



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) – Il gruppo di ricerca

Principal Investigator: Prof. Katuscia Sacco

Dipartimento di Psicologia – Università degli Studi di Torino

Il gruppo BIP si occupa di Neuroscienze Cognitive e opera presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli Studi di Torino.

Alla ricerca del “giardino nella mente” (“the garden in the brain” Emily Dickinson). La nostra ricerca è principalmente rivolta a indagare i **meccanismi di apprendimento e di memoria**. Attraverso diverse tecniche comportamentali e di **neuroimmagine**, cerchiamo di comprendere come amplificare la **plasticità cerebrale**, la **memoria** e l'**attenzione**.

Sarasso et al. (2019). “Everything is (still) illuminated: dual right cathodal-left anodal tDCS of PPC prevents fatigue on a visual detection task”. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*. doi: 10.1016/j.brs.2018.09.017

Ronga et al. (2018). “Everything is Illuminated: Prismatic Adaptation Lowers Visual Detection Threshold in Normal Subjects”. *Journal of Experimental Psychology – Human perception and performance*. doi: 10.1037/xhp0000559.

Caglio et al. (2009) Video game play changes spatial and verbal memory: Rehabilitation of a single case with traumatic brain injury. *Cognitive Processing*, 10 (SUPPL. 2), pp. S195-S197.

Latini Corazzini et al. (2008) Differentiated forgetting rates of spatial knowledge in humans in the absence of repeated testing. *Memory*, 16 (7), pp. 678-688.

Latini Corazzini et al. (2006). Forgetting rate of topographical memory in a virtual environment. *Cognitive Processing*, 7 (SUPPL. 1), pp. S56-S58.

BIP Research Group

katuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

Scienze dure, approccio gentile. Come ricercatori, il nostro approccio è basato sull'utilizzo di **prassi rigorose**, fondate sull'attenzione all'analisi del dato e alla sua **replicabilità**. Promuoviamo attivamente le pratiche di “**open science**”, mettendo a disposizione i dati raccolti dalla nostra équipe presso archivi pubblici. D'altra parte, vogliamo che la *nostra* scienza sia **rispettosa** e gentile. Ecco perché cerchiamo di migliorare i meccanismi di memoria e apprendimento stimolando la **motivazione intrinseca degli individui** e sfruttando il **gioco** e il **fascino delle cose belle**.

Sarasso, et al. (2021). Memorisation and implicit perceptual learning are enhanced for preferred musical intervals and chords. *Psychonomic Bulletin & Review*. doi:<https://doi.org/10.3758/s13423-021-01922-z>.

Sacco et al. (2022). A virtual navigation training promotes the remapping of space in allocentric coordinates: evidence from behavioural and neuroimaging data. *Neuropsychologia*.

Sarasso, et al. (2020). Beauty in mind: Aesthetic appreciation correlates with perceptual facilitation and attentional amplification. *Neuropsychologia* 136, 107282. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107282>.

Sarasso, et al. (2019). Aesthetic appreciation of musical intervals enhances behavioural and neurophysiological indexes of attentional engagement and motor inhibition. *Sci. Rep.* 9, 18550. doi:10.1038/s41598-019-55131-9.

Caglio et al. (2012) Virtual navigation for memory rehabilitation in a traumatic brain injured patient. *Neurocase*, 18 (2), pp. 123-13

Dal laboratorio alla società. Siamo consapevoli che progressi scientifici fondamentali vengono dalla ricerca di base, ma cerchiamo in ogni caso di non perdere il legame con la società in cui viviamo. Per questo motivo, siamo impegnati in diversi **progetti clinici** e in attività di **divulgazione del sapere scientifico**. In particolare, una parte importante della nostra attività riguarda progetti di

BIP Research Group

katuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

riabilitazione neurocognitiva ed è destinata a immaginare nuovi percorsi per prevenire l’insorgenza di deficit cognitivi nella popolazione anziana e per contrastarne gli effetti, in chi ne è affetto. Il nostro impegno è diretto anche a supportare la motivazione di chi è incluso in percorsi di riabilitazione e apprendimento: per questo motivo cerchiamo di abbinare agli esercizi cognitivi momenti di gratificazione personali.

