



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia

**Progetto Simulation Training
and Advanced-Research Lab:
primi risultati della fase di
implementazione**

Relatore: Chiar.ma
**Prof.ssa Pamela
Barbadoro**

Tesi di Laurea di:
**Federico Manfredi
Bettini**

Correlatore: Chiar.ma
Prof.ssa Erica Adrario

A.A. 2020/2021

Indice

INTRODUZIONE

I. La formazione in ambito sanitario	1
II. Formazione medica basata sulla simulazione (SBME)	4
II.1 Basi teoriche della simulazione	4
II.2 Caratteristiche della simulazione.....	7
II.2.1 Simulazione ad alta fedeltà (HFS).....	8
II.3 Vantaggi della simulazione	11
II.4 Problematiche relative alla simulazione	13
II.4.1 Stress correlato alla simulazione	14
III. Razionale e scopo della tesi	19
IV. Metodologia.....	19
IV.1 Progettazione dello studio.....	19
IV.2 Indagini psicometriche.....	22
IV.2.1 Questionario di valutazione sulle attitudini al lavoro di gruppo e all'utilizzo della tecnologia.....	22
IV.2.2 Questionario STAI per la valutazione dell'ansia	26
IV.2.3 Questionario NASA-TLX per la valutazione del carico di lavoro	28
IV.2.4 Scala numerica analogica (NAS) per la valutazione dello stress.....	33
IV.3 Indagini biometriche	34
IV.3.1 Cortisolo salivare	34
IV.3.2 Frequenza cardiaca, variabilità della frequenza cardiaca e frequenza respiratoria	35
IV.3.3 Risposta galvanica della pelle (Galvanic Skin Response, GSR)	35
IV.4 Dispositivi a realtà mista (MR).....	36
IV.5 Procedimento utilizzato per il monitoraggio e l'analisi dell'ergonomia cognitiva.....	38
V. Risultati	40
V.1 Analisi delle attitudini degli studenti universitari afferenti alla Facoltà di Medicina e Chirurgia al lavoro in team e all'uso della tecnologia a scopo pedagogico.....	40

V.2 Implementazione di skill lab basati su simulazione	41
V.3 Sviluppo di laboratori pedagogici specialistici con l'utilizzo di simulatori/manichini	47
VI. Discussione e conclusioni	51

INTRODUZIONE

I. La formazione in ambito sanitario

La formazione è considerata una parte fondamentale per la qualificazione del personale sanitario. La preparazione a livello teorico e pratico degli studenti universitari influisce, infatti, sul loro futuro rendimento lavorativo e, di conseguenza, sull'efficienza globale del sistema sanitario.

L'ambiente ospedaliero è in continua evoluzione: la riduzione delle ospedalizzazioni, la specializzazione delle cure assistenziali, l'aumento delle misure di sicurezza ospedaliere e la carenza di personale formativo hanno sempre più ostacolato l'apprendimento per contatto diretto tra i tirocinanti medici e i pazienti. (1) (2) Le modalità di formazione hanno, inoltre, subito profondi cambiamenti a causa dei recenti progressi tecnologici. (3) (4) (5)

Le fasi iniziali dell'educazione degli studenti universitari sono dominate da lezioni di tipo teorico caratterizzate da una mancanza di connessione con la pratica clinica. (6) Come risultato, gran parte degli studenti manifesta lacune in molteplici ambiti tecnico-pratici sia della professione medica che di quella chirurgica e sviluppa un senso di inadeguatezza a ricoprire il ruolo di medico. (7) (8) (9)

Tutto questo, per il giovane medico, costituisce una grossa fonte di stress e per il paziente comporta il rischio di ricevere inadeguata assistenza medica. (10) Dati europei diffusi dalla *World Health Organization*, attestano che errori medici ed assistenziali possano verificarsi in percentuali variabili tra l'8% ed il 12% delle ospedalizzazioni. Le complicanze iatrogene rientrano tra le principali cause di morte dei pazienti ospedalizzati. (11) Evidenze scientifiche dimostrano, inoltre, come il 50% - 70% di tali eventi avversi possa essere prevenuto attraverso approcci sistematici alla sicurezza del paziente (WHO).

Nonostante le innovazioni tecniche ed organizzative, i migliori drivers per il miglioramento della qualità dell'assistenza rimangono dunque il cambiamento culturale e una solida e adeguata istruzione degli operatori sanitari.

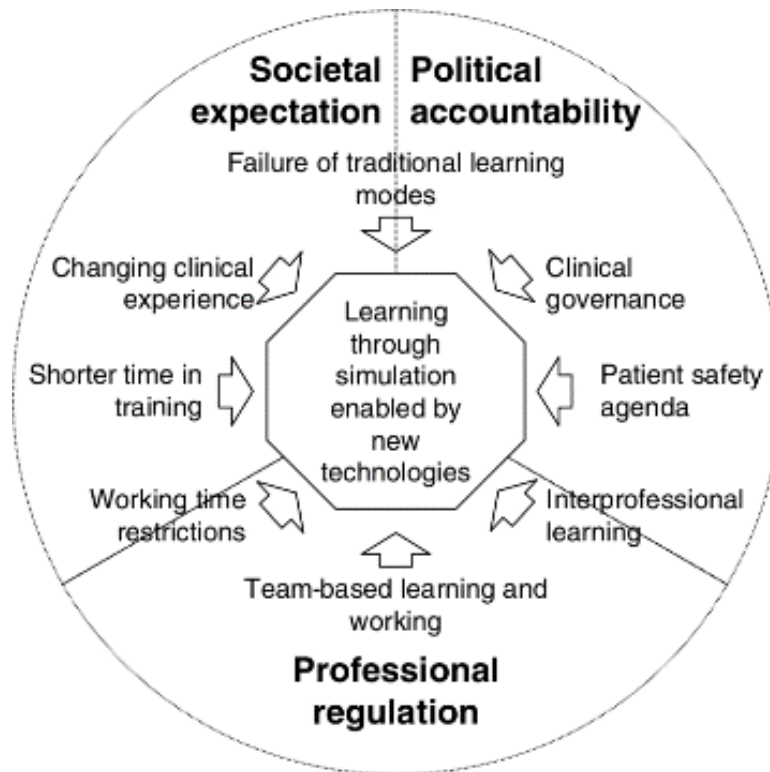


Figura 1. Principali incentivi all'introduzione della simulazione nell'apprendimento. Tratto da Bradley P, "The history of simulation in medical education and possible future directions", Med Educ. 2006

Tutte queste considerazioni hanno spinto la comunità scientifica ad una progressiva ricerca di nuovi metodi educativi in grado di migliorare e accelerare l'acquisizione delle competenze da parte degli studenti delle professioni sanitarie, che possano essere applicati efficacemente, uniformemente e universalmente. (12) Un requisito fondamentale di questi metodi deve essere l'insegnamento della capacità di sapersi destreggiare in situazioni complesse come quelle di emergenza, che richiedono rapidità di esecuzione e resistenza alla pressione psicologica esercitata dal contesto lavorativo.

I tradizionali metodi educativi sono costituiti da tutti gli insegnamenti che non si avvalgono della tecnologia, quali gli strumenti di *Lecture-Based Learning* (LBL) che includono le lezioni frontali e le esercitazioni scritte, gli strumenti di *Problem-Based Learning* (PBL) che includono l'esposizione in aula di casi clinici e la successiva discussione di gruppo, e da tutte le attività di "apprendistato", quali le spiegazioni e le esercitazioni al letto del paziente o su di un manichino.

L'apprendistato, a lungo considerato il modello educativo cardine della pratica clinica nei paesi occidentali, si basa sul principio "vedi una volta, fai una volta, insegna una volta". (13) Osservando come l'educatore medico svolge una determinata attività, lo studente deve

acquisire prima la capacità di riprodurla e poi di insegnarla a sua volta. Questo modello viene tuttora seguito per l'acquisizione di abilità tecnico-pratiche specifiche ma si è rivelato insufficiente per l'acquisizione di tutte le abilità non tecniche essenziali per il corretto svolgimento della professione medica.

Esempi di abilità non tecniche sono la comunicazione con il paziente e con i colleghi, l'attitudine al lavoro di squadra e multidisciplinare, la capacità di seguire o impartire direttive e di elaborare processi decisionali, la consapevolezza dei propri limiti, delle proprie competenze e della gravità dei contesti. (14) Il medico neolaureato, non avendo acquisito queste abilità durante il tirocinio, non è spesso in grado di convertire la teoria in pratica.

La mancanza di connessione tra il “vedi una volta” e il “fai una volta” ha portato allo sviluppo di nuove teorie pedagogiche in grado di far fronte a questa problematica. (15) Un modello a livelli ascendenti di acquisizione delle competenze, la *piramide di Miller*, sostiene che valutare la conoscenza degli studenti o anche il loro “know-how” non è sufficiente per prevedere come essi agiranno di fronte a un paziente. (16) La competenza clinica (comportamento) deve essere supportata dalla cognizione (sapere e sapere come eseguire), ma le strategie di valutazione dovrebbero anche richiedere che gli studenti mostrino come lo fanno prima di poter finalmente metterlo in pratica nel contesto clinico.

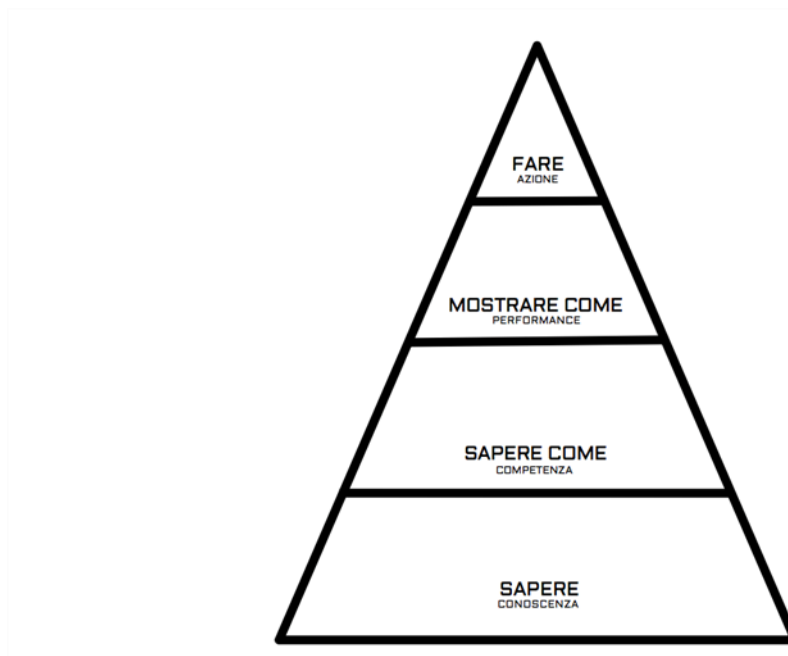


Figura 2. Piramide di Miller. Modificata da Miller GE. “The assessment of clinical skills/competence/performance”, *Acad. Med.* 1990; 65 (9 Suppl)

Il modello schematico di Miller rappresenta la progressione degli studenti dalla conoscenza (sapere) all'applicazione (saper fare), alla performance (mostrare di saper fare) e, infine, all'azione (fare), permettendone l'evoluzione da principianti a esperti. Per superare il gradino corrispondente al "mostrare di saper fare" lo strumento su cui la letteratura si è concentrata maggiormente negli ultimi anni è la *simulazione*.

II. Formazione medica basata sulla simulazione (SBME)

La *simulazione* può essere definita come una tecnica di imitazione dell'andamento di una situazione o di una procedura che si avvale della riproduzione di una situazione analoga. (17) È un'attività di apprendimento che può facilmente imitare la realtà di un paziente e il tradizionale ambiente clinico e che può essere considerata una strategia educativa che, abbinata alla tecnologia, aiuta a sviluppare abilità, competenze e giudizio clinico in un ambiente sicuro. (18)

II.1 Basi teoriche della simulazione

La letteratura descrive diversi contributi teorici che supportano l'uso della simulazione come strategia pedagogica per promuovere l'apprendimento; i principali sono: la teoria costruttivista, la teoria costruttivista sociale e la teoria dell'apprendimento esperienziale.

