

**Il laboratorio di psicofisiologia del sonno e del sogno**  
**The laboratory of psychophysiology of sleep and dream**

Carlo Cipolli\* e Vincenzo Natale<sup>o</sup>

\* Dipartimento di Medicina Specialistica, Diagnostica e Sperimentale,  
Università di Bologna, Via Giuseppe Massarenti 9, 40138 Bologna;  
e-mail [carlo.cipolli@unibo.it](mailto:carlo.cipolli@unibo.it);

<sup>o</sup> Dipartimento di Psicologia “Renzo Canestrari”,  
Università di Bologna, Viale Berti-Pichat, 5, 40127 Bologna;  
e-mail [vincenzo.natale@unibo.it](mailto:vincenzo.natale@unibo.it).

**Ricevuto:** 13.05.2021 - **Accettato:** 07.07.2021

**Pubblicato online:** 05.10.2021

**Riassunto**

Renzo Canestrari fondò l'Istituto di Psicologia dell'Università di Bologna e lo diresse per oltre 20 anni, durante i quali indirizzò varie linee di ricerca sull'adulto. Assegnò due ambienti al laboratorio del sonno per ricerche su struttura, variazioni circadiane e attività mentali durante il sonno (AMS). Dal 1967 Piero Salzarulo studiò l'influenza della deprivazione sensoriale e dei ritmi circadiani sulle caratteristiche neurofisiologiche del sonno, mentre Marino Bosinelli analizzò le caratteristiche percettive ed emozionali delle AMS soprattutto in addormentamento. Canestrari sostenne costantemente le ricerche con risorse umane, finanziarie e tecnologiche, per cui Salzarulo e Bosinelli poterono organizzare due gruppi di giovani ricercatori. Vennero così individuate le variazioni stadio- e ciclo-dipendenti nei contenuti e nella struttura delle AMS, il funzionamento dei processi cognitivi coinvolti nell'elaborazione delle AMS, l'accesso alle fonti mnestiche trasformate in contenuti di AMS. I progetti di ricerca dei due gruppi, realizzati con approcci cognitivi distinti ma complementari alle AMS, hanno avuto ampia risonanza internazionale e sono stati considerati come i più sistematici realizzati negli anni '70 e '80 al di fuori degli USA. Nel laboratorio sono tuttora attive le linee originarie di ricerca, unitamente alla cronopsicologia del sonno.

C. Cipolli & V. Natale / *Ricerche di Psicologia*, 2021, Vol. 44,  
ISSN 0391-6081, ISSN 1972-5620 Doi: 10.3280/rip2021oa12602

**Parole Chiave:** psicofisiologia del sonno, attività mentali durante il sonno, processi cognitivi, cronopsicologia.

### **Abstract**

Renzo Canestrari was the head of the Institute of Psychology of University of Bologna for more than twenty years, during which he developed several research lines on adult humans. He dedicated two laboratory rooms for investigation on sleep architecture, its time-of-day variation and mental experiences during sleep (MSE). Since 1967 Piero Salzarulo carried out studies on the influence of sensory deprivation and time-of-day on the neurophysiological characteristics of sleep, while Marino Bosinelli investigated the perceptual and emotional features of MSE overall at sleep onset. Canestrari always supported these studies by means of human, financial and technological resources, so that Salzarulo and Bosinelli could organize two teams of young researchers. Many studies investigated sleep stage- and cycle-related variations in the content and structure characteristics of MSE, the functioning of the cognitive processes involved in MSE generation, the access to memory sources to be converted into MSE as contents. The findings obtained by the two teams using distinct, but complementary cognitive approaches to MSE were internationally appreciated and considered as the more consistent programmatic research carried on outside the Nord America in the 1970-80s. These lines of research, as well the further one of sleep chronopsychology, are still active in the same laboratory.

**Keywords:** psychophysiology of sleep, mental sleep experience, cognitive processes during sleep, chronopsychology.

### **L'esordio delle ricerche nell'Istituto di Psicologia alla fine degli anni '60**

La psicofisiologia sperimentale del sonno e del sogno fu una delle prime aree di ricerca sperimentale attivate nel nuovo Istituto di Psicologia (1967) per due ragioni complementari.

Anzitutto, negli anni '50 i risultati delle prime ricerche sulle attività mentali del sonno (AMS) nell'uomo avevano avuto ampia diffusione in ambito internazionale, anche se erano un corollario della scoperta (grazie alle tecniche di registrazione poligrafica dei segnali bioelettrici a livello corticale e muscolare) sia dell'attivazione tronco-encefalica del sonno (Moruzzi e Magoun, 1949) che della sua organizzazione per cicli (4-5 per notte, della durata di circa 90-100 minuti: Aserinsky e Kleitman, 1953) conclusi in sonno REM (acronimo di rapid eye movements). Questo stadio di sonno risultava essere caratterizzato, nell'uomo come nell'animale, dalla presenza di ritmi corticali e di movimenti oculari rapidi simili a quelli della veglia ma anche di atonia muscolare, a differenza della veglia (Jouvet et al., 1959). I soggetti risvegliati in sonno REM riferivano AMS

con contenuti di tipo oniro-simile (cioè percettivamente vividi, bizzarri, spesso accompagnati da emozioni intense) con una frequenza molto più elevata (75%) di quella ottenuta (15%) dopo risveglio in altri stadi di sonno (c.d. sonno NREM) e con contenuti per lo più pensiero-simili (Dement e Kleitman, 1957 a, b). Questi risultati indussero a definire enfaticamente il sonno REM (identificato con l'elaborazione del sogno) come "terzo stato dell'esistenza" accanto alla veglia e al sonno NREM (Snyder, 1963), in quanto sembravano sia confermare la teoria psicodinamica freudiana del sogno come "esperienza allucinatoria di realizzazione simbolica di un desiderio insoddisfatto nella veglia", sia invitare ad estendere lo studio dei fenomeni di coscienza all'intero arco circadiano. Infatti, la diffusa presenza di AMS con caratteristiche oniro-simili attestava che il sonno non è uno stato solo passivo, ovvero di semplice inibizione delle afferenze sensoriali e del controllo volontario del pensiero.