Progetti clinici precedenti e in corso

“Ecosistema innovazione Nodes”, finanziato dal PNRR (progetto per la realizzazione di strumenti per la riabilitazione cognitiva a distanza) e realizzato in collaborazione con altri partner universitari e privati (2022 – in corso)

“Re-home: Soluzioni ICT per la tele-riabilitazione di disabilità cognitive e motorie originate da patologie neurologiche”, finanziato dalla Regione Piemonte (Finpiemonte) – Piattaforma Salute & Benessere (2019-2022)

“Potenziamento dei processi di apprendimento”, Convenzione pluriennale per la ricerca finanziata da Vishay Intertechnology Inc. (2020 – in corso)

“Riabilitazione della memoria spaziale attraverso ambienti di realtà virtuale”, finanziato dalla Fondazione CRT (2019-2020)

“Riabilitazione del cammino in seguito a ictus cerebrale con uso di un nuovo sistema robotizzato: aspetti motori e cognitivi”, finanziato dalla Fondazione CRC (2012-2014).

BIP Research Group

katiuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

Il progetto di ricerca

Borsa di studio e di ricerca di 24 mesi – costo 34000 euro

In ogni momento della nostra vita apprendiamo nuove informazioni dall’ambiente, ciò ci consente di agire in modo funzionale e adattivo nel mondo che ci circonda. Le informazioni che percepiamo sono spesso condivise con le persone intorno a noi, come accade abitualmente nei nostri salotti, nelle piazze, a teatro o anche in tv ed al cinema ad esempio; è forse possibile che il semplice fatto di dividerle le renda più salienti e migliori il modo in cui le acquisiamo ed utilizziamo?

È quanto proposto dalla letteratura inerente al campo della ‘Shared attention’ (Si veda per una rassegna il lavoro di Shteynberg, 2015), che si interroga riguardo al ruolo che la presenza di un’altra persona possa avere nell’elaborazione e nell’utilizzo dell’informazione ottenuta da stimoli ambientali.

Il filone teorico della ‘Shared attention’ prende le mosse da un dato di senso comune (“due teste sono spesso meglio di una”) e da alcune isolate evidenze di carattere psicologico che suggeriscono la presenza di un miglioramento in alcuni compiti specifici di memoria quando un’altra persona svolge lo stesso task insieme a noi (Eskenazi, Doerrfeld, Logan, Knoblich, & Sebanz, 2013; Shteynberg, 2010; Shteynberg & Apfelbaum, 2013; Shteynberg, Hirsh, Apfelbaum, et al., 2014). L’idea alla base di questo effetto è che la condivisione del focus attenzionale su determinati stimoli, porti gli individui ad investire maggiori risorse cognitive (*energie mentali*) nell’elaborazione degli stimoli stessi. In altre parole, si può ipotizzare che la presenza di un altro individuo che presti interesse agli stessi stimoli a cui io sto prestando interesse, li renda ancora più “rilevanti”.

Questo effetto si riscontra in diverse modalità sensoriali, durante la condivisione di immagini, suoni, sapori ed odori che arricchiscono la nostra vita quotidiana (Si veda ad esempio il lavoro di Boothby e collaboratori del 2014).

