

7 giugno 2018

Interazione a distanza cervello-cervello basata sull'analisi dell'EEG

William Giroladini^{1,3}, Luciano Pederzoli^{1,2}

¹ EvanLab, Firenze, Italy

² Science of Consciousness Research Group, Dipartimento di Psicologia Generale, Università di Padova, Italy

³ Italian Association for Psychical Research (AISM), Milano, Italy

Per corrispondenza:
William Giroladini
Cell.: +393338038637
Email: wilmayas@tin.it

RIASSUNTO

In questo articolo viene presentato il sommario di alcune ricerche, condotte dal 2014 al 2018, riguardanti uno studio della possibile interazione mentale a distanza fra coppie di soggetti sensorialmente isolati fra di loro.

Sono state realizzate complessivamente 85 sessioni sperimentali, durante le quali è stato registrato l'elettroencefalogramma (EEG) dei singoli componenti di ciascuna coppia, denominati rispettivamente "Trasmittente" e "Ricevente", mentre veniva somministrata al "Trasmittente" una serie di stimoli luminosi e auditivi della durata di un secondo. I componenti delle coppie si conoscevano bene e avevano anche esperienza di tecniche di rilassamento e meditazione.

La risposta cerebrale di un soggetto ad una serie di stimoli è ben nota e viene denominata ERP (Event Related Potential), ma lo scopo di questa ricerca era osservare una possibile risposta, presumibilmente debole, anche nei "Riceventi".

In particolare è stata studiata la possibilità di fornire uno stimolo modulato in frequenza (da 10 a 18 Hz) secondo il metodo denominato "Steady-State" e di osservare una eventuale risposta remota alla stessa frequenza.

La valutazione complessiva di tutte le sessioni sperimentali è stata realizzata mediante un'analisi chiamata Global Synchrony (GS), che ha permesso in effetti di osservare una debole ma significativa risposta del tutto inconscia nei "Riceventi" ($P=0,001$), in coincidenza con lo stimolo fornito ai "Trasmittenti".

Mentre la normale risposta ERP nei soggetti direttamente stimolati (Trasmittenti) causa un incremento medio della GS di circa il 12-18%, nei soggetti non stimolati (Riceventi) questo incremento medio è di circa lo 0,5%.

Sebbene molto debole, questo effetto sembra essere realmente associato ad un trasferimento d'informazione fra due persone senza alcun mezzo tradizionale di comunicazione sensoriale.

Questi risultati sono infine discussi e viene quindi proposta una procedura sperimentale per trasferire effettivamente un'informazione (la frequenza di stimolo) fra i due soggetti della coppia, in modo simile ad un'informazione digitale binaria. Questo tipo di ricerca viene considerato d'importanza fondamentale per comprendere la natura della Coscienza, sulla base di un modello generale di "entanglement" fra due menti.

Parole-chiave: interazione mente-mente, EEG ERP, potenziali steady-state, entanglement mentale, coscienza.

In questo articolo sono presentati i risultati complessivi di una ricerca condotta negli ultimi anni (dal 2014 al 2018) dagli autori insieme ad altri ricercatori, riguardante lo studio di una possibile interazione mentale a distanza fra due persone sensorialmente isolate, ma mentalmente ed emozionalmente connesse.

La possibilità che l'attività elettrica di due cervelli possa mostrare una correlazione in assenza di ogni normale connessione sensoriale è stata oggetto di almeno trenta studi (vedere Tavola S1 in Giroladini et al. 2016) e molti di questi hanno riportato una correlazione significativa.

Fra i principali studi specificamente effettuati mediante l'EEG o la Risonanza Magnetica (RMN) possiamo citare Wackermann et al. (2003), Achterberg et al. (2005), Ambach et al. (2008), Manolea (2015), Persinger et al. (2010), Radin (2004), Richards et al. (2005) e Standish et al. (2003).

Queste studi sono importanti perché possono contribuire ad una migliore comprensione della natura della Coscienza, che coinvolge aspetti riguardanti la neurofisiologia, la biochimica, la psicologia e la fisica quantistica, oltre che aspetti filosofici.

Gli studi qui descritti sono stati realizzati registrando l'EEG di ciascuna coppia di partecipanti, in cui al Trasmittente veniva somministrato uno stimolo luminoso e sonoro della durata di un secondo, mentre il Ricevente era del tutto isolato dal Trasmittente e in stato di rilassamento.

Un primo studio (Giroladini et al. 2016) ha evidenziato un significativo incremento della coerenza (o sincronia) cerebrale del Ricevente in coincidenza degli stimoli sensoriali forniti al Trasmittente.

Questo risultato è stato confermato indipendentemente da Radin (2017).

Un secondo studio (Giroladini et al. 2018) ha utilizzato stimoli di tipo Steady-State modulati alla frequenza di 10 Hz, 12 Hz, 14 Hz, 15 Hz e 18 Hz e anche questo studio ha rivelato un incremento significativo della sincronia cerebrale del Ricevente alla stessa frequenza di stimolazione del Trasmittente.

Entrambi questi studi sono stati anche analizzati con un nuovo software realizzato dall'autore G.W. e basato sul metodo GW6 descritto in Giroladini et. al (2016b), qui denominato Global Synchrony.

Materiali e metodi

Partecipanti

Trenta persone adulte, 15 donne e 15 uomini, di età compresa fra 30 e 70 anni, hanno partecipato complessivamente ai diversi studi. Il principale criterio di ammissione delle coppie è stata la loro elevata familiarità (amici, fidanzati, ecc.) e la conoscenza di tecniche elementari di rilassamento e/o meditazione. Tutti i volontari sono stati informati degli scopi degli esperimenti. Inoltre molti di loro erano convinti sostenitori dell'esistenza delle cosiddette "facoltà psichiche" e questa convinzione può aver favorito la loro connessione mentale.