In secondo luogo negli anni '60 una significativa attività di ricerca sul sonno era già presente negli Istituti dell'Università di Bologna nei quali si era formato Canestrari. Nell'Istituto di Fisiologia venivano eseguite ricerche sperimentali sul sonno nell'animale, in particolare sugli effetti della temperatura ambientale sull'architettura del sonno, da parte di Pierluigi Parmeggiani, che ne aveva approfondito lo studio a Zurigo da Hess e aveva rapporti con vari centri di ricerca europei. Nella Clinica delle Malattie Nervose e Mentali Elio Lugaresi studiava pazienti con disturbi del sonno e dei ritmi circadiani sonno-veglia in collaborazione con i gruppi di Gastaut a Marsiglia e di Passouant a Montpellier. *In loco* vi erano, quindi, i due presupposti essenziali (possibilità di scambio di informazioni tecniche e presenza di conoscenze aggiornate sugli sviluppi internazionali dell'intera area di ricerca) per valorizzare anche le conoscenze sui correlati mentali del sonno nell'uomo.

Canestrari era consapevole dell'importanza di questi due presupposti, in quanto era stato a lungo in entrambi gli Istituti (cfr. Cipolli e Ricci Bitti, *ibidem*), per cui chiese nel 1966 al suo neolaureato Piero Salzarulo (al momento a Parigi per studiare le tecniche di registrazione elettropoligrafica del sonno) di progettare uno specifico laboratorio per l'erigendo Istituto di Psicologia. Le dettagliate indicazioni di Salzarulo convinsero Canestrari ad assegnare due ambienti limitrofi da adibire a laboratorio di psicofisiologia del sonno, con la possibilità di utilizzare anche un altro ambiente insonorizzato per studiare il sonno in condizioni di deprivazione sensoriale.

L'avvio delle ricerche nell'Istituto di Psicologia coincise con una nuova fase di studio delle AMS. Pochi anni prima era stata riscontrata, con tecniche più accurate di intervista ai soggetti in laboratorio, una frequenza

sensibilmente superiore di AMS (oltre il 50%) e con varie caratteristiche oniro-simili anche dopo risveglio in sonno NREM, soprattutto in addormentamento (ovvero, stadio 1 e 2: Foulkes, 1962; Foulkes et al., 1966). Questi dati, oltre a mettere in crisi la riduttiva ipotesi di una relazione biunivoca tra sonno REM e sogno, facevano intravedere la complessità sia delle AMS (le cui caratteristiche di contenuto risultavano essere stadio- e ciclo-relate: Pivik e Foulkes, 1968) che dei processi cognitivi coinvolti nella loro elaborazione. Inoltre, la diffusa presenza di AMS in tutti gli stadi e cicli di sonno evidenziava un ruolo non solo passivo (per la riduzione di interferenze da altre attività) ma anche attivo del sonno nei processi di memoria. Questo ruolo era stato suggerito già dagli studi “naturalistici” (ovvero, senza registrazione elettropoligrafica del sonno) negli anni '20 e '30, che avevano evidenziato un livello più elevato di apprendimento per nuove informazioni seguite da un periodo di sonno anziché di veglia (*sleep effect*: Jenkins & Dallenbach, 1924). Infine, la distribuzione del sonno nell'arco delle 24 ore sia evidenziava notevoli differenze interindividuali, anche in rapporto alle condizioni ambientali e all'organizzazione delle attività lavorative, sia suggeriva una variabilità circadiana nel funzionamento di specifici comportamenti e processi cognitivi, in coerenza con i presupposti della cronobiologia (Halberg, 1959).

Già negli anni '60 appariva importante studiare i correlati psicologici del ciclo sonno-veglia, in quanto stavano emergendo vari effetti, negativi a livello comportamentale e cognitivo, indotti dagli spostamenti rapidi tra aree geografiche con fusi orari differenti (*jet-lag*) e dal lavoro notturno nelle attività industriali e nei servizi a ciclo continuo. All'interno della cronobiologia si sviluppò così la cronopsicologia, interessata alle modificazioni circadiane del comportamento e dei processi cognitivi.

Inoltre in Italia era viva l'attenzione dei medici del lavoro anche per gli effetti indotti dalla deprivazione sensoriale nei lavoratori impegnati in *routines* monotone all'interno di ambienti poveri di stimoli visivi e acustici. Questi effetti spesso interagivano negativamente con quelli indotti dalla periodica inversione del ritmo sonno-veglia nello *shift-working*.

