti conversazioni nella sua casa saranno di speciale beneficio per la sua conoscenza. Dato che [mio figlio] è ancora molto indietro nelle lingue moderne, mi prendo la libertà di chiederle di spronarlo alla massima diligenza a questo proposito, se necessario perfino organizzando per lui delle lezioni private.»¹²⁶

Siamo nel 1895: un padre scoraggiato scrive al precettore del proprio figlio, studente liceale alla scuola cantonale di Aarau, in Svizzera, implorando costui, nella persona di *Herr Professor* Jost Winteler, di fare qualcosa per costringere il figliolo a compiere finalmente qualche disperato progresso nelle lingue straniere. La lettera reca la firma di Hermann Einstein, e il «pargolo» in questione si chiama Albert. Proprio così. L'uomo che inventò la fisica moderna, l'astro più fulgido della storia della scienza, la mente che ha saputo svelare i più oscuri ingranaggi dell'universo, anche lui – come la più parte di noi comuni mortali – faceva a botte con... imparare l'inglese, e le lingue in generale. Per tutta la vita continuò a farlo e ad ammettere con onestà disarmante quella che definiva «la mia goffa inettitudine nell'apprendimento delle lingue». ¹²⁷ Le sue affermazioni in proposito hanno un sapore così quotidiano e terragno che farebbero tirare un sospiro di sollievo a qualsiasi studente dei giorni nostri. Fa veramente sorridere pensare ad Albert Einstein asserisce di non saper scrivere in inglese perché l'ortografia gli risulta infida, e pur conoscendo il suono delle parole non riesce a ricordare come appaiano per iscritto. O ancora, arrossiamo tutti nell'immaginare questo scienziato illustrissimo che va nel panico all'idea che a breve sarà chiamato a improvvisare delle lezioni in

una lingua diversa dalla propria: «Sono stato informato all'improvviso e inaspettatamente della mia necessità di recarmi così presto in America, sicché non ho preparato alcuna lezione. Questo è un problema molto serio. Infatti non ho padronanza della lingua inglese, e la mia scarsa maestria del francese non mi consente d'improvvisare».¹²⁸ Spero che questa premessa aneddotica vi abbia rincuorati, amici miei, sull'argomento scottante cui ci accosteremo nella presente coppia di capitoli, nientepopodimeno che l'apprendimento delle lingue straniere. Imparare una nuova lingua è un atto che comporta un estremo grado di difficoltà, e uno sforzo assolutamente massiccio, per tutti – perfino per Albert Einstein, per la miseria! –, e le ragioni ultime per cui l'apprendimento linguistico sia così ingrato risiedono, come sempre accade, negli intrichi del nostro cervello, ormai ci avrete fatto il callo. Grazie ai rudimenti che acquisiremo in questo capitolo introduttivo, nel prossimo potremo tuffarci a bomba in una carrellata di metodologie pratiche e oltremodo pittoresche per efficientare la memorizzazione di una lingua straniera. Preparate la penna rossa, si parte!

24.1. Le aree del linguaggio

Ho preparato per voi un compendio veramente microscopico di neuroscienze del linguaggio, un riassunto del riassunto del riassunto, onde passare senza indugio agli aspetti pratici più succosi. Nella schematizzazione classica il nostro cervello possiede due principali aree dedicate al linguaggio, famosissime, che quasi sicuramente avrete sentito nominare. Sono l'area di Broca – mi raccomando leggete «brocà», è *fronscese!* – e l'area di Wernicke – «vèrniche», è *tetesco*.

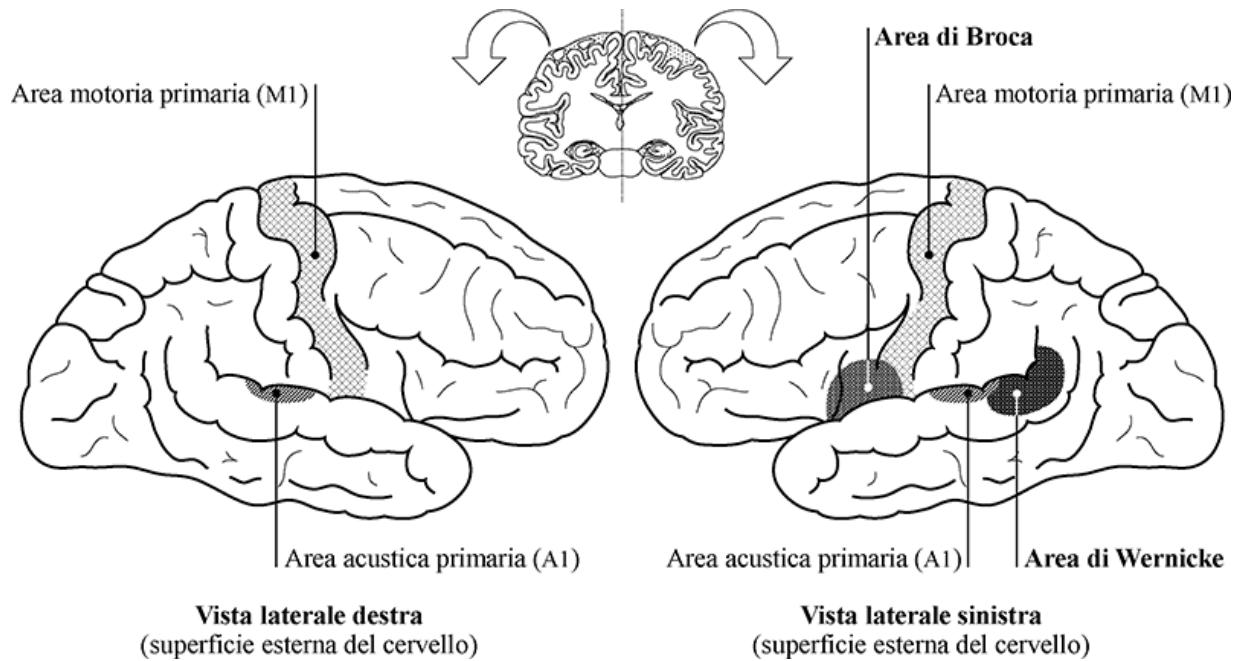


Figura 29. Aree di Broca e di Wernicke.

Mettiamo subito le mani avanti, premettendo che queste denominazioni, benché tuttora in uso, hanno importanza perlopiù storica. Infatti le definizioni di queste aree corticali, tanto dal punto di vista del confine quanto da quello funzionale, sono invero assai fumose, aggravate ulteriormente dalla loro conspicua variabilità da un soggetto all'altro. La loro esistenza, come spesso accade in neuroscienze, si è resa evidente dallo studio di rari pazienti con lesioni a carico di quelle specifiche zone di corteccia, frutto d'incidenti pazzeschi o di ictus altamente localizzati. Il danno di queste due regioni determina una condizione clinica nota come afasia: come dice il nome, la perdita della normale capacità di linguaggio (ἀ + φάσις). In base a quale area sia andata perduta, parleremo dunque di afasia di Broca e di afasia di Wernicke; a queste tipologie «classiche» ne andrebbero aggiunte numerose altre assai più specifiche, fra cui l'afasia di conduzione, quella globale, quella transcorticale motoria, quella transcorticale sensoriale, ecc. Ma concentriamoci sui nostri due campioni, Broca e Wernicke, che come state per scoprire si riveleranno assai interessanti per comprendere cosa accade nell'apprendimento di una lingua straniera!

L'area di Broca

Il nostro primo campione è il neurologo francese Paul Pierre Broca, che nel 1861 descrisse l'afasia che oggi porta il suo nome. L'area di corteccia «incriminata» è localizzata nella parte bassa del lobo frontale, «sospettosamente» vicina alla corteccia motoria primaria che tiene le redini delle muscolature di lingua, labbra e laringe, con le quali articoliamo il nostro parlato. Oggi sappiamo infatti che l'area di Broca si occupa (in primissima e brutale approssimazione) del «significante» del nostro linguaggio, espletando due importanti compiti: da un lato, converte il flusso del linguaggio in comandi motori che trasmette alla sua vicina di casa, la corteccia motoria primaria, per consentire l'articolazione della parola; dall'altro lato, si occupa di grammatica. Vi confesso che a me fa tornare in mente dall'infanzia il personaggio di «zia Josephine» dei romanzi di Lemony Snicket... ebbene, proprio come la zia Josephine, l'area di Broca adora plasmare i concetti grezzi in forma di frasi ben tornite e organizzate. I pazienti affetti da afasia di Broca presentano infatti una sintomatologia duplice: per un verso stentano a pronunciare le parole, le sillabe escono faticosamente, come col contagocce, talora riducendosi a grugniti. Per l'altro verso, il linguaggio prodotto è una sorta di «io mangiare mela», le sovrastrutture grammaticali quali articoli, pronomi, coniugazioni verbali o declinazioni dei lemmi sono perlopiù perdute, lasciando il posto a un fraseggio «minerale», asciutto al massimo grado. Se non altro, la capacità di comprensione in questi pazienti è in larga parte conservata, pur se in misura subtotale.

L'area di Wernicke

Il nostro secondo campione è il neuropsichiatra tedesco Carl Wernicke, che descrisse l'omonima afasia pochi anni dopo Broca, nel 1874. Questa volta, l'area chiamata in causa si trova nel lobo temporale, e in particolare nella sua regione superiore e posteriore, curiosamente proprio la «porta accanto» di un'altra «vicina di casa» altamente sospetta, la corteccia uditiva. Infatti il mestiere principale dell'area di Wernicke è proprio occuparsi del «significato» del linguaggio: è l'interprete, che riceve i suoni dall'area uditiva primaria e li converte in significati; quando parliamo, allo stesso modo, si occupa di elaborare frasi semanticamente sensate e di senso

compiuto. I pazienti affetti da afasia di Wernicke profondono un eloquio abbondante, un fiume in piena, un treno di frasi grammaticalmente raffinate ma... completamente (o quasi) prive di senso semantico. Come potete immaginare, questa volta la comprensione delle istruzioni verbali è completamente persa. La condizione di questi soggetti è davvero poco invidiabile, un inferno in terra che a stento possiamo figurarci.

Lateralità

Infine, ecco una caratteristica veramente unica di queste aree. All'indomani della seconda guerra mondiale, il neurologo giapponese Juhn Atsushi Wada (poco più che ventenne) sperimentò gli effetti dell'iniettare un anestetico ad azione rapida direttamente nell'arteria carotide interna – la principale arteria diretta al cervello – di un lato, e successivamente dell'altro. Nasceva così il test di Wada. Si vide che, nella grande maggioranza dei soggetti, l'anestesia sul lato sinistro del cervello portava alla totale assenza di comprensione verbale nonché dell'eloquio, mentre... sorpresa, gli anestetizzati sul lato destro continuavano a capire e parlare allegramente usando solo mezzo cervello, come se niente fosse! Pur con gli strumenti rudimentali dell'epoca, divenne chiaro che le varie aree corticali del linguaggio – Broca, Wernicke e tutta l'allegra compagnia – nella maggioranza degli individui sono presenti in singola copia nel cervello, vale a dire soltanto in uno dei due emisferi cerebrali, che è quasi sempre quello sinistro. È celebre l'affermazione dello stesso Broca: «*Nous parlons avec l'hémisphère gauche*». Un dato che finirà per essere confermato direttamente grazie all'avvento della risonanza magnetica funzionale negli anni Novanta.

Alcune riflessioni

Questa caratteristica di esistere in singola copia, propria delle aree del linguaggio, è estremamente bizzarra. Vedete, praticamente tutte le strutture del cervello sono doppie, una per emisfero. Abbiamo in dotazione di serie due ippocampi, due cortecce motorie, due cortecce visive, due cortecce uditive, ecc., ma quasi tutti gli esseri umani possiedono una e una sola corteccia del linguaggio; e quindi uno e un solo emisfero «dominante» per il linguaggio, che nel quasi 90% dei soggetti destrimani è proprio il sinistro, come potete osservare dalla tabella sotto riportata.¹²⁹ Una tale caratteristica

straordinaria ci offre uno spunto di riflessione, per apprezzare quanto ingombrante, prezioso e raro sia questo straordinario macchinario capace di produrre e comprendere il linguaggio, al punto che non disponiamo di alcuna copia di scorta. Ogni singola frase che abbiamo letto, ogni conversazione, ogni parola che abbiamo proferito nell'intera nostra vita è passata – letteralmente! – attraverso lo stesso identico fazzoletto di corteccia nel nostro cervello. Perso quel particolare manipolo di neuroni, ritorniamo a essere delle anime in pena che brancolano senza lume nell'oscurità del mondo.

