

BREVI CENNI STORICI SULLA PSICOLOGIA APPLICATA AL VOLO

Di Alfonso Piro

Tratto dalla Tesi di Laurea "Human factors e misure neurofisiologiche. Sistematizzazione di possibili neurometriche a supporto dell'addestramento al pilotaggio di aeromobili. Ipotesi di ricerca sperimentale".¹

Cosa ha a che vedere la psicologia con il volo? Come ha potuto la psicologia, dopo essersi faticosamente conquistata uno statuto scientifico, riuscire a collocarsi tra le scienze più congeniali allo sviluppo della sicurezza del volo, delle costruzioni degli aeromobili, della formazione in aviazione?

Voler ripercorrere la storia della psicologia dell'aviazione è un'opera ciclopica. Quello che oggi chiamiamo Aviation Human Factors, è un caleidoscopio dei saperi della medicina, della fisiologia, della psicofisiologia, della psicologia, dell'ergonomia e più recentemente della scienze cognitive e della loro multidisciplinarietà.

Così come la psicologia scientifica nasce dall'affrancamento dalla filosofia e dalla medicina nella seconda metà del 19° secolo attraverso i monumentali lavori dei fisiologi, psicofisiologi e psicologi Tedeschi, Americani e Russi, la Psicologia dell'Aviazione trae le sue origini dai lavori dei primi scienziati che si occuparono di fisiologia e medicina del volo.

I primi a sperimentare i problemi relativi all'adattamento al volo furono i passeggeri delle mongolfiere che affrontarono dure prove di resistenza alle basse temperature, alla rarefazione dell'ossigeno e al disorientamento derivante dal movimento sulle tre dimensioni.

Tra tutti gli scienziati che studiarono questi fenomeni merita un posto di rilievo il fisiologo francese Claude Bernard (1813-1878). La sua impressionante attività scientifica, in varietà di interessi e quantità di lavori, è contraddistinta da un rigore scientifico valido ancora oggi. Bernard fu il primo a studiare il funzionamento di numerosi organi e conìò per primo il termine Omeostasi², relativo alla sua intuizione del concetto di costanza dell'ambiente interno (Bernard, 1885). Nella sua opera più importante sul metodo scientifico, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (Bernard, 1859), Bernard descrive che cosa rende valida una teoria scientifica e che cosa rende uno scienziato un vero scopritore, oltre a trattare temi relativi all'effetto del diossido di carbonio, dell'ossigeno e dell'emoglobina sulla fisiologia del corpo umano esposto all'altitudine. Un altro fisiologo francese, Paul Bert (1833-1886), benché famoso per gli studi sulla fisiologia subacquea, merita l'appellativo di 'padre della medicina aeronautica'.

Egli è stato il primo a descrivere lo stato di convulsione relativo alla tossicità dell'ossigeno ad alta pressione parziale per il sistema nervoso centrale noto come 'effetto Paul Bert'. Pubblicò un libro riassuntivo, *La Pression barométrique* (Bert P. 1878), in cui descrisse vari esperimenti sugli eventi causati da variazioni della pressione atmosferica e della pressione dell'ossigeno negli esseri umani e dove espone in dettaglio gli effetti sia della mancanza (ipossia), sia dell'abbondanza eccessiva di ossigeno (iperossia). Nel 1874 preparò gli aeronauti Joseph Croce-Spinelli e Théodore Siveluna per una salita in pallone aerostatico fino ai 7300 metri d'altezza.

¹ Corso di studi triennale in Scienze e Tecniche Psicologiche; relatore Prof.ssa Gloria Di Filippo.

² Omeostasi: in biologia, l'attitudine propria degli organismi viventi a conservare le proprie caratteristiche al variare delle condizioni esterne dell'ambiente tramite meccanismi di autoregolazione.