Pertanto, nel nuovo Istituto, utilizzando la camera anecoica e il laboratorio del sonno, vennero studiati contestualmente gli effetti sia della deprivazione sensoriale sulla percezione (6512, 6513) dell'isolamento sociale sui processi di *problem solving* (7105) e di comunicazione nei gruppi (8301), sia dell'inversione del ritmo sonno-veglia nelle 24 h sull'efficienza cognitiva. Vennero così accertati significativi rallentamenti dei tempi di reazione semplici e cadute di vigilanza (più frequenti omissioni e travisamenti di segnali: 6808) soprattutto nella prima notte di deprivazione di sonno causata dall'inversione del ritmo sonno-veglia (6807). Le registrazioni elettropoligrafiche sulle 24 ore documentarono che anche l'organiz-

zazione circadiana e ultradiana del sonno viene modificata sia in condizione di isolamento sensoriale visivo e acustico rispetto alla condizione standard (con incremento del numero di fasi di sonno REM e della proporzione di sonno REM fasico: Salzarulo, 1968, 1970), sia nel pomeriggio (simile alla notte solo se ricorre sonno REM, diversamente con prevalenza di stadio 1-NREM: Salzarulo, 1971).

Questi risultati confermarono la plasticità circadiana della struttura del sonno, in rapporto anche a fattori ambientali, anticipando di oltre 20 anni vari sviluppi della cronopsicologia del sonno, cui avrebbero contribuito anche alcuni psicologi di Bologna.

### **Le prime ricerche nel Laboratorio del sonno**

Canestrari, avendo intuito l'importanza delle ricerche sul sonno, procurò non solo due ambienti specificamente dedicati e le attrezzature essenziali (due elettropoligrafi, ATE e Battaglia-Rangoni, acquistati nel 1967), ma anche i fondi necessari per la manutenzione complessiva dei laboratori e l'assistenza tecnica per il funzionamento dei poligrafi (affidata per molti anni alla competenza del tecnico Giovanni Tuozi, poi divenuto professore associato di Psicologia generale). I fondi vennero reperiti tramite progetti finanziati da enti pubblici di ricerca (in particolare, dal CNR) e donazioni di istituti di credito locali (soprattutto per l'*upgrading* delle strumentazioni).

Grazie anche alle conoscenze tecniche acquisite da giovani collaboratori durante soggiorni prolungati all'estero (Molinari a Laramie e Cincinnati, negli USA, Salzarulo a Parigi), dal 1967 al 1970 vennero rapidamente attivate tre linee di ricerca per: a) la definizione dei parametri elettrofisiologici del sonno notturno e diurno in condizioni standard e di deprivazione sensoriale (da Salzarulo); b) l'individuazione delle caratteristiche fenomenologiche delle attività mentali del sonno (AMS) relative ai loro contenuti, struttura narrativa, rappresentazione e funzioni dell'Io del soggetto (da Bosinelli e Molinari) soprattutto nella fase di addormentamento (stadi 1 e 2 di sonno NREM); c) l'individuazione dei processi cognitivi coinvolti nella produzione delle AMS in diversi stadi e cicli di sonno (da Salzarulo e Cipolli).

### ***Principali risultati delle ricerche negli anni '60 e '70***

In tutte e tre le linee di ricerca vennero ottenuti importanti risultati, che spesso anticiparono successivi sviluppi in ambito internazionale.

La prima linea mostrò l'esistenza di importanti differenze circadiane nell'organizzazione del sonno monofasico (notturno) rispetto a quello polifasico (notturno, antemeridiano e pomeridiano), soprattutto per parametri

come la latenza di addormentamento e di sonno REM e la frequenza di movimenti oculari durante sonno REM, ulteriormente modificabili in condizioni di deprivazione sensoriale (6807, 6808; Salzarulo, 1968, 1970, 1971).

La seconda linea di ricerca permise di individuare alcune caratteristiche fenomenologiche delle AMS nell'addormentamento cruciali per comprendere le relazioni fra parametri fisiologici e i loro contenuti (tra cui la rappresentazione del Sé del soggetto, in continuità con le indicazioni di Vogel et al., 1966). Infatti fino ai primi anni '70 la suggestione freudiana di una dicotomia tra processo primario e secondario di pensiero orientò la formulazione sia di semplicistiche corrispondenze tra processo primario e AMS in sonno REM e tra processo secondario e AMS in sonno NREM (poi pesantemente criticate: Foulkes, 1982), sia la costruzione di scale di valutazione (come la Dreamlike Fantasy Scale di Foulkes stesso) basate sul presupposto di un continuum tra processo primario (pensiero-simile) e secondario (oniro-simile). Bosinelli e collaboratori, oltre a confermare la presenza di contenuti con caratteristiche sia oniro- che pensiero-simili nelle AMS elaborate negli stadi 1 e 2 di sonno NREM (Bosinelli et al., 1968 a, b; Bosinelli e Molinari, 1968), evidenziarono i limiti della dicotomia tra AMS elaborate in sonno NREM e REM (o addirittura all'interno del sonno REM: Molinari e Foulkes, 1969), data anche la loro variabilità in rapporto al ciclo di sonno (Salzarulo e Cipolli, 1974).

La terza linea di ricerca abbinò due tecniche di intervista (*free* e *guided recall*) ai soggetti per ottenere il resoconto delle loro AMS, mostrando come l'abituale applicazione della sola prima tecnica non sia esaustiva dei contenuti di AMS presenti in memoria, ancora accessibili attraverso appropriate istruzioni (Cipolli e Salzarulo, 1975). Inoltre, l'analisi dei resoconti ottenuti con il *free recall* evidenziò che i contenuti delle AMS sono meno facilmente accessibili in memoria dopo risveglio in sonno NREM rispetto al sonno REM, come indicato dalle frasi più brevi e sintatticamente semplici e dalle pause più frequenti e prolungate nei loro resoconti (Salzarulo e Cipolli, 1979). Venne così posto il problema metodologico dell'attendibilità delle inferenze tratte dai resoconti delle AMS, dati la non esaustività del *free recall* e il diverso grado di consolidazione in memoria raggiunto dai contenuti di AMS durante sonno REM e NREM.