Emisfero dominante per il linguaggio	Soggetti destrimani (90% della popolazione)	Soggetti mancini (10% della popolazione)
Tipico (sinistro)	88%	78%
Assenza di dominanza (sinistro + destro)	12%	15%
Atipico (destro)	0%	7%

24.2. L'apprendimento delle lingue straniere

Un caso neurochirurgico

A questo punto vorrete sapere, cari amici, come tutto questo imponente marchingegno linguistico sia in grado di affrontare lo stravolgimento generale messo in atto dall'apprendimento di una nuova lingua straniera. Vi domando: secondo voi, le diverse lingue che apprendiamo vengono parcheggiate nello stesso posto, o abiteranno regioni topograficamente separate? In altre parole, nella nostra corteccia esiste una specifica area per l'italiano, una per l'inglese, una per il francese, ecc.? Ancora una volta, le prime luci su questo intrigante quesito furono gettate studiando le conseguenze di danni accidentali al cervello nei soggetti poliglotti.

C'era una volta una ragazza sudamericana, nata e cresciuta in Bolivia parlando spagnolo. A 10 anni di età si trasferì per sempre negli Stati Uniti, dove continuò gli studi diventando un'impeccabile anglofona, tanto da

riuscire a «pensare» a propria discrezione in entrambe le lingue. A 19 anni sviluppò una grave forma di epilessia che la portò all'attenzione neurologica. La TAC al cervello era inequivocabile, la causa era una voluminosa malformazione arterovenosa (MAV) nell'emisfero sinistro: immaginate una specie di grosso gomito di arterie e vene che schiaccia il cervello, e se fosse scoppiato avrebbe potuto costare la vita alla ragazza. Nessun dubbio, andava rimossa... se non fosse che – maledizione! – la MAV era localizzata nella scissura fra i lobi frontale, temporale e parietale, proprio la regione ove sono affacciate le aree di Broca, di Wernicke, e tutto il resto della circuiteria del linguaggio. La ragazza venne sottoposta al test di Wada, sia in inglese sia in spagnolo, che dimostrò che il suo emisfero dominante per il linguaggio era proprio il sinistro, lo stesso ove era posizionata la MAV. Ma la malformazione era troppo grande, doveva essere rimossa comunque. Due anni dopo i neurochirurghi la operarono, facendo del proprio meglio per non danneggiare eccessivamente le aree del linguaggio. Due mesi dopo l'operazione, la ragazza rientrò in ospedale per la visita di controllo. Il suo inglese, *excellent*, come sempre. Quanto allo spagnolo... semplicemente disastrato. La ragazza non riusciva a trovare le parole (anomia), anzi, molto spesso le uscivano dei buffi neologismi (parafasie) che somigliavano goffamente a parole reali, tanto che la sua famiglia doveva ogni volta correggerla. Al posto di *embudo* (imbuto) diceva *enduro*, al posto di *bozal* (museruola) diceva *rozal*, al posto di *secretaria* (segretaria) se ne usciva con *secraria*, ecc. Delle due «vocine» che abitavano il suo cervello, quella anglofona e quella ispanofona, la prima era rimasta intatta dal bisturi del neurochirurgo; la seconda ne era rimasta sfigurata.¹³⁰

Separazione topografica

Questo caso drammatico e altri casi simili hanno dimostrato che è possibile lesionare selettivamente le abilità di una specifica lingua, mantenendo le altre lingue inalterate. Queste evidenze, sia pur indirette, ci forniscono una prima rudimentale risposta al nostro interrogativo: almeno in alcuni casi, le lingue abitano dimore separate nel nostro cervello. È pazzesco, non trovate? Ma le cose sono più complesse: si osserva che questi fenomeni di «seleattività» dei danni – e dunque di separazione topologica delle lingue –

appaiono essere tanto più frequenti e netti quanto maggiore è la distanza temporale fra l'apprendimento di due diverse lingue. In aggiunta, le lingue che conosciamo da più tempo, delle quali abbiamo maggiore padronanza, sembrano essere più immuni ai danni, come se abitassero un territorio più esteso del nostro cervello.

Evidenze sperimentali

Ancora una volta, l'avvento della risonanza magnetica funzionale aprì le porte all'indagine diretta di questa intrigante teoria, chiarificando ulteriormente questo fenomeno di separazione topologica. Immaginate di reclutare due gruppi di soggetti bilingui:

- da un lato avete sei individui di 30 anni circa, nati e cresciuti parlando due lingue, tipicamente figli di genitori provenienti da paesi diversi: sono questi i cosiddetti «bilingui nativi» o «precoci» (*early bilinguals*);
- dall'altro sei soggetti della medesima età, che hanno appreso una lingua straniera tramite lo studio da adulti: questi altri prendono il nome di «bilingui tardivi» (*late bilinguals*).

Ora, chiedete a ciascun soggetto di descrivere cosa hanno fatto nella giornata di ieri in ambo le lingue, mentre li sottoponete a risonanza magnetica funzionale per «leggere» quali aree cerebrali vengono attivate. Purtroppo l'atto meccanico di parlare determina dei piccoli movimenti del cranio, sufficienti a rovinare l'immagine di risonanza magnetica: per questo chiedete ai vostri soggetti di effettuare la descrizione nella loro mente, con la «voce interiore» (*internal speech*). La risonanza magnetica funzionale vi dirà quali aree cerebrali sono state reclutate per questo compito, nell'una e nell'altra lingua. In tutti i casi, osserverete un focolaio di attivazione nel lobo frontale corrispondente all'area di Broca, e un focolaio di attivazione nel lobo temporale corrispondente all'area di Wernicke. Ma la domanda è: queste aree sono le stesse per le due lingue? La risposta è: dipende! Con sorpresa, i ricercatori hanno osservato che la risposta è diversa per i due tipi di bilingui:

- nei bilingui nativi, Broca e Wernicke sono le stesse per l'una e per l'altra lingua;

- curiosamente, nei bilingui tardivi, che hanno «studiato a scuola» una seconda lingua, si evidenziano due aree di Broca fisicamente separate – distanti nientemeno che 6,4 millimetri! –, una per la lingua «nativa» e una per la lingua «straniera», mentre le aree di Wernicke sono identiche per le due lingue. Osservate la tabella. ¹³¹

	Bilingui precoci	Bilingui tardivi
Separazione fra i «baricentri» delle aree di Broca delle due lingue	1,53 (±0,78) mm	6,43 (±1,83) mm
Separazione fra i «baricentri» delle aree di Wernicke delle due lingue	1,58 (±0,79) mm	1,88 (±0,62) mm

Apprendimento di una lingua

Ipersemplificando, quello che avviene quando impariamo una lingua straniera è che da una parte il nostro «interprete» – Wernicke – viene potenziato, impara nuove regole, e con esse acquista la capacità di riconoscere nuovi suoni, e di convertirli nei significati corrispondenti; dall'altra parte, per il nostro «esperto di grammatica» – Broca – viene messa in cantiere un'area totalmente nuova, che si occuperà specificamente di codificare la grammatica e la sintassi della nuova lingua che stiamo imparando. Apprendere una nuova lingua è davvero un'impresa colossale. Sfruttando quel poco di plasticità cerebrale che rimane nella corteccia cerebrale adulta (sezione 2.4), il nostro cervello si lancia nell'impresa titanica di riconvertire un'intera fetta di corteccia adibendola a una mansione totalmente nuova. È un po' come se all'improvviso doveste riarrabbiare da cima a fondo una stanza di casa vostra per convertirla in camera degli ospiti, per dare alloggio a un inquilino in più. Eccovi dunque un embrionale fondamento neuroscientifico al riscontro, del tutto quotidiano, per cui imparare una lingua straniera richiede uno sforzo ingentissimo, al punto da mettere in difficoltà perfino il cervello oltremodo plastico e allenato di Albert Einstein.

24.3. La durata delle lingue straniere

Doppio decadimento

Ad andare a braccetto con la difficoltà intrinseca dell'apprendere una lingua è la durata limitata del lessico nella nostra memoria, soggetto ai consueti meccanismi di decadimento che ben conosciamo dai precedenti capitoli. Ancora una volta lo domando a voi, lettori carissimi: quanto tempo dura il lessico che avete immagazzinato al seguito di un certo numero di corsi di lingua straniera, ammesso di non praticarla ulteriormente una volta terminate le lezioni? Dovete sapere che alcuni studi hanno analizzato la curva di decadimento del lessico spagnolo nei madrelingua anglosassoni, riportando che in condizioni di utilizzo minimo della lingua (*minimal practice*) la gran parte dei vocaboli decade entro i primi 3 anni. Ma vi farà piacere sapere che la porzione di lessico che sopravvive a questa iniziale decimazione tendenzialmente rimane con noi per la bellezza di 25 anni, prima di subire una seconda fase di decadimento.¹³²

Fattori che influenzano il decadimento

Curiosamente il numero di vocaboli che sopravvivono alla «strage» dei primi 3 anni dipende prioritariamente da due fattori: uno è – come è logico aspettarsi – la durata complessiva del corso di lingua frequentato. L'altro è, udite udite, la separazione cronologica fra un ripasso e l'altro del vocabolo. Ricorderete senz'altro il nostro amico effetto spaziatura (sezione 3.2), il principio per cui distanziare nel tempo le sessioni di ripasso (pratica distribuita) determina una permanenza dei ricordi più robusta sul lungo termine, rispetto a sessioni di ripasso ravvicinate (pratica concentrata). Ecco, questo effetto è straordinariamente marcato nel caso del lessico delle lingue straniere. Del tipo, immaginate di prendere 4 vostri amici che non sanno lo spagnolo, e di insegnare loro 300 vocaboli sottoponendoli a 13 sessioni di ripasso, oppure a 26 sessioni di ripasso; e di distanziare le sessioni di un certo numero di settimane variabile da 2 a 8. Ebbene, i risultati sperimentali mostrano che l'effetto spaziatura applicato alle lingue è talmente poderoso che i soggetti con 26 sessioni ogni 2 settimane, sul lungo termine, sortiscono la medesima performance dei soggetti con 13 sessioni spaziate di 8 settimane.¹³³ Traduco? Stessa performance, metà della

fatica! Certamente, sul breve termine le sessioni di ripasso ravvicinate determinano una ritenzione di lessico maggiore, ma si tratta di un'illusione. Sul lungo termine, la pratica distribuita paga sempre, e l'apprendimento delle lingue straniere è forse il contesto ove questo principio gode di massimo fulgore.

Come imparare una lingua straniera?

Introduzione

Eccoci giunti al momento propizio per fare il grande passo, e derivare i trucchi del mestiere per rendere più efficiente il nostro apprendimento delle lingue straniere. Con il precedente capitolo abbiamo acquistato un bagaglio minimo di nozioni neuroscientifiche sull'argomento, osservando come il trucco per ottenere il massimo risultato con la minima fatica consista nella distribuzione dei ripassi su un'estesa superficie temporale. L'obiettivo non sarà rinchiuderci nella torre del conte Ugolino a divorare l'*Oxford English Dictionary*, ma piuttosto quotidianizzare il nostro contatto con la lingua, scegliendo una formula che sia sufficientemente piacevole e divertente da poter essere tollerata e ripetuta volentieri per mesi, o per interi anni. La stella polare da seguire, a completamento della frequentazione dei corsi di lingua tradizionali, è la distribuzione, ossia «spalmare» capillarmente la nostra esposizione alla lingua straniera su una «fetta» della nostra vita che sia la più estesa possibile. Ora che il «cosa» è chiarissimo, è il momento di escogitare il «come».

25.1. Come esporsi al contatto con i madrelingua?

Vabbè, il primo consiglio lo sanno anche i sassi, non può essere che viaggiare. Ma viaggiare costa molto... oppure no? Una rapida ricerca sul web vi testimonierà che le opportunità di viaggi-studio a basso costo e scambi culturali per tutti i gusti non si contano (almeno in epoca pre-Covid). A queste si aggiungono le molteplici borse di studio esistenti per supportare gli studenti universitari che vogliono trascorrere qualche mese in un ateneo estero, dall'Erasmus alle borse di ricerca *undergraduate* in qualunque disciplina. E ancora, non trascurate l'alternativa di ricercare

contatti stranieri nel vostro territorio, o perfino online. Due tipi di siti gratuiti saranno vostri vassalli. I primi sono le comunità di apprendimento delle lingue (*online language learning communities*), servizi che vi mettono in contatto con *pen friends* madrelingua provenienti da qualsiasi paese del mondo, per fare amicizia e conversare. I secondi sono i siti di scambi linguistici (*language exchange*), finalizzati a mettervi in contatto con gli stranieri che abitano nel vostro territorio per incontrarsi e insegnarsi reciprocamente la propria lingua: è, come si dice, un *win-win* per ambo gli utenti.