Nelle ultime due decadi del 19° secolo Frederick Winslow Taylor e, separatamente, Frank e Lillian Gilbreth si dedicarono agli studi sui tempi e metodi nell'industria. Contemporaneamente l'interesse degli studiosi iniziò a concentrarsi sulle differenze intellettuali (Galton 1883) e sulle capacità sensorimotorie (Cattell 1902).

La prima Guerra Mondiale contribuì ad accrescere l'interesse alle attività di studio del fattore umano nell'industria e nell'aviazione in particolare. L'avvento dei primi velivoli da guerra rivelò le complessità di integrazione tra l'uomo e l'aereo, sia in termini ingegneristici nella costruzione dei velivoli che in termini di addestramento al pilotaggio ed utilizzo di questi. Nei soli anni 1917 e 1918 circa due milioni di reclute vennero sottoposte a test di intelligenza allo scopo di assegnarli alle più idonee attività belliche, pilotaggio compreso.

A Cambridge, venne istituito verso la fine del 19° secolo un laboratorio di Psicologia che divenne ben presto il più importante di tutta l'Inghilterra che ricordiamo, insieme all'Italia, essere stata la culla dell'aviazione civile e militare. Nel 1921 fu fondato sempre in Inghilterra il National Institute for Industrial Psychology che rese disponibili all'industria i vasti risultati dei lavori di sperimentazione.

Una pietra miliare nello sviluppo degli Human Factors industriali va identificata senz'altro nei famosi lavori di Hawthorne negli stabilimenti della Western Electric degli Stati Uniti, svoltisi dal 1924 al 1930. In quell'occasione fu dimostrato che la qualità del lavoro può essere influenzata da fattori psicologici non direttamente collegati al compito svolto.

Serendipicamente, fu scoperto in quella occasione il noto Effetto Hawthorne³, indicante la possibilità che nell'osservazione sperimentale si inserisca una variabile indipendente non controllata. In quel caso questa variabile era legata alla presenza dell'osservatore, che si correlava a un miglioramento della prestazione. Questo tipo di fenomeno è frequentemente rilevabile ancora oggi, nelle occasioni di controllo da parte di un pilota esaminatore.

In Italia, Padre Agostino Gemelli (1878-1959), all'interno della sua intensa attività di scienziato ma anche religioso e politico è considerato un pioniere della fisiologia e psicologia in aviazione. Fra il 1910 e il 1914 trascorse diversi periodi di ricerca in Europa, durante i quali entrò in contatto e strinse solidi rapporti scientifici con i più illustri fisiologi e neurologi del tempo (Max Verworn, Moritz Nussbaum, Emil Kraepelin) e frequentò il laboratorio di psicologia di un allievo dissidente di Wilhelm Wundt, Oskar Külpe.

E' il 1923 quando Gemelli inizia a volare come osservatore medico a bordo dei Caproni Ca 3 del 1°, 2° e 7° Stormo caccia e bombardamento, basati sul campo di Lonate Pozzolo, vicino alla Malpensa. Nel 1935, un Caproni Ca 310 Libeccio diviene laboratorio volante per la sperimentazione fisiologico-comportamentale.

Seguono anni di ricerche in medicina e psicologia dell'aviazione; Gemelli consegue anche il brevetto, che gli consente di acquisire una maggiore capacità osservativa dell'attività del pilotaggio.

³ Con Effetto Hawthorne si indica l'insieme delle variazioni di un fenomeno, o di un comportamento, che si verificano per effetto della presenza di osservatori, ma che non durano nel tempo. Il fenomeno fu spiegato per la prima volta nel 1927 dai sociologi Elton Mayo e Fritz J. Roethlisberger durante una ricerca su una possibile relazione tra ambiente di lavoro e produttività dei lavoratori. I due sociologi avevano condotto una serie di esperimenti per quantificare la produzione in relazione all'efficienza presso lo stabilimento della Western Electric di Hawthorne, Chicago. (Wikipedia)

Nel 1927 il Gemelli effettua molti studi sulla percezione, basati su pionieristiche ricerche elettrofisiologiche, encefalografiche, retinografiche e acustiche, condotte sperimentalmente in laboratorio. Nel 1942 pubblica il testo “La psicologia del pilota di velivolo”, all’interno del ‘Trattato di Medicina Aeronautica’ redatto insieme a Arturo Monaco e Rodolfo Margaria (Gemelli, 1942). Il valore dell’opera consiste in particolare nell’aver dato un’impostazione metodologica alla materia arrivando anche a definire aspetti di deontologia professionale.

