



**Università
di Brescia**

Dipartimento di Scienze Cliniche e Sperimentali

Dottorato di Ricerca in
«Intelligenza Artificiale in Medicina e Innovazione
nella Ricerca clinica e metodologica»

Coordinatore: Prof. Domenico Russo

Come reagiamo a stimoli emotivi in un ambiente di Realtà Virtuale?

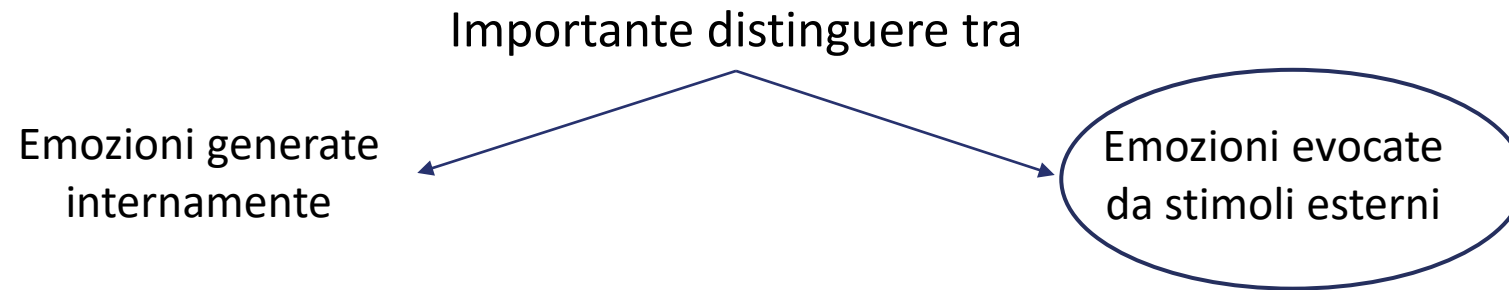
**Studio dei correlati comportamentali e degli indici autonomici
associati al fenomeno della task-relevance delle emozioni**

COBA EMMA

CICLO XL

Supervisor: prof. Giovanni Mirabella

Emozioni: interfaccia tra organismo e il suo ambiente (Mulligan and Scherer, 2012).



Come reagiamo agli stimoli emotivi?

Modelli evoluzionistici

Esempio: Modello Motivazionale
(Bradley et al., 2001; Lang and Bradley, 2010)

Stimoli emotivi sufficientemente attivanti catturano **automaticamente** l'attenzione, attivando risposte di **approccio o di evitamento** sulla base della valenza di tali stimoli

Appraisal Theories

(Moors, Ellsworth, Scherer and Frijda, 2013; Moors and Fischer, 2019; Scherer and Moors, 2019)

Le risposte comportamentali agli stimoli emotivi **non sono automatiche**, ma dipendono dalla **rilevanza dello stimolo** in un dato **contesto**

La maggior parte degli studi sulle emozioni si è focalizzata sulla percezione delle emozioni.

TUTTAVIA!

Le elaborazioni dell'informazione visiva che servono alla percezione di un oggetto non sono le stesse che servono per elaborare **un'azione** verso quell'oggetto.

Gli stimoli emotivi influenzano il comportamento umano, in particolare le **azioni orientate agli obiettivi** (*goal-oriented*) interagendo con le **funzioni esecutive (FE)**.



FE: meccanismi di **controllo cognitivo** che ci permettono di dirigere il comportamento con lo scopo di **raggiungere determinati obiettivi**

3 tipi di Funzioni Esecutive (Diamond, 2006, 2013)

Memoria di Lavoro (Working Memory)



Inibizione (Inhibitory Control)



Flessibilità Cognitiva (Shifting)



Resistere a distrazioni, impulsi o risposte automatiche

Controllare il comportamento, i pensieri e le emozioni per raggiungere un obiettivo

Mirabella (2014)

Inibizione Reattiva

La capacità di interrompere a valle un'azione già avviata o pianificata quando compare un segnale esterno che ordina di fermarsi

Inibizione Proattiva

Strategie anticipatorie/endogene che l'individuo implementa, sulla base del contesto, per aumentare la probabilità di riuscire a fermarsi se necessario

Risultati
controversi in
letteratura

→ Mancanza di confronti entro lo stesso soggetto

→ Confondimento dovuto al riconoscimento delle emozioni

→ L'arousal è stato in gran parte ignorato

→ Gli stimoli emotivi utilizzati sono spesso irrilevanti per il compito svolto

Prove più recenti suggeriscono che gli stimoli emotivi influenzano la prontezza all'azione e il controllo inibitorio solo quando sono rilevanti per il compito in corso (cioè quando sono “*task-relevant*”). Questa relazione è stata studiata per **diversi tipi di movimenti**:

- L'avvio dell'andatura (*gait initiation*; Mirabella et al., 2023);
- La pressione dei tasti (Mirabella et al., 2024);
- I movimenti di estensione del braccio (*reaching movements*, Mirabella, 2018; Mancini et al., 2020; Mancini et al., 2022; Calbi et al 2022; Montalti and Mirabella 2023, 2024) ;
- Le risposte saccadiche (Mirabella et al., 2024).