Come conversare

Quando vi trovate a chiacchierare del più e del meno con i madrelingua, una pratica ritenuta efficacissima dagli insegnanti è quella di annotare per iscritto su un taccuino tutti i vocaboli a voi sconosciuti che incontrate, con relativa traduzione. E non a torto: sappiamo dal capitolo precedente che il numero di ripassi necessario a consolidare un vocabolo – per quanto spaziati nel tempo – è comunque dell’ordine di qualche decina (13, nell’esperimento che abbiamo citato). Ne segue che, ogni qual volta un vocabolo sia ricercato o di nicchia, non è affatto detto che lo incontrerete nuovamente nel vostro chiacchierare. Cogliete l’attimo e investite i 10-15 secondi necessari per annotarlo, dimodoché possiate ripassarlo in futuro, altrimenti è perduto per sempre. Non vergognatevi altresì di chiedere ai vostri amici madrelingua di puntualizzare esplicitamente ogni vostro errore, imperfezione stilistica o pronuncia «sporcata». Di grazia, invocate che ignorino le buone maniere nei vostri confronti, invitateli a fare i rompiscatole e a correggere ogni singolo atomo del vostro discorrere che essi percepiscano come errato, sforzato o più generalmente innaturale. Altrimenti i vostri sforzi di fare pratica finiranno per consolidare i vostri stessi errori di fraseggio, lessico o pronuncia.

Il mio metodo

Oltre ad avere *pen friends* sparsi per tutto il mondo fin dai primi anni delle elementari, il piccolo Giulio durante le superiori trascorreva ogni singola estate in un paese diverso, frequentando per qualche mese una scuola locale. Scoprii presto

che il segreto per imparare una lingua viaggiando è evitare tassativamente i viaggi organizzati in gruppo: se partite con altri cento italiani, state pur sicuri che parlerete italiano per l'intero viaggio. Piuttosto, è fondamentale che v'immergiate con tutte le scarpe nella cultura e nella quotidianità del paese straniero, e non esiste modo migliore per farlo che partire da soli, da buoni esploratori, optando per la sistemazione in famiglia ospitante (*host family*) mentre si frequenta una scuola locale. L'Australia e la Nuova Zelanda sono mete particolarmente confacenti a questo scopo. L'inversione delle stagioni dell'emisfero australe permette di vivere l'esperienza della *high school* anglosassone pur senza perdere un singolo giorno di scuola italiana. A questo si aggiunge il carattere accogliente e multiculturale dei paesi suddetti, tanto che le singole *high schools* locali dispongono comunemente di programmi per ospitare studenti internazionali a prezzi molto contenuti, con sistemazione in famiglia ospitante. Le famiglie che scelgono di dare alloggio agli studenti nella propria dimora lo fanno in un regime di quasi-volontariato: si tratta nella maggioranza dei casi di persone straordinarie, integerrime e di apertura mentale del tutto fuori dal comune. Fu così che Giulio l'esploratore nell'arco di cinque estati a partire dalla prima superiore visitò quasi cento città sparse per gli Stati Uniti, l'Australia, la Nuova Zelanda e mezza Europa, vestendo i colori di un gran numero di *school uniforms*, e ospitato da una dozzina di famiglie straordinarie sparse per questi paesi. Con molte di loro sono tuttora in stretto e affezionatissimo contatto. La frequentazione delle scuole superiori estere mi ha consentito di toccare con mano fino a che punto la mentalità della loro didattica fosse dissimile – nel bene e nel male! – da quella italiana, e come in virtù stessa di questa diversità i due approcci finivano per essere l'uno il completamento dell'altro. La formula italiana degli «eterni teoreti» ben si sposa con il proverbiale empirismo anglosassone, dando adito a una tavolozza di diverse valide concezioni della cultura e del sapere, che oltre a migliorarmi sotto il profilo strettamente linguistico ha certamente contribuito ad alimentare la mia sete di conoscenza per tutti gli anni a venire.

25.2. Come consumare intrattenimento in lingua straniera?

Film

Cambiamo argomento e parliamo d'intrattenimento. Vorrei partire da un aneddoto personale: uno dei miei amici di università più cari e saggi,

quando veniva invitato a vedere un film acconsentiva sempre, ma a una precisa condizione. Per scelta, si asteneva dal consumare qualsiasi forma d'intrattenimento in italiano e guardava i film solo se in inglese. Non perché fosse un cinefilo integralista, ma per la consapevolezza che il film è un'occasione formidabile per immergersi nella lunghezza d'onda di una lingua straniera. È un'attività che impegna in misura subtotale le nostre risorse cognitive, lasciando da parte quel potere computazionale in sopravanzo che ci consente di processare il significato dei dialoghi e assorbire «per osmosi» le cadenze più spontanee e naturali della lingua. E voi mi direte: bella forza, quando siamo alle prime armi con una lingua straniera non capiamo un accidente del film... Obiezione accolta, ma a questo proposito desidero proporvi alcuni «giubbotti di salvataggio» che ci consentono di consumare intrattenimento in lingua fin dai livelli più elementari.

Sottotitoli

Andiamo con ordine. Il primo trucco è apparentemente scontato: i sottotitoli in lingua straniera. Sebbene i corsi di lingua tendano a glorificare i sottotitoli e a utilizzarli copiosamente, dovete sapere che la psicologia sperimentale non li giudica affatto con altrettanto entusiasmo. Per esempio, immaginate di dividere una classe di studenti d'inglese in tre gruppi:

- al primo gruppo mostrerete un film normalmente, senza sottotitoli;
- al secondo gruppo mostrerete lo stesso film con i sottotitoli;
- al terzo gruppo consegnerete dapprima lo stampato di tutte le battute pronunciate nel film, dopodiché mostrerete loro il film senza sottotitoli.

Di primo acchito, i sottotitoli e il trascritto si professano come formidabili alleati: al test, i ragazzi del secondo e del terzo gruppo dimostrano di aver compreso più a fondo la trama del film, se non fosse che... *there's a catch*, c'è l'inghippo! Quando i ragazzi vengono sottoposti a una prova di comprensione orale, il secondo e il terzo gruppo ottengono risultati significativamente peggiori del primo gruppo. Avete capito bene: il gruppo che aveva capito il film a malapena, all'esame di *listening* riesce a

fare le scarpe ai gruppi che il film l’avevano capito perfettamente. Questo effetto si spiega bene secondo i dettami della teoria del carico cognitivo (sezione 6.2): i sottotitoli o il trascritto rappresentano uno stimolo ridondante che interferisce con la processazione audiovisiva del film, portando il nostro cervello in sovraccarico cognitivo.¹³⁴, ¹³⁵ In conclusione, quando si tratta di sottotitoli dovete andarci cauti: senza dubbio incrementano la nostra comprensione del film, e hanno il vantaggio d’insegnarci la corretta ortografia delle parole più inusitate; ma no, non sono affatto uno strumento per potenziare le nostre capacità di conversare, semmai è vero il contrario. Da usare con parsimonia.

Cartoni animati

Alle volte, pur se sottitolati, i film si rivelano uno scoglio troppo arduo per uno studente alle prime armi con una nuova lingua. Ah, se solo esistessero dei lungometraggi realizzati in un linguaggio semplificato, appositamente studiato per essere di facile memorizzazione e comprensione da parte di chiunque, anche da un bambino... Ehi, ma film del genere esistono e sono sotto gli occhi di tutti: sono banalmente i cartoni animati! Se appartenete alla mia generazione, è assai probabile che la vostra infanzia sia stata scandita dai grandi capolavori dei film di animazione, che probabilmente ricorderete tuttora con limpida chiarezza anche a distanza di anni. Orbene, perché non sfruttare questi ricordi rimasti insabbiati nella nostra memoria per riguardare da adulti questi grandi classici? Con l’importante differenza che questa volta il Re Leone, Mulan e Paperino parleranno in tedesco... o in francese, o in spagnolo. Peraltro, i materiali per bambini si rivelano una strategia veramente congeniale anche per la continua presenza di ripetizioni, ritornelli, tormentoni e *catch phrases* di ogni genere, intessuti ad arte per attaccarsi alla nostra memoria. E a ben guardare, un discorso analogo varrebbe anche per le pubblicità televisive, se vi regge lo stomaco.

Altre forme d’intrattenimento

Tutti i consigli sopra elencati possono essere facilmente estesi a qualunque tipologia d’intrattenimento di vostro gusto, dai cruciverba ai videogiochi, dalle notizie quotidiane alle letture di piacere. E similmente, per ognuna di

queste attività, sarà sempre possibile modulare il livello di difficoltà in misura confacente al vostro livello di competenza linguistica. Per i cruciverba potete ricorrere come sempre alle versioni per bambini, qualora non dovreste trovarne di specifici per studenti stranieri. Nei videogiochi è presto detto, potete adoperare i sottotitoli. Quanto alle letture, esiste un'intera galassia di siti web che forniscono ogni ben di Dio in linguaggio semplificato per studenti stranieri, che spaziano da Wikipedia in *Simple English* alle notizie del giorno *en Français facile*. Infine, non trascurate la musica! Conoscere i testi dei vostri componimenti preferiti può essere uno strumento che custodisce intatta una lingua nella vostra mente per tutta la vita, consentendovi di sottrarvi – almeno in parte – a quella dinamica di decadimento da *minimal practice* di cui abbiamo discorso nello scorso capitolo (sezione 24.3).

Il mio metodo

La musica ha sempre giocato per me un ruolo di primissimo ordine. Da estimatore di classica (ivi inclusa la musica antica), sono sicuro di non esagerare nell'affermare che essa abbia conferito un battito vitale a tutto il mio percorso di studi, e ancor più in ambito linguistico. Quanto dico non vale unicamente per le lingue moderne, che è cosa ovvia, ma va esteso anche ai linguaggi senza tempo degli antichi, da cui le lingue moderne hanno tratto il loro nettare, e da cui noi «utenti» contemporanei possiamo ricavare un repertorio di eleganza stilistica e pregnanza espressiva dalla potenza straordinaria. Non posso astenermi dal menzionare tutto lo sconfinato patrimonio di musica sacra in lingua latina e costellato di assoluti capolavori, al quale si aggiungono le gemme della musica antica in latino medievale, in *langue d'oïl*, in *Mittelhochdeutsch*, giungendo perfino a opere moderne deliberatamente allestite in greco antico o in latino restituto. Questo patrimonio incommensurabile che giunge al nostro orecchio spazia dalla freschezza del *Ludus Danielis* a Walther von der Vogelweide, dal *Trionfo di Afrodite* di Carl Orff all'*Oedipus Rex* di Igor' Stravinskij. La musica carica le parole di una lingua con un significato intimo ed emotivo, offrendoci una porta di accesso prioritaria alla scrittura dei file nella nostra memoria. Saremmo dei folli se non la riconoscessimo quale una delle più eminenti architravi del metodo di studio in generale, e in special misura per le lingue, vive o «morte» che siano.

25.3. Come memorizzare più rapidamente i vocaboli?

Il numero di parole di una lingua

Cambiando argomento, vediamo i vocaboli, e facciamo per un attimo i «conti della serva». Lettori cari, vi propongo una delle mie solite domande a cui dovete provare a rispondere, senza sbirciare. Quanti sono i vocaboli conosciuti in media da un madrelingua di una lingua europea? E da uno studente non madrelingua? Beninteso, con «vocaboli» mi riferisco ai lemmi come appaiono sul dizionario (*word families*), privi delle loro flessioni. Ottimo, chiudete il libro e provate a pensarci! Pronti per il risultato? La più parte di noi tende a sopravvalutare drasticamente la dimensione del database lessicale di una lingua. Pensate, in media i madrelingua inglesi possiedono al proprio attivo qualcosa come 15.000-20.000 lemmi; certo, non senza una marcatissima variabilità interindividuale che spazia dai 10.000 fino ai 60.000. Di tutti questi vocaboli, è stato calcolato che soltanto 3000 vengono utilizzati su base quotidiana, e gli 800 più frequenti sono sufficienti a comprendere il 75% delle conversazioni di tutti i giorni.¹³⁶ Per la seconda parte della domanda, vi riporto di seguito i risultati aggregati di diversi studi condotti su una popolazione di ragazzi greci alle prese con i corsi d'inglese e francese nei diversi livelli del quadro comune europeo di riferimento.¹³⁷,¹³⁸ Se siete curiosi di sapere quante parole conoscete nelle varie lingue, vi suggerisco di dare un'occhiata online: troverete un gran numero di test gratuiti di quantificazione del vostro lessico, alcuni anche molto autorevoli, come quello del linguista di fama internazionale Paul Nation, che potete reperire gratuitamente presso my.vocabularysize.com.