In campo scientifico il contributo di padre Gemelli è fondamentale poiché è proprio lui a introdurre per primo il concetto della Psicotecnica, che applica alla selezione degli aspiranti piloti. Il lavoro del Gemelli anticipa di diversi anni i presupposti del Cenocomportamentismo⁴ che assumendo i concetti della ‘seconda liberalizzazione dell’empirismo’ inizia a prendere in considerazione la possibilità di poter studiare costrutti cognitivi non direttamente osservabili. Il suo approccio di studio, diversamente dagli autori del tempo pose in secondo piano l’orientamento fisiologico per focalizzare gli aspetti più psicologici. Egli era convinto che gli esami dei tempi di reazione semplice dovessero servire in una prima fase della selezione dei piloti. Successivamente, si sarebbe dovuto prendere in considerazione il tempo di reazione nel contesto di situazioni complesse, superando il modello lineare stimolo – risposta, per trarre informazioni sullo stato dell’attenzione dei piloti, arrivando ad uno studio delle reazioni di scelta. E’ evidente il salto di qualità che condurrà, negli anni, a considerare le competenze aeronautiche non solo come abilità psicomotorie, tipiche dei pionieri del volo, ma anche e soprattutto quelle cognitive e, si vedrà in seguito, relazionali.

Un altro italiano cui si riconosce un contributo importante alla medicina e alla psicofisiologia aeronautica è Angelo Mosso (1846-1910). Famose le sue ricerche sulla paura, sul lavoro e sulla fatica muscolare, sull’altitudine. Inventore e costruttore di molti strumenti scientifici, è ritenuto un precursore delle moderne tecnologie di Neuroimaging Funzionale⁵ (Mosso, 1894).

La Seconda Guerra mondiale diede un impulso fortissimo alle ricerche ed alle applicazioni dello Human Factor in campo aeronautico, soprattutto per l’evoluzione impressionante della tecnologia costruttiva aeronautica e la conseguente complessità della relativa formazione al pilotaggio. Selezione e addestramento diventarono il tema di moltissime ricerche e studi applicativi.

Meritevole di menzione fu il lavoro di ricerca svolto negli anni 40 da un gruppo di psicologi dell’università di Cambridge tra cui Russel Davis, che lavorarono in stretto contatto con piloti dell’Air Force inglese per indagare i problemi connessi con gli errori e la fatica. Questi lavori sono ricordati come i “Cambridge Cockpit Experiment”⁶.

Questi importanti esperimenti dimostrarono a vario titolo che le prestazioni e le competenze di pilotaggio poggiavano in larga misura sul grado di qualità del disegno, della interpretabilità ed in parole povere della ‘usabilità’ dell’aereo. Oggi diremmo della qualità dell’interfaccia uomo macchina. Per ottenere la migliore prestazione, è necessario che la macchina sia costruita a misura d’uomo e non il contrario. Nasce, o meglio si sistematizza il dominio dell’Ergonomia,

⁴ Il termine ceno-comportamentismo è stato coniato nel 1968 da Berlyne per indicare quella fase del comportamentismo nella quale gli psicologi hanno rivolto la loro attenzione al ruolo dei processi interni dell’individuo, nell’intento apparente di chiarire il ruolo del sistema nervoso centrale in rapporto al comportamentismo, aprendo il viatico al Cognitivismo. (Pravettoni e Miglioretti, Processi cognitivi e personalità. Introduzione alla psicologia, Angeli 2011)

⁵ Il Neuroimaging funzionale (Functional Neuroimaging) è l’utilizzo di tecnologie di neuroimmagine in grado di misurare il metabolismo cerebrale, al fine di analizzare e studiare la relazione tra l’attività di determinate aree cerebrali e specifiche funzioni cerebrali.