Apparecchiature

Per evitare qualsiasi forma di connessione elettrica tra Trasmittente e Ricevente, le registrazioni EEG sono state realizzate utilizzando due strumenti Emotiv EPOC a 14 canali, ciascuno collegato, tramite la sua connessione wireless a 2,4 GHz, ad un computer laptop ad esso dedicato e alimentato dalla propria batteria. L'Emotiv EPOC è dotato di due efficienti filtri notch digitali a 50 Hz e 60 Hz contro i disturbi di rete. La frequenza di campionamento su ogni canale è di 128 campioni/s. Questa frequenza è più che sufficiente a consentire di analizzare tutte le frequenze EEG comprese tra 0,5 Hz e 42 Hz (da Delta a Gamma1). Nella sperimentazione del 2014-2015 i 14 canali sono stati collegati alle locazioni AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4 usando l'Emotiv EPOC nella sua versione standard.

Nella sperimentazione del 2016 sono state invece utilizzate cuffie EEG professionali della Bionen (Firenze – Italia) per aumentare la qualità dei segnali registrati. Ogni cuffia è stata connessa ad un Emotiv EPOC mediante un connettore multicontatto, dopo avere completamente disassemblato lo strumento (Fig. 1 e 2), collocando la sola elettronica in un apposito contenitore plastico.

Stavolta le 14 locazioni scelte sono state: Fp1, F3, C3, O1, F7, T5, Fp2, F4, C4, P4, O2, F8 e T6.

Nel 2014-2015 lo stimolo uditivo era costituito da un suono sinusoidale continuo a 500 Hz fornito per un secondo attraverso due auricolari da 32 ohm inseriti nel canale uditivo dell'orecchio, al volume di circa 80 dB. Questo suono non era più udibile già a mezzo metro di distanza, quindi non poteva raggiungere i Riceventi isolati in un'altra stanza.

Contemporaneamente era fornito uno stimolo visivo di un secondo tramite una matrice di 16 LED rossi ad alta luminosità collocata a circa un metro dal viso del Trasmittente, il quale teneva gli occhi chiusi, poiché la luce rossa era ugualmente ben percepibile attraverso le palpebre.

Nelle due sperimentazioni effettuate nel 2016 lo stimolo uditivo e quello luminoso, contemporanei ed applicati per un secondo, erano invece modulati on-off a tre frequenze, 10 Hz, 12 Hz e 14 Hz (duty cycle = 50%) utilizzando una frequenza portante audio a 900 Hz.

Questo metodo di somministrazione dello stimolo, chiamato Steady-State (Pastor et al. 2003, Ahn et al. 2016), era stato giudicato potenzialmente vantaggioso perché consentiva di filtrare il segnale EEG a banda stretta attorno alla frequenza di stimolo, per migliorare il rapporto segnale/rumore.

Nelle due sperimentazioni effettuate a Firenze nel 2014-2016 i membri di ciascuna coppia erano posti a circa 5 metri l'uno dall'altro in due stanze acusticamente isolate (vedere Fig. 1).

Nelle altre due sperimentazioni effettuate a Milano nel 2016, la stanza era unica ma suddivisa in due zone isolate, con i due soggetti alla distanza di circa 8 metri. In questo caso le frequenze di stimolo uditivo e luminoso erano modulate on-off a 15 e 18 Hz, inoltre è stato registrato l'EEG del solo Ricevente per semplificare la sperimentazione, poiché interessava solamente esaminare se nel Ricevente stesso fosse presente un segnale significativo in corrispondenza dello stimolo fornito al Trasmittente. Grande importanza è stata attribuita alla perfetta sincronizzazione delle registrazioni EEG dei due strumenti Emotiv Epoc. A questo scopo sono stati sviluppati appositi software per gestire l'acquisizione dei dati da parte dei due computer indipendenti, uno dei quali fungeva da "master" ed emetteva il comando per la stimolazione sensoriale del. Simultaneamente il "master" inviava al secondo computer un segnale digitale di inizio e fine stimolo, tramite un cavo schermato di connessione seriale.

Nonostante la presenza di una connessione elettrica fra i due computer, era garantito un completo isolamento elettrico fra i due strumenti EEG Emotiv Epoc, quindi fra i due componenti della coppia. L'acquisizione dei dati nei due computer è risultata sincrona con una precisione migliore di 1/128 s.



Fig. 1: Cuffia professionale EEG



Fig. 2: L'Emotiv Epoc disassemblato.

Procedura

Nella sperimentazione eseguita a Firenze nel 2014-2015, al Trasmittente sono stati somministrati 128 stimoli continui (non modulati) della durata di 1 secondo ciascuno, distanziati in modo casuale da 4 a 6 secondi. Nella sperimentazione eseguita a Firenze nel 2016, invece, al Trasmittente sono stati somministrati tre gruppi di 32 stimoli scelti in modo casuale, modulati on-off a 10 Hz, 12 Hz e 14 Hz;

i tre gruppi di 32 stimoli erano separati da un intervallo temporale casuale compreso tra 20 e 30 s, mentre la separazione temporale tra gli stimoli era costante e pari a 4 s.

In altre due sperimentazioni, condotte a Milano nel 2016, al Trasmittente sono stati somministrati 100 stimoli modulati on-off a 15 Hz e da 90 a 100 stimoli modulati a 18 Hz, separati da un intervallo casuale compreso tra 4 e 6 secondi, inoltre è stato registrato l'EEG del solo Ricevente.

In tutti i casi, i partecipanti erano in stato di rilassamento su comode poltrone e in particolare il Ricevente era istruito a minimizzare i propri movimenti del corpo ed eventualmente a cercare di visualizzare con la mente l'immagine del Trasmittente.