Livello di corso	Numero medio di vocaboli conosciuti
A1	1300
A2	1950
B1	2840
B2	2970
C1	3450

Word banks

Ora l’obiettivo si staglia chiaro dinanzi ai nostri occhi: come memorizzare con efficienza massima un insieme di vocaboli dell’ordine di 10.000 parole? Se optiamo per la sistematicità – via il dente via il dolore –, dobbiamo imparare a rapportarci con quell’invenzione prodigiosa che sono le *word banks*. So bene che alcuni di voi farebbero più volentieri *harakiri*... ma queste «iniezioni in vena» di puro lessico concentrato – per quanto dolorose – sono senza dubbio la soluzione definitiva al problema del lessico, con il minimo dispendio di tempo. Questi mini-dizionari sono delle formidabili catene di montaggio di una lingua straniera e, come ogni fabbrica fordiana che si rispetti, senza dubbio il loro studio si caratterizza per una qualità più ripetitiva e meccanica rispetto a «far vibrare le proprie corde» con un film, o sulle pagine di un libro di nostro interesse. D’altra parte, verremo ricompensati con un apprendimento enormemente più *high throughput* ed efficiente. L’esposizione all’intrattenimento in lingua straniera è per sua natura di tipo antologico: come insegnava l’etimo stesso, da ἄνθος e λέγω, ci limitiamo a «cogliere fiori» lessicali nel giardino di un film, di un libro o di un giornale che ci piace. Ma con le *word banks* noi accendiamo direttamente il nastro trasportatore dei fiori medesimi. Peraltro, le evidenze confermano che studiare i vocaboli secondo suddivisioni in categorie aiuta nell’atto di evidenziarne relazioni di somiglianze, differenze e parentele rispetto alla propria lingua madre, catalizzando un consolidamento mnemonico più rapido e duraturo.¹³⁹

Word banks 2.0

Ma c’è di più. All’efficienza intrinsecamente connaturata alle *word banks* si aggiungono i contributi della tecnologia digitale, che ci aiutano ad allinearci ulteriormente al teorema fondamentale del metodo di studio (capitolo 1). Sempre più corsi di lingua stanno convertendo le classiche *word banks* in un’esperienza più coinvolgente e – diciamocelo – umanamente tollerabile. Sempre più facilmente s’incontrano risorse didattiche quali brevi podcast audio o video che esemplificano l’utilizzo di ciascun vocabolo in un

contesto di vita reale. Ancora migliori sono le *word banks* interattive in forma di quiz. Come non citare, a questo proposito, il rinomato software di carte da gioco virtuali Anki (sezione 10.3), che offre *word banks* preconfezionate gratuite per pressoché ogni lingua, pronte per essere studiate a colpi di tentativi ed errori?

Città della memoria

Un'altra evoluzione suggestiva delle *word banks* è il loro fertile connubio con le mnemotecniche. Una proposta intrigante è quella degli studiosi Greg Sanders e Alan Schultz, che suggeriscono di adattare la tecnica del palazzo della memoria (sezione 19.2) all'intero lessico di una lingua straniera, trasponendolo nella forma di una città immaginaria; la città della memoria per l'appunto. Per citare un loro esempio, la città dei sostantivi di lingua tedesca sarà suddivisa in tre grandi quartieri, uno per i maschili (*der*), uno per i femminili (*die*) e uno per i neutri (*das*). In ogni quartiere, ciascun palazzo recherà sulla propria facciata, o in seno alla propria stessa forma, taluni segni distintivi peculiari, che nella nostra testa lo collegheranno al vocabolo e possibilmente anche alla sua pluralizzazione.¹⁴⁰ Ogni volta che condurremo una passeggiata mentale nella nostra personale città della memoria, attraversando i suoi viali, i suoi vicoli e le sue pittoresche piazze, ripasseremo in maniera sistematica l'intero vocabolario di lingua tedesca, beneficiando (come ben sappiamo) della formidabile efficienza mnemonica della nostra corteccia parietale.

Il mio metodo

A questo punto, amici miei, siamo definitivamente entrati in confidenza e desidero farvi un'altra mia intima confessione. Per una volta non si tratta di un metodo che ho concretamente applicato, ma di un'utopia: in pratica, come quel pazzo scatenato di Giulio organizzerebbe l'insegnamento delle lingue, se fosse per lui. Bene, già sapete che ho un chiodo fisso per l'etimologia (sezione 15.2). Ora, l'aspetto che trovo più contestabile nel paradigma dell'insegnamento delle lingue – quanto meno per quelle indoeuropee – è la loro impostazione seriale, oserei dire eterodisciplinare. Noi frequentiamo i corsi d'inglese, di spagnolo, di svedese, di russo, ecc. trattandoli come compartimenti stagni, materie che nemmeno si parlano fra loro... ma la verità

è una storia diametralmente diversa. Queste lingue si sono evolute da un substrato comune che è il proto-indoeuropeo, secondo un intreccio di relazioni culturali, influenze reciproche, cross-contaminazioni, prestiti linguistici. Nel concepire lo studio delle lingue come tanti orticelli indipendenti (sezione 26.1), noi chiudiamo non uno, ma entrambi gli occhi dinanzi a oltre mille anni di storia delle loro rispettive genesi, e ci lasciamo sfuggire da perfetti stolti una quintalata di mnemotecniche pazzesche! Il mio personale approccio allo studio delle lingue si può riassumere in una sola parola: *parallelizzare*. Per prima cosa stabiliremo a priori quante lingue desideriamo studiare – poniamo anche sei o sette –, dopodiché ciascun singolo argomento lessicale o grammaticale, dalla declinazione degli aggettivi alla formazione del passivo, verrà affrontato in modo parallelo per tutte le lingue incluse nel nostro budget di studio. Gli studenti avranno modo di confrontare fra loro le differenti e suggestive soluzioni che i vari popoli hanno selezionato per esprimere un particolare «atomo» del pensiero umano. Toccheranno con mano come le più geniali e pregnanti fra queste soluzioni tendano a essere conservate da una lingua all'altra, allo stesso modo in cui la biologia conserva darwinianamente gli alleli più «di successo» tra le diverse specie viventi. Quanto al lessico, gli studenti potranno affondare le loro braccia nelle profondità dell'etimologia e sfruttare appieno l'*humus* del latino e del greco antico. Il tutto onde giustificare secondo uno schema genealogico la resa delle diverse parole e sfruttare quei tanto «comodi» pattern di somiglianze interlinguistiche che derivano dalla comune genesi indoeuropea. Infatti, spesso accade che questi pattern non siano affatto immediati a cogliersi, se le parole non vengono confrontate sistematicamente da una lingua all'altra. Sapevate che dal latino *aetas* derivano in ugual misura l'italiano «età», l'inglese *age* e il francese *âge*? Similmente l'inglese *uncle*, il francese *oncle* e il tedesco *Onkel* non sono altro che il vezeggiativo *avunculus* del latino *avus* (zio). Invece il latino *nonnus* (monaco) ha dato origine all'italiano «nonno» nel senso di «uomo anziano», così come all'inglese *nun* e al tedesco *Nonne* (suora). E c'è di più! Con questo sistema buona parte dei cosiddetti «falsi amici» usciranno dalla sfera del sovrannaturale e troveranno finalmente una logica spiegazione. Per esempio, l'inglese *spade* e il tedesco *Spaten* significano «vanga», pur somigliando così pedissequamente all'italiano «spada» o al latino *spata*, perché sono tutti figli della radice greca di σπάθη, che designa qualsiasi tipo di lama o di spatola in senso lato. O ancora, l'inglese *captive* e il francese *captif* conservano l'accezione originale di *captivus* quale «prigioniero» – colui che è stato *captum* (catturato) – che vigeva identica anche nella nascente lingua italiana, fino a quando si venne a diffondere fra

gli ecclesiastici l'espressione *captivus diaboli* (prigioniero del diavolo) che finì per releggere questa radice linguistica a una connotazione irrimediabilmente malevola, da cui l'odierno significato di «cattivo». Potrei continuare per decine e decine di pagine. In conclusione, sono fermamente convinto che l'adozione di un simile metodo sistematico ci consentirebbe di memorizzare fino anche a dieci o quindici diverse lingue in un colpo solo – o più alla lettera in un «corso» solo – spendendo una frazione dello sforzo mnemonico impostoci dall'attuale paradigma didattico, seriale ed eterodisciplinare. E mi permetto di aggiungere che questo corso utopistico à-la-«prendi dieci paghi uno» sarebbe infinitamente più entusiasmante e intellettualmente stimolante, rispetto all'attuale *best practice* d'imparare ciecamente frotte di vocaboli come tanti pappagalli...

25.4. Come migliorare la propria pronuncia?

L'accento italiano nelle lingue straniere

Vi lascio, amici carissimi, con un ultimo accorato consiglio in materia di lingue straniere. Troppa poca importanza viene riservata dalla didattica attuale alla pronuncia corretta e priva di distorsioni. Molte regole fonetiche che a noi italofoni paiono assolutamente naturali e legittime – come il fatto di calcare di più la pronuncia di una consonante quando è doppia – non sono per nulla vere nelle altre lingue! Sperando di proporvi una lettura interessante, mi sono permesso di riassumere nella tabella riportata di seguito i più comuni errori fonetici di cui ci macchiamo – io per primo – da madrelingua italofoni, quando ci accostiamo alle asperità di quella stessa lingua inglese che tanti grattacapi diede perfino ad Albert Einstein. Chiuderò questo lungo e impegnativo capitolo con l'augurio che possiate avvalervi dell'apprendimento delle lingue straniere quale una preziosa e insostituibile occasione di sprovincializzazione, all'insegna della nostra identità di κοσμοπολῖται, cittadini del mondo.

Consonante	L'errore tipico è...	Esempi
H	... Non pronunciarla. La h inglese è una consonante a tutti gli effetti, in	hand /hænd/ hello /hə

	grado di modificare il significato (si pensi a <i>ate</i> vs <i>hate</i>). Attenzione alle rare eccezioni ove la <i>h</i> è muta (<i>hour</i> , <i>honest</i> , <i>honour</i> , <i>heir</i>)	'ləʊʃ / <i>hide</i> /haɪd/ <i>hospital</i> / 'hɒspɪtl/
R	... Pronunciarla come la <i>R</i> italiana, vibrante (la lingua sbatte ripetutamente sul palato), laddove in inglese è un'approssimante alveolare (non tocca il palato)	<i>rich</i> /rɪtʃ/ <i>rose</i> / rəʊz/ <i>run</i> /rʌn/
R postvocalica	... Pronunciarla. L'inglese standard è non-rotico, vale a dire che le <i>R</i> postvocaliche (posizionate a fine parola o seguite da consonante) sono completamente mute	<i>hard</i> /ha:d/ <i>service</i> / 'sɜ:vɪs/ <i>river</i> / 'rɪvər'
SL, SM, SN	... Pronunciarla come la <i>s</i> sonora italiana (/z/ come «asma»), laddove <i>SL</i> - <i>SM</i> - <i>SN</i> - in inglese sono sempre pronunciate come la <i>s</i> sorda italiana (/s/ come «squadra»)	<i>smart</i> /smɑ:t/ <i>slight</i> /slایٹ/ <i>snow</i> /snəʊ/
T	... Pronunciarla come la <i>t</i> italiana, laddove la <i>t</i> inglese è più esplosiva, quasi un mix fra <i>t</i> e <i>c</i> italiane	<i>tango</i> / 'tæŋgəʊs/ <i>attempt</i> /ə 'tempt/
Consonanti doppie	... Pronunciarle come più marcate della consonante singola, laddove le doppie inglesi non allungano affatto i suoni consonantici, semmai possono alterare le vocali adiacenti	<i>affect</i> /ə 'fɛkt/ <i>happy</i> / 'hæpi:/ <i>tunnel</i> / 'tʌn(ə)l/
Consonanti finali	... Pronunciarle in modo troppo accentuato. Poiché quasi ogni	<i>subtle</i> / 'sʌt(ə)l/

	parola italiana termina per vocale, gli italiani tendono a esacerbare e vocalizzare i suoni di fine parola	<i>struggle /'strʌgəl/</i> <i>woman /'wʊmən/</i>
Consonanti mute	... Pronunciarle: sono molto frequenti, e devono essere completamente mute	<i>bomb /bɒm/</i> <i>debt /dɛt/</i> <i>walk /wɔ:k/</i>

Vocale	L'errore tipico è...	Esempi
Suono /ə:/ (schwa)	... Pronunciarlo come la A italiana	<i>about /ə'baut/</i>
Suono /ə/	... Pronunciarlo come la o italiana, o confonderlo con lo schwa	<i>bird /bɜ:d/</i>
Dittonghi	... Pronunciarli come monottonghi	<i>go /gəʊ/</i>
A	... Pronunciarla sempre come una E italiana	<i>black /blæk/</i>
Vocali mute	... Pronunciarle: sono molto frequenti, e devono essere completamente mute	<i>fruit /fju:t/</i> <i>biscuit /'bɪskɪt/</i>

Quanto è importante la multidisciplinarità?

Introduzione

Per quest'ultimo capitolo del libro, amici miei, vi ho preparato una sorpresa speciale, un *divertissement* che ci concediamo, prima che io possa procedere a trarre le conclusioni. Sarà un inno alla multidisciplinarità, un monumento per celebrare la sua profonda e imperscrutabile bellezza; e, in parallelo, quanto essa costituisca la cifra più preziosa e salvifica della scienza moderna. Vi preannuncio che sarà un capitolo squisitamente personale nel quale vi confiderò tre aneddoti, tre episodi indimenticabili che hanno segnato profondamente il mio trascorso e le mie decisioni di studente e di studioso, e che sono stati determinanti nello spingermi a intraprendere i cinque percorsi universitari in parallelo.