Behaviourism
Constructivism
Social constructivism
Reflective learning
Situated learning
Activity theory

Tabella 1. Teorie dell'apprendimento a supporto della simulazione. Tratto da Bradley P, "The history of simulation in medical education and possible future directions", Med Educ. 2006

La *teoria costruttivista di Piaget* ritiene l'apprendimento un processo costruttivo, poiché richiede agli studenti di costruire la conoscenza. L'apprendimento avviene quando la nuova conoscenza è incorporata nella conoscenza esistente e quando il docente facilita o guida questo apprendimento. Nella simulazione, i principi del costruttivismo vengono applicati quando l'apprendimento si basa su casi reali, quando favorisce la riflessione sull'esperienza, quando gli studenti collaborano tra loro e quando la conoscenza precedente è integrata nello sviluppo di pratiche simulate.

La *teoria costruttivista sociale di Vygotsky* suggerisce che lo sviluppo e l'apprendimento sono processi dinamici che avvengono simultaneamente. Ci sono tre fasi o livelli di sviluppo delle competenze in qualsiasi punto dello sviluppo:

- 1) Potenziale (rappresentato da ciò che lo studente è in grado di svolgere con l'aiuto di altri);
- 2) Prossimale (rappresentato dalla presenza di un docente che valorizza il potenziale dello studente e lo trasforma in effettiva capacità o sviluppo);
- 3) Reale (rappresentato da tutto ciò che lo studente è in grado di svolgere in autonomia).

Il costruttivismo sociale si applica alla simulazione perché l'apprendimento può avvenire solo attraverso l'interazione tra gli studenti nei diversi scenari che sperimentano come gruppo e in presenza del docente, che incoraggia lo sviluppo effettivo.

La *simulazione* fa parte dei modelli pedagogici che danno la priorità all'apprendimento esperienziale. È una strategia che fornisce un'esperienza veramente clinica, anche se simulata, che consente di bilanciare le esperienze (sia in termini di quantità che di qualità) tra diversi studenti e che incorpora la variabilità. L'intero processo formativo ha carattere anticipatorio in quanto consente di simulare un'esperienza prima di intervenire in una situazione clinica reale. La *teoria dell'apprendimento esperienziale di Kolb* fornisce supporto all'apprendimento basato sulla simulazione. (19) Secondo Kolb, la conoscenza si costruisce trasformando l'esperienza in un ciclo ricorsivo tra quattro modalità di apprendimento adattivo: esperienza concreta (sentimento), osservazione riflessiva (osservare), concettualizzazione astratta (pensiero) e sperimentazione attiva (fare). Attraverso la riflessione, gli studenti assegnano un significato a un'esperienza, concettualizzandola e incorporandola nella loro struttura cognitiva. Questa conoscenza potenziata, se replicata in una nuova esperienza seguita da un'altra riflessione, produrrà nuova conoscenza. Gli studenti quindi imparano non solo dall'esperienza, ma anche dalla riflessione sull'esperienza, ampliando continuamente le proprie conoscenze.

Uno studio di *Dale* ha dimostrato che la curva di apprendimento delle tecniche educative *attive*, come l'apprendimento esperienziale, è più alta della curva di apprendimento delle tecniche educative *passive*, quali le sopraccitate tecniche tradizionali; gli studenti inoltre, come visivamente illustrato nel cono dell'apprendimento di Dale, sono in grado di ricordare solo il 10 % di quello che leggono mentre ricordano il 90 % di quello che sperimentano in prima persona. (20)

Jeffries è stato il primo autore a proporre un modello teorico per supportare l'insegnamento clinico basato sulla simulazione. (21) Il modello consente di testare l'impatto della simulazione sugli studenti e funge da guida per aiutare i docenti a progettare, implementare e valutare simulazioni ad alta fedeltà. I componenti principali del modello sono: il docente, lo studente, le pratiche educative, le caratteristiche del progetto di simulazione e i risultati.

Si basa sui seguenti presupposti:

- 1) Simulazioni ben progettate che utilizzano le migliori pratiche educative aumentando la soddisfazione e la fiducia in sé stessi degli studenti;
- 2) Gli studenti devono essere auto-motivati e disposti ad essere responsabili del loro apprendimento;
- 3) Le esperienze cliniche basate sulla simulazione dovrebbero essere adattate al livello di apprendimento;
- 4) Gli insegnanti dovrebbero utilizzare quelle che ritengono essere le migliori pratiche educative in ambiente di apprendimento.

I risultati della simulazione dipendono da più fattori, in base a ciascun componente.

Lo sviluppo delle competenze pratiche è un processo complesso perché i professionisti devono sapere non solo come eseguire una serie di azioni tecniche, ma anche come applicare le migliori conoscenze disponibili, raccogliere ed elaborare le informazioni, prendere decisioni corrette in vari contesti e adottare atteggiamenti che assicurino il rispetto per la persona e costruiscano una relazione di aiuto. Il modello di sviluppo delle abilità pratiche e del giudizio clinico è composto da quattro dimensioni chiave: abilità psicomotorie, risoluzione dei problemi, pensiero critico e giudizio clinico. Questi fattori interagiscono reciprocamente e si influenzano a vicenda per soddisfare le caratteristiche di una pratica sicura ed efficace.

A sostegno del modello di *Jeffries*, *Bryan* ha aggiunto che i principi su cui si basa l'istruzione dei soggetti adulti possono essere efficacemente applicati all'istruzione degli studenti delle professioni sanitarie. (22) Lo studente di medicina, in quanto adulto, deve ricevere un'educazione diversa da quella rivolta al bambino per cinque motivi:

- 1) Gli adulti hanno bisogno di sapere perché stanno apprendendo una determinata nozione;
- 2) L'apprendimento, nell'adulto, è motivato dal bisogno di risolvere problemi;

- 3) Le conoscenze precedentemente acquisite dall'adulto devono essere tenute in considerazione e necessitano di essere consolidate;
- 4) L'approccio educativo deve tenere conto delle diverse conoscenze e dei diversi contesti sociali;
- 5) Gli adulti hanno bisogno di essere coinvolti attivamente nel processo di apprendimento.

II.2 Caratteristiche della simulazione

La simulazione è una metodologia attiva di insegnamento-apprendimento che viene eseguita in un ambiente controllato, protetto e sicuro. (23) L'obiettivo principale della simulazione è “replicare gli aspetti essenziali di una situazione clinica in modo che la situazione possa essere più facilmente compresa e gestita quando si verifica per davvero nella pratica clinica”. (24) Un altro aspetto fondamentale è la possibilità di ripetere la pratica per consolidare l'apprendimento e per sviluppare le competenze necessarie. (25) (26) (27)

La simulazione è stata introdotta nel training medico negli anni '60 grazie alla messa a punto dei primi rudimentali manichini, i quali permettevano agli studenti di apprendere la rianimazione cardio-polmonare e lo studio della fisio-patologia cardiaca. (28) Con lo sviluppo tecnologico avvenuto nei decenni successivi, si è assistito alla diffusione della simulazione in molteplici discipline, come testimoniato dall'aumento esponenziale degli studi scientifici sulla simulazione presenti in letteratura.

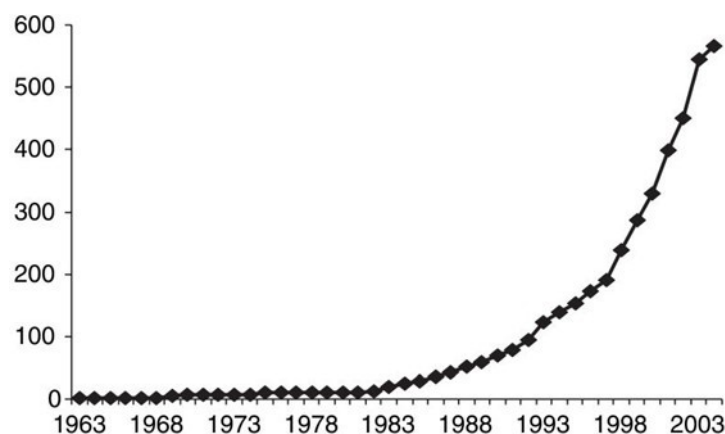


Figura 3. Progressiva crescita della letteratura riguardante la simulazione. Fonte: Boston Simulation Center

Le innumerevoli applicazioni delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) nell'apprendimento on-site ed on-line hanno permesso lo sviluppo di nuove forme didattiche che consentono agli studenti immediato e teoricamente continuo accesso ai materiali educativi in qualsiasi parte nel mondo. (29) (30) (31)

I settori dell'informatica, dell'elettronica e dell'ingegneria biomedica rappresentano un'area in costante crescita di mercato, in quanto le aziende ospedaliere hanno manifestato l'esigenza di apparecchiature mediche costruite *ad hoc*, ovvero progettate per allenare singoli compiti tecnico-procedurali, specifici per ogni settore medico. (32) (33) (34) (35) (36)

I corsi di formazione per i professionisti della sanità hanno valutato positivamente l'implementazione delle nuove tecnologie, promuovendo lo sviluppo di:

- modelli di simulazione avanzati con utilizzo di tecniche di realtà aumentata/virtuale;
- laboratori pedagogici specialistici;
- modelli web-based per l'apprendimento decisionale in sanità.

Nel corso degli anni, diversi studi hanno cercato di integrare l'utilizzo di manichini e di dispositivi a realtà aumentata (AR), ottenendo simulatori in realtà mista (MR). (37) (38) (39)

I simulatori in realtà mista sono ritenute le più innovative strumentazioni utilizzate nelle simulazioni ad alta fedeltà.

II.2.1 Simulazione ad alta fedeltà (HFS)

Il termine “fedeltà” è utilizzato nell'ambito della simulazione per descrivere quanto un'esperienza clinica simulata si avvicini alla realtà. Il livello di fedeltà è determinato dall'ambiente, dai materiali, dalle attrezzature utilizzate e dai fattori associati agli studenti.

Tool	Description
Partial task trainers (low-tech simulators)	Replica models or manikins used to learn, practice & gain competence in simple techniques and procedures
Peer to peer learning	Peer collaboration used to develop and master skills – such as basic health and physical assessment
Screen-based computer simulators	Programs used to acquire knowledge, to assess competency of knowledge attainment and to provide feedback related to clinical knowledge and critical-thinking skills.
Virtual reality	Combines a computer-generated environment with tactile, auditory and visual stimuli provided through sophisticated partial trainers to promote increased authenticity
Haptic systems	A simulator that combines real-world and virtual reality exercises into the environments
Standardized patients	Uses case studies and role-playing in the simulated learning experience; individuals, students or paid actors are taught to portray a patient in a realistic and consistent manner
Full-scale simulation (medium to high fidelity)	Simulation that incorporates a computerized full- body manikin that can be programmed to provide realistic physiologic response to practitioner actions; these simulation require a realistic environment and the use of actual medical equipment and supplies

Tabella 2. Descrizione delle strumentazioni utilizzate a diversi livelli di fedeltà. Tratto da Cant RP, Cooper SJ, “Simulation-based learning in nurse education: systematic review”, *J Adv Nurs*. 2010

A seconda delle abilità da acquisire, vengono infatti utilizzati simulatori a diversi livelli di fedeltà:

- Per lo sviluppo delle conoscenze di base e delle abilità psicomotorie si utilizzano simulatori a *bassa fedeltà*;
- Per lo sviluppo di conoscenze più complesse e tecniche si utilizzano simulatori di *media fedeltà*;
- Per lo sviluppo di abilità non tecniche come comunicazione, processo decisionale, lavoro di squadra, giudizio clinico e leadership si utilizzano simulatori ad *alta fedeltà*.