La Tabella 1 fornisce un sommario di tutte le sperimentazioni effettuate:

Serie sperimentale	Numero di prove	Numero di stimoli/prova	Frequenza di stimolazione	Anno
F25	25	128	nessuna	2014-2015
F(10)	20	32	10 Hz	2016
F(12)	20	32	12 Hz	2016
F(14)	20	32	14 Hz	2016
M(15)	20	100	15 Hz	2016
M(18)	20	90-100	18 Hz	2016

Tavola 1: Serie sperimentali eseguite a Firenze (F) e a Milano (M) nel periodo 2014-16

Analisi dei dati

L'analisi dei segnali EEG è stata realizzata con un nuovo software indipendente realizzato dall'autore G.W. allo scopo di analizzare con un procedimento omogeneo tutti i dati sperimentali ricavati dal 2014 al 2016. Questo software include uno stadio di pre-elaborazione dei segnali composto da un filtro passa-alto a 0,8 Hz seguito da un filtro passa-banda, a larghezza di banda selezionabile, basato su trasformata e antitrasformata di Fourier: la pre-elaborazione si conclude con uno stadio di normalizzazione dei segnali. L'intera sequenza di pre-elaborazione non modifica in modo significativo la fase dei segnali, poiché questa informazione è stata ritenuta molto importante per le analisi successive. In questo modo ogni file EEG ha contribuito in modo equivalente a tutti gli altri, eliminando differenze dovute ad ampiezza variabile e artefatti dei segnali EEG dei vari partecipanti. Questo nuovo software è assai complesso e contiene molti dettagli interni opzionali (specialmente nella pre-elaborazione) che determinano risultati numerici differenti da quelli riportati in Giroladini et al. (2016) e Giroladini et al. (2018). Tuttavia il risultato globale di tutte le elaborazioni è in buon accordo con le analisi precedenti (effettuate con altri software) e sostanzialmente conferma i risultati già pubblicati. L'analisi dei segnali EEG nei Trasmittente è stata effettuata utilizzando la semplice media delle epoche agganciate in tempo e in fase e ha permesso d'identificare facilmente i cosiddetti ERP (Event Related Potentials). Inoltre è stato possibile identificare facilmente gli ERP anche mediante il calcolo della potenza del segnale in una banda EEG opportunamente filtrata. Tuttavia nessuna delle tecniche note, quando sono state applicate ai Riceventi, ha permesso di identificare un segnale equivalente all'ERP. Per questa ragione nel 2015 l'autore G.W. ha sviluppato un nuovo metodo di analisi degli ERP, descritto in Giroladini et al. (2016b), che si è rivelato decisivo per poter identificare una debole ma significativa risposta nel Ricevente in coincidenza con lo stimolo fornito al Trasmittente. Il metodo, chiamato Global Synchrony, è già stato descritto nel lavoro citato, tuttavia può essere utile ricordarne brevemente i principi basilari.

Questo metodo si basa sull'esame di 4 secondi di dati (1,5 s di pre-stimolo, 1 s di stimolo, 1,5 s di post-stimolo) e sul successivo calcolo della correlazione lineare di Pearson tra tutte le coppie di canali, mediante l'utilizzazione di una coppia di segmenti di dati di durata fissa (circa 250 ms). Questa coppia di segmenti (finestra scorrevole) viene quindi fatta scorrere lungo l'asse del tempo dei due segnali, in tutte le possibili combinazioni, generando così una serie di curve $R(I, X)$, dove I rappresenta le combinazioni a coppie, $I = 91$ in questo caso (14 elettrodi x 13/2) e X sono I

campioni temporali. In seguito questa serie di curve viene elaborata per produrre un solo grafico Sync(x), che rappresenta sostanzialmente la variazioni complessive di correlazione (o sincronizzazione) tra le coppie di canali EEG, utilizzando come riferimento adatti periodi pre- e post-stimolo. La curva di uscita Sync1(x) mostra un picco evidente in coincidenza con lo stimolo visivo/uditivo fornito ad un soggetto. Questo metodo si affianca quindi utilmente alle altre tecniche d'identificazione degli ERP, ma la Global Synchrony si è rivelata particolarmente utile perché ha permesso di identificare un debole responso significativo anche nei Riceventi.

Mentre nei Trasmittenti la risposta è molto evidente e non necessita di analisi statistica (vedi Fig. 3), nei Riceventi è stato necessario elaborare uno specifico software per calcolare la significatività del responso basato sulla routine GS (vedi Fig. 4).

Al fine di confrontare questi valori sperimentali osservati con quelli stimati in base al caso, per ciascun Ricevente e per ogni condizione di stimolazione è stato creato un nuovo insieme di dati (dataset) formato da almeno 50 curve Sync1(x) per ogni prova, basate su di una posizione casuale della zona di stimolo nella registrazione EEG e della medesima quantità del vero numero di stimoli (32 o 100 o 128 stimoli), ricavando così un cosiddetto "dataset casuale" di curve Sync1. In questo modo diventa possibile calcolare una curva media del tipo Sync2(x), che rappresenta l'aspettativa casuale da cui sono estratti i parametri statistici necessari per valutare la significatività dei risultati.