### ***I modelli teorici delle attività mentali del sonno***

La seconda e terza linea di ricerca erano state accompagnate da approfondite valutazioni dei limiti intrinseci alle metodiche al momento dominanti, ovvero a) la categorizzazione della AMS in termini derivati dalla teoria psicodinamica del sogno (per la quale la ricerca psicofisiologica del sonno era strumentale alla sua convalida più che all'individuazione delle

caratteristiche delle AMS) e b) le correlazioni tra (macro)indicatori del sonno e caratteristiche fenomenologiche delle AMS (Salzarulo et al., 1973). Apparve così evidente che per individuare il funzionamento dei processi cognitivi coinvolti nell'elaborazione delle AMS occorreva avvalersi di strumenti più sofisticati sia delle scale ordinali applicate per la classificazione globale dell'intero resoconto (Winget e Kramer, 1975) sia della tecniche di *content analysis* per la quantificazione di specifiche categorie di contenuti delle AMS (Hall e Van de Castle, 1966). L'esigenza di nuove metodiche d'indagine era confermata anche dai primi riscontri dell'influenza dei processi di memoria dopo il risveglio sui resoconti delle AMS (come ipotizzato da Rechtschaffen, 1967).

Un confronto diretto tra queste posizioni teorico-metodologiche e quelle al momento dominanti (qualificabili come di "parallelismo psicofisiologico") avvenne nel Convegno internazionale organizzato da Salzarulo e Bonuzzi nel 1974 a Bardolino (VR) (Lairy e Salzarulo, 1975). Le relazioni presentate da Salzarulo e da Bosinelli rappresentarono veri e propri manifesti programmatici delle ricerche condotte dai rispettivi gruppi nei 20 anni successivi.

Il carattere fortemente innovativo dei risultati ottenuti dai due gruppi venne poi riconosciuto da Foulkes (1996) in una rassegna sistematica dei principali risultati ottenuti nei 40 anni successivi alla scoperta del sonno REM. Egli definì la descrizione di un tipo particolare di contenuto delle AMS, le attività verbali, analizzate con una tecnica psicolinguistica da Salzarulo e Cipolli (1974), come il primo contributo della psicologia cognitiva allo studio del sogno. Inoltre considerò altrettanto innovativa la misurazione (tramite le regole macrolinguistiche delle story-grammars: Cipolli e Poli, 1992) della complessità di organizzazione strutturale delle AMS elaborate in sonno REM di diversi cicli.

Parimenti Foulkes riconobbe a Bosinelli e collaboratori (in particolare, Sergio Molinari e Corrado Cavallero) il merito di avere instaurato stabili relazioni "ideologiche e metodologiche" con il *mainstream* della ricerca americana sul sogno, grazie ai loro soggiorni prolungati nei laboratori di Foulkes, Kramer e Rechtschaffen. Queste collaborazioni, unitamente a quelle attivate da Salzarulo a Parigi, furono alla base della produttività scientifica del laboratorio del sonno di Bologna durante gli anni '80, giudicata da Foulkes come la più continuativa e qualificata al di fuori degli Stati Uniti (1996, pag. 617).

## **Le ricerche degli anni '80: l'elaborazione di informazioni durante il sonno**

Canestrari si teneva aggiornato sui risultati ottenuti a Bologna e nei principali centri internazionali di ricerca, spesso illustrati in seminari nell'Istituto di Psicologia. Lo interessavano sia gli aspetti metodologici dello studio delle AMS come fenomeni di coscienza, tanto che in alcune occasioni ne analizzò le implicazioni teoriche (7603, 8412), sia alcuni aspetti minori, ma di potenziale rilevanza clinica, come il *lucid dreaming* in sonno REM (ovvero momenti di controllo volontario del pensiero e di consapevolezza di stare sognando da parte del soggetto). A questo tema, divenuto attuale all'inizio degli anni '80, dedicò un saggio nel volume collettaneo in onore di Gaetano Kanisza (8510).

La diffusione dell'interesse, tipico del cognitivismo, per le relazioni tra specifici meccanismi neurofisiologici e fenomeni psicologici portò negli ultimi anni '70 a notevoli aperture sia metodologiche che teoriche nello studio delle relazioni fra sonno e processi cognitivi delle AMS, superando la semplice rilevazione di correlazioni fra parametri fisiologici del sonno e caratteristiche fenomenologiche delle AMS. L'approccio cognitivista portava a cercare importanti *insights* sui processi cognitivi coinvolti nell'elaborazione (*generation*) delle AMS soprattutto in tre nuovi ambiti di ricerca (Foulkes, 1982). Tali ambiti erano a) le caratteristiche fenomenologiche e l'organizzazione strutturale delle AMS (costruite spesso come "storie", ovvero successioni di eventi più o meno coerenti e con contenuti talora bizzarri) in tutti gli stadi e cicli di sonno; b) le relazioni tra specifiche informazioni episodiche e semantiche in memoria (c.d. *dream sources*) e i contenuti delle AMS, da individuare tramite paradigmi di ricerca sia retrospettivi (le associazioni libere dei soggetti sui contenuti delle loro AMS) che prospettici (il confronto tra specifiche informazioni-stimolo trasmesse prima del sonno e i contenuti che le "incorporano" nelle successive AMS); c) le relazioni fra specifiche alterazioni del sonno (dovute a patologie croniche, a privazione di sonno o alterazione dei ritmi circadiani) e caratteristiche strutturali e di contenuto delle AMS. I due primi ambiti di ricerca erano già studiati a Bologna e nel ventennio successivo (durante il quale la ricerca sulle AMS non vi rallentò, a differenza degli USA) portarono a rilevanti risultati, mentre il terzo ambito è stato studiato soprattutto dopo il 2000.