Come accennato in precedenza, le simulazioni ad alta fedeltà si avvalgono dei simulatori in realtà mista. In letteratura esistono alcuni esempi di questi simulatori, che finora sono stati utilizzati principalmente per la visualizzazione in AR degli organi interni al di sopra del manichino o per fornire feedback e suggerimenti tramite ologrammi. (40) (41) (42) (43) (44) (45)

I manichini usati nelle simulazioni ad alta fedeltà sono manichini full-body computerizzati che possono essere programmati per imitare i segni vitali e per fornire una risposta realistica alle azioni del tirocinante, che possono essere di tipo invasivo o non invasivo. (46)

Complete human body	
Capable of 'speech'	
Structure and function	
Complete integrated physiology/pharmacology model (high-fidelity)	
Open/close mouth	Trismus
Realistic airway	Pharyngeal oedema
Respiratory chest	Appropriate anatomical landmarks
(± abdominal wall movements)	
Lungs capable of spontaneous, assisted or mechanical ventilation	± consumption of O ₂ , exhalation of CO ₂ and uptake of anaesthetic gases
Tongue swelling	Difficult airways
Synchronised breath sounds	Bowel sounds
Monitoring	
Pulses palpable	
Synchronised with heart sounds	
Blood pressure measurable	
Variety of physiological outputs to standard monitors	
Pulse oximetry	
Procedures	
Defibrillation	Pneumothorax decompression
Cardioversion	Cricothyroidotomy
External pacing	Pericardiocentesis
Venepuncture	Chest drain insertion
Cannulation	Intramuscular injection
Urinary catheterisation	

Tabella 3. Caratteristiche dei moderni manichini ad alta fedeltà e procedure mediche e chirurgiche che possono essere effettuate su di essi. Tratto da Bradley P, "The history of simulation in medical education and possible future directions", Med Educ. 2006

Queste azioni possono essere compiute indossando dispositivi che modificano la percezione della realtà; tra questi rientrano i visori per la realtà aumentata (AR). L'integrazione del manichino fisico con l'AR in un sistema in MR, fornendo feedback visivi, uditivi e aptici al discente, è in grado di offrire un alto livello di immersività e realismo.

Le simulazioni ad alta fedeltà si articolano in tre fasi fondamentali: la pianificazione, l'implementazione e la valutazione.

La *pianificazione* consiste nella progettazione e nell'allestimento di uno scenario clinico realistico. Oltre ai sopraccitati manichini, per aumentare l'immersività del contesto clinico, può essere utilizzato un insieme di attrezzature e di equipaggiamenti medici di vario tipo, come prese a muro per gas medicali (aspirazione, ossigeno e aria), un carrello di emergenza completamente rifornito, risultati di esami diagnostici, cartelle cliniche dei pazienti (in formato cartaceo o digitale) e un telefono. Uno scenario di questo tipo consente non solo lo svolgimento di attività individuali ma permette anche l'esecuzione di lavori di equipe. (47) Fondamentale è il ruolo dell'educatore, che è tenuto a pianificare lo scenario nel minimo dettaglio, tenendo conto del livello delle conoscenze, delle esigenze degli studenti e degli obiettivi che devono essere raggiunti da questi ultimi.

Terminata la pianificazione il docente procede all'*implementazione* dello scenario. Dopo aver valutato il materiale e le attrezzature necessarie per raggiungere gli obiettivi pedagogici, il luogo e il contesto in cui si svolgerà la simulazione, le risorse tecnologiche richieste, la disponibilità di elementi che guidano e contribuiscono al processo decisionale dello studente (cartelle cliniche ed esami diagnostici) e l'eventuale necessità di collaboratori, il docente presenta agli studenti la situazione da gestire (procedimento definito "briefing"). Nel briefing, la prima fase dello scenario clinico, viene descritto brevemente il paziente, la sua condizione fisica (specificando segni e sintomi) e come lo scenario dovrebbe evolversi. A questo punto inizia la seconda fase, l'azione, in cui gli studenti applicano le loro conoscenze per affrontare l'emergenza simulata. Le condizioni del manichino-paziente, che erano state pre-programmate al computer, possono essere modificate durante l'evoluzione dello scenario per testare la reattività degli studenti. Terminata l'azione, il docente guida gli studenti nell'esecuzione del debriefing. Il debriefing è la fase finale di un ciclo di riflessione basato sull'apprendimento esperienziale. È di per sé una strategia di insegnamento e

apprendimento che facilita la riflessione degli studenti sulle questioni cliniche sollevate durante l'evento simulato. Consiste nella revisione autocritica dello studente degli interventi eseguiti durante l'esperienza clinica simulata. Nella riflessione guidata, il docente fornisce allo studente il tempo per esplorare i risultati in base agli obiettivi e alle decisioni. Il debriefing in pratiche simulate offre agli studenti un'opportunità chiave per strutturare i loro processi di pensiero durante e dopo l'evento simulato e riflettere sull'azione, aiutandoli così a consolidare la conoscenza e cambiare i comportamenti.

L'ultima fase della simulazione è la *valutazione* delle prestazioni degli studenti e dell'efficacia del processo di simulazione. Essa viene svolta sia dal docente sia dagli studenti stessi. La valutazione è il processo attraverso il quale si ottengono informazioni sull'evoluzione di singoli studenti o gruppi di studenti in merito all'acquisizione di conoscenze, abilità e attitudini in relazione agli obiettivi definiti. Le valutazioni degli studenti derivano dalle osservazioni del docente e dalla percezione degli altri studenti nella sessione. A tal fine, gli osservatori (studenti) e il docente dovrebbero utilizzare modelli separati che integrino la valutazione delle abilità cliniche e non cliniche, delle conoscenze acquisite e delle attitudini (puntualità, iniziativa, rispetto per i membri del team, comunicazione) durante l'azione degli studenti e il debriefing. Possono essere utilizzati diversi metodi: relazione scritta dello studente, che fornisce informazioni sulla propria esperienza; valutazione oggettiva dei docenti sull'efficacia degli interventi; raccolta dati a supporto della valutazione continua della qualità della formazione e dei processi di insegnamento.

II.3 Vantaggi della simulazione

Le caratteristiche della simulazione la rendono uno strumento efficace per soddisfare le necessità di massimizzare l'efficienza pedagogica nel contesto del crescente ampliamento delle conoscenze da acquisire e di sviluppare la capacità di lavorare in un team multidisciplinare. (48)

La SBME si svolge in un ambiente sicuro e controllato, che rispetta il principio ippocratico "primum non nocere". (49) Questo ha notevoli implicazioni etiche e pratiche, in quanto lo studente non solo è libero di commettere errori ma è addirittura incoraggiato a farlo. (50) L'errore, infatti, è alla base dei meccanismi neuronali di apprendimento per rinforzo: il segnale di errore attiva nell'organismo la reazione di stress la quale, a sua volta, potenzia i

circuiti ipocampali deputati alla memorizzazione. (51) È stato dimostrato che gli eventi stressanti consolidano la memoria episodica e, per questo motivo, i contesti stressanti vengono ricordati in maniera più accurata rispetto ad altri contesti mondani. (52) La simulazione ad alta fedeltà, provocando un alto coinvolgimento emotivo dello studente, contribuisce all'acquisizione e al consolidamento delle conoscenze e delle attività procedurali complesse, che rimangono in memoria almeno ad un anno di distanza dalla simulazione. (53) (54) Una caratteristica fondamentale di questa tecnica educativa è la possibilità di migliorare l'assistenza medica fornendo a studenti di medicina e a professionisti medici l'opportunità di imparare attraverso (piuttosto che da) errori propri e altrui.

Sebbene la totale prevenzione degli errori assistenziali sia impossibile in quanto la medicina è una disciplina condotta da esseri umani, che per loro natura errano (55), l'applicazione della SBME riduce la possibilità di commettere errori assistenziali tramite due caratteristiche: insegna agli studenti come gestire i loro errori e li stimola ad essere responsabili degli errori commessi.

L'analisi dell'errore durante la simulazione ad alta fedeltà avviene in tempo reale nella fase di azione e retrospettivamente nel debriefing; in quest'ultima fase è stato dimostrato come un'atmosfera di fiducia e trasparenza sia importante per lo sviluppo di un pensiero riflessivo. (56) Uno studio di Savoldelli *et al.* dimostra quanto la fase di debriefing sia importante per il miglioramento delle abilità non tecniche: le simulazioni prive della fase di debriefing non portano ad un miglioramento significativo in queste abilità, miglioramento che invece è stato riscontrato nelle simulazioni con briefing orale o video-assistito. (57)

Diversi studi hanno dimostrato che le simulazioni ad alta fedeltà inducono un miglioramento generale della performance degli studenti. (58) (59) (60) In una review di oltre 2.500 articoli scientifici, è emerso che il 96% di essi considera l'AR utile a migliorare il training in medicina. (61) Alcuni studi sperimentali hanno dimostrato l'effetto benefico della simulazione sull'acquisizione di skills, contribuendo alla riduzione del rischio per il paziente ed al miglioramento della qualità delle cure. (62) (34) (63) (35) Nello specifico è stato dimostrato che l'uso della realtà aumentata migliora l'accuratezza della performance, accelera l'apprendimento, cattura e mantiene alta l'attenzione del discente, favorisce il lavoro d'equipe ed il processo decisionale. Le singole abilità che mostrano un significativo miglioramento sono: le conoscenze mediche, le attività procedurali, il lavoro di squadra (64), il pensiero critico, la fiducia nelle proprie capacità (65), la resilienza e la capacità di gestire lo stress (66), la comunicazione con il paziente. (67) Lo sviluppo di queste abilità non

tecniche si riflette positivamente sull'esecuzione di procedure mediche e chirurgiche. (68) (69) (70)

La simulazione ad alta fedeltà offre agli studenti un'esperienza ad alto intrattenimento e ad alto contenuto emotivo e per questo motivo gli stessi studenti hanno manifestato un alto gradimento e una forte soddisfazione di questa tecnica nei questionari di valutazione, giudicandola superiore alla simulazione a bassa fedeltà. (71) Lo stato emotivo dei partecipanti influisce inoltre sulla qualità del loro apprendimento: è stata dimostrata una correlazione positiva tra le emozioni positive provate (in particolare il divertimento) e le capacità cognitive sviluppate dagli studenti. (72) (73)

Tutte queste evidenze sono state prese in considerazione dall'OMS, che tramite il documento "Trasformare e aumentare l'istruzione e la formazione dei professionisti sanitari" (OMS, 2013) ha raccomandato vivamente l'implementazione della simulazione nei Corsi di Laurea in Medicina e Chirurgia. La raccomandazione 5, in particolare, afferma: "Gli organismi di istruzione e formazione dei professionisti sanitari dovrebbero utilizzare metodi di simulazione ad alta fedeltà in contesti con risorse adeguate e metodi a bassa fedeltà in contesti con risorse limitate".

II.4 Problematiche relative alla simulazione

Come si può intuire dalle ultime righe del precedente paragrafo, la simulazione ad alta fedeltà presenta diverse limitazioni. Innanzitutto la sua efficacia è vincolata alla disponibilità di attrezzature tecnologiche avanzate e di personale educativo ad alto livello di formazione. (74) Entrambe queste risorse hanno un costo molto elevato, che non tutti gli Stati del mondo sono in grado di coprire.