Tutti questi studi dimostrano che la **task-relevance** ha un ruolo fondamentale nel modulare sia le **risposte comportamentali** che **quelle neurali**.

In laboratorio, gli stimoli emotivi vengono presentati in forma di **immagini**.



OBIETTIVO:

Indagare come il fenomeno della task-relevance di stimoli emotivi modula le risposte motorie e il controllo inibitorio in ambienti immersivi di VR. L'idea alla base di questo approccio è che gli stimoli tridimensionali (3D) aumentino la validità ecologica dei risultati.



Partecipanti

Criteri d'inclusione: 18-35 anni; destrimani; NO deficit visivi (corretti)

Criteri d'esclusione: presenza attuale o pregressa di condizioni neurologiche o psichiatriche; disabilità intellettiva ($QI < 70$); cybersickness; 3D-blindness

VR SETUP:

Vizard 8 + Sightlab



Meta Quest Pro



Misure



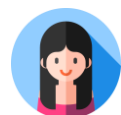
Comportamentali (tempi di reazione e movimento, errori di commissione ed omissione)



Metriche oculari (eye-tracking)



Questionari self-report (dominanza manuale (EHI), alessitimia (TAS-20), senso di presenza ed immersione (SUS); SSQ)

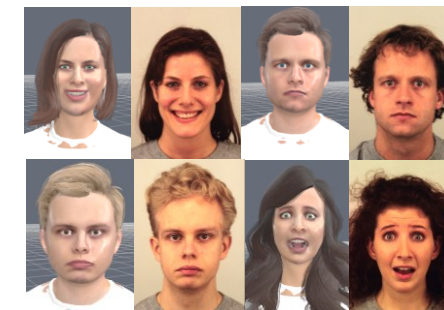


Stimoli

Selezionati quattro attori dal database *Karolinska Directed Emotional Faces* (Lundqvist et al., 1998);

Le immagini dei volti sono state trasformate in avatar 3D tramite il software *Avaturn*;

Avatar importati nell'ambiente di sviluppo Vizard e sottoposti a *morphing facciale* per creare diverse espressioni emotive



STIMOLI - Validazione

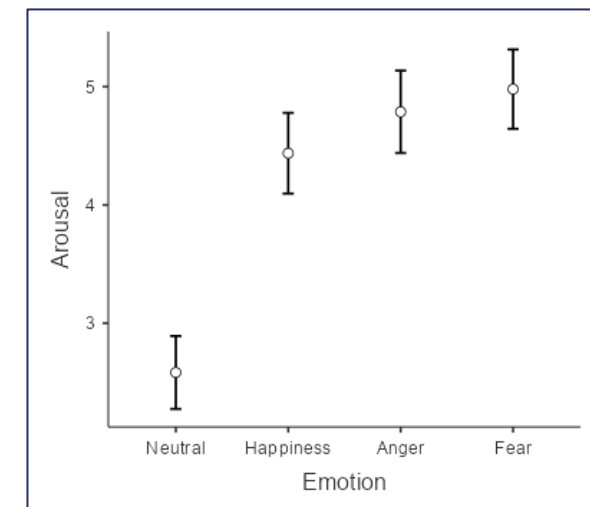
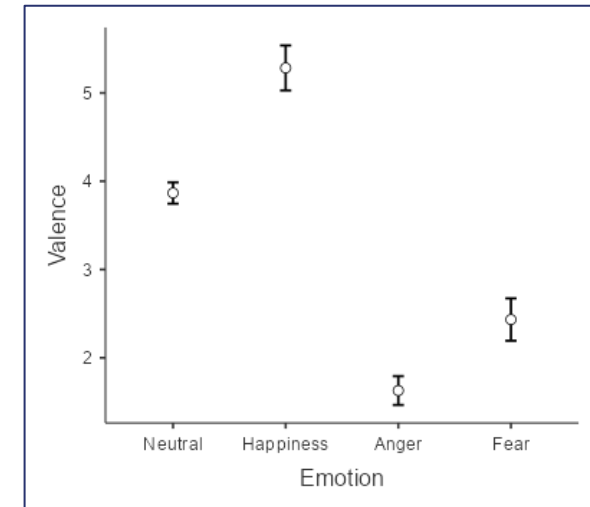
N= 60 ($\bar{M}$ =28, Metà = 25.1 anni, $SD_{età} \pm 5.2$ anni)

Gli stimoli sono stati validati tramite un questionario online realizzato con la piattaforma PsyToolKit (Stoet, 2010; Stoet, 2016), per valutarne la:

- Valenza: scala Likert da 1 (molto negativa) a 7 (molto positiva);
- Arousal: scala Likert da 1 (per niente attivante) a 7 (molto attivante).