Le ricerche nel primo ambito confermarono anzitutto una frequenza non trascurabile (circa il 50%) di AMS anche negli stadi 3-4 del sonno NREM (presenti quasi esclusivamente nella prima parte della notte: Cavallero et al., 1992), con caratteristiche fenomenologiche (per es., il Self o

autorappresentazione del sognatore) in buona parte comuni a quelle delle AMS del sonno REM (Bosinelli et al., 1982; Cicogna et al., 1986). Inoltre, venne accertato che le AMS del sonno REM hanno un'organizzazione strutturale (*storylike*) di complessità crescente nell'arco della notte e raggiungono un grado elevato di consolidazione in memoria già durante il sonno: infatti i loro resoconti hanno la stessa complessità strutturale al ricordo sia immediato (dopo il risveglio provocato) che differito (al mattino successivo: Cipolli e Poli, 1992). Tuttavia, nel resoconto differito vengono riprodotti più frequentemente i contenuti bizzarri delle AMS riportate dopo il risveglio notturno (Cipolli et al., 1993). Questo effetto piega l'apparente maggiore bizzarria dei "sogni" ricordati al di fuori della condizione di laboratorio (*home dreams*). Il loro ricordo, infatti, è sempre differito rispetto al momento della loro elaborazione durante il sonno, per cui viene costruito a partire dai contenuti bizzarri che funzionano da indizi (*cues*) in quanto più facilmente individuabili tra quelli immagazzinati in memoria.

Le ricerche del secondo ambito vennero sviluppate in modo molto sistematico, utilizzando tre metodiche complementari, che documentarono sia la sostanziale continuità di funzionamento dei processi cognitivi durante il sonno e la veglia, sia specifiche variazioni di efficienza relative a stadi e cicli di sonno, che riguardano anche i processi di memoria per vari tipi di informazione.

Una prima metodica consisteva nell'individuazione delle "fonti mnestiche" dei contenuti delle AMS tramite le associazioni libere fatte dal soggetto sui contenuti dell'AMS che aveva appena riferito, indicando i contenuti ricollegabili ad eventi (recenti o remoti), caratteristiche autobiografiche (c.d. *habits*) o conoscenze generali (semantiche). È stata così evidenziata una certa variabilità nelle frequenze dei tre tipi di fonti mnestiche in rapporto a stadi e cicli di sonno (Cicogna et al., 1986, Cavallero et al., 1990), come poi confermato da vari studi indipendenti (Baylor e Cavallero, 2001). Inoltre, le fonti mnestiche di tipo semantico sono più frequenti per i contenuti delle AMS in sonno REM (Cicogna et al., 1986), mentre quelle di tipo episodico riguardano eventi sempre più remoti in rapporto ai cicli di sonno (Cavallero, 1987). Infine, le stesse fonti mnestiche possono venire elaborate più volte nelle AMS della stessa notte, per es. all'inizio e al termine del sonno, indipendentemente dal tipo di sonno (REM /NREM) al risveglio (Cicogna et al., 1998).

Una seconda metodica prevedeva la presentazione di stimoli verbali da memorizzare per un test di ritenzione dopo il successivo risveglio e consentiva di controllare il livello di consolidazione in memoria, oltre che la frequenza e il tipo di "incorporazione" (cioè, trasformazione) degli stimoli come contenuti delle AMS. Il controllo delle relazioni associative fra sti-

moli verbali come “fonte mnestica” e i contenuti delle AMS era rigoroso, in quanto affidato non ai soggetti ma a giudici esterni. È stato così accertato che gli stimoli verbali trasmessi prima del sonno vengono ulteriormente consolidati in memoria durante sonno sia REM che NREM (stadio 2) (Cipolli e Salzarulo, 1979); inoltre, sono incorporati come contenuti delle AMS con frequenze similmente elevate in sonno NREM (stadio 2: 60%) e REM (70%) (Cipolli et al., 1983). Ciò indica che l’accesso ad informazioni relative a compiti da completare dopo il risveglio successivo attiva durante il sonno sia REM che NREM un processo di analisi semantica che porta ad inserirle come contenuti di AMS in base a specifiche relazioni associative.

La terza metodica consisteva nella rilevazione (tramite lo stesso sistema di regole associative applicato per l’individuazione delle incorporazioni di frasi-stimolo) dei contenuti cosiddetti “interrelati”, cioè semanticamente identici o simili e, quindi, derivati dalle stesse fonti mnestiche, nelle AMS della stessa notte elaborate in sonno sia REM (come già documentato da Rechtschaffen et al., 1963) che NREM. È stato così accertata un’elevata presenza di contenuti interrelati nelle AMS indipendentemente dal ciclo di sonno (dal primo al quarto: Cipolli et al., 1987) e dal tipo di sonno (NREM/ REM: Fagioli et al., 1989). L’esistenza di un processo iterativo di accesso ed elaborazione delle stesse informazioni durante il sonno è del tutto coerente con l’ipotesi che l’elaborazione di AMS abbia anche l’effetto di incrementare il grado di consolidazione delle informazioni attivate durante il sonno. Questa ipotesi è stata definitivamente corroborata dalle ricerche eseguite dalla fine degli anni ’90 su informazioni di tipo dichiarativo e non dichiarativo (percettive e motorie: Diekelmann e Born, 2011).