⁶ Cockpit: Cabina di pilotaggio, anche chiamata in inglese Flight Deck.

che sarà centrale fino agli anni 70, per lasciare il passo alla psicologia cognitiva e relazionale dei cosiddetti '*Non Technical Skill*'. La drammatica evoluzione dell'infortunistica aeronautica riporterà agli inizi del nuovo secolo al primo posto l'interesse per l'ergonomia a seguito della sofisticazione informatica degli aeromobili e della conseguente difficoltà a 'capire' ed 'interpretare' il funzionamento del velivolo da parte del pilota.

Agli inizi degli anni 70, nei numerosi consessi che si occupavano di aviazione, l'attenzione era focalizzata sul fatto che circa i tre quarti degli incidenti aeronautici avevano come fattore causale il comportamento umano o qualcosa che facesse riferimento alla sua fisiologia come l'attenzione, lo stress, la stanchezza. Andò così generandosi la necessità di inserire lo Human Factor anche nella analisi degli incidenti. Nel 1975 la conferenza di Istanbul della International Air Transport Organization-IATA⁸, concentrò i suoi lavori sulle più moderne teorie sullo Human Factor.

Di conseguenza, dalla fine degli anni 70, il dominio dell'Ergonomia pur rimanendo al centro dei processi ingegneristici e costruttivi dei velivoli, cedette il passo, per interesse della comunità aeronautica, allo studio delle competenze non tecniche e alle modalità addestrative di queste.

Il Cockpit Resource Management - CRM, la cui teorizzazione più evoluta va riconosciuta a Robert L. Helmreich, (Helmreich ed altri, 1993) si imponeva come modello formativo adeguato.

Il concetto nasce da una raccomandazione del National Transportation Safety Board (NTSB) dopo l'incidente del volo 173 della United Airlines, caduto a seguito dell'esaurimento del carburante, non percepito dall'equipaggio impegnato a risolvere una banale avaria agli strumenti. Il nome fu coniato dallo psicologo della NASA Jhon Lauber, dopo aver studiato approfonditamente i processi di comunicazione all'interno della cabina di pilotaggio, in particolare dalla prospettiva delle relazioni gerarchico-autoritarie.

In seguito due aree di lavoro, sviluppate da numerosi teams multicompetenziali, furono centrali rispetto a questa nuova prospettiva: i progetti NOTECHS (*Non Technical Skills*) e JAR⁹ TEL (Joint Aviation Requirement: Translation and Elaboration of Legislation). Il progetto NOTECHS prese corpo dalla collaborazione tra l'istituto di medicina aerospaziale francese IMASSA, il centro aerospaziale olandese NLR, il centro aerospaziale tedesco DLR e l'università di Aberdeen. Durante i lavori si cercò di sistematizzare la materia riguardante le competenze che i piloti dovessero avere per garantire un ottimale livello di prestazione e sicurezza delle operazioni. Si identificarono quattro categorie competenziali:

1.Co-operation (relazionale)

2.Leadership & Managerial Skills (relazionale)

⁷ Abilità cognitive, comportamentali e interpersonali che non sono specifiche dell'expertise tecnica di una professione, ma sono ugualmente importanti ai fini della riuscita delle pratiche operative nel massimo della sicurezza

⁸ La International Air Transport Association è un'organizzazione internazionale di compagnie aeree.

⁹ Le JAR-OPS, ovverosia Joint Aviation Requirements - Operations, erano l'insieme delle normative applicabili al trasporto pubblico di passeggeri e merci, in ambito europeo, alle quali gli operatori di aeromobili (aeroplani ed elicotteri) dovevano attenersi strettamente. A decorrere dal giugno 2008, le citate JAR-OPS sono state sostituite dalle EU-OPS che altro non sono che la loro rivisitazione effettuata dall'EASA, l'agenzia europea per la sicurezza aerea (European Aviation Safety Agency) che è l'attuale organo di controllo del settore aeronautico dell'Unione europea.