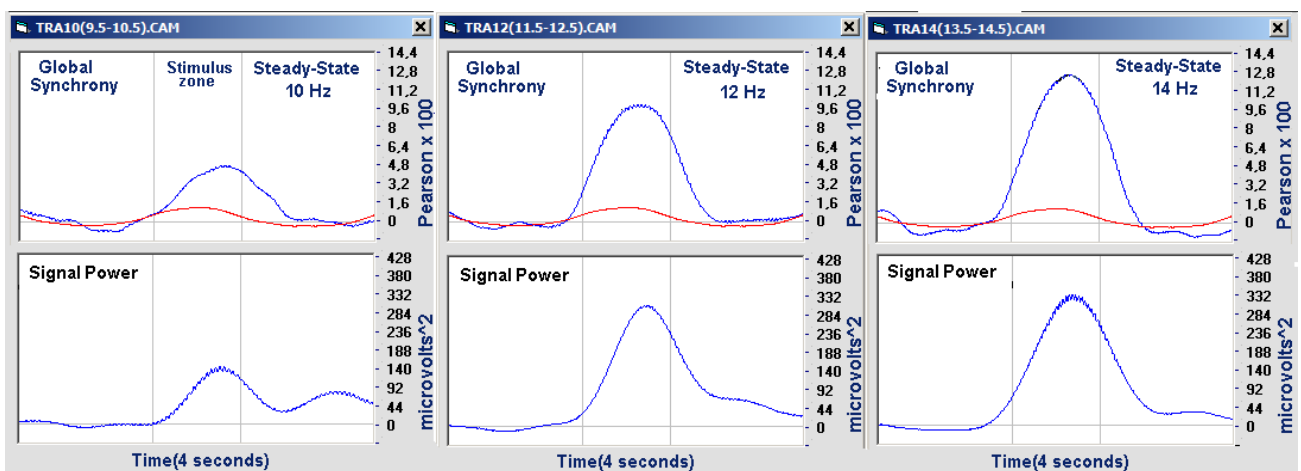


Fig. 3: Examples of Trasmittentes' responses: averages of 32 stimuli for 20 trials, filtered in a 1 Hz band centred respectively at 10 Hz, 12 Hz and 14 Hz and calculated using the Global Synchrony and the Signal Power methods. The response to the stimuli is easy to detect with any method in the Trasmittenti. The red curves in the upper graphs represents the expected random chance.

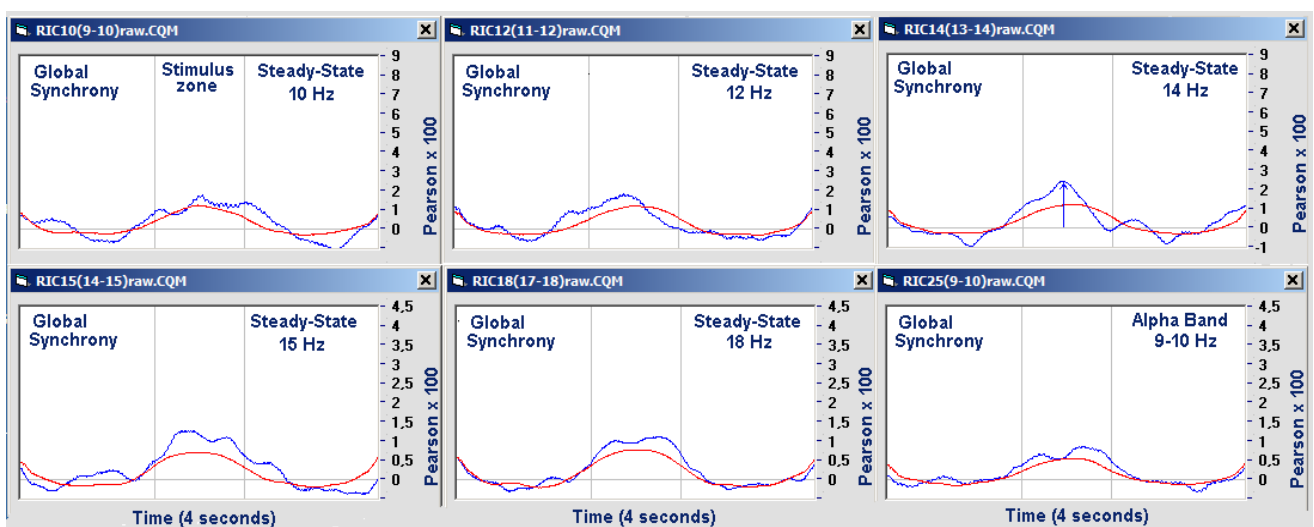


Fig. 4: Global Synchrony response in the Riceventes (non-stim. subjects). The blue curves in the graphs represent the experimental results and the red curves represent the expected random chance.

È stata quindi calcolata la seguente tabella, che rappresenta l'analisi statistica di 6 serie sperimentali indipendenti.

Serie speriment.	Frequenza di stimolaz.	Experim. max Pearson correlation (mean and sd)	Random max Pearson correlation (mean and sd)	Paired t-test (one tailed)	Probability
F25	none	0,877 (0,85)	0,563 (0,95)	1,64	P = 0,06
F(10)	10Hz	1,791 (2,67)	1,263 (1,99)	1,18	P = 0,14
F(12)	12Hz	1,844 (1,83)	1,222 (1,86)	1,49	P = 0,07
F(14)	14Hz	2,447 (2,89)	1,238 (1,86)	2,90	P = 0,01
M(15)	15Hz	1,284 (1,12)	0,716 (1,08)	2,34	P = 0,03
M(18)	18Hz	1,122 (0,70)	0,786 (0,92)	1,63	P = 0,06

Table 2: comparison between the experimental values and the random one using a new independent software and EEG data pre-processing followed by the method Global Synchrony. The t-test is calculated using the Standard Deviation of the random correlations. The arrow in the right top of Figure 4 represents the max Pearson value calculated in this Table.

Quando tutti i singoli risultati dei 125 trial sono sommati insieme e comparati con la curva ottenuta sommando i random data set, otteniamo due grafici (Fig. 5) che rappresentano il risultato globale di 6 serie sperimentali realizzate dal 2014 al 2016. Questi 125 trial derivano da 85 sessioni sperimentali, in cui 20 sessioni presentavano tre serie di stimoli, alle frequenze di 10, 12 e 14 Hz. Infine, la Tabella 3 riassume l'analisi statistica finale, che mostra un effetto significativo (P = 0,001) calcolato come differenza fra la Global Synchrony sperimentale e quella attesa dal caso.