### **Le ricerche di cronopsicologia del sonno**

L’intuizione iniziale di Canestrari sulle possibili ricadute applicative delle informazioni sulle variazioni nella struttura e nei correlati funzionali del sonno indotte dall’organizzazione del lavoro (in particolare gli effetti dell’inversione del ritmo sonno-veglia sulle prestazioni cognitive e dell’isolamento sul pensiero produttivo e sulla comunicazione: 6808, 7105, 8305) fu ripresa all’inizio degli anni ’90 da alcuni allievi di Bosinelli. In particolare Natale avviò numerosi scambi di esperienze con laboratori nazionali ed internazionali e realizzò una serie di esperimenti su caratteristiche ed effetti del sonno polifasico, studiando sistematicamente i correlati funzionali delle differenze interindividuali nei ritmi circadiani del sonno. Con Claudio Stampi, che negli anni ’90 lavorò a Boston nell’Institute for Circadian Physiology diretto da M. Moor Ede, venne instaurata un’impor-

tante collaborazione dopo uno stimolante seminario tenuto a Bologna nel ciclo dal quale derivò il volume *Sogni, figli di un cervello ozioso*, curato da Bosinelli e Cicogna (1991). Altrettanto importante fu la collaborazione negli anni '90 con il Laboratorio di Psicofisiologia del Sonno dell'Università di Roma Sapienza, nel quale Luciano Mecacci validò sulla popolazione italiana il primo questionario di valutazione delle preferenze circadiane del sonno, e Cristiano Violani introdusse in Italia l'utilizzo dell'attigrafo. Questo strumento (semplice e simile ad un orologio e indossato al polso), rilevando in modo costante i movimenti tramite un accelerometro, permette di stimare il ciclo attività-riposo nell'arco delle 24 ore, anche se non gli aspetti fisiologici (l'alternanza di sonno NREM/REM e le quantità dei rispettivi stadi). Il gruppo di Bosinelli decise di impiegare questa tecnologia per studiare i correlati cognitivi delle preferenze circadiane, in continuità con le ricerche di Folkard (1979).

Gli studi degli anni '90 hanno individuato effetti specifici dell'ora del giorno sui processi di elaborazione/codifica e recupero dell'informazione (Lorenzetti e Natale, 1996) e un rapporto tra il fotoperiodo presente alla nascita degli individui e lo sviluppo per una determinata preferenza circadiana nella vita adulta (Natale e Adan, 1999; Natale et al., 2002). Inoltre, studi condotti con questionari (raccolti anche via internet, modalità ora assai diffusa) hanno validato sulla popolazione italiana vari strumenti età-specifici per valutare la preferenza circadiana (cfr. la rassegna di Di Milia et al., 2013). Le molte centinaia di tracciati attigrafici raccolti su giovani adulti sani hanno ispirato dopo il 2000 due nuove linee di ricerca (per discriminare specifici disturbi del sonno e per individuare i meccanismi di regolazione circadiana del ciclo attività-riposo in relazione anche alla specializzazione emisferica) e la costruzione di una banca dati di registrazioni attigrafiche cui tuttora attingono vari centri di ricerca clinici per studi comparativi.

## Conclusione

I due docenti che avviarono le ricerche a Bologna alla fine degli anni '60 hanno promosso anche la diffusione in ambito nazionale delle ricerche di psicofisiologia del sonno e del sogno.

Bosinelli progettò a metà degli anni '80 una "banca dei sogni", ovvero un archivio informatizzato di resoconti di AMS raccolti in diversi laboratori del sonno italiani (in primis in quello di Bologna). Per ogni resoconto (integralmente trascritto) erano indicate, oltre alle specifiche cronologiche, anche le caratteristiche elettropoligrafiche dello stadio di sonno precedente il risveglio. Venne così implementata una banca dati che ha rag-

giunto 850 resoconti ed è stata sempre accessibile ai ricercatori di tutti i laboratori del sonno italiani, per ricerche retrospettive e collaborative sulle caratteristiche di contenuto delle AMS e i sottostanti processi cognitivi ed emozionali (Zito et al., 1991).

Salzarulo, oltre a collaborare sistematicamente con l'Istituto di Psicologia anche nei due decenni di attività negli ospedali Saint'Anne e Salpêtrière di Parigi, costruì un laboratorio del sonno nell'Università di Firenze nei primi anni '90 e promosse la fondazione della Società Italiana di Ricerca sul Sonno (SIRS) nel 1995. La SIRS poi confluisce nel 2012, mantenendo una certa autonomia, nell'Associazione Italiana di Medicina del Sonno (AIMS), fondata da Lugaresi nel 1990. L'attività istituzionale della SIRS è stata molto efficace per la diffusione delle ricerche sul sonno e sul sogno in nuovi laboratori nelle Università di Firenze, Napoli, Padova e Pisa (oltre a quelli storici di Bologna e Roma Sapienza) e per lo sviluppo di studi collaborativi sperimentali e clinici fra studiosi italiani di diversa formazione (psicologica, fisiologica, neurologica).

Grazie anche all'azione della SIRS vari gruppi italiani sono riusciti ad inserirsi tempestivamente nei due indirizzi di ricerca affermatasi in ambito internazionale a partire dagli ultimi anni '90, ovvero; a) lo studio dei processi cognitivi che operano durante il sonno per l'elaborazione di AMS, il consolidamento e la riorganizzazione in memoria di nuove informazioni di tipo dichiarativo e non dichiarativo, la soluzione di problemi irrisolti nella veglia precedente (*problem solving*); b) l'influenza sia del sonno pregresso sul funzionamento dei processi cognitivi nella veglia, sia degli stati di veglia rilassata (*resting*) e di attenzione non focalizzata (*mind wandering*) sulla creatività e, in genere, sul pensiero divergente.