Valenza: gli stimoli emotivi sono stati percepiti come significativamente diversi tra loro ($p < .001$).

Arousal: Le espressioni neutre sono state valutate come significativamente meno attivanti rispetto a tutte le espressioni emotive ($p < .001$), mentre felicità, rabbia e paura non differivano significativamente tra loro.



GO/NO-GO TASK

Paradigma usato per misurare due costrutti:

- Inibizione
- Prontezza all'azione



Come la applichiamo alle emozioni?

Stimolo emotivo come stimolo **NO-GO** (es. Mancini et al., 2022)

Stimolo emotivo come stimolo **GO** (es. Mancini et al., 2020)

Misure utilizzate:

- Tempi di reazione (RT)
- Errori di omissione
- Errori di commissione
- Tempi di movimento (MT)

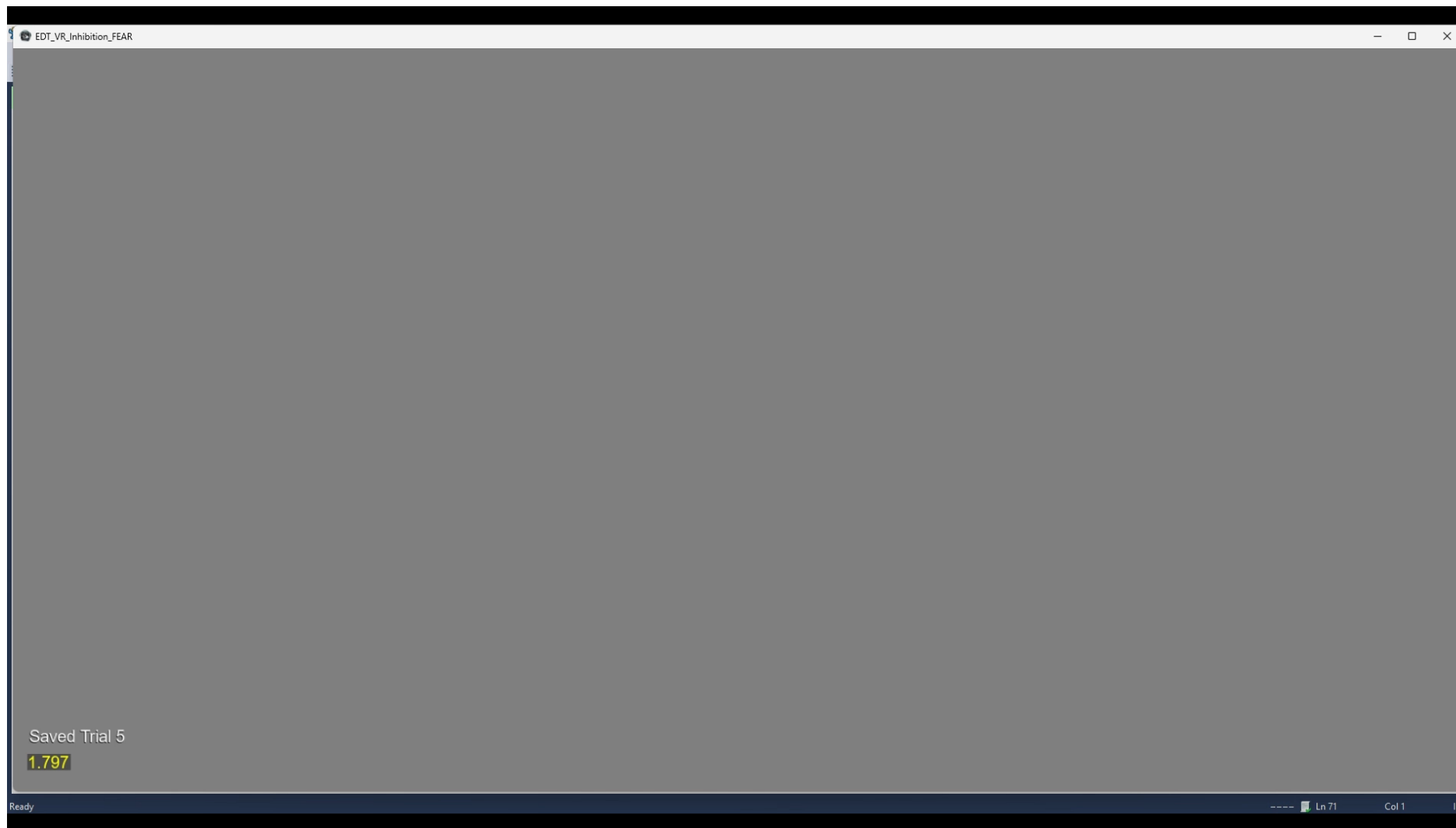
Come paragonare l'effetto di stimoli emotivi su azioni *goal-directed* quando questi sono rilevanti e quando non lo sono?