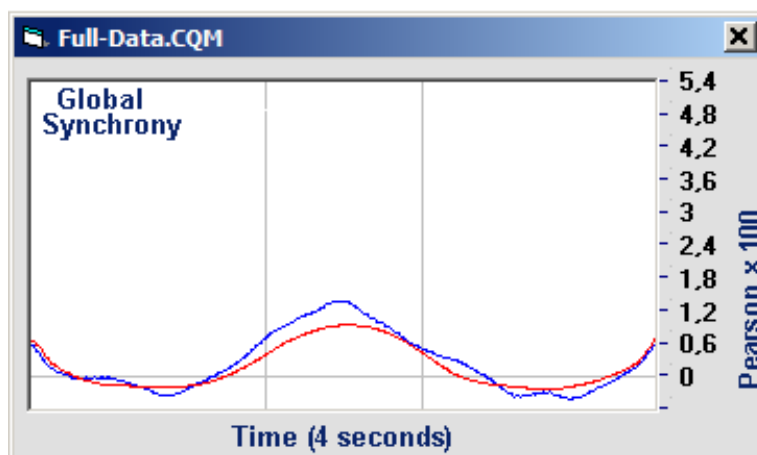


Fig. 5: Curva media della Global Synchrony calcolata su tutti i 125 trial effettuati. La curva sperimentale (colore blu) supera significativamente la curva attesa dal caso (rossa).

Serie sperimentale	Numero di prove	Experim. max Pearson corr. (mean and sd)	Random max Pearson correlation (mean and sd)	Paired t-test (one tailed)	Probability
Tutte (125 prove)	10-12-14-15-18 Hz	1,406 (2,05)	0,954 (1,68)	3,0	0,001

Tavola 3: risultato cumulativo di 125 sessioni sperimentali, dal 2014 al 2016

Commento dei risultati

Questa nuova analisi complessiva indipendente di tutta la sperimentazione realizzata dal 2014 al 2016, conferma i risultati precedentemente pubblicati. In sostanza viene confermato che due soggetti fra loro correlati mentalmente ed emozionalmente possono mostrare un debole, ma significativo, trasferimento

d'informazione dall'uno all'altro, che si manifesta nel Ricevente anche dal punto di vista neurofisiologico come un debole incremento (dell'ordine dello 0,5%) della Global Synchrony cerebrale.

Mentre il soggetto direttamente stimolato (Trasmittente) è ovviamente cosciente dello stimolo ricevuto, l'altro componente della coppia (Ricevente) non percepisce coscientemente nulla, tuttavia il suo sistema nervoso recepisce inconsciamente un debole stimolo che produce un leggero aumento della Global Synchrony in coincidenza con lo stimolo remoto.

Questo effetto è confermato da diversi studi neurofisiologici precedenti già citati, i quali nell'insieme suggeriscono che la mente umana può interagire a distanza con un'altra mente senza utilizzare nessun canale sensoriale normale (onde elettromagnetiche, onde acustiche, tatto, olfatto, ecc.).

Specificamente, inoltre, i risultati di questo lavoro mostrano che lo stimolo visivo/acustico modulato in frequenza ad una frequenza compresa fra 10 e 18 Hz somministrato al Trasmittente può essere meglio identificato nel Ricevente utilizzando una filtrazione a banda stretta (1 Hz) del segnale EEG per migliorare il rapporto segnale/rumore, altrimenti molto sfavorevole.

Come già detto, se si effettua un'analisi standard nei Riceventi basata sul semplice **averaging** delle epoche **time-and-phase-locked**, non si ottiene alcun ERP. In effetti questa tecnica richiede che gli ERP siano quasi perfettamente in fase sia come tempo sia come forma d'onda, altrimenti subentra un effetto di cancellazione statistica degli ERP stessi.

Da questa constatazione è ragionevole dedurre che, in risposta allo stimolo somministrato al Trasmittente, nel Ricevente non esista una forma d'onda stabile comparabile ad un ERP e neppure una variazione significativa della potenza del segnale EEG: sappiamo solamente che nel Ricevente si riscontra una leggera variazione della coerenza (o sincronia) cerebrale, tuttavia non possiamo escludere che possa derivare da forme d'onda associate agli stimoli ma non in fase tra di loro o da altre caratteristiche dell'attività EEG non rilevate con il metodo descritto.

Comunque il metodo della Global Synchrony sembra particolarmente utile perché (come descritto in Giroladini et al. 2016b) esso funziona bene anche in presenza di un elevato jitter (variazione del ritardo di un segnale e della sua forma d'onda). Possiamo quindi concludere che questo metodo rappresenta una tecnica valida per identificare una debole risposta nei Riceventi anche in presenza di jitter e forte rumore di fondo, caratteristica questa normale nell'EEG.

Per questa ragione, qualsiasi sviluppo futuro nell'analisi EEG di esperimenti come quelli qui descritti dovrebbe prendere in considerazione un metodo basato sul calcolo della coerenza e della sincronia cerebrale eventualmente abbinato a metodi basati sulle reti neurali.

Da quanto esposto, inoltre, sembra opportuno fornire al Trasmittente 90-100 stimoli casualmente distanziati, per ottenere valori statisticamente più significativi nel calcolo GS senza stancare troppo il soggetto.

Verifica incrociata sulle frequenze Steady-State

I risultati qui descritti assumerebbero una particolare significatività se fossero selettivi rispetto alla frequenza di stimolo Steady-State. In altre parole occorre verificare se, filtrando i segnali EEG in una banda di frequenze diversa da quella fornita al Trasmittente si ottiene ugualmente un risultato GS significativo oppure no. Questa verifica è stata effettuata in particolare sulle serie M15 e M18 (costituite da 100 stimoli: vedere Tavola 1) le quali sono state filtrate alle frequenze rispettivamente di 18 Hz e 15 Hz, ricavando due curve Global Synchrony qui definite "cross-frequency".