Oggi si hanno conoscenze molto più sistematiche (anche se non uniformemente solide) rispetto a 50 anni fa su molte relazioni fra le caratteristiche del sonno, i processi di addormentamento e di risveglio (Salzarulo, 1996) e il funzionamento dei processi cognitivi nell'intero arco circadiano. All'acquisizione di queste conoscenze hanno contribuito molti docenti e ricercatori che hanno lavorato in o collaborato con il Laboratorio del sonno dell'Istituto di Psicologia di Bologna. La quantità di pubblicazioni e di riconoscimenti che essi hanno ottenuto (e tuttora ottengono i loro allievi) in ambito internazionale conferma la lungimiranza della decisione di Canestrari di sviluppare tempestivamente questa area di ricerca e, quindi, di valorizzarla.

## Bibliografia

- Aserinsky, E., & Kleitman, N. (1953). Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. *Science*, *118*(3062), 273-4. DOI: 10.1126/science.118.3062.273.
- Baylor G.W., & Cavallero, C. (2001). Memory sources associated with REM and NREM dream reports throughout the night: a new look at the data. *Sleep* *24*(2), 165-70.
- Bosinelli, M., Bagnaresi, G., Molinari, S., & Salzarulo, P. (1968) Contributo all'analisi differenziale dei processi psicofisiologici durante il sonno. *Boll Soc Ital Biol Sper*, *44*(1), 23-7.
- Bosinelli, M., Cavallero, C., & Cicogna, P. (1982) Self-representation in dream experiences during sleep onset and REM sleep. *Sleep*, *5*(3), 290-9. DOI: 10.1093/sleep/5.3.290.
- Bosinelli, M., & Cicogna, P. (a cura di) (1991). *Sogni: figli di un cervello ozioso*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Bosinelli, M., & Molinari, M. (1968) Contributo alle interpretazioni psicodinamiche del processo di addormentamento. *Rivista di Psicologia*, *62*(3), 1-26.
- Bosinelli, M., Molinari, S., Bagnaresi, G., & Salzarulo, P. (1968). Caratteristiche dell'attività psicofisiologica durante il sonno: un contributo alle tecniche di valutazione. *Rivista Sperimentale di Freniatria*, *28*, 92(1), 128-50.
- Canestrari, R.: 6512, 6513, 6807, 6808, 7105, 7603, 8301, 8412, 8510.
- Cavallero, C. (1987) Dream sources, associative mechanisms, and temporal dimension. *Sleep*, *10*(1), 78-83. DOI: 10.1093/sleep/10.1.78.
- Cavallero, C., Cicogna, P., Natale, V., Occhionero, M., & Zito, A. (1992) Slow wave sleep dreaming. *Sleep*, *15*(6), 562-6. DOI: 10.1093/sleep/15.6.562.
- Cavallero, C., Foulkes, D., Hollifield, M., & Terry, R. (1990) Memory sources of REM and NREM dreams. *Sleep*, *13*(5), 449-55.
- Cicogna, P., Cavallero, C., & Bosinelli, M. (1986) Differential access to memory traces in the production of mental experience. *Int J Psychophysiol.*, *4*(3), 209-16. DOI: 10.1016/0167-8760(86)90017-6.
- Cicogna, P., Natale, V., Occhionero, M., & Bosinelli, M. (1982) A comparison of mental activity during sleep onset and morning awakening. *Sleep*, *21*(5), 462-70. DOI: 10.1093/sleep/21.5.462.
- Cipolli, C., Baroncini, P., Fagioli, I., Fumai, A., & Salzarulo, P. (1987) The thematic continuity of mental sleep experience in the same night. *Sleep*, *10*(5), 473-9. DOI: 10.1093/sleep/10.5.473.
- Cipolli C., Bolzani R., Cornoldi C., De Beni, R., Fagioli, I. (1993) Bizarreness effect in dream recall. *Sleep*, *16*(2), 163-70. DOI: 10.1093/sleep/16.2.163.
- Cipolli, C., Fagioli, I., Maccolini, S., & Salzarulo, P. (1983) Associative relationships between pre-sleep sentence stimuli and reports of mental sleep experience. *Percept Mot Skills*, *56*(1), 223-34. DOI: 10.2466/pms.1983.56.1.223.
- Cipolli, C., & Poli, D. (1992) Story structure in verbal reports of mental sleep experience after awakening in REM sleep. *Sleep*, *15*(2), 133-42. DOI: 10.1093/sleep/15.2.133.