3. Situation Awareness (cognitiva)

4. Decision Making (cognitiva)

Ogni competenza racchiudeva diversi elementi descrittivi che la definivano ed ogni elemento era agito da un set di comportamenti osservabili. Prendeva forma una sorta di razionalizzazione pseudo-scientifica della materia che avrebbe caratterizzato i domini formativi e investigativi dell'aviazione dei venti anni successivi, sino a quando la complessità del sistema e l'esperazione tecnologica non avesse imposto una riconfigurazione della materia in chiave sistemica.

Di riflesso JARTEL, attraverso un corposo studio sulle culture aeronautiche e sui possibili modelli di implementazione dei concetti afferenti allo Human Factor, sistematizzava l'ambito normativo e regolamentare al fine di incorporare i Non Technical Skills nell'addestramento del personale aeronautico.

Per identificare un momento cruciale che identifichi una sintesi dei vari rami di interesse convergente sulla Psicologia della Aviazione e sugli Human Factors, bisogna riferirsi ai lavori dell'ICAO, (International Civil Aviation Organization) la branca delle Nazioni Unite che si è occupata di regolamentare la materia nel 1986 attraverso la pubblicazione del Doc 9683 Human Factor Training Manual (prima edizione 1998). In esso sono sintetizzati i più importanti paradigmi della sicurezza e delle materie come la psicologia applicata, la fisiologia e l'ergonomia che, grazie alla spinta nata dalle necessità addestrative al volo dei piloti sui primi velivoli da combattimento e dai problemi relativi alle tecniche di pilotaggio dei più moderni aerei del secondo conflitto mondiale, si prefiggeva l'obiettivo di dover gestire il crescente sviluppo del trasporto aereo post bellico e la necessità di assicurare un altissimo livello di sicurezza.

All'interno del corposo lavoro dell'ICAO, trovano sede principalmente tre modelli teorici: il modello SHELL, elaborato inizialmente da Elwyn Edwards e perfezionato da Frank Hawkins, (Hawkins, 1993); il modello SRK teorizzato da Jens Rasmussen (Rasmussen, 1983) e il modello del Causal Error Pathway, elaborato da James Reason, (Reason, 1997) meglio conosciuto come Swiss Cheese Model.

L'ultima frontiera della psicologia dell'aviazione è naturalmente orientata dalle scienze cognitive e dalle neuroscienze, come prospettiva risultante di sinergie tra molteplici domini e saperi che vanno dall'ergonomia alla psicologia cognitiva, alla neurofisiologia, alla scienza delle comunicazioni e all'informatica.

Il campo delle Neuroscienze tuttavia non è nuovo, nasce dalle intuizioni dei cerusici egizi, dagli studi di Galeno, dagli avventurosi e geniali anatomisti del 16° e 17° secolo come Falloppio e Vessalio, autore del celeberrimo "*De humani corporis fabrica*" (Vessalio, 1568).

Dopo Vesalio c'è Galileo, e dopo Galileo ci sono Marcello Malpighi e un gruppo di studiosi italiani, inglesi, francesi, danesi e olandesi che, applicando il metodo galileiano alle scienze della vita, fanno scoperte fondamentali. Gli studi di F.J. Gall contribuiscono a descrivere il cervello ed il suo funzionamento in modo decisamente moderno per l'epoca, sia pure secondo

la ingegnosa ma discutibile prospettiva frenologica¹⁰.

L'approccio di studio alle aree funzionali del cervello trova due capostipiti in Broca e Wernicke, che alla fine del 19° secolo approfondirono la conoscenza delle aree di produzione motoria e della comprensione del linguaggio.