In modo analogo, le tre serie Steady-State a 10, 12 e 14 Hz, costituite da 32 stimoli, sono state filtrate ciascuna alle altre due frequenze, ottenendo in tutto 6 curve GS cross-frequency.

Le curve cross-frequency omogenee per tipo sono state poi sommate tra di loro e confrontate con la somma delle curve GS filtrate all'esatta frequenza di stimolo.

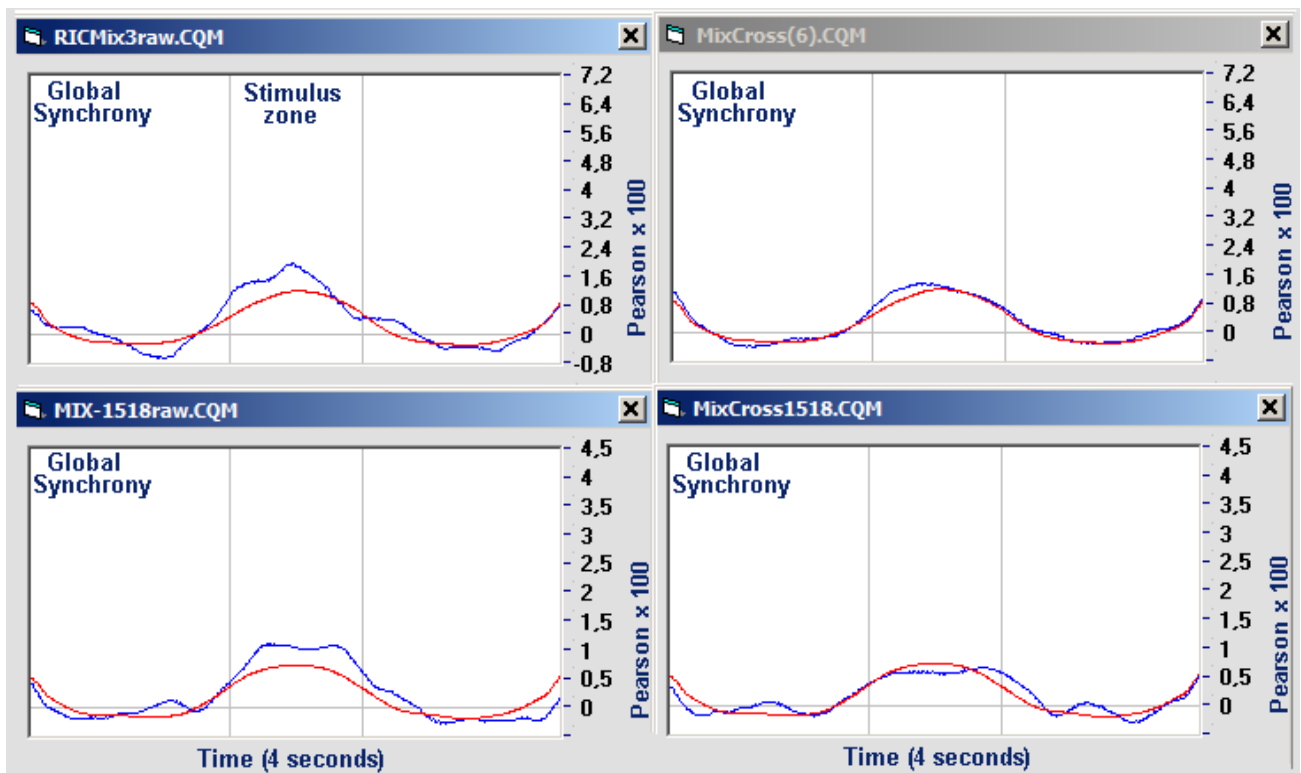


Fig. 6: In alto a sinistra le tre serie F10, F12, F14 sommate tra di loro e a destra le 6 serie cross-frequency sommate tra di loro. In basso a sinistra le due serie M15 e M18 sommate tra di loro e confrontate con le rispettive serie cross-frequency. Si nota che le curve cross-frequency (a destra) non sono significativamente diverse dall'attesa casuale, mentre quelle di sinistra lo sono.

Experimental serie	Stimulus Frequency (Hz)	Experim. max Pearson correl. (mean and sd)	Random max Pearson correl. (mean and sd)	Paired t-test (one tailed)	Probability
Mix3F	10+12+14	2.0 (2.36)	1.23 (1.96)	2.5-3.0	P = 0.003
Mix1518	15+18	1.14 (0.94)	0.745 (1.05)	2.4	P = 0.01
Cross3F	10+12+14	1.36 (1.92)	1.23(1.96)	0.72	ns
Cross1518	15+18	0.66 (1.13)	0.745(1.05)	0.51	ns

Tavola 4: Confronto fra due serie cumulative steady-state con le serie calcolate cross-frequency.

I grafici di Fig. 6 mostrano chiaramente che, se i dati EEG sono filtrati in una banda di frequenze diversa da quella di stimolo, si ottengono risultati GS non-significativi rispetto all'attesa casuale (curve rosse dei grafici) e comunque molto inferiori rispetto a quelli forniti dal filtraggio alla frequenza di stimolo. Il leggero effetto positivo che si osserva nel grafico delle 6 serie cross-frequency con 32 stimoli (in alto a destra), rientra nella casualità, ma potrebbe anche essere causato da un effetto di sovrapposizione parziale delle bande di frequenza di stimolo. Infatti le frequenze 10-12-14 Hz differiscono di 2 Hz, mentre le frequenze 15 e 18 Hz differiscono di 3 Hz e, a livello della risposta neurale, gli stimoli stessi assumono una larghezza di banda >1,5 Hz, facilmente riscontrabile tramite analisi di Fourier dei segnali EEG dei Trasmittenti in coincidenza con lo stimolo.