Rispondere in base all'emozione
(*Emotion Decision Task*)



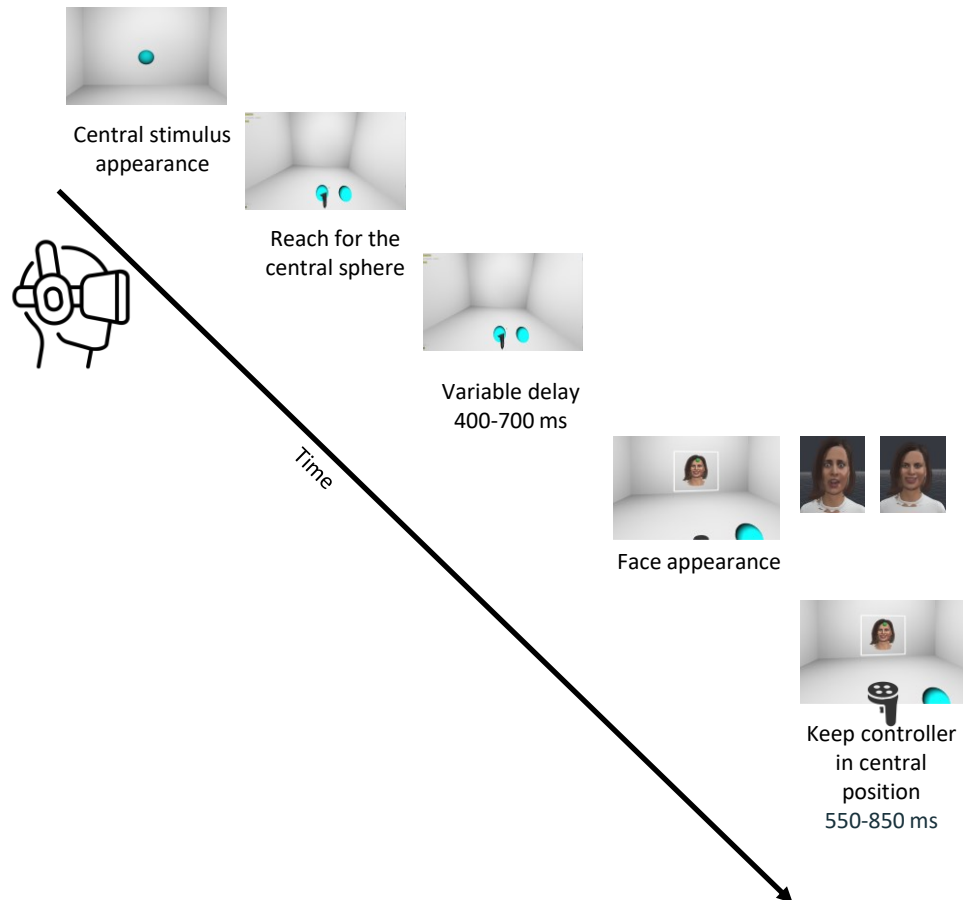
Controllo:
Rispondere in base al genere (*Gender Decision Task*)