- Cipolli, C., & Salzarulo, P. (1975) Effect of memory retrieval task on recall of verbal material obtained after awakening from sleep. *Biol Psychol*, 3, 321-326. DOI: 10.1016/0301-0511(75)90030-7.
- Cipolli, C., & Salzarulo, P. (1979) Sentence memory and sleep: a pilot study. *Sleep*, 2(2), 193-8. DOI: 10.1093/sleep/2.2.193.
- Dement, W., & Kleitman, N. (1957a) The relation of eye movements during sleep to dream activity: an objective method for the study of dreaming. *J Exp Psychol*, 53(5), 339-46. DOI: 10.1037/h0048189.
- Dement, W., & Kleitman, N. (1957b) Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility, and dreaming. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 9(4), 673-90. DOI: 10.1016/0013-4694(57)90088-3.
- Diekelmann, S., & Born, J. (2010) The memory function of sleep. *Nat Rev Neurosci*, 11(2), 114-26. DOI: 10.1038/nrn2762.
- Di Milia, L., Adan, A., Natale, V., & Randler, C. (2013) Reviewing the psychometric properties of contemporary circadian typology measures. *Chronobiol Int*, 30(10), 1261-1271.
- Fagioli, I., Cipolli, C., & Tuoizzi, G. (1989) Accessing previous mental sleep experience in REM and NREM sleep. *Biol Psychol*, 29(1), 27-38. DOI: 10.1016/0301-0511(89)90048-3.
- Folkard, S. (1979). Time of day and level of processing. *Memory and Cognition*, 7(4), 247-252.
- Foulkes, D. (1982) A cognitive-psychological model of REM dream production. *Sleep*, 5(2), 169-87. DOI: 10.1093/sleep/5.2.169.
- Foulkes, D. (1996) Dream research: 1953-1993. *Sleep*, 19(8), 609-24. DOI: 10.1093/sleep/19.8.609.
- Foulkes, D., Spear, P.S., & Symonds, J. (1966) Individual differences in mental activity at sleep onset. *J Abnorm Psychol*, 71(4), 280-6. DOI: 10.1037/h0023581.
- Hall, C., & van de Castle, R. (1966) *The content analysis of dreams*. New York: Appleton.
- Halberg F. (1959) Physiologic 24-hour periodicity in human beings and mice, the lighting regimen and daily routine. In Withrow, R.B. (ed.), *Photoperiodism and Related Phenomena in Plants and Animals*. Washington: American Association for Advancement of Science, (pp. 803-807).
- Jenkins, J., & Dallenbach, K. (1924) Obliviscence during sleep and waking. *J Psychol.*, 35, 605-612. DOI: 10.2307/1414040.
- Jouvet, M., Michel, F., & Courion, J. (1959) On a stage of rapid cerebral electrical activity in the course of physiological sleep. *Seances Soc Biol Fil*, 153, 1024-8.
- Lairy, G.C., & Salzarulo, P. (eds) (1975). *The experimental study of human sleep: methodological problems*. Amsterdam: Elsevier.
- Lorenzetti, R., & Natale, V. (1996). Time of day and processing strategies in narrative comprehension. *British Journal of Psychology*, 87, 209-221.
- Molinari, S., & Foulkes, D. (1969) Tonic and phasic events during sleep: psychological correlates and implications. *Percept Mot Skills*, 29(2), 343-68. DOI: 10.2466/pms.1969.29.2.343.

- Moruzzi, G., & Magoun, H.W. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1(4), 455-73.
- Natale, V., & Adan, A. (1999) Season of birth modulates morningness-eveningness preference in humans. *Neurosci Lett*, 22, 274(2), 139-41. DOI: 10.1016/s0304-3940(99)00672-2.
- Natale, V., Adan, A., & Chotai, J. (2002). Further results on the association between morningness-eveningness preference and the season of birth in human adults. *Neuropsychobiology*, 46(4), 209-214. DOI: 10.1159/000067803.
- Pivik, T., & Foulkes, D. (1968) NREM mentation: relation to personality, orientation time, and time of night. *J Consult Clin Psychol*, 32(2), 144-151. DOI: 10.1037/h0025489.
- Rechtschaffen, A. (1967) Dream reports and dream experiences. *Exp Neurol. Suppl*, 4, 4-15. DOI: 10.1016/0014-4886(67)90152-5.
- Rechtschaffen, A., Vogel, G., & Shaikun, G. (1963) Interrelatedness of mental activity during sleep. *Arch Gen Psychiatry*, 9, 536-47. DOI: 10.1001/archpsyc.1963.01720180008002.
- Salzarulo, P. (1968). L'atonie musculaire pendant le sommeil chez l'homme. *Rivista di Psicologia*, fasc. spec., 201-220.
- Salzarulo, P. (1970). Sommeil de jour et privation sensorielle expérimentale: données concernant la "phase de mouvements oculaires". *Rev. Neurol.*, 123, 356-362.
- Salzarulo, P. (1971). Etude électroencéphalographique et polygraphique du sommeil l'après midi chez le sujet normal. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 30, 399-407. DOI: 10.1016/0013-4694(71)90254-9.
- Salzarulo, P. (1999) *La fine del sonno*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Salzarulo, P., & Cipolli, C. (1974) Spontaneously recalled verbal materials and its linguistic organization in relation to different stages of sleep. *Biol Psychol*, 2, 47-57. DOI: 10.1016/0301-0511(74)90030-1.
- Salzarulo, P., & Cipolli, C. (1979) Linguistic organization and cognitive implications of REM and NREM sleep-related reports. *Percept Mot Skills*, 49(3), 767-77. DOI: 10.2466/pms.1979.49.3.767.
- Salzarulo, P., Cipolli, C., Lairy, G.C., & Pecheux, M. (1973) L'étude psychophysiologique de l'activité mentale du sommeil: Analyse critique des méthodes et théories. *Evol Psychiatrique*, 38, 33-70.
- Snyder, F. (1963) The new biology of dreaming. *Arch Gen Psychiatry*, 8, 381-91. DOI: 10.1001/archpsyc.1963.01720100071008.
- Vogel, G., Foulkes, D., & Trosman, H. (1966) Ego functions and dreaming during sleep onset. *Arch Gen Psychiatry*, 14(3), 238-48. DOI: 10.1001/archpsyc.1966.01730090014003.
- Zito, A., Cicogna, P., & Cavallero, C. (1991). DDB: una banca dati per la ricerca sulla fenomenologia dei sogni. *Giornale Italiano di Psicologia*, 27(5), 781-786.
- Winget, C., & Kramer, M.(1979). *Dimensions of dreams*. Gainesville, FL: University Press of Florida.