Sono inoltre presenti altre limitazioni che impediscono ancora l'uso diffuso dei dispositivi tecnologici nell'ambito del training clinico e non solo. Bisogna innanzitutto tenere presente che l'utilizzo e, di conseguenza, l'efficacia di queste innovative opportunità di apprendimento dipendono dall'abilità dello studente nell'usare la tecnologia stessa. (75) (76) Inoltre, la formazione interattiva avanzata nell'educazione sanitaria presenta alcuni punti deboli, che possono essere riassunti come segue:

- Mancanza di teorie sull'apprendimento che guidino la progettazione (l'80% degli articoli scientifici revisionati non descrive quale tipo di teoria

dell'apprendimento sia stata utilizzata per guidare la progettazione e lo sviluppo del sistema in AR);

- Difficoltà nell'aggiornare le strategie di apprendimento, con conseguente prevalenza di quelle tradizionali (nel 64% dei papers revisionati, la realtà aumentata è stata utilizzata come strumento di feedback);
- Mancanza di studi sull'impatto dell'utilizzo di simulatori in realtà mista (il 56% degli articoli scientifici revisionati ha presentato prototipi senza studiarne l'impatto).

Ulteriori ricerche in quest'area dovrebbero essere intraprese per chiarire come utilizzare efficacemente AR/MR nell'educazione sanitaria. Questa stessa problematica è riscontrata anche in ambito industriale dove il dibattito sull'efficacia degli strumenti di realtà virtuale e mista (VR/MR), per la formazione di professionisti e operatori, evidenzia la carenza di approcci sperimentali e di criteri di valutazione. (77) Dall'analisi della letteratura risulta infatti necessario valutare empiricamente la loro efficienza ed efficacia rispetto ai metodi di formazione tradizionali. (78)

Di notevole rilevanza è la constatazione che l'aumento della presa di confidenza da parte degli studenti non è sempre proporzionale ad un equivalente aumento delle loro conoscenze o delle loro abilità e questo spesso provoca la sovrastima delle proprie capacità. (79) L'errata valutazione delle proprie capacità induce il neolaureato a sottovalutare le problematiche cliniche e a prendere decisioni rischiose, che spesso si rivelano sbagliate. (80) È stato dimostrato che l'eccesso di autostima è una delle cause più comuni degli errori diagnostici. (81) (82)

Infine, sebbene le simulazioni mediche siano considerate un metodo educativo altamente efficiente, la partecipazione ad una simulazione immersiva e coinvolgente come può essere quella ad alta fedeltà rischia di avere un impatto psicologico non indifferente sui partecipanti. La problematica maggiore, che può alterare la prestazione medica a vari livelli, è rappresentata dallo stress. Lo stress a cui gli studenti sono sottoposti agisce in maniera complessa tramite diverse reazioni bioumorali, che in acuto sono considerate fisiologiche, mentre in cronico hanno effetti patologici.

II.4.1 Stress correlato alla simulazione

La reazione di stress, determinata dalle caratteristiche dello stressor e della persona, è considerata fondamentale per registrare i segnali di pericolo e attenuarne gli effetti nocivi sull'organismo. (83) Essa è in grado di migliorare le prestazioni psicofisiche dell'individuo allo scopo di mantenere l'allostasi corporea (84); tuttavia, l'alta frequenza di stimolazione o l'inefficacia della reazione di stress sono associate a possibili alterazioni della regolazione e della responsività dei neurotrasmettitori, degli ormoni e dei sistemi coinvolti (asse ipotalamo-ipofisi-surrene, catecolamine, sistema immunitario, ecc.), aumentando la vulnerabilità dell'organismo e la probabilità di sviluppo di malattie croniche. (85) (86)

Secondo la teoria transazionale, lo stress psicologico si verifica quando un individuo valuta una situazione come minacciosa o in grado di esaurire le proprie risorse energetiche. (87) Lo stress psicologico può essere inquadrato in tre domini: cognizioni (pensieri positivi, neutri o negativi, preoccupazioni), emozioni (curiosità, eccitazione, paura, tensione) e risposte intenzionali (reazione attiva ed energica, stanchezza, annichilimento). (88)

Le risposte fisiologiche, umorali e immunologiche acute o prolungate costituiscono un metro di valutazione della reazione di stress in quanto alcuni dei loro parametri possono essere facilmente misurati: la frequenza cardiaca e i livelli ematici di cortisolo, ad esempio, rappresentano una stima dell'attività rispettivamente del sistema nervoso simpatico e dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene. (89) Secondo la distinzione introdotta da *Selye*, l'*eustress* (stress positivo) e il *distress* (stress negativo) possono portare all'attivazione di pattern di risposta umorale differenti. (90) Il distress associato a emozioni negative aumenta il rilascio di cortisolo e di noradrenalina. (91) La *teoria dell'attivazione cognitiva dello stress* (CATS) sottolinea anche che la reazione di stress, nell'affrontare le minacce, fornisce una risposta adattiva in grado di risolvere positivamente l'interazione tra l'individuo e un determinato stressor. (84) Questa teoria spiega come la reazione di stress sia alimentata dall'incapacità di affrontare il problema o dall'inefficacia delle strategie comportamentali utilizzate a questo scopo, che sono caratterizzate da incertezza e da basso senso di controllo. (92) Insieme, questi modelli delineano una prospettiva sufficientemente ampia per comprendere la base psicologica della risposta neuroendocrina allo stress acuto e prolungato.

La prevalenza globale della depressione dovuta allo stress negli studenti di medicina è stata recentemente stimata intorno al 28% da una meta-analisi di 77 studi. (93) Elevata prevalenza di ansia e depressione tra gli studenti di medicina è stata segnalata a livello mondiale. (94) (95) È stata dimostrata inoltre in letteratura una maggiore prevalenza di queste patologie

negli studenti di medicina rispetto alla popolazione generale di coetanei e ad un sottoinsieme di coetanei impegnati in studi universitari di altre discipline. (96) (97) (98)

Una serie di fattori personali e istituzionali possono contribuire al peggioramento della salute mentale degli studenti di medicina. Una recente ricerca ha dimostrato che le scuole di medicina rappresentano un ambiente tossico per la psiche degli studenti (99) (100) (101), nel quale è possibile rintracciare una serie di fattori stressanti: forte pressione accademica, alto carico di lavoro, difficoltà finanziarie, deprivazione di sonno. (102)

Anche le difficoltà riscontrate durante il tirocinio pratico e la mancanza di esperienza nell'affrontare le attività accademiche hanno un ruolo importante nell'aumento della reazione di stress e nello sviluppo di depressione e ansia. (103)

Depressione e ansia compromettono la formazione degli studenti di medicina, causando basso rendimento scolastico, abbandono della carriera universitaria, problemi relazionali, abuso di sostanze psicotrope e tendenze al suicidio. (104) (105) La scarsa salute mentale è, inoltre, un fattore predittivo di distress nel futuro medico. (106) (107)

Come accennato in precedenza, uno dei contesti in cui gli studenti sviluppano un forte stress cognitivo è costituito dalla simulazione ad alta fedeltà. (108) I fattori di stress comunemente riconosciuti includono complicazioni tecniche, mancanza di tempo, distrazioni, interruzioni e aumento del carico di lavoro. Nel corso delle simulazioni, gli effetti dello stress si manifestano sotto forma di disagio, affanno e stanchezza. Per attenuare queste reazioni, nella progettazione delle simulazioni e dei dispositivi in realtà mista deve essere garantito un equilibrio tra lavoro, prodotto, ambiente e capacità, limitazioni e bisogni umani. (109) Durante la fase di azione della simulazione ad alta fedeltà, alti livelli di stress riducono la performance generale degli studenti, perché portano a perdita di motivazione, preoccupazione ed ansia. (110) Anche la fase di valutazione è fonte di stress per gli studenti; in particolare, gli studenti che hanno svolto il ruolo di "team leader" durante la simulazione sono coloro che più temono il giudizio dei compagni e dei docenti. (111) Alti livelli di stress cognitivo sono stati riscontrati anche prima della simulazione, sotto forma di ansia anticipatoria (112), al termine della simulazione, sotto forma di ansia residua (113), e anche a distanza di tempo dalla simulazione, quando viene rievocato il ricordo di tale esperienza. Per tutti questi motivi, lo stress correlato alla simulazione sembra essere superiore a quello associato alle tecniche di apprendimento tradizionali (114) e a quello misurato in contesti

reali. (115) Questa differenza dei livelli di stress tra le due metodiche di apprendimento è stata in larga parte attribuita all'utilizzo dei dispositivi a realtà aumentata.

Lo stress sviluppato nella simulazione ad alta fedeltà può influenzare comportamenti e funzioni cognitive, come la memoria e l'apprendimento. La relazione che sussiste tra l'intensità dello stress e la qualità dei processi di memorizzazione degli studenti coinvolti nelle simulazioni segue la *legge di Yerkes-Dodson*. (116) Questa legge sostiene che il rendimento aumenta con l'eccitazione, ma solo se l'intensità dell'eccitazione rientra in un prestabilito intervallo. Quando i livelli di eccitazione diventano troppo alti, lo studente sviluppa uno stress eccessivo e il suo rendimento diminuisce. Allo stesso modo, il rendimento cala quando lo studente si annoia perché non è stimolato a sufficienza. Yerkes e Dodson, per descrivere questo fenomeno, hanno utilizzato una curva a forma di U invertita, nella quale agli estremi le performance sono ridotte a causa o della noia o del distress mentre al centro la performance è ideale.

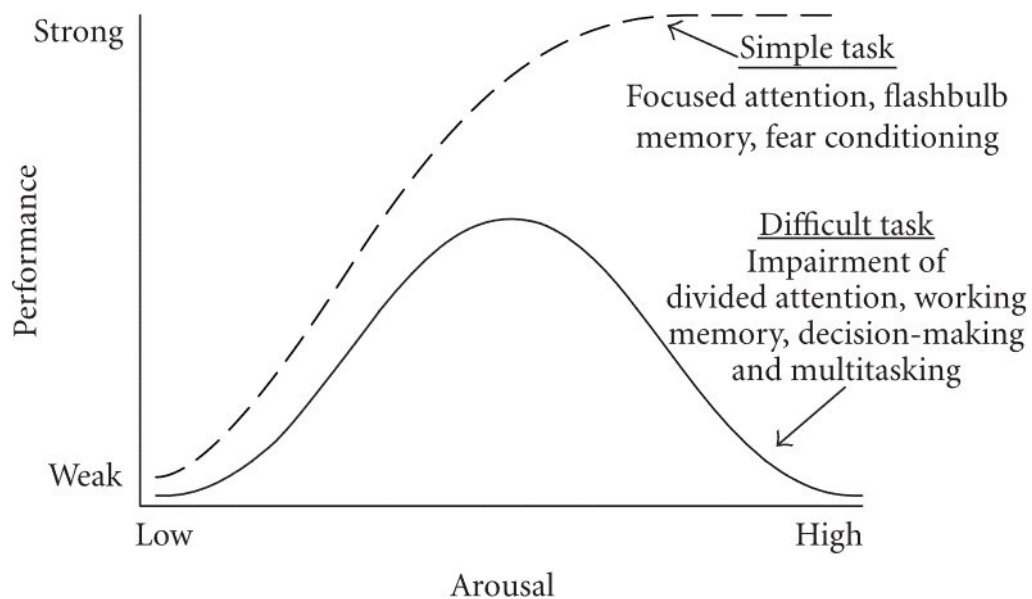


Figura 4. Versione originale della curva dello stress di Yerkes-Dodson. Fonte: Wikipedia (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:OriginalYerkesDodson.svg>)

Quando lo stress è troppo elevato le informazioni memorizzate non sono solo di qualità inferiore ma rimangono anche in memoria per meno tempo, perché i neuroni ippocampali, esposti alla tossicità protratta del cortisolo prodotto durante la reazione di stress, vanno in apoptosi. (117) Anche l'amigdala, che è il centro nervoso deputato alla produzione delle emozioni correlate alla reazione di stress, subisce gli effetti tossici dell'eccesso di cortisolo.