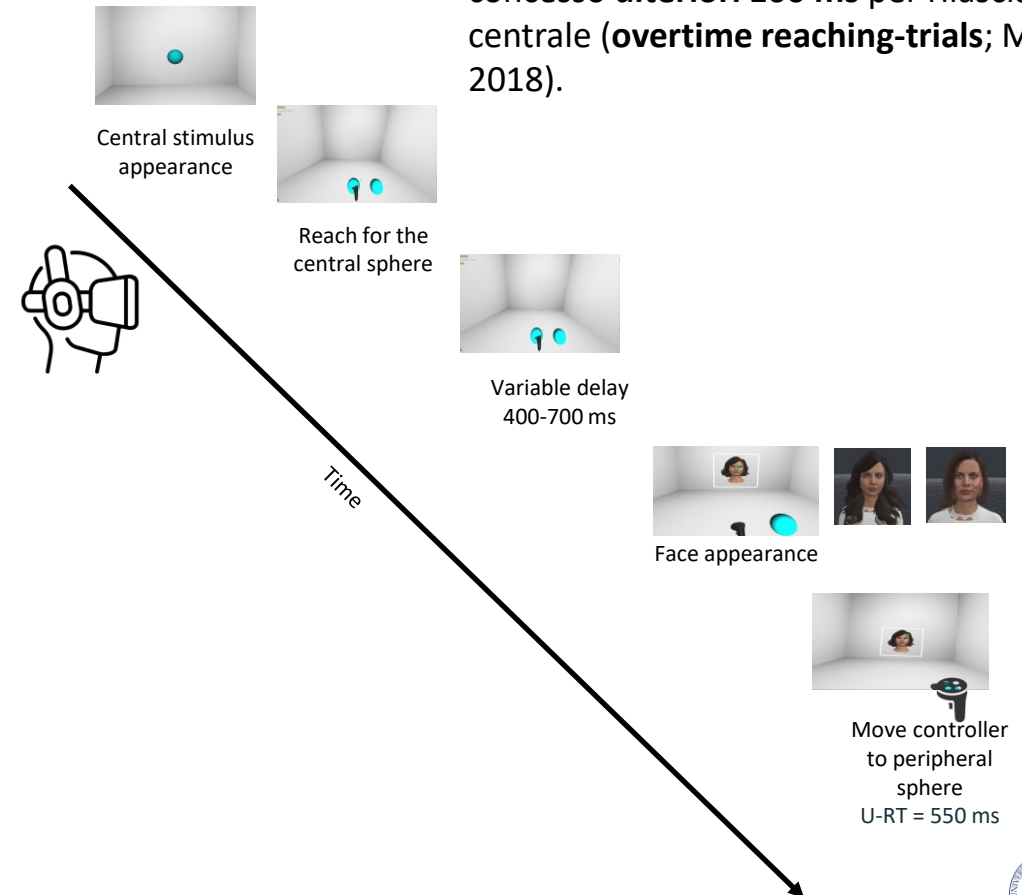
PARADIGMA SPERIMENTALE

A) Emotional Go/No-Go Task

No-Go Condition (33%):
Emotional Face



Go Condition (67%):
Neutral Face



Per scoraggiare i partecipanti dal rallentare durante il compito, nelle prove Go abbiamo impostato un **limite massimo di Tempo di Reazione (U-RT) di 550 ms**.

Per evitare di troncare la coda destra della distribuzione dei tempi di reazione (RT), abbiamo concesso **ulteriori 100 ms** per rilasciare lo stimolo centrale (**overtime reaching-trials**; Mirabella, 2018).