In generale, possiamo dire che le risposte neurali nei Riceventi sono apprezzabilmente selettive in frequenza.

Un metodo per trasmettere vera informazione da mente a mente.

In questo articolo abbiamo utilizzato i termini Trasmittente e Ricevente per indicare due ruoli differenti, i quali sottintendono l'idea di un'informazione che viene trasmessa e ricevuta come in un

normale canale di comunicazione classico. Resta però da dimostrare in modo definitivo che le correlazioni emerse dagli esperimenti qui descritti (così come da altri studi citati) siano la prova di un'effettiva trasmissione d'informazione fra due soggetti sensorialmente isolati.

Nell'ambito della concezione attualmente maggioritaria della mente e del cervello è semplicemente impossibile una connessione a distanza tra mente e mente, poiché l'attività mentale, e in particolare la Coscienza, dipendono solamente dall'interazione bioelettrica dei bioelettrica "locale" dei circa 100 miliardi di neuroni cerebrali.

Tuttavia le teorie più recenti sulla Coscienza tendono a prendere in considerazione questo tipo d'interazione mentale a distanza, ipotizzando l'esistenza un "entanglement quantistico" fra due menti ispirato al noto e dimostrato entanglement fra due particelle, che rappresenta un fenomeno d'importanza fondamentale nella moderna Fisica Quantistica.

Un esempio di teoria che ipotizza, quale sorgente della Coscienza, l'esistenza di un entanglement nei cosiddetti "microtubuli" dei neuroni, è quella proposta da Penrose e Hameroff (2014). Tuttavia non è chiaro se tale teoria ammetta una connessione mentale a distanza.

Un'altra recente teoria, la Generalized Quantum Theory (Filk et al. 2011, Walach et al. 2016) ipotizza l'esistenza di un "entanglement quantistico" fra le due menti, tuttavia allo stesso tempo nega che si tratti di vera "comunicazione", quanto piuttosto di una specie di strana "connessione acasuale" fra due menti.

Testualmente Walach et al. scrivono: "The relationship or correlation between two or among more than two subsystems is acausal. Regarding this characteristic, their correlation cannot be used to transfer information between or among the subsystems (Non Transmission axiom (Lucadou et al. 2007))."

Noi riteniamo che possa esistere effettivamente una forma macroscopica di "entanglement quantistico" fra due menti, ma pensiamo che sia possibile arrivare ad una confutazione *sperimentale* del citato assioma di Non-Trasmissione, come per ogni teoria scientifica falsificabile secondo Karl Popper. In altre parole, pensiamo che sia effettivamente possibile trasmettere vera informazione fra due menti isolate.

Il metodo qui descritto ha infatti lo scopo di verificare se sia effettivamente è possibile, oppure no, trasmettere, per via puramente mentale, una vera informazione da un soggetto A ad uno B sensorialmente isolati.

Per ottenere i migliori risultati sperimentali, riteniamo che sia necessario rispettare, nel modo più rigoroso possibile, la seguente serie di condizioni:

- a) Definire tre frequenze di stimolo Steady-State (F1, F2, F3) distanziate fra di loro almeno 3 Hz, per esempio 12, 15, 18 Hz oppure 11, 14, 17 Hz. L'informazione da trasmettere è la frequenza scelta ad ogni trial, che deve essere (ovviamente) conosciuta solo dai Trasmittenti.
- b) Definire in anticipo il numero di stimoli (almeno 100) ed il tempo d'inizio e fine di ciascun trial. Questa informazione anticipata serve per sincronizzare i tempi e per allineare perfettamente la posizione degli stimoli nei tracciati EEG dei Riceventi.
- c) Isolare totalmente Trasmittente e Ricevente su lunghe distanze, per abolire ogni possibile forma di comunicazione convenzionale fra di essi.
- d) Selezionare un certo numero di coppie Trasmittente/Ricevente (almeno 10 o 15) che abbiano ottenuto buoni risultati individuali in semplici test come quelli descritti in questo articolo.
- e) Organizzare un esperimento in cui molti Trasmittenti (10 o 15) ricevano simultaneamente il medesimo stimolo visivo/uditivo alla frequenza F1 (abbiamo ragione di supporre che più Trasmittenti sincronizzati siano più efficienti di uno singolo).
- f) Registrare l'EEG di diversi Riceventi (10 o 15) simultaneamente con alta precisione rispetto agli

stimoli, utilizzando le informazioni temporali anticipate concordate.

- g) Effettuare successivamente un'analisi GS su tutti i soggetti, filtrando i segnali nelle tre bande (larghe circa 1 Hz) centrate sulle frequenze F1, F2, F3.
- h) Calcolare il risultato GS per ogni frequenza e identificare il massimo valore di correlazione ottenuto (come media di tutti i 10 o 15 Riceventi): questo valore corrisponde ad una delle tre frequenze. Considerare quindi questa frequenza come l'informazione trasmessa: si tratta di un semplice metodo del tipo "maggioranza dei voti". È ovviamente possibile calcolare anche la significatività di questo risultato.
- i) Ripetendo questa procedura sperimentale molte volte è possibile trasmettere, ad ogni tentativo collettivo, una singola frequenza. La successione delle frequenze può costituire un messaggio codificato, poiché è possibile verificare facilmente, calcolandone la relativa probabilità, quanto esattamente le frequenze "ricevute" corrispondano a quelle trasmesse.