Nell'epoca moderna lo studio dei centri cerebrali del linguaggio ha conosciuto sviluppi enormi, e si è basato, oltre che sull'uso di nuove metodiche, anche sulla collaborazione tra studiosi con formazione e competenze diverse (linguisti e studiosi del linguaggio di formazione umanistica lavorano a stretto contatto con psicologi, neurologi, psichiatri, neuroradiologi): questo è uno dei tanti aspetti dell'interdisciplinarietà che si è sviluppata nell'ambito delle moderne neuroscienze.

L'elettrofisiologia deve il suo potenziale scientifico a partire dagli studi di Galvani e Matteucci. Il primo elettroencefalogramma rilevato su essere umano risale al 1924, grazie alle ricerche e agli studi di un fisiologo e psichiatra tedesco di nome Hans Berger (1873-1941), fino ad arrivare a Hodgkin e Huxley,¹¹ che definiscono i paradigmi della moderna Neurofisiologia.

L'approccio multidisciplinare delle scienze cognitive ha consentito l'ingresso delle neuroscienze, caratterizzate da una prevalente caratura tecnologica, ad affiancare i domini della ricerca nella psicologia aeronautica. Tra le varie tecnologie 'in vivo' utilizzate per lo studio funzionale del cervello nel contesto industriale aeronautico, le più utilizzate al momento sono quelle relative alla registrazione dell'attività psicofisica attraverso metodi di registrazione dell'attività fisiologica a partire dalla superficie corporea.

Diversi autori hanno dimostrato la correlazione tra andamenti di cluster neurometrici e fisiologici e particolari tipi di attività cognitiva, visuomotoria, attentiva e di fatica mentale.

In Italia, raffinate ricerche di caratura internazionale sono state effettuate da F. Babiloni, G. Borghini, P. Aricò, S. Pozzi (Borghini et al 2012, 2013, 2014, 2015, Aricò 2014, 2015, 2016), ed altri principalmente nel dominio aeronautico del controllo del traffico aereo. Sono in corso importanti sviluppi nell'area delle competenze relative al pilotaggio degli aeromobili.

¹⁰ La frenologia (dal greco phren = mente e logos = studio) è una dottrina pseudoscientifica ideata e propagandata dal medico tedesco Franz Joseph Gall, secondo la quale le singole funzioni psichiche dipenderebbero da particolari zone o "regioni" del cervello, così che dalla valutazione di particolarità morfologiche del cranio di una persona, come linee, depressioni, bozze, si potrebbe giungere alla determinazione delle qualità psichiche dell'individuo e della sua personalità. (Wikipedia)

¹¹ Il modello di Hodgkin-Huxley è un modello matematico che descrive il processo di depolarizzazione della membrana cellulare. Storicamente questo è stato il primo modello creato per descrivere questo processo, per il quale i suoi scopritori, Alan Lloyd Hodgkin e Andrew Huxley, hanno vinto il Premio Nobel per la Medicina nel 1963. Questo modello è stato dedotto da numerose osservazioni sperimentali utilizzando gli assoni giganti dei calamari (Wikipedia)

BIBLIOGRAFIA

Arico P, Borghini G, Graziani I, Taya F, Sun Y, Bezerianos A, Thakor NV, Cincotti F, Babiloni F - Towards a multimodal bioelectrical framework for the online mental workload evaluation. Presented at the 2014 36th annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 3001–3004. **2014**

Arico P, Borghini G, Di Flumeri G, Babiloni F - Metodo per stimare uno stato mentale, in particolare un carico di lavoro, e relativo apparato (A Method for the estimation of mental state, in particular of the mental workload and its device) **2015**

Arico P, Borghini G, Di Flumeri G, Colosimo A, Graziani I, Imbert JP, Granger G, Benhacene R, Terenzi M, Pozzi S, Babiloni F - Reliability over time of EEG-based mental workload evaluation during Air Traffic Management (ATM) tasks. In: Conference proceedings: annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual conference 2015, pp 7242–7245. **2015**