BIP Research Group

katuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

Talvolta siamo portati a ritenere che le condizioni di isolamento favoriscano la concentrazione e per questo, il miglioramento dell'elaborazione degli stimoli in condizioni di attenzione condivisa può apparire sbalorditivo. Tuttavia, considerando la natura strutturalmente e funzionalmente sociale della nostra quotidianità, può non sorprendere pensare ad un processo, radicato nel nostro corredo neurobiologico, che faciliti o migliori le nostre funzioni cognitive in situazioni di interazione collaborativa. Studi recenti hanno avanzato la proposta che i fenomeni collegati alla ‘Shared attention’ possano rappresentare un meccanismo evolutivo, selezionatosi nella nostra specie in tempi in cui la sopravvivenza del singolo individuo dipendeva in modo esclusivo dall'azione collettiva e collaborativa con i propri simili (Si veda ad esempio il lavoro di Bowles e Gintis, 2003). Anche da un punto ontogenetico, la possibilità di amplificare le funzioni cognitive in presenza di interazioni con i proprio simili sembra essere cruciale per lo sviluppo degli individui più giovani, permettendo di migliorare le nostre capacità di apprendimento per imitazione. Le nostre prime interazioni con il mondo vengono, infatti, mediate dalla relazione con i nostri genitori e, specialmente nelle prime fasi, si compongono di riflessi, di sguardi e di giochi attentivi tra infante e *caregivers*. Baron-Cohen (1995) parla proprio di ‘Shared attention’ nel descrivere un meccanismo di rappresentazione triadica (bambino-genitore-oggetto) che garantisce al bambino di capire che, mentre sta osservando un oggetto, il genitore ne può esser consapevole. Questa conquista evolutiva è dunque fondamentale per un corretto sviluppo e, l'autore, individua proprio in una sua compromissione parte dei problemi principali legati ad alcuni dei disturbi dell'età evolutiva, come i disturbi dello spettro autistico. L'attenzione condivisa sembra precedere evolutivamente la creazione di rappresentazioni condivise ed è probabile che tale abilità mantenga un ruolo cardine anche in fasi più avanzate dello sviluppo, garantendoci una corretta interazione con il nostro contesto sociale.

Anche ad un livello più basso, di natura neurofisiologica, molti studi elettrofisiologici dimostrano come il sistema nervoso, non potendo rispondere in modo efficace a tutte le stimolazioni presenti nell'ambiente, sviluppi delle specifiche strategie per ottimizzare le proprie risorse, selezionando le informazioni secondo un gradiente di informatività o salienza (Cfr, Predictive coding theory e Free

BIP Research Group

katuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

energy principle - Friston et al., 2010). È possibile che, solo il fatto che un’informazione sia acquisita anche da un’altra persona, faccia sì che il nostro sistema nervoso la consideri più saliente (Eskenazi, Doerrfeld, Logan, Knoblich, & Sebanz, 2013).

Sebbene l’importanza dei meccanismi di attenzione condivisa sia stata ampiamente discussa dalla letteratura scientifica, tuttavia al momento esistono ancora pochissime investigazioni sistematiche del fenomeno (Shteynberg, 2015). In particolare, non si riscontrano nella letteratura pubblicazioni scientifiche che mirino a descrivere i correlati elettrofisiologici (tramite elettroencefalografia) dell’eventuale potenziamento cognitivo prodotto dall’attenzione condivisa. Un tale risultato, oltre a far luce sulle base neurali del fenomeno della “Shared attention”, rappresenterebbe un importante avanzamento di ricerca con promettenti applicazioni di natura clinica e sociale. Descrivere il correlato obiettivo degli effetti dell’attenzione condivisa permetterebbe una migliore comprensione dei meccanismi neurali di apprendimento implicito e potrebbe essere utilizzato per valutare l’efficacia di differenti percorsi di training.

Introduzione e obiettivi della ricerca

Condividere l’attenzione con chi è insieme a noi potrebbe, dunque, migliorare le nostre prestazioni in diversi aspetti della quotidianità; può portarci ad investire più energie su uno stimolo e quindi memorizzarlo meglio, può poi incrementare le prestazioni in un compito in cui è coinvolto quello stesso stimolo o, infine, potrebbe amplificare l’emozione da esso originata. Se, come ipotizziamo, questo fenomeno fosse mediato da processi neurofisiologici alla base dei meccanismi di elaborazione degli stimoli in entrata, questa particolare proprietà del nostro essere “*animali sociali*” si rifletterebbe in un numero considerevole degli ambiti in cui ogni giorno operiamo. Anche rispetto al momento storico che stiamo vivendo, in cui l’emergenza sanitaria Covid-19 ci impone un necessario isolamento sociale, lo studio dei meccanismi neurali alla base della ‘Shared attention’ risulta cruciale per

BIP Research Group

katuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

identificare quali aspetti del contesto sociale sono fondamentali per l’amplificazione dell’attenzione e come sia possibile trasferirli dall’interazione sociale in presenza a quella a distanza.