Infine potrebbe essere utile comporre un gruppo di ricerca con la partecipazione anche di M. Persinger per verificare l'ipotesi secondo cui è possibile ottenere un aumento di connessione mentale (Rouleau et al. 2015) utilizzando un particolare campo magnetico applicato simultaneamente a Trasmittente e Ricevente prima dei test.

Conclusioni

Riteniamo che l'insieme di tutti gli studi sulla connessione a distanza fra due menti sia indicativo di proprietà della mente lontane dalla visione classica riduzionista, ma una discussione teorica più approfondita è rinviata ad un altro articolo.

Certo, per consentire una corretta sincronizzazione temporale, il metodo qui descritto richiede di conoscere alcune informazioni in anticipo ed è inoltre assai poco efficiente in termini di velocità di trasmissione dell'informazione (bit/s), tuttavia permettere di conoscere se realmente è possibile trasmettere un'informazione da mente a mente secondo uno schema "causale" classico, in cui uno stimolo noto genera una risposta EEG statisticamente significativa e ben riconoscibile nel Ricevente, piuttosto che ipotizzare una strana relazione acasuale fra due menti.

Si tratta, a parere degli autori, di un contributo di grande importanza per comprendere la vera natura della Coscienza e della mente.

References

- 1) Giroladini W., Pederzoli L., Bilucaglia M., Caini P., Ferrini A., Melloni S., Prati E., Tressoldi P. (2016). EEG correlates of social interaction at distance. *F1000Research*, 4, 457. doi.org/10.12688/f1000research.6755.5
- 2) Giroladini W., Pederzoli L., Bilucaglia M., Melloni S., and Tressoldi, P. (2016). A new method to detect event-related potentials based on Pearson's correlation. *EURASIP Journal on Bioinformatics and Systems Biology*, 11. doi.org/10.1186/s13637-016-0043-z
- 3) Giroladini W., Pederzoli L., Bilucaglia M., Prati E., and Tressoldi, P. (2018). Exploring Brain-to-Brain interaction at a distance. www.researchgate.net. doi:[10.13140/RG.2.2.29858.12489](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29858.12489)
- 4) Wackermann, J., Seiter, C., Keibel, H., and Walach, H. (2003). Correlations between brain electrical activities of two spatially separated human subjects. *Neuroscience Letters*, 336, 60–64.
- 5) Achterberg J., Cooke K., Richards T., Standish L. J., Kozak L., & Lake J. (2005). Evidence for correlations between distant intentionality and brain function in recipients: A functional magnetic resonance imaging analysis. *Journal of Alternative & Complementary Medicine: Research on Paradigm, Practice, and Policy*, 11(6), 965–971.
- 6) Ambach W. (2008). Correlations between the EEGs of two spatially separated subjects—a replication study. *European Journal of Parapsychology*, 23,2, 131–146. http://ejp.wyrdwise.com/EJP_v23-2.pdf
- 7) Manolea A. (2015). Brain to Brain Connectivity During Distal Psycho-informational Influence Sessions, Between Spatially and Sensory Isolated Subjects. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 187, 250–255
- 8) Persinger M. A., Saroka K. S., Lavalley C. F., Booth J. N., Hunter M. D., Mulligan B. P., ... and Gang N. (2010). Correlated cerebral events between physically and sensory isolated pairs of subjects exposed to yoked circumcerebral magnetic fields. *Neuroscience Letters*, 486(3), 231–234.
- 9) Radin D. I., (2004). Event-related electroencephalographic correlations between isolated human subjects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10, 315–323.
- 10) Richards T. L., Kozak L., Johnson L. C., and Standish L. J. (2005). Replicable functional magnetic resonance imaging evidence of correlated brain signals between physically and sensory isolated subjects. *Journal of Alternative & Complementary Medicine: Research on Paradigm, Practice, and Policy*, 11(6), 955–963.
- 11) Standish L. J., Johnson L. C., Kozak L., & Richards T. (2003). Evidence of correlated functional magnetic resonance imaging signals between distant human brains. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 9(1), 128–128.
- 12) Radin D. (2017). Electro cortical correlations between pairs of isolated people: A reanalysis. *F1000Research*, 6, 676. <https://doi.org/10.12688/f1000research.11537.1>
- 13) Pastor M. A., Artieda J., Arbizu J., Valencia M., and Masdeu J. C. (2003). Human Cerebral Activation during Steady-State Visual-Evoked Responses. *Journal of Neuroscience*, 23(37).

- 14) Ahn S., Kim K., & Jun S.C. (2016). Steady-State somatosensory evoked potential for brain-computer interface - Present and future. *Frontiers in Human Neuroscience* 9:716. doi: [10.3389/fnhum.2015.00716](https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00716).
- 15) Filk T, Römer H. (2011). Generalized quantum theory: Overview and latest developments. *Axiomathes*, 21(2): 211–220.
- 16) Einstein A., Podolsky B., and Rosen N. (1935). Can Quantum-Mechanical description of Physical Reality be considered complete? *Phys. Rev.* 47: p. 777.
- 17) Hameroff S. and Penrose R. (2014). Consciousness in the Universe: a review of the “Orch OR” theory, *Phys. Life Rev.* 11, 39-78.
- 18) Walach H., Tressoldi P., and Pederzoli L. (2016). Mental, behavioural and physiological nonlocal correlations within the Generalized Quantum Theory framework. *Axiomathes*, 26(3), 313–328. <https://doi.org/10.1007/s10516-016-9290-6>
- 19) Rouleau N., Tessaro L., Sarakoa K., Scott M., Lehman B., Juden-Kelly L., and Persinger M. (2015). Experimental evidence of superposition and superimposition of cerebral activity within pairs of human brains separated by 6000 km: central role of the Parahippocampal regions. *NeuroQuantology*, V.13, 4, 397-407. doi: [10.14704/nq.2015.13.4.891](https://doi.org/10.14704/nq.2015.13.4.891)