Cornice Teorica

Obiettivi

Metodi

Risultati preliminari

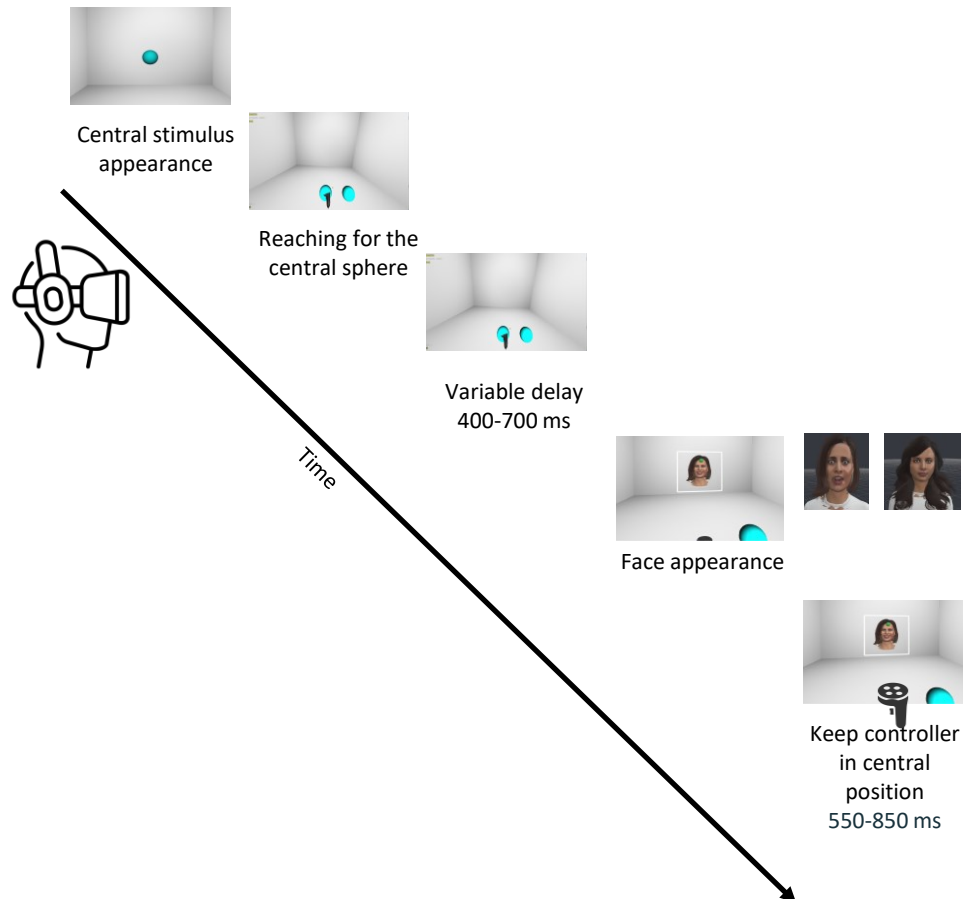
Prospettive future

PARADIGMA SPERIMENTALE

B) Gender Go/No-Go Task

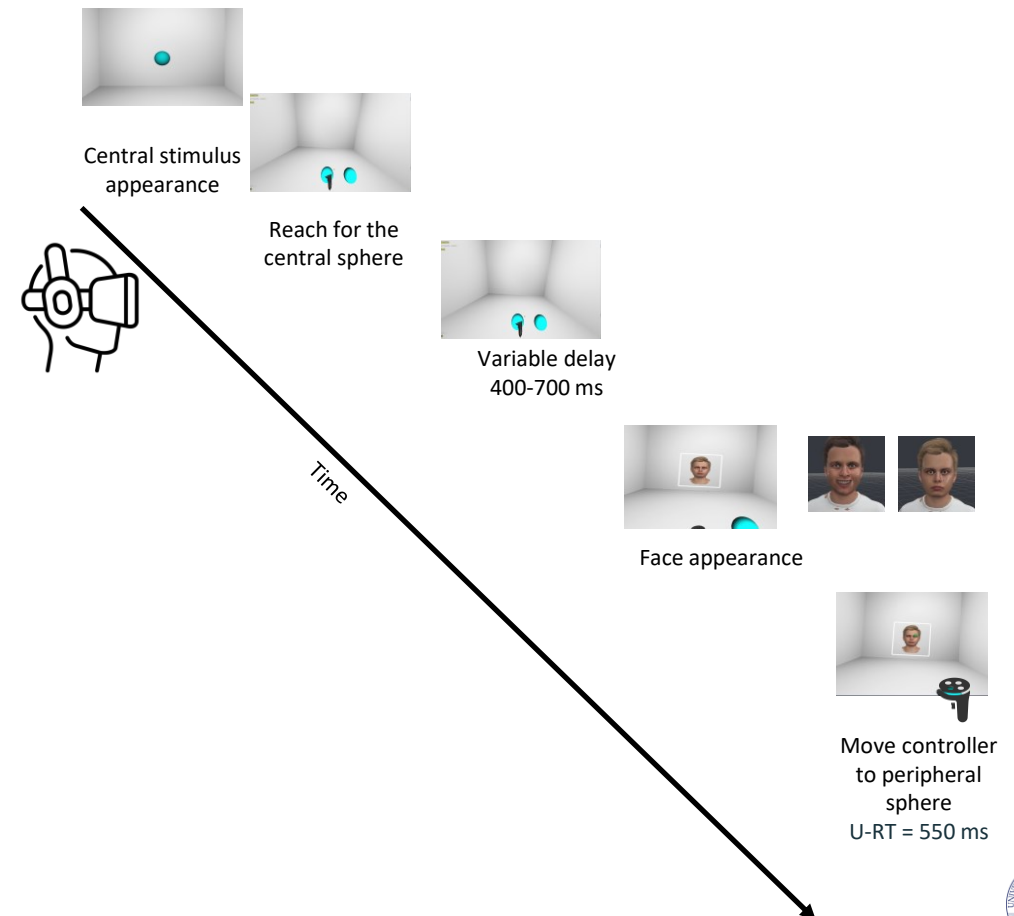
No-Go Condition (33%):

Female (or male) Face



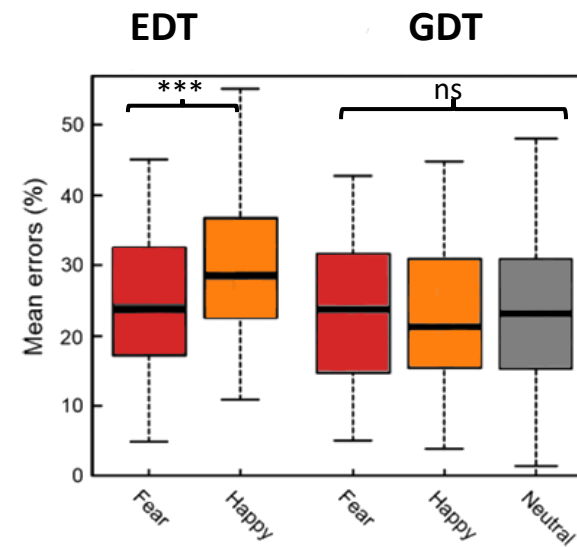
Go Condition (67%):