L’obiettivo del presente progetto di ricerca è proprio quello di *isolare i biomarker elettrofisiologici (osservati tramite elettroencefalografia) del fenomeno dell’amplificazione dell’attenzione ad opera del contesto sociale. Il riconoscimento dei meccanismi neurali alla base della ‘Shared attention’ potrebbe avere un importante impatto di ricerca e di carattere applicativo.*

In particolare, i risultati del progetto, descrivendo i meccanismi necessari per trasferire i benefici dell’interazione in presenza a quella a distanza, potrebbero essere applicati a diversi ambiti in cui l’apprendimento è lo scopo finale: da quello scolastico-accademico, passando per quello lavorativo ed aziendale fino al campo clinico e riabilitativo, tutti ambiti che sono stati colpiti dalle misure di restrizione disposte, con la conseguente inevitabile riduzione della socialità. Inoltre, al di là dell’impatto sulla gestione dell’emergenza Covid, il particolare momento che stiamo attraversando rappresenta anche una sorta di test per passare al vaglio nuove dinamiche didattiche, lavorative e riabilitative. Sfruttando i canali telematici, sarà possibile in futuro orientare parte delle interazioni didattiche e riabilitative verso un contesto più *smart*? Sono molti i progetti Europei e della Regione Piemonte che mirano alla costruzione di piattaforme telematiche per la riabilitazione di patologie neurologiche e motorie. Il consolidamento di tecniche di riabilitazione a distanza ha un enorme impatto sul sistema sanitario regionale e sul tessuto sociale, diminuendo i costi di ospedalizzazione e allo stesso tempo alleggerendo gli obblighi dei *caregivers*, i cui cari potrebbero più agilmente intraprendere il percorso di riabilitazione da casa. Allo stesso modo, permettere alle aziende e all’università di organizzare dei percorsi formativi a distanza potrebbe semplificare notevolmente la condizione dei lavoratori e degli studenti fuori sede, con benefici oltre che economici anche di carattere ambientale (per la riduzione dell’inquinamento prodotto dagli spostamenti).

BIP Research Group

katiuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

Al di là delle applicazioni possibili dei risultati del presente progetto, la ricerca ha come primo obiettivo quello di approfondire la conoscenza dei meccanismi legati alla ‘Shared attention’, fornendo evidenze sperimentali sistematiche riguardo la sua importanza nei processi percettivi e mnemonici, affiancando a misure comportamentali, un indice neurofisiologico ricavato mediante l’uso dell’Elettroencefalogramma (d’ora in poi, EEG).

Lo sviluppo della ricerca

Nell’ambito della ricerca, saranno indagati gli effetti della socialità su due distinti indici di apprendimento che si collocano ad un livello di elaborazione differente. Come misura comportamentale degli effetti dell’attenzione condivisa verrà utilizzato un task mnemonico (una sorta di memory virtuale, che verifica l’abilità dei partecipanti nell’associare determinate immagini a una specifica posizione nello spazio, d’ora in poi “Memory”), implementato e sviluppato dal gruppo ‘Brain plasticity and behavior change’ del Dipartimento dell’Università di Torino in collaborazione con Synarea SRL consultants. Le capacità di memorizzazione dei partecipanti (accuratezze e tempi di risposta) verranno registrate e analizzate.

Come misura elettrofisiologica, invece, verrà utilizzato l’EEG per misurare le risposte elettrofisiologiche (sia i potenziali evocati che le oscillazioni neurali) a un compito di ascolto di suoni (note musicali). Mediante un paradigma *Roving* (M.I. Garrido et al., 2008), si registreranno le risposte evocate da stimoli uditivi nuovi e ripetuti. Questa procedura ci permetterà di esaminare un marker neurobiologico riconosciuto di apprendimento implicito: la ‘Mismatch negativity’ uditiva (MMN – R. Naatanen, 2003).