26.1. Come riparare una radio rotta?

Primo aneddoto, gli orticelli

Il mio primo giorno di medicina alla Scuola Sant'Anna di Pisa feci la conoscenza del mio tutor, il professor Fabio Recchia. «E così vuoi fare ricerca?» La sua voce era sempre distesa, rassicurante. «Se vuoi fare il ricercatore ai massimi livelli, non ti sarà più sufficiente conoscere la lingua del medico.» Sorrideva. «È necessario parlare la lingua dell'ingegnere, del biologo, del fisico, dell'informatico...» E con tono serio proclamava: «Fintantoché ogni disciplina rimarrà chiusa nel proprio “orticello” – usava sempre questa parola – commetteremo il peccato mortale di non applicare lo strumentario più adatto alla codifica dei problemi che avremo di fronte». E aveva ragione. Non tutti i problemi possono essere approcciati efficacemente con lo stesso *mindset*: alcuni diventano irrisolvibili se espressi secondo il «vocabolario» formale sbagliato. È l'antica ballata

dell'incomunicabilità dei linguaggi, e in primissima istanza della difficoltà di traslare le codifiche eleganti e universali delle scienze dure, numeriche, nel reame quotidiano ed empirico delle scienze applicate. A quel punto il professore soleva tirar fuori dalla sua borsa un articolo, un editoriale dal titolo accattivante: *Can a biologist fix a radio?* L'autore Yuri Lazebnik prova a immaginarsi come un biologo approccerebbe una radio rossa, secondo la mentalità propria della sua disciplina¹⁴⁰ o, nelle parole del professor Recchia, del suo «orticello».

La radio rossa

Per prima cosa, il biologo ordina da internet un gran numero di radio funzionanti dello stesso tipo, metafora azzeccatissima dei modelli di studio delle malattie, dalle colture cellulari agli organismi modello. A quel punto, studia l'anatomia interna delle radio, constatando la presenza costante di numerosi componenti e classificandoli per colore e dimensioni. Dopodiché prova a danneggiare o a staccare un componente per volta dalle varie radio funzionanti per verificare il «fenotipo», in pratica se la radio continua a funzionare o meno, ovvio parallelismo di organismi *knock-out*, perturbazioni genetiche, CRISPR, ecc. Di lì segue una valanga infernale di studi che iniziano ad assegnare nomi sempre più bizzarri ai componenti della radio e a notare quali sono essenziali per il suo funzionamento. Per esempio – scherza l'autore –, l'antenna verrà chiamata *Most Important Component* (MIC), e poiché il suo funzionamento è tanto migliore quanto maggiore è la sua lunghezza, il buon biologo invocherà una «spiegazione evoluzionistica» per il fatto che questo componente è estensibile. E così via, scoprirà il *Really Important Component* (RIC), e ancora l'*Undoubtedly Most Important Component* (U-MIC), ecc. Leggete l'articolo,¹⁴¹ fa morire dal ridere! Il risultato? Un marasma atroce di frecce, per cui questo componente attiva quello, e questo inibisce quell'altro. Ma, al netto di questa serie infinita di studi, il suo livello complessivo di comprensione della radio rimarrà superficiale. A quel punto, Yuri Lazebnik solleva il sipario, e ci svela la soluzione al problema: la stessa radio vista dagli occhi di un ingegnere. Forte del linguaggio formale della propria disciplina, questi interpreterà la radio secondo uno schema completamente diverso e infinitamente più semplice, un linguaggio formale inconcepibile entro la

cinta dell'orticello della biologia: lo schema matematico di un circuito elettrico.

Una mentalità corale (parte prima)

La radio rotta c'insegna che i problemi posti al nostro vaglio talora possono passare da impossibili a risolvibili a seconda del paradigma e degli stilemi con cui li formalizziamo. Il funzionamento della radio è un problema quantitativo, numerico, la cui descrizione più funzionale è di gran lunga quella offerta dal linguaggio formale dell'ingegneria. Se proviamo a codificare il medesimo problema in un linguaggio incompatibile, qualitativo, diventa impossibile da esprimere in modo conciso, e scoppia, sbrodola in un gomitolo illeggibile di frecce. Quanto detto è altrettanto vero per qualsiasi disciplina: indipendentemente dal settore professionale a cui dedicherete la vostra vita, è gioco-forza che incontrerete problemi tali che, se approcciati con una mentalità *out of the box*, diventano drasticamente più semplici, e di punto in bianco risolvibili. Questa chiave di lettura efficace sarà per sua natura diversa e incompatibile rispetto a quella dei vostri colleghi, e quasi sempre potrà essere «presa in prestito» dalle discipline confinanti. Per essere scienziati e professionisti di prim'ordine, dovremo fare nostro non uno solo, ma una collezione di diversi modi di pensare, da tenere in saccoccia e usare al bisogno. «Ma professore, all'atto pratico come posso acquisire un simile bagaglio corale di diverse mentalità?» Per la prima volta, mi venne esplicitamente suggerita una soluzione ambiziosa: multipli percorsi universitari.

26.2. Come (non) reinventare la ruota?

Secondo aneddoto, il poster

Ad alcuni mesi di distanza, per la prima volta varcavo la soglia del dipartimento di matematica. Ero tesissimo, e potete comprendermi bene. Da studente di medicina del secondo anno mi sentivo peggio di un pesce fuor d'acqua. Stavo andando a ricevimento da quello che sarebbe divenuto il mio professore di analisi matematica 1, in vista del mio primo esame fuori dal seminato. Mi presentai e gli raccontai della mia volontà scapestrata di sostenere corsi al di fuori di medicina. Gli dissi delle motivazioni sincere

che mi spingevano, del mio sogno di dedicarmi alla ricerca, degli orticelli e tutto il resto. Ed è qui che parte il secondo aneddoto. Il professore mi ascoltava compiaciuto. A un tratto si alzò dalla sedia: «Seguimi». E iniziò a percorrere silenziosamente i corridoi del dipartimento di matematica, e io dietro, come un pulcino spaesato dietro la chioccia. Camminammo per qualche minuto, un corridoio dopo l'altro, una scala dopo l'altra, e mi guardai intorno sperduto, disorientato. Mi sentivo talmente piccolo, completamente fuori luogo. A un tratto il professore si fermò nel bel mezzo di un corridoio, davanti a un poster appeso sul muro. Me lo indicò, come se indicasse un trofeo, e sorrise. Lessi: *Ricercatrice medica scopre l'integrale, riceve 75 citazioni.*¹⁴²

Il modello di Tai

Il professore mi spiegò che nel '94 un episodio fece smascellare dal ridere tutti i matematici del mondo. Una diabetologa, tale Mary M. Tai, pubblicò un «metodo matematico per la determinazione dell'area totale sottesa dalla curva della tolleranza al glucosio, o da altre curve metaboliche» su un'autorevole rivista scientifica del settore.¹⁴³ Questo metodo non era altro che l'integrale, strumento che i matematici conoscono fin dalla seconda metà del Seicento! «Nel modello di Tai» asseriva l'articolo «l'area totale sotto una curva viene calcolata dividendo la superficie sottesa fra due valori dell'asse x ... in rettangoli e triangoli.» Se vi torna alla mente quando il vostro professore delle superiori vi ha insegnato il metodo del plurirettangolo alla base dell'integrazione, non siete i soli. Matematici di tutto il mondo sorrisero di fronte a questa «clamorosa» scoperta, al punto che qualcuno a Pisa decise di appendere questo poster nei corridoi del dipartimento di matematica in sempiterna memoria delle trappole tese da una mentalità troppo ristretta e monodisciplinare. A parte le battute, il professore era sinceramente ammirato dall'inventiva dimostrata da quella ricercatrice, e non aveva torto! Costei aveva testualmente reinventato la ruota: era riuscita con le sue sole forze – almeno, per quanto ne sappiamo – a scoprire *ex novo* la grande invenzione che fu di Newton e di Leibniz, trecento anni prima.

Una mentalità corale (parte seconda)

Questo aneddoto è un monito marmoreo ai rischi che susseguono alla compartmentalizzazione fra discipline. Il fatto che Mary M. Tai avesse ingenuamente creduto di avere effettuato una scoperta innovativa, e che perfino gli editor della rivista – ripeto, un giornale internazionale di prim'ordine – non sospettassero che questa presunta «invenzione» fosse una conoscenza assolutamente basilare delle discipline matematiche, testimonia quanto profetiche e veritiere fossero state le parole del professor Recchia circa gli «orticelli». Inutile dire che anche il professore di analisi m'incoraggiò a perseguire con caparbia la mia impresa delle lauree parallele. Concluse: «Questo ti garantirà di non sciupare la tua vita per riscoprire cose già note – o addirittura francamente scontate – nelle discipline confinanti con la tua». Parole sante.

26.3. Come studiare la matematica dei rapporti sessuali?

Terzo aneddoto, la parabola

Giunto al mio quarto anno di medicina, l'avventura dei cinque percorsi paralleli a Pisa era ormai *in medias res*: c'ero dentro con tutte le scarpe, e ci sguazzavo! Quell'anno ebbi la fortuna di trascorrere un periodo presso Harvard e l'MIT, grazie ad alcune borse di studio internazionali. Il progetto di ricerca al quale lavorai, benché indirizzato verso un problema medico – il disturbo dello spettro autistico –, applicava uno strumentario avanzato di carattere matematico e biotecnologico. Per la prima volta provai il brivido e la soddisfazione di mettere a frutto il bagaglio multidisciplinare per cui tanto sudore avevo versato nei miei studi pisani. Ed è qui che interviene il terzo e ultimo aneddoto. Nel corso delle ricerche, mi ritrovai ad approfondire e ad applicare alcune materie astratte e matematiche, con l'aiuto delle risorse didattiche dei due atenei americani. Studiando per conto mio la teoria dei grafi, m'imbattei in una lezione online del professor Tom Leighton dell'MIT.¹⁴⁴ Ne rimasi semplicemente folgorato. Sì, perché nella divertente «parabola» con cui questo accademico di fama mondiale apriva il proprio corso di teoria dei grafi, potei vedere una delle più sfolgoranti epifanie di quello stesso vaticinio che il professor Recchia mi aveva espresso quattro anni prima, al mio primo giorno di università. Seguitemi.

L'annosa questione del numero di partner sessuali

La domanda del professor Leighton, che ritrasmetto a voi, cari lettori, è la seguente. Vogliamo sapere in una certa popolazione – poniamo, in Italia – chi tra uomini e donne abbia il maggior numero di partner sessuali. Preciso che ai fini di questo calcolo considereremo solo i generi binari e ci limiteremo ai rapporti eterosessuali: questo in ragione unicamente di alcune semplificazioni matematiche che si renderanno necessarie più avanti nei calcoli. Formalizzando la domanda in termini più rigorosi, immaginiamo che in media un maschio nel corso della vita si congiunga a un numero P_M di donne, e che in media una femmina si congiunga con un numero P_F di uomini: noi vogliamo semplicemente stabilire quale dei numeri sia il più grande, e di quanto. Vi spoilerò subito che no, i due numeri non sono uguali, quindi alla fine della storia avremo un vincitore. Così *d'emblée*, secondo voi, quale dei due generi detiene il primato: sono i maschi o le femmine ad avere il maggior numero di partner sessuali, e di quanto? Ma, ancora più importante: se indossaste i panni dei ricercatori sociologi incaricati di stabilirlo, come procedereste? La domanda potrà sembrarvi frivola, ma le scienze sociali hanno speso cifre da capogiro nel tentativo di darvi risposta, organizzando costosi studi su larga scala per interrogare a colpi di questionari migliaia di americani.

Uno studio del 1994 dell’Università di Chicago – racconta il professore – intervistò 2500 americani, riportando un rapporto $P_M : P_F$ pari a 1,74. In pratica, il maschio medio avrebbe all’attivo un numero di partner del 74% più alto rispetto alla donna media. Nel 2004 perfino l’emittente ABC news intervistò 1500 americani, riportando un rapporto $P_M:P_F$ ancora più alto, pari a 3,33. A detta dei maschi, ognuno di loro si sarebbe accoppiato con un numero di donne triplo, rispetto al numero di maschi con cui la donna media afferma di avere avuto rapporti: come vedete, le battute si sprecano. Insomma, è ben chiaro che in questa storia di dati contraddittori e questionari al peperoncino qualcosa non torna. Il colmo è – conclude l’autorevole professor Leighton – che per stabilire la risposta a quest’annosa questione non era affatto necessario spendere milioni di dollari in questionari. La soluzione è sempre stata a un palmo dal nostro naso, facilmente ottenibile tramite la matematica dei grafi.