Male (or female) Face

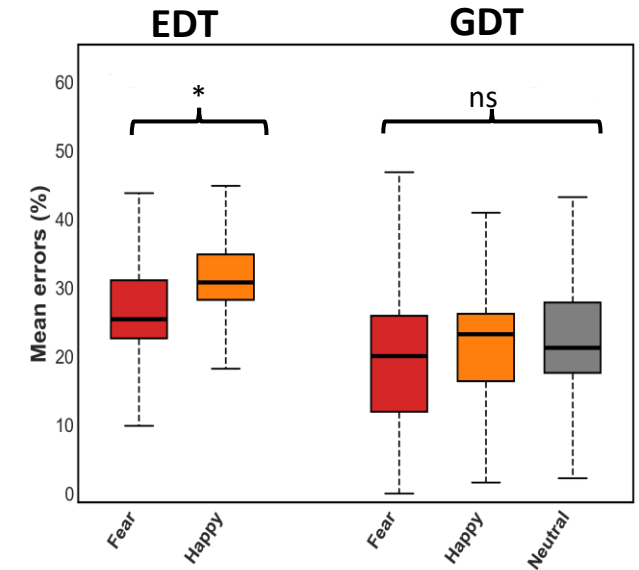


Stiamo replicando i risultati comportamentali di Mancini et al., 2022: nell'**EDT**, i partecipanti ($n = 10$) commettono più errori di commissione quando il **segnale No-go era un volto felice rispetto a un volto impaurito** ($t(9) = 2.32$, $p = .046$, d di Cohen = .73). Al contrario, nel **GDT**, le espressioni facciali **non hanno influenzato significativamente** il controllo inibitorio. Questi risultati sono anche coerenti con quelli riportati da **Calbi et al., 2022**, che hanno utilizzato **posture corporee** come stimoli emotivi.

Adattato da Mancini et al., 2022



I nostri risultati preliminari



Rate of commission errors						
Mancini et al., (2022)				Our preliminary results		
Tasks	<i>Fear</i> $M \pm SD$	<i>Happiness</i> $M \pm SD$	<i>Neutral</i> $M \pm SD$	<i>Fear</i> $M \pm SD$	<i>Happiness</i> $M \pm SD$	<i>Neutral</i> $M \pm SD$
EDT	32.2 ± 18.1	40.6 ± 20.9	-	26.5 ± 8.6	32.5 ± 11.7	-
GDT	19.1 ± 11.0	18.8 ± 11.3	20.8 ± 14.4	19.8 ± 8.2	21.6 ± 8.8	23.4 ± 11.3

Partendo da un contesto VR controllato e basato su laboratorio, gli studi futuri mireranno ad aumentare la validità ecologica attraverso:



L'implementazione di espressioni dinamiche degli avatar e/o posture corporee;



L'integrazione dei movimenti dei partecipanti verso gli avatar tramite *motion capture* (analisi del movimento per la risposta del *gait*);



Lo sviluppo di ambienti VR più naturalistici e interattivi;



Misure fisiologiche (EDA + ECG)



Studi su pazienti (es. Malattia di Parkinson)

Questi progressi ci permetteranno di indagare come le emozioni influenzano il comportamento, incluso il controllo inibitorio, e più in generale le interazioni tra emozione e azione in contesti più ecologicamente validi e socialmente coinvolgenti.



**Università
di Brescia**

GRAZIE DELL'ATTENZIONE!

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bari, A., & Robbins, T. W. (2013). Inhibition and impulsivity: behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, 108, 44-79. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2013.06.005>
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001). Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion* (Washington, D.C.), 1(3), 276–298.
- Bressi, C., Taylor, G., Parker, J., Bressi, S., Brambilla, V., Aguglia, E., Allegranti, I., Bongiorno, A., Giberti, F., Bucca, M., Todarello, O., Callegari, C., Vender, S., Gala, C., & Invernizzi, G. (1996). Cross validation of the factor structure of the 20-item Toronto Alexithymia Scale: an Italian multicenter study. *Journal of Psychosomatic Research*, 41(6), 551-559. [https://doi.org/10.1016/s0022-3999\(96\)00228-0](https://doi.org/10.1016/s0022-3999(96)00228-0)
- Calbi, M., Montalti, M., Pederzani, C., Arcuri, E., Umiltà, M. A., Gallese, V., & Mirabella, G. (2022). Emotional body postures affect inhibitory control only when task-relevant. *Frontiers in Psychology*, 13, 1035328. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1035328>
- Cyders, M. A., Smith, G. T., Spillane, N. S., Fischer, S., Annus, A. M., & Peterson, C. (2007). Integration of impulsivity and positive mood to predict risky behavior: development and validation of a measure of positive urgency. *Psychol Assess*, 19(1), 107-118. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.19.1.107>
- Dalley, J. W., & Robbins, T. W. (2017). Fractionating impulsivity: neuropsychiatric implications. *Nature Reviews: Neuroscience*, 18(3), 158-171. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.8>
- Diamond, A. (2006). The Early Development of Executive Functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70–95). Oxford University Press. Funzioni Esecutive
- Diamond A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- GÜRdere, C., Bottesi, G., Carraro, E., & Ghisi, M. (2022). The Italian Validation of the Brief Self-Control Scale: A Preliminary Analysis. *Journal of Evidence-Based Psychotherapies*, 22(2), 103-114. <https://doi.org/10.24193/jebp.2022.2.15>
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). Karolinska directed emotional faces. *PsycTESTS Dataset* <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/t27732-000>
- Mirabella G. (2014). Should I stay or should I go? Conceptual underpinnings of goal-directed actions. *Frontiers in systems neuroscience*, 8, 206. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00206>