Quando i neuroni dell'amigdala mediale perdono le loro spine dendritiche, i comportamenti dell'individuo sottoposto a stress diventano aberranti, inefficaci e inopportuni per il contesto sociale (118); sono facilitati in particolare comportamenti ansiosi, aggressivi e di evitamento sociale. (119) Reazioni inaspettate quali urla, aggressività o totale inibizione dell'azione durante la simulazione influiscono negativamente sul lavoro di squadra; questo, nella pratica clinica, si traduce in una cattiva gestione del paziente.

Il cortisolo, infine, è coinvolto nella patogenesi del disturbo post-traumatico da stress e di altri disturbi mentali che possono insorgere nei lavoratori sottoposti ad alta pressione psicologica, quali gli operatori sanitari. (120)

III. Razionale e scopo della tesi

Nell'ambito delle Attività Formative Professionalizzanti (AFP) svolte dagli studenti dell'ultimo anno del Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia dell'Università politecnica delle Marche, sono previste esercitazioni con l'ausilio di manichini ad alta fedeltà per la ricostruzione della gestione d'equipe di un paziente in condizioni critiche. Gli obiettivi delle attività del progetto di ricerca multidisciplinare STARLab - *Simulation Training and Advanced Research Lab* sono due:

- 1) contribuire alla ricerca in ambito della pedagogia medica tramite lo studio dello stato dell'arte e l'analisi dei requisiti necessari per l'allestimento di un centro di simulazione innovativo da utilizzare nelle sopracitate AFP al fine ultimo di migliorare la qualità delle cure mediche;
- 2) definire un'architettura valida e riproducibile per aumentare l'efficacia dei corsi di formazione e delle nuove metodologie di apprendimento per i professionisti della sanità junior e senior.

Gli scopi di questa tesi sono: presentare la metodologia utilizzata nel progetto STARLab, quantificare in che modo questa influisca sullo stress, sul carico di lavoro e sulla performance degli studenti ed esporre i risultati del progetto in funzione dei dati ottenuti.

IV. Metodologia

IV.1 Progettazione dello studio

Per ottenere i due obiettivi prefissati, sono state delineate tre linee di azione:

- 1) Analisi delle attitudini degli studenti universitari afferenti alla Facoltà di Medicina e Chirurgia al lavoro in team e all'uso della tecnologia a scopo pedagogico. In quest'ultimo ambito, è stata valutata l'ergonomia cognitiva, ossia l'interazione tra l'uomo e gli strumenti da lui utilizzati per elaborare le informazioni; questa valutazione consente di studiare i processi cognitivi (percezione, attenzione, memoria, stress, linguaggio, emozioni) degli studenti durante la simulazione e di suggerire delle soluzioni per migliorare i suddetti strumenti.
- 2) Implementazione di skill lab basati su simulazione. Con l'obiettivo di dimostrare la loro utilità e la loro efficacia, sono stati confrontati i dati raccolti durante le

simulazioni tradizionali (con manichino) e quelle proposte nell'ambito del progetto STARLab, ossia simulazioni che integrano al manichino la Realtà Aumentata (Augmented Reality o AR), andando a costituire un sistema di simulazione in Realtà Mista (MR)

- 3) Stima dell'impatto economico e pratico dell'innovazione della pedagogia medica sul settore della Sanità Pubblica.

Per quanto riguarda il secondo obiettivo, ossia lo sviluppo di un sistema di simulazione in realtà mista che integri uno specifico skill trainer e un'applicazione in realtà aumentata, si è proceduto definendo innanzitutto una metodologia per la progettazione di qualsiasi tipo di simulazione clinica. La progettazione di una simulazione passa per la definizione degli hardware e dei software da utilizzare e dei requisiti necessari a svolgere la simulazione nel modo più realistico ed immersivo possibile. Sono stati definiti quindi i requisiti di cui tener conto durante la progettazione di sistemi integrati in MR. Per quanto riguarda le caratteristiche della simulazione, sono state identificate:

- *Caratteristiche ambientali*: definizione dettagliata dell'impostazione della simulazione in termini di layout (caratteristiche della stanza, distribuzione dell'equipaggiamento e degli attori coinvolti) per specificare componenti reali e virtuali;
- *Caratteristiche attori*: definizione dettagliata dell'impostazione della simulazione in termini di caratteristiche degli attori (medici, infermieri, personale tecnico, ...) per specificare componenti reali e virtuali;
- *Caratteristiche pazienti*: caratterizzazione dettagliata del paziente (informazioni demografiche, caratteristiche fisiche, anamnesi e segni / sintomi).

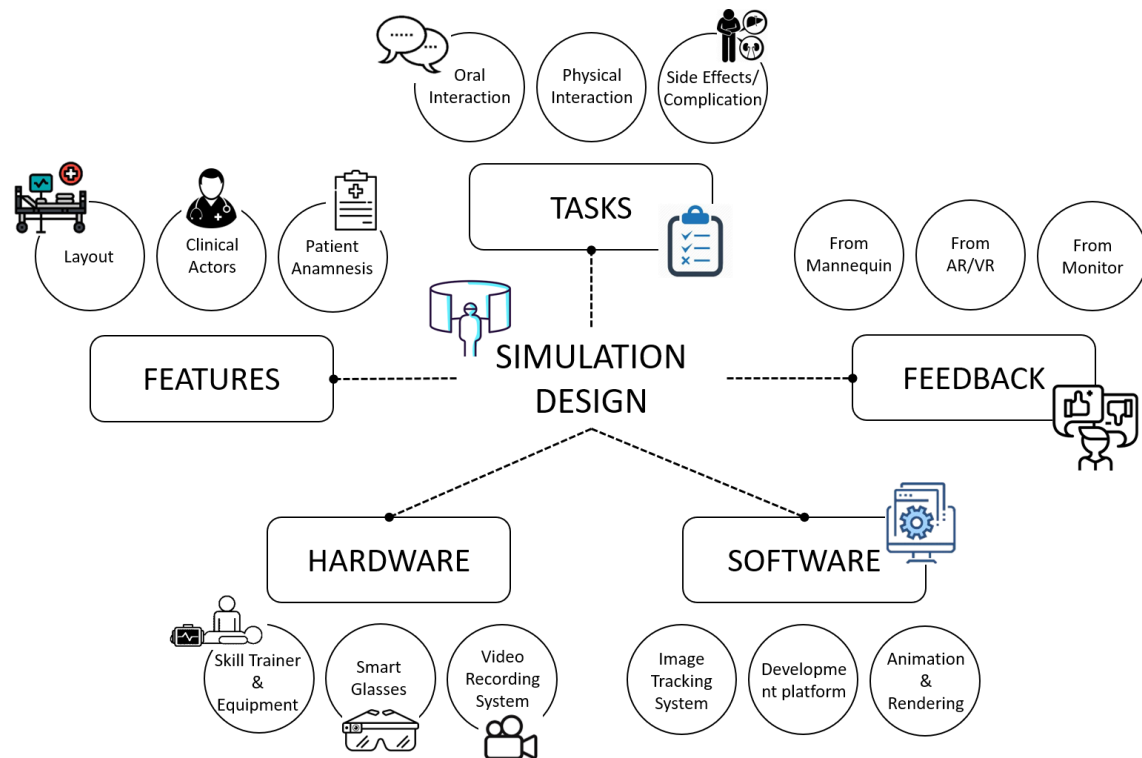


Figura 5. Metodologia per la progettazione di simulazioni per il training

A questo punto sono stati definiti i tasks, ossia la sequenza di azioni che deve essere eseguita dal discente e, per ogni task, devono essere identificati:

- Interazione verbale: specificare per ogni task se e quale interazione verbale è prevista tra studente e paziente;
- Interazione fisica: specificare per ogni task se e quale interazione fisica è prevista tra studente e paziente;
- Effetti collaterali/Complicazioni: identificazione di possibili effetti collaterali (eventi prevedibili) e complicazioni (eventi imprevedibili) che potrebbero verificarsi durante ogni task.

Infine, per ogni task, sono stati determinati i diversi tipi di feedback possibili:

- Feedback dal manichino: identificazione dei feedback da fornire mediante il manichino;
- Feedback in realtà aumentata: identificazione dei feedback da fornire attraverso la realtà aumentata (movimento del paziente, suoni);
- Feedback quantitativi: identificazione dei feedback quantitativi da fornire (ad esempio frequenza cardiaca, SPO2) nella realtà (monitor) o in realtà aumentata.

A proposito della scelta dell'hardware e dei software, sono stati identificati il manichino/skill trainer più idonei alla pratica clinica da simulare e tutti gli strumenti necessari per l'eventuale sviluppo dello scenario in realtà aumentata/virtuale.

IV.2 Indagini psicometriche

Le indagini psicometriche si basano sul fondamento che lo stress percepito e le emozioni ad esso correlate possono influenzare le prestazioni degli studenti. L'autovalutazione basata sulla percezione del soggetto stesso è stata effettuata tramite la somministrazione di questionari in grado di monitorare lo stato emotivo dei discenti da un punto di vista soggettivo. Essi sono costituiti dal questionario di valutazione delle attitudini al lavoro di gruppo e all'utilizzo della tecnologia a scopo pedagogico, dal questionario STAI per la valutazione dell'ansia, dal questionario NASA-TLX per la valutazione del carico di lavoro e dalla scala numerica analogica (NAS) per la valutazione dello stress.

IV.2.1 Questionario di valutazione sulle attitudini al lavoro di gruppo e all'utilizzo della tecnologia

La prima linea di azione è costituita dall'analisi delle attitudini degli studenti universitari afferenti alla Facoltà di Medicina e Chirurgia al lavoro in team e all'uso della tecnologia a scopo pedagogico. Lo scopo di questa fase dello studio è quello di costruire e validare un questionario che permetta, preliminarmente, di valutare l'attitudine degli studenti ad apprendere mediante il lavoro di gruppo e l'utilizzo della tecnologia durante le attività professionalizzanti previste nei corsi di Laurea in area sanitaria.

Lo sviluppo del questionario è stato condotto attraverso le seguenti fasi: concettualizzazione, con l'individuazione e la selezione di items dedotti dalla revisione della letteratura sulla percezione ed attitudine degli studenti circa l'utilizzo della tecnologia quale aiuto alla didattica (121); strutturazione in cui, attraverso la metodica del focus group, esperti in materia, a partire dagli indicatori ricavati dalla fase precedente, hanno elaborato item specifici che sono stati strutturati ed impaginati per rispondere alle caratteristiche di un questionario auto-compilato; fase di validazione, in cui lo strumento è stato sottoposto a validazione di facciata, di contenuto e di attendibilità mediante la somministrazione ad un gruppo ristretto di soggetti. Il questionario nella sua versione finale si compone di 30 affermazioni divise in 6 sezioni. Ognuna di queste indaga un dominio che può essere influenzato dalla partecipazione all'AFP: rilevanza dell'educazione interprofessionale, comunicazione, consapevolezza della situazione, rilevanza cognitiva della simulazione,

dominio affettivo e impressione generale. Per ogni affermazione lo studente deve scegliere tra cinque opzioni in una scala di gradimento le cui voci variano da “molto in disaccordo” a “molto d’accordo”. Il questionario è anonimo ed è stato approvato dal Comitato Etico dell’UNIVPM. Agli studenti partecipanti all’AFP è stato inviato tramite e-mail un link al questionario, che è stato costruito mediante il software online Google Form per permetterne la compilazione online.