Dimostrazione

Provo a spiegarvela in brevissimo. Un grafo è un oggetto matematico fatto da un insieme di punti (nodi) connessi da linee (archi). Immaginiamo di disegnare nella porzione sinistra della pagina un nodo per ogni individuo maschio presente in Italia: sono circa 28,9 milioni (dati Istat). Similmente, disegniamo nella porzione destra della pagina un nodo per ogni donna presente in Italia: sono circa 30,4 milioni. A quel punto, possiamo rappresentare gli accoppiamenti sotto forma di archi. Avendo limitato (per semplicità) il nostro studio ai soli rapporti eterosessuali, ogni arco dovrà necessariamente originare dalla porzione sinistra del foglio, ove sono rappresentati gli uomini, e terminare nella porzione destra del foglio, ove sono rappresentate le donne. Bene, in questa formalizzazione è evidente che il numero P_M non è altro che il numero medio di archi che si dipartono da ciascun uomo: in pratica, P_M è banalmente il numero totale di archi diviso per il numero totale di uomini. Allo stesso modo, il numero P_F non è altro che il numero medio di archi che si collegano a ciascuna donna: in pratica, P_F è banalmente il numero totale di archi diviso il numero totale di donne. Noi siamo interessati a calcolare il rapporto fra i due, $P_M : P_F$. Ma a questo punto il suo valore è subito svelato: poiché il numero totale di archi si elide sopra e sotto il segno di frazione, otteniamo come risultato il numero totale di donne diviso il numero di uomini, $P_M : P_F$. Sostituiamo con i dati Istat, ottenendo 30,4 milioni diviso 28,9 milioni, pari a 1,052. In media, limitatamente alla popolazione italiana, ciascun maschio ha un numero di partner del 5% maggiore di ciascuna donna. Costo totale dello studio? Zero euro.

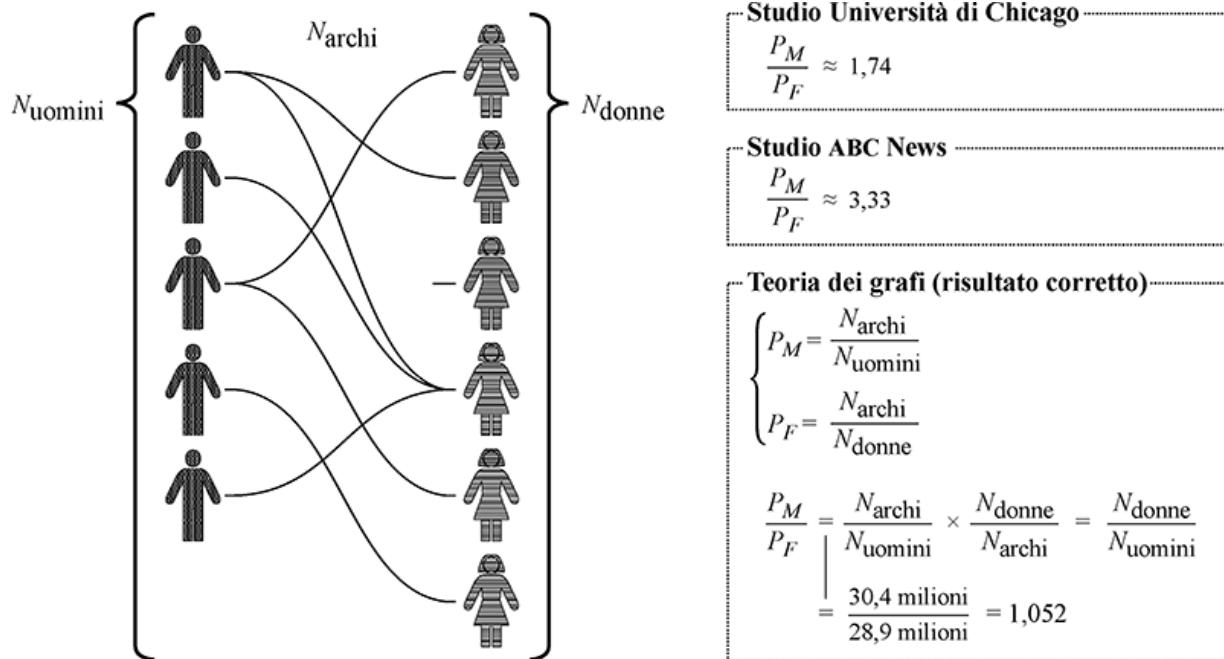


Figura 30. Il problema del professor Leighton.

Una mentalità corale (parte terza)

Siamo alle prese con un altro caso in cui ricercatori professionisti, questa volta nel settore della sociologia, sono finiti per impantanarsi in una strada oltremodo difficoltosa, complessa e dai risultati discutibili, per il solo e unico crimine di non possedere solide basi di matematica. Se costoro avessero contaminato la propria formazione di scienziati sociali acquisendo rudimenti basilari delle discipline estranee al proprio settore, questo accorgimento avrebbe risparmiato loro di buttare al vento anni di lavoro – oltre che il dispendio di budget molto cospicui – nel rincorrere un risultato che chiunque, con qualche nozione minima di teoria dei grafi, avrebbe potuto rinvenire in cinque minuti. Tornato in Italia dopo l'esperienza di Harvard e dell'MIT, un giorno per mio cinico diletto sfruttai l'occasione di una mia conferenza universitaria per divertirmi. Volli sottoporre questo quesito alla platea di giovani studenti di medicina e di biologia che avevo dinanzi. Con massimo rigore esposi loro il problema, insieme ai risultati altamente contrastanti dei due studi sopra menzionati basati sui questionari anonimi. A quel punto domandai loro d'ideare una strategia sperimentale

per giungere al risultato corretto. Le risposte degli studenti furono le più esilaranti, c'è di che piegarsi in due dal ridere:

- questionari non anonimi, con nome e cognome del firmatario e dei partner, al fine di eseguire un controllo crociato – immaginate che scena, vi bussa alla porta un ricercatore per dirvi che la tale fanciulla sostiene di essere venuta a letto con voi, e vi chiede gentilmente di confermare;
- questionari camuffati, in cui la domanda viene mascherata in un insieme di domande su altri argomenti – del resto non lo noterebbe nessuno: prima gli chiedi che tempo fa, poi qual è il tuo colore preferito... ah dimenticavo, *en passant*, con quanti/e ragazzi/e sei andato/a a letto?;
- introdurre microchip sottocutanei – quale comitato etico universitario non sarebbe entusiasta di approvare subito uno studio del genere...;
- questionari con controllo crociato, chiedendo al fidanzato o alla fidanzata con quanti partner ritenga che la propria dolce metà sia andata a letto – per la serie, gli scheletri nell'armadio;
- questionari anonimi correggendo (giuro, uno studente ha realmente detto così) per orge, feste con ragazzi/e bendati/e e altre simili delicatezze prese dalle più soavi rime del dolce stil novo;
- costringere i partecipanti allo studio a utilizzare un'app che provi l'avvenuto rapporto basandosi sulla misurazione di dati biometrici – per la serie, la privacy anzitutto;
- aggiungere un bottoncino alle app di *dating* che chiede agli utenti se sono andati a letto – chi non si fiderebbe degli attendibilissimi reportage di utenti presi a caso su un'app di *dating*?;
- studiare la diffusione nella popolazione-studio di un vettore virale innocuo a trasmissione sessuale, a cui facciamo esprimere un DNA-«codice a barre» univoco per ciascun clone – di nuovo, vogliamo far brillare di gioia gli occhi del comitato etico.

In una platea di cinquanta studenti universitari di medicina e biologia, in mezzo a microchip, virus a trasmissione sessuale e controlli crociati in tutte le salse, a nessuno di loro è passato per la mente che la risposta definitiva poteva essere ottenuta con una matita e un pezzo di carta, conoscendo

qualche rudimento basilare di matematica. *Quandoque bonus dormitat Homerus.*

Epilogo

Amici, siamo giunti alla fine, e mi piange il cuore al pensiero di dovervi salutare. Permettetemi, in queste ultime pagine, di ricapitolare il messaggio finale del presente libro, condensando il mio pensiero in una sorta di «credo» laico.

Credo che la nostra società si avvii ad abbracciare una radicale trasformazione nel metodo di studio e d'insegnamento, per basarsi sempre più saldamente sull'evidenza. Evidenza in primo luogo scientifica, che poggia i propri piedi sulla riproducibilità dei dati anziché sulla cieca tirannia dell'inerzia. Ma che non preclude, al tempo stesso, l'evidenza soggettiva e metacognitiva, la sperimentazione individuale di metodi nuovi e fuori dagli schemi da parte di ciascuno di noi.

Credo che una conoscenza vasta e multidisciplinare sia in grado di trasfigurare radicalmente la nostra vita professionale in qualunque settore, da un mero atto esecutivo a un gesto creativo, originale, oserei dire artistico. E che questa emancipazione, l'abilità di plasmare la nostra disciplina modificandola e lasciando il segno, porti con sé una rivoluzione copernicana in termini di gratificazione che traiamo dalle nostre attività quotidiane.

Credo che la multidisciplinarità non consista nell'introdurre qualche sporadico esame estraneo in seno a un certo corso di laurea, ma nel tuffarsi in una platea di studenti o professionisti dediti esclusivamente a una disciplina diversa dalla nostra, per fondersi totalmente con essi. Respirare la loro aria, fino a riunire in sé una moltitudine di diverse *dramatis personae*, e sapersi trasfigurare in ognuna di esse a proprio piacimento, pensando e agendo secondo i dettami e gli stilemi propri di queste diverse identità. Non tutti possiamo avere una mente geniale, una *beautiful mind*, ma tutti, se lo vogliamo, possiamo avere una mentalità geniale, un *beautiful mindset*.

Credo che il significato ultimo della nostra vita corrisponda all’impatto che lasciamo dietro di noi, e destinato a sopravvivere dopo di noi. E che in quest’ottica lo studio rappresenti il singolo atto più fruttuoso a cui possiamo dedicarci, nella misura in cui ci consente di ereditare la conoscenza di tante generazioni che ci hanno preceduto, fungendo da «moltiplicatore di esperienza», o parimenti, moltiplicatore del nostro personale impatto.

Credo che lo studio diventi psicologicamente sostenibile nell’unico momento in cui non viene condotto perché ci siamo costretti, o perché è scritto in un piano di studi ministeriale, ma per la bellezza d’imparare, e di applicare il proprio sapere a una causa per cui vale la pena lottare.

Credo che ognuno di noi abbia il potenziale di essere uno studente straordinario, e un essere umano straordinario. E che il segreto metodologico per raggiungere un simile obiettivo risieda nell’accettazione della nostra natura umana, e in ultima analisi nella conoscenza degli ingranaggi del nostro cervello.

Infine, credo che tutto questo sia vero e che la domanda che vi ha spinti a leggere questo libro abbia trovato risposta. Non so quale fosse questa domanda, ma sono sicuro che la risposta è stata con noi tutto il tempo, fin dalla prima riga. Γνῶθι σεαυτόν, conosci te stesso.

Ringraziamenti

Un ringraziamento speciale agli stimatissimi docenti e colleghi che hanno contribuito alla revisione scientifica del manoscritto:

Prof. Yuri Bozzi

Dott.ssa Simona Grazioli

Prof. Giancarlo Logroscino

Dott.ssa Francesca Longhena

Prof. Riccardo Ruffoli

Prof. Giorgio Vivacqua

Bibliografia

1. Kornell, N., Bjork, R.A., *The Promise and Perils of Self-Regulated Study*, in «Psychonomic Bulletin & Review», 14, 2007, pp. 219-224.
2. Karpicke, J.D., Butler, A.C., Roediger III, H.L., *Metacognitive Strategies in Student Learning: Do Students Practise Retrieval When They Study on Their Own?*, in «Memory», 17, 2009, pp. 471-479, <http://dx.doi.org/10.1080/0965821080264700917>.
3. Callender, A.A., McDaniel, M.A., *The Limited Benefits of Rereading Educational Texts*, in «Contemporary Educational Psychology», 34, 2009, pp. 30-41.
4. Pashler, H. et al., *Learning Styles: Concepts and Evidence*, in «Psychological Science in the Public Interest», 2009, pp. 105-119, <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x9>.
5. Nolen-Hoeksema, S. et al., *Atkinson & Hilgard's Introduction to Psychology*, Wadsworth Pub Co, 2008.
6. Nikolić, D. et al., *Distributed Fading Memory for Stimulus Properties in the Primary Visual Cortex*, in «PLoS Biology», 7, 2009, e1000260.
7. Alain, C., Woods, D.L., Knight, R.T., *A Distributed Cortical Network for Auditory Sensory Memory in Humans*, in «Brain Research», 812, 1998, pp. 23-37.
8. Baddeley, A., *Working Memory: Theories, Models, and Controversies*, in «Annual Review of Psychology», 63, 2012, pp. 1-29.
9. Sternberg, R.J., Sternberg, K., *Cognitive Psychology*, Wadsworth Pub Co, 2012.
10. Funahashi, S., *Working Memory in the Prefrontal Cortex*, in «Brain Sciences», 7, 2017, p. 49.
11. Murdock Jr., Bennet, B., *The Serial Position Effect of Free Recall*, in «Journal of Experimental Psychology», 64, 1962, pp. 482-488.
12. Miller, G.A., *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information*, in «Psychological Review», 63, 1956, pp. 81-97.
13. Ericsson, K.A., Chase, W.G., Faloon, S., *Acquisition of a Memory Skill*, in «Science», 208, 1980, pp. 1181-1182.
14. Sheffield, F.D., Roby, T.B., Campbell, B.A., *Drive Reduction Versus Consummatory Behavior as Determinants of Reinforcement*, in «Journal of Comparative and Physiological Psychology», 47, 1954, pp. 349-354.