Nel corso del progetto verrà registrata la modulazione delle misure comportamentali e di quelle elettrofisiologiche in 3 diverse condizioni sperimentali che mimeranno differenti condizioni di socialità: condizione 1 ‘solitudine’, i soggetti svolgeranno i compiti in completa solitudine; condizione 2 di ‘socialità in presenza’ i soggetti svolgeranno i compiti in presenza di un’altra persona;

BIP Research Group

katuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

condizione 3, di ‘socialità virtuale’, i partecipanti svolgeranno i compiti in presenza di un’altra persona in uno spazio virtuale.

Analisi dei dati raccolti e risultati attesi

Per quanto riguarda le misure comportamentali, confronteremo i risultati del *Memory* (accuratezze e tempi di risposta) nelle diverse condizioni sperimentali. Ci aspettiamo di osservare migliori performance nella condizione di ‘socialità in presenza’ rispetto a tutte le altre condizioni. Inoltre, ci aspettiamo di osservare migliori abilità di memorizzazione nella condizione di ‘socialità in presenza’ rispetto alle condizioni di ‘solitudine’ e di ‘socialità virtuale’.

Rispetto alle misure elettrofisiologiche, a seguito di un pre-processamento dei tracciati (effettuato su Letswave implementato su Matlab), analizzeremo le risposte agli stimoli sonori nel dominio del tempo (osservando i potenziali evocati) e nel dominio del tempo-frequenza (analizzando le oscillazioni neurali). Queste analisi ci permetteranno di isolare i meccanismi neurali alla base del fenomeno della ‘Shared Attention’.

Grazie all’analisi sui potenziali evocati, potremo calcolare la ‘Mismatch negativity’ (MMN), come indice obiettivo di apprendimento implicito, nelle diverse condizioni sperimentali. Ci aspettiamo di osservare una MMN più accentuata nella condizione di ‘socialità in presenza’ rispetto a tutte le altre condizioni. Inoltre, ci aspettiamo che la MMN nella condizione di ‘socialità in presenza’ sia maggiore rispetto alle condizioni di ‘solitudine’ e di ‘socialità virtuale’. Proveremo inoltre a verificare se l’ampiezza della MMN nelle diverse condizioni sperimentali possa predire l’andamento delle performance di apprendimento nel compito comportamentale, confermando così il legame fra misure implicite elettrofisiologiche e misure comportamentali.

Sede dell’esperimento e collaborazioni scientifiche

BIP Research Group

katiuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

L’esperimento sarà condotto presso il Dipartimento di Psicologia dell’Università degli studi di Torino, sotto la supervisione del gruppo di ricerca *Brain plasticity and behavior change* coordinato dalla professoressa Katuscia Sacco.

Il Dipartimento di Psicologia dispone di tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione della ricerca. Inoltre, avrò modo di costruire le condizioni sperimentali mimando reali condizioni di interazione, in presenza e a distanza in ambito didattico e in ambito riabilitativo, grazie alla collaborazione con l’Unità di Psicologia Clinica e di Geriatria dell’Ospedale Molinette. Infine, grazie alla collaborazione con il Politecnico di Torino sarà possibile riprodurre l’ambiente virtuale necessario per realizzare la condizione 3.

Infine, parte del progetto sarà svolto con la collaborazione del Prof. Kou Murayama, *Universität Tübingen*, esperto nel campo delle neuroscienze cognitive (il prof. Murayama si è aggiudicato di recente il prestigioso riconoscimento della *Von Humboldt Professorship*) ed in particolare nello studio della motivazione ad acquisire nuova conoscenza.

Cronoprogramma

La ricerca, che avrà una durata di 24 mesi, sarà suddivisa in diverse fasi.

Durante la prima fase, verrà passata in rassegna gran parte della letteratura inerente al campo della ‘Shared attention’. Questa fase, della durata di circa 3 mesi, permetterà di perfezionare la conoscenza sull’argomento, approfondendo così i costrutti e le metodologie già discussi in letteratura. Questo periodo è di cruciale importanza per la progettazione del paradigma sperimentale e delle varie fasi del progetto; renderà possibile, infatti, ottimizzare tempi e risorse, al fine di ottenere un risultato chiaro e valido.