Tabella 4. Questionario di valutazione sulle attitudini al lavoro di gruppo e all’utilizzo della tecnologia

Questionario sulla simulazione* di gruppo per l’apprendimento <i>(*Definita come un procedimento basato sulla riproduzione, attraverso modelli, di un sistema od ambiente in cui i partecipanti agiscono ai fini di acquisire o implementare le abilità necessarie ad affrontare il contesto simulato.)</i>					
Hai già partecipato in precedenza a simulazioni di gruppo di gestione di casi clinici (es. BLS)? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sì					
Quali esperienze precedenti di apprendimento in gruppo hai avuto? (è permessa più di una risposta) <input type="checkbox"/> Internato <input type="checkbox"/> AFP <input type="checkbox"/> Corso (es. BLS) <input type="checkbox"/> Esperienza lavorativa <input type="checkbox"/> Altro: _____					
Partecipi ad attività di volontariato di ambito sanitario (es. Croce Verde)? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sì Se sì, quale? _____					
Metti una croce nel riquadro che riflette maggiormente il tuo punto di vista (1=molto in disaccordo, 2= in disaccordo, 3=neutrale, 4=d’accordo, 5=molto d’accordo)					
	1	2	3	4	5
A-Rilevanza della simulazione					
1. La simulazione può aiutarmi a sviluppare il pensiero critico (processo di formazione di un giudizio attraverso l’analisi e la valutazione obiettiva delle informazioni).					
2. La simulazione mi aiuta a formulare una soluzione praticabile per il problema.					
3. La simulazione mi consente di affrontare una buona discussione sul caso simulato.					
4. Riesco a mantenere una maggior attenzione durante l’apprendimento mediante simulazione.					
5. La simulazione mi confonde nell’identificazione degli elementi teorici significativi, tra quelli acquisiti studiando, per la risoluzione pratica del caso simulato.					
6. La simulazione non mi fornisce chiare informazioni per la comprensione delle azioni da svolgere durante la pratica clinica.					
7. I metodi di apprendimento mediante simulazione aiutano a capire l’importanza di lavorare in equipe.					

B-Rilevanza dell'educazione interprofessionale					
8. L'apprendimento assieme ad altre figure professionali è importante per il miglioramento della collaborazione in ambito lavorativo.					
9. La simulazione effettuata assieme ad altre figure professionali è un contesto efficace per l'apprendimento.					
10. L'opportunità di apprendere insieme ad altre figure professionali dovrebbe essere una priorità nel mio percorso formativo.					
11. L'apprendimento condiviso con altre figure professionali migliorerà la mia capacità di comprendere i problemi clinici.					
12. Le opportunità di apprendimento interprofessionale non incideranno positivamente sull'outcome dei miei pazienti.					
C-Comunicazione					
13. La comunicazione all'interno del gruppo è importante tanto quanto le abilità tecniche.					
14. Non serve che i membri dell'equipe che prestano assistenza immediata al paziente annuncino ad alta voce le loro azioni.					
15. I membri dell'equipe dovrebbero parafrasare o ripetere le istruzioni ricevute per chiarire ciò che hanno capito.					
D-Consapevolezza della situazione					
16. La sicurezza nell'erogazione delle cure aumenta se tutti i componenti dell'equipe condividono le informazioni riguardanti la gestione del paziente.					
17. Sintesi frequenti riguardo i risultati degli esami del paziente sono utili per mantenere l'attenzione dei componenti del team sulle necessità del paziente.					
E-Ruoli e responsabilità					
18. All'interno dell'equipe stabilire e conoscere "chi-fa-cosa" è indispensabile ai fini del miglioramento della qualità delle cure erogate.					
19. È importante che i membri dell'equipe chiedano assistenza qualora abbiano bisogno di aiuto nel completare un compito.					
20. La simulazione è uno strumento inadeguato per allenare le capacità decisionali di gruppo.					
F-Dominio affettivo					
21. La simulazione consente di sviluppare una maggior empatia con il paziente.					
22. La simulazione può aiutarmi ad affrontare situazioni che mi causano ansia o paura.					
23. La simulazione riesce a trasmettermi una maggior motivazione in fase di apprendimento.					
G-Impressione generale					
24. Non raccomanderei l'apprendimento mediante simulazione ai miei colleghi.					
25. La simulazione è un metodo efficace d'insegnamento.					

Questionario sul ruolo della tecnologia* nel contesto della simulazione per l'apprendimento <i>(* definita come l'applicazione di dispositivi informatici e telematici)</i>					
Metti una croce nel riquadro che riflette maggiormente il tuo punto di vista (1=molto in disaccordo, 2= in disaccordo, 3=neutrale, 4=d'accordo, 5=molto d'accordo)	1	2	3	4	5
A-Attitudine personale all'uso di dispositivi tecnologici					
1. Ho familiarità con i seguenti dispositivi:					
a. computer					
b. tablet					
c. smartphone					
d. visori per PC e console					
e. guanti con feedback aptico per il gaming					
2. Ho familiarità con videogiochi di simulazione (es. "The Sims") e serious games (videogiochi con finalità educative).					
3. Utilizzo prodotti tecnologici che supportano la salute e lo stile di vita (es. smartwatch, activity tracker, etc.).					
4. Mi sento predisposto a lavorare in un ambiente ad alta tecnologia.					
5. Trovo stressante lavorare in un ambiente ad alta tecnologia.					
6. I dispositivi tecnologici (come visori, guanti con feedback aptico, ...) sono un valido strumento per l'apprendimento in fase di training.					
B-Rilevanza della tecnologia nel contesto della simulazione					
7. L'interazione multisensoriale (tattile, visiva e uditiva) mediante dispositivi tecnologici come guanti sensorizzati, visori e auricolari, favorisce l'apprendimento nella simulazione.					
8. Fornire feedback mediante dispositivi tecnologici favorisce l'apprendimento nella simulazione.					
9. Un elevato grado di immersività durante la simulazione incide positivamente:					
a. Sull'apprendimento					
b. Sulla componente psicologica					
10. Nell'ambito dell'apprendimento durante la simulazione, vorrei essere supportato dai dispositivi ad alta tecnologia per:					
a. Lavoro d'equipe					
b. Processo decisionale					
c. Pratica con il simulatore fisico (manichino)					
d. Comprensione dell'anatomia umana e dei processi fisiologici e patologici					

IV.2.2 Questionario STAI per la valutazione dell'ansia

Lo *State-Trait Anxiety Inventory* (STAI-Y) è uno strumento frequentemente utilizzato in clinica e nella ricerca per la misurazione dell'ansia (113), ideato da Spielberger nel 1964 e stampato per la prima volta nel 1970. (122) È formato da due moduli di 20 domande ciascuno:

- il modulo STAI Y-1 permette di valutare lo stato di ansia attuale e transitorio del soggetto (State Anxiety) tenendo in considerazione i sentimenti di apprensione, tensione, nervosismo e preoccupazione e i sintomi di aumentata attività del sistema nervoso simpatico (tachicardia, sudorazione, ipertensione). È un indicatore sensibile ai cambiamenti transitori del livello d'ansia.
- Il modulo STAI Y-2 valuta il tratto ansioso (Trait Anxiety), cioè identifica la tendenza individuale, che varia da persona a persona, a reagire con l'ansia a situazioni percepite come minacciose. Permette la valutazione di come il soggetto si sente generalmente e può essere utilizzato per identificare gli individui predisposti a sviluppare ansia in situazioni stressanti.

Per ciascuna domanda il soggetto deve scegliere la risposta su una scala di Likert che va da 1 a 4. I numeri scelti sulla scala di Likert per ogni domanda vengono sommati, ottenendo così il punteggio totale del modulo. Il valore dei due moduli sommati, dunque, può andare da un minimo di 20 ad un massimo di 80 punti. In letteratura sono stati individuati dei cut-off di 37/38 punti per i maschi e 39/40 punti per le femmine per ogni modulo. Superato tale cut-off il livello di ansia è considerato significativo. (123) (124)

Questionario <i>State Trait Anxiety Inventory</i>-STAI				
Sono qui di seguito riportate alcune frasi che le persone spesso usano per descriversi. Leggi ciascuna frase e poi contrassegna con una crocetta il numero che indica come ti senti adesso, cioè in questo momento. Non ci sono risposte giuste o sbagliate. Non impiegare troppo tempo per rispondere alle domande e dai la risposta che ti sembra descrivere meglio i tuoi attuali stati d'animo.				
Metti una croce nel riquadro che riflette maggiormente il tuo punto di vista. (1=per nulla, 2= Un po', 3=Abbastanza, 4=Moltissimo)	1	2	3	4
Modulo STAI Y-1				
1. Mi sento calmo.				

2. Mi sento sicuro.				
3. Sono teso.				
4. Mi sento sotto pressione.				
5. Mi sento tranquillo.				
6. Mi sento turbato.				
7. Sono attualmente preoccupato per possibili disgrazie.				
8. Mi sento soddisfatto.				
9. Mi sento intimorito.				
10. Mi sento a mio agio.				
11. Mi sento sicuro di me.				
12. Mi sento nervoso.				
13. Sono agitato.				
14. Mi sento indeciso.				
15. Sono rilassato.				
16. Mi sento contento.				
17. Sono preoccupato.				
18. Mi sento confuso.				
19. Mi sento disteso.				
20. Mi sento bene.				

Questionario *State Trait Anxiety Inventory*-STAI

Sono qui di seguito riportate alcune frasi che le persone spesso usano per descriversi. Leggi ciascuna frase e poi contrassegna con una crocetta il numero che indica come ti senti abitualmente. Non ci sono risposte giuste o sbagliate. Non impiegare troppo tempo per rispondere alle domande e dai la risposta che ti sembra descrivere meglio come ti senti abitualmente.

Mettila una croce nel riquadro che riflette maggiormente il tuo punto di vista.

(1=Quasi mai, 2= Qualche volta, 3=Spesso, 4=Quasi sempre)

1	2	3	4
---	---	---	---

Modulo STAI Y-2

26. Mi sento bene.

27. Mi sento teso e irrequieto.

28. Sono soddisfatto di me stesso.				
29. Vorrei poter essere felice come sembrano essere gli altri.				
30. Mi sento un fallito.				
31. Mi sento riposato.				
32. Io sono calmo, tranquillo e padrone di me.				
33. Sento che le difficoltà si accumulano tanto da non poterle superare.				
34. Mi preoccupo troppo di cose che in realtà non hanno importanza.				
35. Sono felice.				
36. Mi vengono pensieri negativi.				
37. Manco di fiducia in me stesso.				
38. Mi sento sicuro.				
39. Prendo decisioni facilmente.				
40. Mi sento inadeguato.				
41. Sono contento.				
42. Pensieri di scarsa importanza mi passano per la mente e mi infastidiscono.				
43. Vivo le delusioni con tanta partecipazione da non poter togliermele dalla testa.				
44. Sono una persona costante.				
45. Divento teso e turbato quando penso alle mie attuali preoccupazioni.				

Tabella 5. Questionario State Trait Anxiety Inventory-STAI

IV.2.3 Questionario NASA-TLX per la valutazione del carico di lavoro

Il carico di lavoro (CL) è la quota di prestazioni assegnata a ciascun lavoratore, spesso rapportata al tempo di svolgimento richiesto. Il lavoro può sottoporre il soggetto ad un carico di tipo quantitativo, ovvero la quantità di lavoro da realizzare (avere troppe cose da fare), o qualitativo, la difficoltà e la complessità del compito da realizzare. Il carico di lavoro cognitivo è il rapporto tra la richiesta cognitiva derivante da un dato compito e la capacità mentale disponibile per soddisfare le richieste. Esso, dunque, non è semplicemente una conseguenza della difficoltà del compito, ma anche delle risorse mentali. Lo scopo principale per cui si misura il carico di lavoro cognitivo è quello di prevedere le prestazioni del discente quantificando il costo mentale necessario per eseguire un determinato compito. Questo è un costrutto fondamentale per esplorare l'interazione degli utenti con i dispositivi sviluppati

(human-machine interaction). Infatti, l'ergonomia cognitiva (CE) si occupa proprio dell'interazione tra l'uomo e gli strumenti per l'elaborazione dell'informazione, studiando i processi cognitivi coinvolti. In letteratura sono presenti varie review che tentano di organizzare le diverse tecniche di valutazione del carico cognitivo (o Mental Workload, MWL). (125) In generale, i ricercatori concordano nel classificare i metodi di misurazione del MWL in due grandi categorie principali: i metodi soggettivi e i metodi oggettivi. (126) Tra i metodi soggettivi di misurazione rientra il NASA-Task Load Index (NASA-TLX) (127).