15. Buzsáki, G., *Hippocampal Sharp Wave-ripple: A Cognitive Biomarker for Episodic Memory and Planning*, in «Hippocampus», 25, 2015, pp. 1073-1188.
16. Bir, S.C. et al., *Julius Caesar Arantius (Giulio Cesare Aranzi, 1530-1589) and the Hippocampus of The Human Brain: History Behind the Discovery*, in «Journal of Neurosurgery», 122, 2015, pp. 971-975.
17. Corkin, S., *Permanent Present Tense: The Unforgettable Life of the Amnesic Patient, H.M.*, Basic Books, 2013.
18. Budson, A.E., Price, B.H., *Memory Dysfunction*, in «The New England Journal of Medicine», 352, 2005, pp. 692-699.
19. Hebb, D.O., *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*, Psychology Press, 1949.
20. Josselyn, S.A., Köhler, S., Frankland, P.W., *Finding the Engram*, in «Nature Reviews Neuroscience», 16, 2015, pp. 521-534.
21. Bradshaw, G.L., Anderson, J.R., *Elaborative Encoding as an Explanation of Levels of Processing*, in «Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior», 21, 1982, pp. 165-174.
22. Ebbinghaus, H., *Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1885.
23. Kitson, H.D., *The Plateau of Despond*, in *How to Use Your Mind. A Psychology of Study, Being a Manual for the Use of Students and Teachers in the Administration of Supervised Study*, J.B. Lippincott Company, 1916, pp. 154-165.
24. Arnott, E., Dust, M., *Combating Unintended Consequences of in-Class Revision Using Study Skills Training*, in «Psychology Learning & Teaching», 11, 2012, pp. 99-105.
25. Rawson, K.A., Kintsch, W., *Rereading Effects Depend on Time of Test*, in «Journal of Educational Psychology», 97, 2005, pp. 70-80.
26. Cepeda, N.J. et al., *Distributed Practice in Verbal Recall Tasks: A Review and Quantitative Synthesis*, in «Psychological Bulletin», 132, 2006, pp. 354-380.
27. Carpenter, S.K., *Spacing and Interleaving of Study and Practice*, in *Applying Science of Learning in Education: Infusing Psychological Science into the Curriculum*, Society for the Teaching of Psychology, 2014, pp. 131-140.
28. Shea, J.B., Morgan, R.L., *Contextual Interference Effects on the Acquisition, Retention, and Transfer of a Motor Skill*, in «Journal of Experimental Psychology. Human Learning and Memory», 5, 1979, pp. 179-187.
29. de Croock, M.B.M., van Merriënboer, J.J.G., *Paradoxical Effects of Information Presentation Formats and Contextual Interference on Transfer of a Complex Cognitive Skill*, in «Computers in Human Behavior», 23, 2007, pp. 1740-1761.

30. Pascarella, E.T., Terenzini, P.T., *How College Affects Students: A Third Decade of Research*, vol. 2, Jossey-Bass, 2005.
31. Bjork, R.A., Dunlosky, J., Kornell, N., *Self-Regulated Learning: Beliefs, Techniques, and Illusions*, in «Annual Review of Psychology», 64, 2013, pp. 417-444.
32. Siegesmund, A., *Using Self-Assessment to Develop Metacognition and Self-regulated Learners*, in «FEMS Microbiology Letters», 364, 2017.
33. Cirillo, F., *The Pomodoro Technique (The Pomodoro)*, in «Software Engineering», 54, 2006, pp. 1-35.
34. Riegel, M. et al., *Effect of Emotion on Memory for Words and Their Context*, in «The Journal of Comparative Neurology», 524, 2016, pp. 1636-1645.
35. Boser, U., *Effective Learning and the Best Way to Study*, in «The Learning Agency Lab», 2020, <https://www.the-learning-agency-lab.com/the-learning-curve/How-to-study-more-effectively/>.
36. Weinstein, Y., McDermott, K.B., Roediger H.L., *A Comparison of Study Strategies for Passages: Rereading, Answering Questions, and Generating Questions*, in «Journal of Experimental Psychology: Applied», 16, 2010, pp. 308-316.
37. McNamara, D.S., *SERT: Self-Explanation Reading Training*, in «Discourse Processes», 38, 2004, pp. 1-30.
38. Corsi, R.L. et al., *Carbon Dioxide Levels and Dynamics in Elementary Schools: Results of the TESIAS Study*, in *Proceedings of Indoor Air 2002 (9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate) – June 30-July 5, 2002*, 2002.
39. Usha, S. et al., *Is CO₂ an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO₂ Concentrations on Human Decision-Making Performance*, in «Environmental Health Perspectives», 120, 2012, pp. 1671-1677.
40. Durkin, K., Rittle-Johnson, B., *The Effectiveness of Using Incorrect Examples to Support Learning About Decimal Magnitude*, in «Learning and Instruction», 22, 2012, pp. 206-214.
41. Robinson, F.P., *Effective Study*, Harper & Brothers, New York - London 1946.
42. Schmeck, R.R., *Learning Strategies and Learning Styles*, Springer, Boston (MA) 1988, doi:10.1007/978-1-4899-2118-5.
43. Omelicheva, M.Y., Avdeyeva, O., *Teaching with Lecture or Debate? Testing the Effectiveness of Traditional Versus Active Learning Methods of Instruction*, in «PS: Political Science and Politics», 41, 2008, pp. 603-607.
44. Steinert, Y., Snell, L.S., *Interactive Lecturing: Strategies for Increasing Participation in Large Group Presentations*, in «Medical Teacher», 21, 1999, pp. 37-42.
45. De Lorenzo, R.A., Abbott, C.A., *Effectiveness of an Adult-Learning, Self-Directed Model Compared with Traditional Lecture-Based Teaching Methods in Out-of-Hospital Training*, in

- «Academic Emergency Medicine», 11, 2004, pp. 33-37.
46. Greene, E.B., *The Relative Effectiveness of Lecture and Individual Reading as Methods of College Teaching*, in «Genetic Psychology Monographs», 4, 1928, pp. 459-563.
47. Kitson, H.D., *How to Use Your Mind: A Psychology of Study*, Dodo Press, 2007.
48. Mayer, R.E., Mathias, A., Wetzell, K., *Fostering Understanding of Multimedia Messages Through Pre-Training: Evidence for a Two-Stage Theory of Mental Model Construction*, in «Journal of Experimental Psychology: Applied», 8, 2002, pp. 147-154.
49. Katayama, A.D., Crooks, S.M., *Outline Notes: Differential Effects of Studying Complete or Partial Graphically Organized Notes*, in «The Journal of Experimental Education», 71, 2003, pp. 293-312.
50. Chai, M.T. et al., *Exploring EEG Effective Connectivity Network in Estimating Influence of Color on Emotion and Memory*, in «Frontiers in Neuroinformatics», 13, 2019.
51. King, A., *Comparison of Self-Questioning, Summarizing, and Notetaking-Review as Strategies for Learning from Lectures*, in «American Educational Research Journal», 29, 1992, pp. 303-323.
52. Small, G.W., *The Memory Bible: An Innovative Strategy for Keeping Your Brain Young*, Hachette Books, New York 2003.
53. Nitsch, R., Stahnisch, F.W., *Neuronal Mechanisms Recording the Stream of Consciousness – A Reappraisal of Wilder Penfield's (1891-1976) Concept of Experiential Phenomena Elicited by Electrical Stimulation of the Human Cortex*, in «Cerebral Cortex», 28, 2018, pp. 3347-3355.
54. Dalla Barba, G., Decaix, C., «Do You Remember What You Did on March 13, 1985?». A Case Study of Confabulatory Hypermnesia, in «Cortex», 45, 2008, pp. 566-574.
55. Jankovic, J. et al., *Bradley and Daroff's Neurology in Clinical Practice*, Elsevier Science Health Science, 2021.
56. Tulving, E., *Intratrial and Intertrial Retention: Notes Towards a Theory of Free Recall Verbal Learning*, in «Psychological Review», 71, 1964, pp. 219-237.
57. Kim, J., Kim, M., Yoon, J.H., *The Tip-of-the-Tongue Phenomenon in Older Adults with Subjective Memory Complaints*, in «PLoS One», 15, 2020, e0239327.
58. Erdelyi, M.H., *Hypnotic Hypermnesia: The Empty Set of Hypermnesia*, in «International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis», 42, 1994, pp. 379-390.
59. Tulving, E., Pearlstone, Z., *Availability Versus Accessibility of Information in Memory for Words*, in «Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior», 5, 1966, pp. 381-391.
60. Anderson, J.R., *A Spreading Activation Theory of Memory*, in «Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior», 22, 1983, pp. 261-295.
61. Godden, D.R., Baddeley, A.D., *Context-Dependent Memory in Two Natural Environments: On Land and Underwater*, in «British Journal of Psychology», 66, 1975, pp. 325-331.

62. Smith, S.M., Glenberg, A., Bjork, R.A., *Environmental Context and Human Memory*, in «Memory & Cognition», 6, 1978, pp. 342-353.
63. Williams, M.D., Hollan, J.D., *The Process of Retrieval from Very Long-Term Memory*, in «Cognitive Science», 5, 1981, pp. 87-119.
64. Gates, A.I., *Recitation as a Factor in Memorizing*, in «Archives of Psychology», 6, 1917.
65. McDaniel, M.A., Howard, D.C., Einstein, G.O., *The Read-Recite-Review Study Strategy: Effective and Portable*, in «Psychological Science», 20, 2009, pp. 516-522.
66. Kornell, N., Metcalfe, J., *The Effects of Memory Retrieval, Errors and Feedback on Learning*, in *Applying Science of Learning in Education: Infusing Psychological Science into the Curriculum*, Society for the Teaching of Psychology, 2014, pp. 225-234.
67. Oakley, B., *A Mind for Numbers: How to Excel at Math and Science (Even If You Flunked Algebra)*, TarcherPerigee, New York 2014.
68. Bertsch, S., Pesta, B., *Generating Active Learning*, in *Applying Science of Learning in Education: Infusing Psychological Science into the Curriculum*, Society for the Teaching of Psychology, 2014, pp. 71-77.
69. van Blerkom, D.L., van Blerkom, M.L., Bertsch, S., *Study Strategies and Generative Learning: What Works?*, 2014, pp. 7-18, <http://dx.doi.org/10.1080/10790195.2006.1085019037>.
70. Richland, L.E., Kornell, N., Kao, L.S., *The Pretesting Effect: Do Unsuccessful Retrieval Attempts Enhance Learning?*, in «Journal of Experimental Psychology: Applied», 15, 2009, pp. 243-257.
71. Clark, J.M., Paivio, A., *Dual Coding Theory and Education*, in «Educational Psychological Review», 3, 1991, pp. 149-210.
72. Mayer, R.E., Heiser, J., Lonn, S., *Cognitive Constraints on Multimedia Learning: When Presenting More Material Results in Less Understanding*, in «Journal of Educational Psychology», 93, 2001, pp. 187-198.
73. Mayer, R.E. et al., *Increased Interestingness of Extraneous Details in a Multimedia Science Presentation Leads to Decreased Learning*, in «Journal of Experimental Psychology: Applied», 14, 2008, pp. 329-339.
74. Kapp, F.G. et al., *Protection from uv Light is an Evolutionarily Conserved Feature of the Haematopoietic Niche*, in «Nature», 558, 2018, pp. 445-448.
75. Sadeghi, N., Soleimani, H., *A Description and Evaluation of Hot Potatoes Web-Authoring Software in Educational Settings*, in «Theory and Practice in Language Studies», 5, 2015, p. 2407.
76. Leitner, S., *So Lernt Man Lernen: Der Weg zum Erfolg*, Verlag Herder, Freiburg im Breisgau 2000.
77. VanDeVelde Luskin, C., *Mark Lepper: Intrinsic Motivation, Extrinsic Motivation and the Process of Learning*, Stanford Bing Nursery School, Stanford (CA) 2003.