BIP Research Group

katuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

La seconda fase sarà dedicata alla progettazione del paradigma sperimentale e all’adattamento dello scenario virtuale e avrà una durata di 4 mesi; pianificheremo infatti la raccolta dati, la randomizzazione delle condizioni presenti nel nostro progetto, l’analisi dei dati e la fase di scrittura. Ci assicureremo di impiegare in modo funzionale gli strumenti di cui faremo uso e prepareremo il setting sperimentale perché sia adatto alla raccolta dati in cui ci impegneremo.

La terza fase sarà dedicata alla raccolta dati (12 mesi). In questa fase verrà selezionato un campione sperimentale rappresentativo e, dopo avere randomizzato le condizioni tra i soggetti, inizieremo a raccogliere i dati seguendo fedelmente il paradigma precedentemente perfezionato, in un campione di individui giovani e sani e in seguito in una popolazione di pazienti affetti da patologie dementigene. Una volta raccolti i dati, questi verranno analizzati secondo tecniche di analisi statistica avanzate; questo ci permetterà di confrontare le diverse condizioni sperimentali.

Nella quarta ed ultima fase, della durata di 5 mesi, verranno interpretati i dati e verranno discusse le eventuali correlazioni tra le diverse condizioni. Questa fase sarà dedicata, inoltre, alla scrittura di manoscritti scientifici riguardanti il progetto. I risultati del progetto saranno poi presentati a convegni scientifici e in occasioni di divulgazione scientifica.

BIP Research Group

katuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy



BIP (BraIn Plasticity and behavioural changes) Research Group

Looking for “the garden in the brain”

Bibliografia

- 1) Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- 2) Boothby, E. J., Clark, M. S., & Bargh, J. A. (2014). Shared Experiences Are Amplified. *Psychological Science*, 25(12), 2209–2216. <https://doi.org/10.1177/0956797614551162>
- 3) Bowles, S., & Gintis, H. (2003). Origins of human cooperation. In Hammerstein, P. (Ed.), *Genetic and cultural evolution of cooperation* (pp. 429–443). Cambridge, MA: MIT Press.
- 4) Eskenazi, T., A. Doerrfeld., G. D. Logan., G. Knoblich & N. Sebanz (2013). Your words are my words: Effects of acting together on encoding. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66:5, 1026-1034, DOI: 10.1080/17470218.2012.725058
- 5) Friston, K.J., Daunizeau, J., Kilner, J. et al. Action and behavior: a free-energy formulation. *Biol Cybern* 102, 227–260 (2010). <https://doi.org/10.1007/s00422-010-0364-z>
- 6) M.I. Garrido, K.J. Friston, S.J. Kiebel, K.E. Stephan, T. Baldeweg, J.M. Kilner. The functional anatomy of the MMN: A DCM study of the roving paradigm. *NeuroImage*, Volume 42, Issue 2, 15 August 2008, Pages 936-944. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.05.018>
- 7) Sarasso P., Neppi Modona M., Sacco K., Ronga I. “Stopping for knowledge”: The sense of beauty in the perception-action cycle. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. \Volume 118, November 2020, Pages 723-738. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.09.004>
- 8) Shteynberg, G. (2010). A silent emergence of culture: The social tuning effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 99(4), 683–689. <https://doi.org/10.1037/a0019573>
- 9) Shteynberg, G. (2015). Shared Attention. *Perspectives on Psychological Science*, 10(5), 579–590. <https://doi.org/10.1177/1745691615589104>
- 10) Shteynberg, G., & Apfelbaum, E. P. (2013). The Power of Shared Experience: Simultaneous Observation With Similar Others Facilitates Social Learning. *Social Psychological and Personality Science*, 4(6), 738–744. <https://doi.org/10.1177/1948550613479807>
- 11) Shteynberg, G., Hirsh, J. B., Apfelbaum, E. P., Larsen, J. T., Galinsky, A. D., & Roese, N. J. (2014). Feeling more together: Group attention intensifies emotion. *Emotion*, 14(6), 1102–1114. <https://doi.org/10.1037/a0037697>

BIP Research Group

katiuscia.sacco@unito.it

Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Psicologia

Palazzo Badini, Via Verdi, 10

10124 – Torino (TO) Italy