Il NASA-Task Load Index (NASA-TLX) è una scala soggettiva sviluppata per minimizzare la variabilità delle valutazioni tra i soggetti. Può essere fornito ai partecipanti in formato cartaceo e consiste in un questionario composto da sei domande le cui risposte sono su scale bipolari. Al soggetto viene chiesto di valutare la propria prestazione considerando sei diversi aspetti: richiesta mentale, richiesta fisica, richiesta temporale, prestazione, sforzo e frustrazione.

Componenti	Estremi	Descrizione
Richiesta mentale	Basso/Alto	<ul style="list-style-type: none"> Quanta attività mentale e percettiva è stata richiesta (ad es. Pensare, decidere, calcolare, ricordare, guardare, cercare, ecc.)? Il compito era facile o impegnativo, semplice o complesso, impegnativo o leggero?
Richiesta fisica	Basso/Alto	<ul style="list-style-type: none"> Quanta attività fisica era richiesta (es. spingere, tirare, girare, controllare, attivare, ecc.)? Il compito era facile o impegnativo, lento o rapido, leggero o pesante, riposante o faticoso?
Richiesta temporale	Basso/Alto	<ul style="list-style-type: none"> Quanta pressione temporale hai avvertito a causa della frequenza o del ritmo con cui i compiti, o le fasi del compito, si susseguivano? Il ritmo era lento e tranquillo o rapido e frenetico?
Performance	Basso/Alto	<ul style="list-style-type: none"> Quanto pensi di aver raggiunto gli obiettivi del compito stabiliti dallo sperimentatore (o da te stesso)? Quanto sei soddisfatto della tua prestazione nel raggiungere questi obiettivi?
Sforzo	Basso/Alto	<ul style="list-style-type: none"> Quanto hai dovuto impegnarti (mentalmente e fisicamente) per raggiungere il tuo livello di prestazione?
Frustrazione	Basso/Alto	<ul style="list-style-type: none"> Durante il compito, quanto ti sei sentito incerto, scoraggiato, irritato, stressato e infastidito rispetto a sicuro, gratificato, appagato, rilassato e soddisfatto?

Tabella 6. Parametri di valutazione del carico di lavoro contenuti nel questionario NASA-TLX

Il NASA-TLX è composto da due parti: valutazioni e pesi. Entrambe queste parti indagano l'importanza che il soggetto dà ad ognuna delle sei componenti indagate dal questionario. Alla fine i punteggi delle due parti vengono combinati per ottenere un valore generale del carico di lavoro mentale, indicato su una scala di 100 punti.

- *Pesi* (Sources of Load): in questa parte del questionario ogni soggetto decide il contributo (peso) di ciascun fattore, rispetto al carico di lavoro, per l'esecuzione di un compito specifico. Per fare ciò sono presentate al soggetto delle coppie di fattori ed egli deve scegliere, tra i due, quello che ritiene più rilevante per il carico di lavoro. Sono dunque presentate, una alla volta e su schede diverse, tutte le 15 possibili coppie di componenti. Viene annotato il numero di volte in cui ogni fattore è stato selezionato e viene così attribuita a ciascuno di essi un valore che può variare da 0 (non rilevante) a 5 (più importante di ogni altro fattore).
- *Valutazioni* (Magnitude of Load): l'obiettivo di questa parte del questionario è ottenere, per ciascun componente, valutazioni numeriche che riflettano l'importanza di quel fattore nel compito eseguito. Ad ognuno degli aspetti del compito viene associata una scala divisa in 20 intervalli uguali, ancorata agli estremi da descrittori bipolari (es. Alto o Basso, Successo o Fallimento). Le sei scale vengono riportate su una scheda che viene somministrata ai soggetti, i quali rispondono marcando ogni scala nella posizione che descrive al meglio la loro percezione. La scala dunque è formata da 20 intervalli di 5 punti ciascuno per un punteggio che può andare da 0 a 100 per ciascun item.

Il punteggio complessivo del carico di lavoro, per ciascun soggetto, viene ottenuto moltiplicando ogni valutazione per il peso attribuito a quel fattore da quel soggetto; la somma delle valutazioni ponderate per ogni attività viene poi divisa per 15.

Questionario NASA-TLX

*Campo obbligatorio

1. **Codice studente** *: _____

2. **Simulazione** *

Contrassegna solo un ovale.

- Rachicentesi tradizionale (solo manichino)
- Rachicentesi avanzata (manichino + Realtà Aumentata)
- Emergenza Avanzata (alta fedeltà)

Pesi

In questa parte del questionario dovrai decidere il contributo (peso) che ha avuto ciascun fattore, rispetto al carico di lavoro, nell'esecuzione della simulazione. Ti saranno presentate delle coppie di fattori e dovrai scegliere, tra i due, quello che ritieni più rilevante per il carico di lavoro. *Contrassegna solo un ovale tra ogni coppia.*

1. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Sforzo (quanto duramente ti sei dovuto impegnare, mentalmente e fisicamente, per raggiungere l'obiettivo)
- Prestazione (l'efficacia con cui hai raggiunto gli obiettivi richiesti e la soddisfazione che hai ottenuto)

2. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Richiesta temporale (ritmo di esecuzione dei compiti o delle loro diverse fasi)
- Frustrazione (quanto ti sei sentito insicuro, scoraggiato, irritato, stressato e infastidito durante il compito)

3. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Frustrazione (quanto ti sei sentito insicuro, scoraggiato, irritato, stressato e infastidito durante il compito)
- Sforzo (quanto duramente ti sei dovuto impegnare, mentalmente e fisicamente, per raggiungere l'obiettivo)

4. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Prestazione (l'efficacia con cui hai raggiunto gli obiettivi richiesti e la soddisfazione che hai ottenuto)
- Richiesta mentale (l'attività mentale e percettiva richiesta dal compito, ad es. pensare, decidere, calcolare, ricordare, cercare ecc.)

5. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Richiesta temporale (ritmo di esecuzione dei compiti o delle loro diverse fasi)
- Sforzo (quanto duramente ti sei dovuto impegnare, mentalmente e fisicamente, per raggiungere l'obiettivo)

6. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Richiesta fisica (l'impegno fisico che è stato richiesto per il compito, ad es. spingere, tirare, girare, controllare, attivare ecc.)
- Frustrazione (quanto ti sei sentito insicuro, scoraggiato, irritato, stressato e infastidito durante il compito)

7. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Prestazione (l'efficacia con cui hai raggiunto gli obiettivi richiesti e la soddisfazione che hai ottenuto)
- Richiesta temporale (ritmo di esecuzione dei compiti o delle loro diverse fasi)

8. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Richiesta mentale (l'attività mentale e percettiva richiesta dal compito, ad es. pensare, decidere, calcolare, ricordare, cercare ecc.)
- Sforzo (quanto duramente ti sei dovuto impegnare, mentalmente e fisicamente, per raggiungere l'obiettivo)

9. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Prestazione (l'efficacia con cui hai raggiunto gli obiettivi richiesti e la soddisfazione che hai ottenuto)
- Frustrazione (quanto ti sei sentito insicuro, scoraggiato, irritato, stressato e infastidito durante il compito)

10. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Richiesta fisica (l'impegno fisico che è stato richiesto per il compito, ad es. spingere, tirare, girare, controllare, attivare ecc.)
- Richiesta temporale (ritmo di esecuzione dei compiti o delle loro diverse fasi)

11. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Richiesta mentale (l'attività mentale e percettiva richiesta dal compito, ad es. pensare, decidere, calcolare, ricordare, cercare ecc.)
- Richiesta fisica (l'impegno fisico che è stato richiesto per il compito, ad es. spingere, tirare, girare, controllare, attivare ecc.)

12. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Sforzo (quanto duramente ti sei dovuto impegnare, mentalmente e fisicamente, per raggiungere l'obiettivo)
- Richiesta fisica (l'impegno fisico che è stato richiesto per il compito, ad es. spingere, tirare, girare, controllare, attivare ecc.)

13. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Richiesta fisica (l'impegno fisico che è stato richiesto per il compito, ad es. spingere, tirare, girare, controllare, attivare ecc.)
- Prestazione (l'efficacia con cui hai raggiunto gli obiettivi richiesti e la soddisfazione che hai ottenuto)

14. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Richiesta temporale (ritmo di esecuzione dei compiti o delle loro diverse fasi)
- Richiesta mentale (l'attività mentale e percettiva richiesta dal compito, ad es. pensare, decidere, calcolare, ricordare, cercare ecc.)

15. Per il carico di lavoro, è stato più rilevante: *

- Frustrazione (quanto ti sei sentito insicuro, scoraggiato, irritato, stressato e infastidito durante il compito)
- Richiesta mentale (l'attività mentale e percettiva richiesta dal compito, ad es. pensare, decidere, calcolare, ricordare, cercare ecc.)

Valutazioni

Assegna, per ciascun componente, una valutazione numerica che rifletta l'importanza che ha avuto per te il fattore considerato durante la simulazione. Ogni scala rappresenta una valutazione che va da 0 (molto bassa) a 100 (molto alta) con intervalli di 5.

Richiesta mentale *

Quanta attività mentale e percettiva è stata richiesta (ad es. pensare, decidere, calcolare, ricordare, cercare ecc.) per l'esecuzione del compito?



Valutazione da 0 a 100: _____

Richiesta fisica *

Quanto impegno fisico è stato richiesto (es. spingere, tirare, girare, controllare, attivare ecc.) per l'esecuzione del compito?



Valutazione da 0 a 100: _____

Richiesta temporale *

Quanto era affrettato il ritmo di esecuzione dei compiti o delle loro diverse fasi?



Valutazione da 0 a 100: _____

Prestazione *

Quanto sei stato efficace nel raggiungere gli obiettivi richiesti e quanto ne sei soddisfatto?



Valutazione da 0 a 100: _____

Sforzo *

Quanto duramente ti sei dovuto impegnare (mentalmente e fisicamente) per raggiungere il tuo livello di prestazione?



Valutazione da 0 a 100: _____

Frustrazione *

Durante il compito, quanto ti sei sentito insicuro, scoraggiato, irritato, stressato e infastidito?



Valutazione da 0 a 100: _____

Tabella 7. Questionario NASA-TLX

IV.2.4. Scala numerica analogica (NAS) per la valutazione dello stress

La *Visual Analog Scale* (VAS) per la valutazione dello stress è una linea di 10 cm alle cui estremità sono poste le etichette di “assenza di stress percepito” e “percezione di uno stress fortissimo”. Il soggetto dovrà porre su tale linea una croce all’altezza che rappresenta il suo stato d’animo al momento del test. La NAS (*Numeric Analog Scale*) è una versione numerata della VAS in cui la linea è suddivisa in intervalli di 1 cm, numerati da 0 ad una estremità (assenza di stress) a 10 all’altra (stress fortissimo). La VAS e la NAS si sono dimostrate strumenti validi, efficaci e di facile implementazione per consentire una rapida valutazione del livello di stress percepito dal soggetto. (128) (129)

IV.3. Indagini biometriche

L'aumento dello sforzo mentale innesca una reazione fisica che può essere misurata da un operatore utilizzando diverse tecniche di misurazione in tempo reale delle risposte fisiologiche corporee. (130) Si ritiene che queste risposte siano correlate al carico di lavoro mentale; analizzando quindi il loro effetto sui sistemi corporei si possono interpretare i processi psicologici che avvengono nel soggetto. (131) In questo studio, i cambiamenti associati a diversi livelli di carico mentale sono stati misurati nel sistema endocrino e nel sistema nervoso autonomo simpatico.