78. Ryan, R.M., Deci, E.L., *Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being*, in «American Psychologist», 55, 2000, pp. 68-78.
79. Tak, H.J., Curlin, F.A., Yoon, J.D., *Association of Intrinsic Motivating Factors and Markers of Physician Well-Being: A National Physician Survey*, in «Journal of General Internal Medicine», 32, 2017, pp. 739-746.
80. Lepper, M.R., Greene, D., *Turning Play into Work: Effects of Adult Surveillance and Extrinsic Rewards on Children's Intrinsic Motivation*, in «Journal of Personality and Social Psychology», 31, 1975, pp. 479-486.
81. Greene, D., Sternberg, B., Lepper, M.R., *Overjustification in a Token Economy*, in «Journal of Personality and Social Psychology», 34, 1976, pp. 1219-1234.
82. Tang, S., Hall, V.C., *The Overjustification Effect: A Meta-Analysis*, in «Applied Cognitive Psychology», 9, 1995, pp. 365-404.
83. Stern, Y., *Cognitive Reserve in Ageing and Alzheimer's Disease*, in «The Lancet Neurology», 11, 2012, pp. 1006-1012.
84. Chew, S.L., *Helping Students to Get the Most out of Studying*, in *Applying Science of Learning in Education: Infusing Psychological Science into the Curriculum*, Society for the Teaching of Psychology, 2014, pp. 215-223.
85. Gardner, H., *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, Basic Books, New York 2011.
86. Parkinson, C.N., *Parkinson's Law*, in «The Economist», 1955.
87. McKenzie, T.L., Rushall, B.S., *Effects of Self-Recording on Attendance and Performance in a Competitive Swimming Training Environment*, in «Journal of Applied Behavior Analysis», 7, 1974, pp. 199-206.
88. Sanbonmatsu, D.M. et al., *Who Multi-Tasks and Why? Multi-Tasking Ability, Perceived Multi-Tasking Ability, Impulsivity, and Sensation Seeking*, in «PLoS One», 8, 2013, e54402.
89. Paulos, L., *Multitasking Madness*, in «Scholastic Choices», 23, 2007, pp. 10-13.
90. Beanland, V., Pammer, K., *Minds on the Blink: The Relationship between Inattentional Blindness and Attentional Blink*, in «Attention, Perception, & Psychophysics», 74, 2012, pp. 322-330.
91. Cheng, C., Li, A.Y., *Internet Addiction Prevalence and Quality of (Real) Life: A Meta-Analysis of 31 Nations Across Seven World Regions*, in «Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking», 17, 2014, pp. 755-760.
92. Vuilleumier, P., Trost, W., *Music and Emotions: From Enchantment to Entrainment*, in «Annals of the New York Academy of Sciences», 1337, 2015, pp. 212-222.
93. Jenkins, J.S., *The Mozart Effect*, in «Journal of the Royal Society of Medicine», 94, 2001, pp. 170-172.

94. Robbins, S.B. et al., *Do Psychosocial and Study Skill Factors Predict College Outcomes? A Meta-Analysis*, in «Psychological Bulletin», 130, 2004, pp. 261-288.
95. Bower, G.H., *Mental Imagery and Associative Learning*, in *Cognition in Learning and Memory*, vol. VII, John Wiley & Sons, Hoboken (NJ) 1972, p. 263.
96. McDaniel, M.A., Masson, M.E.J., *Altering Memory Representations Through Retrieval*, in «Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition», 11, 1985, pp. 371-385.
97. Bear, M.F., Connors, B.W., Paradiso, M.A., *Neuroscience: Exploring the Brain*, Jones & Bartlett Learning, Burlington (MA) 2006.
98. O'Brien, D., *How to Pass Exams*, Duncan Baird Publishers, Toronto (ON) 2000.
99. Harry Lorayne Is the Yoda of Memory-Training, in «Time Magazine», 2000.
100. Maguire, E.A. et al., *Routes to Remembering: the Brains Behind Superior Memory*, in «Nature Neuroscience», 6, 2003, pp. 90-95.
101. Harris T., *Hannibal*, Mondadori, Milano 2001.
102. Curtis, G., *Your Life In Numbers*, Dreams, 2017, www.dreams.co.uk/sleep-matters-club/your-life-in-numbers-infographic/.
103. Stickgold, R., *Neuroscience: A Memory Boost While You Sleep*, in «Nature», 444, 2006, pp. 559-560.
104. Rattenborg, N.C. et al., *Evidence that Birds Sleep in Mid-Flight*, in «Nature Communications», 7, 2016, pp. 1-9.
105. Lyamin, O.I. et al., *Cetacean Sleep: An Unusual Form of Mammalian Sleep*, in «Neuroscience & Biobehavioral Reviews», 32, 2008, pp. 1451-1484.
106. Burke, K.L., *Birds Can Sleep While Flying*, in «American Scientist», 104, 2016, p. 331.
107. Miller, G., *On the Origin of Sleep*, in «Science», 2009, blogs.sciencemag.org/origins/2009/08/on-the-origin-of-sleep.html.
108. Fernandes, D., Carvalho, A.L., *Mechanisms of Homeostatic Plasticity in the Excitatory Synapse*, in «Journal of Neurochemistry», 139, 2016, pp. 973-996.
109. Iliff, J.J. et al., *A Paravascular Pathway Facilitates CSF Flow Through the Brain Parenchyma and the Clearance of Interstitial Solutes, Including Amyloid β* , in «Science Translational Medicine», 4, 2012, 147ra111.
110. Xie, L. et al., *Sleep Drives Metabolite Clearance from the Adult Brain*, in «Science», 342, 2013, pp. 373-377.
111. Choy, E.H.S., *The Role of Sleep in Pain and Fibromyalgia*, in «Nature Reviews Rheumatology», 11, 2015, pp. 513-520.
112. Siegel, J.M., *The REM Sleep-Memory Consolidation Hypothesis*, in «Science», 294, 2001, pp. 1058-1063.

- 113.** Carlsson, I., Davidson, P., Ors, M., *Effects of a Daytime Nap on Primed and Repeated Remote Associates Tests and Relations with Divergent Creativity*, 2019, pp. 207-214, <https://doi.org/10.1080/10400419.2019.160661931>.
- 114.** Horsager, J. et al., *Brain-First Versus Body-First Parkinson's Disease: a Multimodal Imaging Case-Control Study*, in «*Brain*», 143, 2020, pp. 3077-3088.
- 115.** *How Much Sleep Do Children Need?*, National Health Service, 2020, <https://www.nhs.uk/live-well/sleep-and-tiredness/How-much-sleep-do-kids-need/>.
- 116.** Kirszenblat, L., van Swinderen, B., *Sleep in Drosophila*, in «*Handbook of Sleep Research*», 30, 2019, pp. 333-347.
- 117.** Roenneberg, T. et al., *Chronotype and Social Jetlag: A (Self-) Critical Review*, in «*Biology*», 8, 2019.
- 118.** Krieger, D.T. et al., *Characterization of the Normal Temporal Pattern of Plasma Corticosteroid Levels*, in «*The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*», 32, 1971, pp. 266-284.
- 119.** Malik, S. et al., *Neurogenesis Continues in the Third Trimester of Pregnancy and Is Suppressed by Premature Birth*, in «*The Journal of Neuroscience*», 33, 2013, pp. 411-423.
- 120.** Azevedo, F.A.C. et al., *Equal Numbers of Neuronal and Nonneuronal Cells Make the Human Brain an Isometrically Scaled-Up Primate Brain*, in «*The Journal of Comparative Neurology*», 513, 2009, pp. 532-541.
- 121.** Mueller, A.D. et al., *Sleep and Adult Neurogenesis: Implications for Cognition and Mood*, in «*Sleep, Neuronal Plasticity and Brain Function*», 25, 2013, pp. 151-81.
- 122.** Frankland, P.W., Köhler, S., Josselyn, S.A., *Hippocampal Neurogenesis and Forgetting*, in «*Trends in Neurosciences*», 36, 2013, pp. 497-503.
- 123.** Clelland, C.D. et al., *A Functional Role for Adult Hippocampal Neurogenesis in Spatial Pattern Separation*, in «*Science*», 325, 2009, pp. 210-213.
- 124.** Rotenstein, L.S. et al., *Prevalence of Depression, Depressive Symptoms, and Suicidal Ideation Among Medical Students: A Systematic Review and Meta-Analysis*, in «*Journal of the American Medical Association*», 316, 2016, pp. 2214-2236.
- 125.** Terman, L.M., Oden, M.H., *The Gifted Group at Mid-Life: Thirty-Five Years' Follow-Up of the Superior Child*, in *Genetic Studies of Genius*, vol. V, 1959.
- 126.** *Lettera di Hermann Einstein a Jost Winteler*, Pavia, 29 ottobre 1895.
- 127.** *Lettera di Albert Einstein a Willem Julius*, Praga, 15 novembre 1911.
- 129.** *Lettera di Albert Einstein ad Arthur T. Hadley*, Berlino, 22 febbraio 1921.
- 130.** Mazoyer, B. et al., *Gaussian Mixture Modeling of Hemispheric Lateralization for Language in a Large Sample of Healthy Individuals Balanced for Handedness*, in «*PLoS One*», 9, 2014, e101165.

131. Gomez-Tortosa, E. et al., *Selective Deficit of One Language in a Bilingual Patient Following Surgery in the Left Perisylvian Area*, in «Brain and Language», 48, 1995, pp. 320-325.
132. Kim, K.H.S. et al., *Distinct Cortical Areas Associated with Native and Second Languages*, in «Nature», 388, 1997, pp. 171-174.
133. Bahrick, H.P., *Semantic Memory Content in Permastore: Fifty Years of Memory for Spanish Learned in School*, in «Journal of Experimental Psychology», 113, 1984, pp. 1-29.
134. Bahrick, H.P. et al., *Maintenance of Foreign Language Vocabulary and the Spacing Effect*, 2017, pp. 316-321, <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1993.tb00571.x4>.
135. Diao, Y., Chandler, P., Sweller, J., *The Effect of Written Text on Comprehension of Spoken English as a Foreign Language*, in «The American Journal of Psychology», 120, 2007, pp. 237-261.
136. Diao, Y., Sweller, J., *Redundancy in Foreign Language Reading Comprehension Instruction: Concurrent Written and Spoken Presentations*, in «Learning and Instruction», 17, 2007, pp. 78-88.
137. Sagar-Fenton, B., McNeill, L., *How Many Words Do You Need to Speak a Language?*, in «BBC News», 2018, <https://www.bbc.co.uk/news/world-44569277>.
138. Milton, J., Alexiou, T., *Vocabulary Size and the Common European Framework of Reference for Languages*, in Richards B. et al. (a cura di), *Vocabulary Studies in First and Second Language Acquisition: The Interface Between Theory and Application*, Palgrave Macmillan, London 2009, pp. 194-211, doi:10.1057/9780230242258.
139. Milton, J., *The Development of Vocabulary Breadth Across the CEFR Levels – A Common Basis for the Elaboration of Language Syllabuses, Curriculum Guidelines, Examinations, and Textbooks Across Europe*, in Bartning, I. et al. (a cura di), *Communicative Proficiency and Linguistic Development*, European Second Language Association, 2010, pp. 211-232.
140. Marinak, B.A. et al., *The Pennsylvania Assessment System – Reading Instructional Handbook*, Pennsylvania State Department of Education, Harrisburg (PA) 1997.
141. Sanders, G., Schultz, A., *From Goldfish Memory to Elephant Memory in 7 Days*, CreateSpace Independent Publishing Platform, Scotts Valley (CA) 2015.
142. Lazebnik, Y., *Can a Biologist Fix a Radio? – Or, What I Learned While Studying Apoptosis*, in «Cancer Cell», 2, 2002, pp. 179-182.
143. *Medical Researcher Discovers Integration, Gets 75 Citations*, Fliptomato, 2007, <https://fliptomato.wordpress.com/2007/03/19/medical-researcher-discovers-integration-gets-75-citations/>.
144. Tai, M.M., *A Mathematical Model for the Determination of Total Area Under Glucose Tolerance and Other Metabolic Curves*, in «Diabetes Care», 17, 1994, pp. 152-154.

145. Leighton, T., *Mathematics for Computer Science – Lecture 6: Graph Theory and Coloring*, MIT Open Courseware, 2010,
<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-042j-mathematics-for-computer-science-fall-2010/video-lectures/lecture-6-graph-theory-and-coloring/>.

www.librimondadori.it

Il metodo geniale
di Giulio Deangeli
© 2022 Mondadori Libri S.p.A., Milano
Tutte le illustrazioni sono state realizzate dall'Autore
Ebook ISBN 9788835715771

COPERTINA || COVER DESIGN: NADIA MORELLI | IMMAGINE © SORBETTO/ISTOCK

Indice

1. Preludio
 2. Neuroscienze. La memoria
 3. Neuroscienze. L'ingegneria dello studio
 4. Come strutturare lo studio?
 5. Come leggere?
 6. Come prendere appunti?
 7. Neuroscienze. Il fallimento del retrieval
 8. Come ripetere ad alta voce?
 9. Neuroscienze. La generazione
 10. Come creare propri materiali di studio?
 11. Come fare esercizi?
 12. Neuroscienze. La motivazione
 13. Come motivarsi allo studio?
 14. Come non distrarsi?
 15. Neuroscienze. Le mnemotecniche
 16. Come memorizzare i concetti?
 17. Come memorizzare i numeri?
 18. Come memorizzare le liste brevi?
 19. Come memorizzare le liste lunghe o interi testi?
 20. Neuroscienze. Il sonno
 21. Quanto dormire?
 22. Come conciliare l'attività fisica e lo studio?
 23. Come gestire lo stress?
 24. Neuroscienze. Le lingue straniere
 25. Come imparare una lingua straniera?
 26. Quanto è importante la multidisciplinarità?
- Epilogo
- Bibliografia