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Mancini, C., Falciati, L., Maioli, C., & Mirabella, G. (2020). Threatening Facial Expressions Impact Goal-Directed Actions Only if Task-Relevant. *Brain Sciences*, 10(11), 794. <https://doi.org/10.3390/brainsci10110794>
- Mancini, C., Falciati, L., Maioli, C., & Mirabella, G. (2022). Happy facial expressions impair inhibitory control with respect to fearful facial expressions but only when task-relevant. *Emotion (Washington, D.C.)*, 22(1), 142–152. <https://doi.org/10.1037/emo0001058>
- Mirabella, G. (2018). The Weight of Emotions in Decision-Making: How Fearful and Happy Facial Stimuli Modulate Action Readiness of Goal-Directed Actions. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01334>
- Mirabella, G. (2021). Does the Power to Suppress an Action Make Us ‘Free’? In *Contemporary Clinical Neuroscience* (pp. 449-461). https://doi.org/10.1007/978-3-030-54564-2_21
- Mirabella, G., Grassi, M., Mezzarobba, S., & Bernardis, P. (2023). Angry and happy expressions affect forward gait initiation only when task relevant. *Emotion*, 23(2), 387-399. <https://doi.org/10.1037/emo0001112>
- Mirabella, G., Tullo, M. G., Sberna, G., & Galati, G. (2024). Context matters: Task relevance shapes neural responses to emotional facial expressions. *Scientific Reports*, 14(1), 17859. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68803-y>
- Montalti, M., & Mirabella, G. (2023). Unveiling the influence of task-relevance of emotional faces on behavioral reactions in a multi-face context using a novel Flanker-Go/No-go task. *Scientific Reports*, 13(1), 20183. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47385-1>
- Montalti, M., & Mirabella, G. (2024). Investigating the impact of surgical masks on behavioral reactions to facial emotions in the COVID-19 era. *Frontiers in Psychology*, 15, 1359075. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1359075>
- Moors, A., Ellsworth, P. C., Scherer, K. R., & Frijda, N. H. (2013). Appraisal theories of emotion: State of the art and future development. *Emotion Review*, 5(2), 119-124. <https://doi.org/10.1177/1754073912468165>
- Moors, A., & Fischer, M. (2019). Demystifying the role of emotion in behaviour: toward a goal-directed account. *Cognition & emotion*, 33(1), 94–100. <https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1510381>
- Mulligan, K., & Scherer, K. R. (2012). Toward a Working Definition of Emotion. *Emotion Review*, 4(4), 345-357. <https://doi.org/10.1177/1754073912445818>
- Nigg, J. T. (2017). Annual Research Review: On the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 58(4), 361-383. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12675>
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5146491>

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Peck, T. C., & Gonzalez-Franco, M. (2021). Avatar Embodiment. A Standardized Questionnaire. *Frontiers in Virtual Reality*, 1. <https://doi.org/10.3389/frvir.2020.575943>
- Reise, S. P., Moore, T. M., Sabb, F. W., Brown, A. K., & London, E. D. (2013). The Barratt Impulsiveness Scale-11: reassessment of its structure in a community sample. *Psychol Assess*, 25(2), 631-642. <https://doi.org/10.1037/a0032161>
- Rosenberg, M. (2011). <https://doi.org/10.1037/t01038-000>
- Scherer, K. R., & Moors, A. (2019). The Emotion Process: Event Appraisal and Component Differentiation. *Annual review of psychology*, 70, 719–745. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011854>
- Schwarzer, R., & Jerusalem, M. (2012). <https://doi.org/10.1037/t00393-000>
- Simonet, M., Beltrami, D., & Barral, J. (2023). Inhibitory control expertise through sports practice: A scoping review. *Journal of Sports Sciences*, 41(7), 616-630. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2230713>
- Spielberger, C. (1988). State-Trait Anger Expression Inventory (STAXI). [Database record]. *APA PsycTests*. <https://doi.org/10.1037/t29496-000>
- Spielberger, C. C., Gorsuch, R. L., Lushene, R., Vagg, P. R., & Jacobs, G. A. (1983). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. . Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Stoet, G. (2010). PsyToolkit: a software package for programming psychological experiments using Linux. *Behav Res Methods*, 42(4), 1096-1104. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.4.1096>
- Stoet, G. (2016). PsyToolkit. *Teaching of Psychology*, 44(1), 24-31. <https://doi.org/10.1177/0098628316677643>
- Taylor, G. J., Bagby, R. M., & Parker, J. D. (1992). The Revised Toronto Alexithymia Scale: some reliability, validity, and normative data. *Psychother Psychosom*, 57(1-2), 34-41. <https://doi.org/10.1159/000288571>
- Usoh, M., Catena, E., Arman, S., & Slater, M. (2000). Using Presence Questionnaires in Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(5), 497-503. <https://doi.org/10.1162/105474600566989>
- Van Bockstaele, B. (2024). Approach-avoidance tendencies in proactive and reactive aggression. *Aggressive Behavior*, 50, e22162. <https://doi.org/10.1002/ab.22162>