Arico P, Borghini G, Di Flumeri G, Colosimo A, Pozzi S, Babiloni F - A passive brain-computer interface application for the mental workload assessment on professional air traffic controllers during realistic air traffic control tasks. **2016**

Bernard C., An introduction to the study of experimental medicine. Courier Corporation Bernstein **1959**

Bernard C. Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et végétaux, Paris **1885**

Bert P La pression barométrique. G. Masson, Paris **1878**

Borghini G, Astolfi L, Vecchiato G, Mattia D, Babiloni F - Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neurosci Biobehav* **2012**

Borghini G, Vecchiato G, Toppi J, Astolfi L, Maglione A, Isabella R, Caltagirone C, Kong W, Wei D, Zhou Z, Polidori L, Vitiello S, Babiloni F - Assessment of mental fatigue during car driving by using high resolution EEG activity and neurophysiologic indices. Annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) 2012, pp 6442–6445. **2012**

Borghini G, Arico P, Astolfi L, Toppi J, Cincotti F, Mattia D, Cherubino P, Vecchiato G, Maglione AG, Graziani I, Babiloni F - Frontal EEG theta changes assess the training improvements of novices in flight

- simulation tasks. In: Proceedings of the 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp 6619–6622. **2013**
- Borghini G**, Arico P, Ferri F, Graziani I, Pozzi S, Napoletano L, Imbert JP, Granger G, Benhacene R, Babiloni F, - A neurophysiological training evaluation metric for air traffic management. In: Proceedings of the 2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp 3005–3008. **2014**
- Borghini G**, Astolfi L, Vecchiato G, Mattia D, Babiloni F - Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neurosci Biobehav* **2014**
- Borghini G**, Aricò P, Di Flumeri G, Salinari S, Colosimo A, Bonelli S, Napoletano L, Ferreira A, Babiloni F - Avionic technology testing by using a cognitive neurometric index: a study with professional helicopter pilots. In: Proceedings of the 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp 6182–6185 **2015**
- Borghini**, Aricò, Di Flumeri, Babiloni; *Industrial Neuroscience in Aviation*, Springer, Cham **2017**
- Cattell J.**, The Time of Perception as a Measure of differences in Intensity, *Philosophische Studien* 1902
- Galton F.** *Inquiries into Human Faculty and its Development*, Macmillan, London **1883**
- Gemelli**, Monaco Margaria, *Trattato Di Medicina Aeronautica*, Ufficio Editoriale Aeronautico, Roma **1942**
- Hawkins**, F.H., & Orlady, H.W. (Ed.). (1993). *Human factors in flight* (2nd ed.). England: Avebury Technical, **1993**
- Helmreich RL** () On error management: lessons from aviation. *BMJ* 320:781–785 Helmreich RL, Merritt AC, Wilhelm JA (1999) The evolution of crew resource management training in commercial aviation. *Int J Aviat Psychol* **2000**
- Helmreich**, R.L, Kanki, B. G. & Wiener, E. L. (Eds). *Cockpit Resource management*. (pp: 3-41). United Kingdom: Academic Press, Inc. **1986**
- Helmreich**, R.L, Kanki, B. G. & Wiener, E. L. . *The Future of Crew Resource Management in Cockpit and Elsewhere*; **1993**
- Helmreich**, R.L. & Merritt, A. C. - *Safety & Error Management. The Role of Crew Resource Management*. In Hayward, B. J. & Lowe, A. R. (Eds). *Aviation Resource Management*. (pp 107-119). Aldershot. UK: Ashgate **2000**
- Mosso A.**, *Fisiologia dell'uomo Sulle Alpi*, Treves, Milano, **1894**
- Rasmussen J.** Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE* **1983**
- Reason**, J. *Human Error*. Cambridge University Press, New York. **1990**
- Vessalio A.**, *De Humani Corporis Fabrica*, Venezia, **1568**