IV.3.1 Cortisolo salivare

L'aumento del cortisolo salivare è un indicatore oggettivo dell'incremento del livello di stress in quanto riproduce fedelmente la variazione del livello sierico di cortisolo. Il cortisolo sierico non può essere utilizzato per la misurazione dello stress in quanto il dolore suscitato dal prelievo ne altera i livelli, restituendo risultati non attendibili. (132) (133) La saliva invece può essere facilmente campionata utilizzando un tampone orale assorbente da riporre in una provetta. Il cortisolo salivare, però, è influenzato dai seguenti fattori: grave sovrappeso o obesità ($BMI > 30$) (134), malattia celiaca e altre patologie croniche, assunzione di beta-bloccanti, diuretici, glucocorticoidi o estroprogestinici orali (135), dieta vegana, eventi stressogeni importanti subiti negli ultimi 6 mesi (lutto, separazione/divorzio, aborto, trasferimento), fase del ciclo mestruale nelle donne (136) (137). Queste limitazioni all'utilizzo del cortisolo salivare sono state prese in considerazione per la formulazione dei criteri di eleggibilità dei partecipanti allo studio. Per il prelievo dei campioni di saliva è stata utilizzata una procedura descritta in letteratura, che verrà illustrata in una sezione successiva. (138) (139)

Per ogni campione è stato raccolto 1 ml di saliva in Salivette® (Sarstedt Aktiengesellschaft & Co., Nümbrecht, Germania). I campioni di saliva sono stati centrifugati a 1000°C per due minuti al fine di produrre un surnatante trasparente a bassa viscosità, che in seguito è stato conservato a -20 °C, seguendo il procedimento utilizzato in altri studi. (140) Il kit commerciale immunoenzimatico per determinare il cortisolo salivare (DRG Instruments GmbH, Germania) è stato utilizzato secondo le istruzioni del produttore. Tutte le misurazioni sono state eseguite in duplicato. I coefficienti di variazione intra e inter-saggio erano del 4% e del 5%. I test sono stati eseguiti presso l'Unità di Igiene, Medicina Preventiva e Sanità Pubblica dell'Università Politecnica delle Marche.

IV.3.2. Frequenza cardiaca, variabilità della frequenza cardiaca e frequenza respiratoria

La frequenza cardiaca (Heart Rate, HR), la variabilità della frequenza cardiaca (Heart Rate Variability, HRV) e la frequenza respiratoria sono indicatori dell'attività fisiologica del sistema nervoso simpatico.

L'HRV è la variabilità degli intervalli di tempo tra i battiti del cuore e si ottiene calcolando la deviazione standard delle differenze dell'intervallo inter-battito in un determinato periodo di tempo o per un certo numero di battiti. (141) L'estensione della variabilità inter-battito, normalmente, diminuisce con l'aumento del carico di lavoro mentale.

Frequenza cardiaca e frequenza respiratoria sono direttamente proporzionali al carico mentale, ovvero aumentano all'aumentare di quest'ultimo. (131) Questi tre parametri non sono indici ottimali per misurare il carico di lavoro mentale in quanto sono sensibili all'attività fisica e alle forti reazioni emotive; pur avendo queste limitazioni, il loro impiego in letteratura è ben documentato.

In questo studio, il dispositivo utilizzato per tali misurazioni è la cintura BH3 S Zephyr. Il sistema di monitoraggio dello stato Psicofisico della Zephyr™ è il risultato della integrazione tra la tecnologia del modulo BioHarness™ ed il software OmniSense™ che permette di misurare in tempo reale il profilo aerobico di un utente. Il monitoraggio di gruppi di utenti con il modulo software OmniSense Live, permette una visibilità completa della performance di uno o più utenti in tempo reale. Il modulo software di OmniSense Analysis combina tra loro le misurazioni di frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, accelerazione, postura e temperatura cutanea; il tutto è integrato in un solo strumento indossabile.

IV.3.3. Risposta galvanica della pelle (Galvanic Skin Response, GSR)

La *risposta galvanica della pelle* (GSR), anche chiamata *attività elettrodermica*, è la misura delle variazioni continue nelle caratteristiche elettriche della pelle, come la conduttanza cutanea, a seguito della variazione della sudorazione del corpo umano. La teoria tradizionale riguardo l'analisi della GSR è basata sull'ipotesi che la resistenza cutanea varia in funzione dello stato delle ghiandole sudoripare cutanee. La sudorazione del corpo umano è regolata dal sistema nervoso autonomo; in particolare, se il ramo simpatico del sistema nervoso autonomo è altamente attivato, l'attività delle ghiandole sudoripare aumenta di conseguenza, incrementando a sua volta la conduttanza cutanea. In questo modo, la conduttanza cutanea

può essere utilizzata come indice delle risposte del sistema nervoso simpatico umano, il quale è direttamente coinvolto nella regolazione del comportamento emozionale.

La GSR dunque viene misurata registrando la variazione di una corrente a basso voltaggio applicata tra due elettrodi posti sulla cute. Quando le ghiandole sudoripare diventano più attive, la pelle conduce meglio l'elettricità: in quel momento sarà registrato un cambiamento nella GSR.

Alcuni studi hanno evidenziato la relazione tra il segnale GSR e stati mentali quali l'ansia da stress, la stanchezza e il coinvolgimento emotivo, inoltre l'attività delle ghiandole sudoripare è sensibile ai cambiamenti del carico mentale, quindi quest'ultimo può essere misurato anche utilizzando il GSR. (142) (131)

Come i metodi precedenti, la risposta della conduttanza cutanea non permette di misurare il carico di lavoro mentale in modo selettivo: esso è influenzato dalla temperatura, dall'età, dall'ora della giornata e dallo sforzo fisico.

Il dispositivo utilizzato in questo studio è il bracciale Empatica E4 Wristband Rev.2, un dispositivo indossabile che permette l'acquisizione di dati fisiologici in tempo reale. Questi dati includono: risposta galvanica della pelle (GSR), impulso del volume del sangue (BVP), accelerazione, frequenza cardiaca (HR) e temperatura cutanea.

IV.4 Dispositivi a realtà mista (MR)

Analizzando le strumentazioni già utilizzate in letteratura, sono state selezionate le apparecchiature più adatte per lo svolgimento delle attività previste nello studio. Alcune di queste sono illustrate nella seguente figura:



Figura 6. Sperimentazione per la valutazione dell'ergonomia cognitiva durante simulazioni ad alta fedeltà (A), a bassa fedeltà tradizionali (B) e a bassa fedeltà con integrazione AR tramite visore Vox Gear Plus (C) e HoloLens (D)

Per la simulazione di rachicentesi è stato selezionato ed acquistato lo skill trainer per puntura lombare Gaumard®. Questo manichino fornisce un feedback tattile realistico ed include un sistema che permette la raccolta del fluido cerebrospinale. Per andare oltre lo stato dell'arte, si è scelto di sviluppare in realtà aumentata il resto del corpo del paziente. In questo modo il discente, indossando specifici visori, può vedere sia lo skill trainer su cui si sta esercitando, sia il paziente virtuale (ossia il resto del corpo) che risponde con dei feedback basati sulla procedura e sull'interazione del discente col manichino. Per ogni task previsto nella simulazione, sono stati quindi definiti le interazioni verbale e fisica tra studente e skill trainer, i possibili effetti collaterali e complicazioni verificabili in concomitanza con ogni azione svolta dal discente, i feedback aptici, visivi e uditivi utili e necessari al corretto svolgimento della simulazione.

Dal punto di vista hardware sono stati selezionati inizialmente due dispositivi: il visore per smartphone Vox Gear Plus e i Microsoft HoloLens. Entrambi i dispositivi consentono di utilizzare l'applicazione per realtà aumentata (AR); essi, tuttavia, hanno caratteristiche tecnologiche che li pongono agli antipodi nel panorama tecnologico attuale. Il visore Vox Gear Plus ha un costo estremamente ridotto e può essere utilizzato solo in combinazione con uno smartphone, sul quale viene lanciata l'applicazione. Gli HoloLens invece sono in grado di generare dei piccoli ologrammi innanzi all'occhio dell'utilizzatore, che ha la sensazione di vedere dunque un ologramma a grandezza naturale davanti a sé (senza guardare uno schermo).

Dal punto di vista software, per la realizzazione del progetto, sono stati scelti: Vuforia, Blender e Unity 2017. Vuforia è stato utilizzato per tracciare la posizione di due immagini target (necessarie per il corretto posizionamento del paziente digitale sopra al manichino), Blender è stato utilizzato per la realizzazione del modello 3D virtuale del paziente e delle relative animazioni, mentre Unity costituisce il software principale per la realizzazione dell'applicazione in realtà aumentata. Tramite Unity, infatti, è stato possibile utilizzare le SDK di Vuforia e associare a ciascun target il modello 3D realizzato in Blender. Ciò ha permesso di costruire la scena AR di cui l'utente fruisce durante l'utilizzo dell'applicazione.

IV.5. Procedimento utilizzato per il monitoraggio e l'analisi dell'ergonomia cognitiva

Sono stati reclutati nello studio gli studenti appartenenti al sesto anno del Corso di Laurea di Medicina e Chirurgia che hanno preso parte all'AFP di Medicina d'Emergenza nei mesi di maggio e giugno 2019. Prima dell'esecuzione dello studio, a questi studenti sono state illustrate, previa nota informativa, le controindicazioni all'utilizzo degli apparecchi di registrazione dei parametri biometrici e del visore AR riportate nei rispettivi manuali utente. Contestualmente, sono stati somministrati loro il modulo di consenso informato alla partecipazione allo studio e la "scheda di reclutamento dei partecipanti". La compilazione di tale scheda è stata richiesta al fine di escludere la presenza delle sopraccitate condizioni fisiopatologiche in grado di alterare in modo significativo i livelli di cortisolo salivare, rendendolo inaffidabile per la valutazione del carico di stress correlato alla simulazione.

Il protocollo di sperimentazione definito prevede che, prima della simulazione, agli studenti siano somministrati i questionari per la valutazione all'attitudine al lavoro di gruppo e alla tecnologia (redatti appositamente per questa sperimentazione) e lo State Trait Anxiety Inventory (STAI), in modo da definire il livello di stress "basale", cioè prima di sottoporsi all'attività stressogena. A questo punto agli studenti sono stati fatti indossare i dispositivi smart e wearable per la raccolta degli indicatori biometrici, utili allo studio dell'ergonomia cognitiva. Nello specifico sono stati utilizzati 2 dispositivi: il bracciale Empatica E4 Wristband Rev.2 per la misurazione della conduttanza cutanea (o risposta galvanica della pelle GSR) e la Fascia BH3 Zephyr per la misurazione della frequenza cardiaca, della variabilità della frequenza cardiaca e della frequenza respiratoria. Alla strumentazione prevista per l'esecuzione della simulazione occorre aggiungere la videocamera per registrare

la simulazione e il cronometro per tracciare determinati eventi in relazione ai tempi. È stato chiesto agli studenti di non fumare, di non lavarsi i denti e di astenersi dall'assumere cibo e bevande nei 30 minuti antecedenti il campionamento. A questo punto, per poter caratterizzare la variazione del cortisolo salivare in fase acuta, sono stati eseguiti 5 prelievi seguendo le tempistiche riportate in letteratura (136): prima della simulazione (T0) sono stati effettuati 2 prelievi, uno all'arrivo degli studenti (baseline) e uno 10 minuti prima dell'inizio (pre-test), mentre gli altri 3 prelievi sono stati eseguiti 10, 20 e 30 minuti dopo la fine della simulazione (T1), in modo da poter osservare il picco di cortisolo, corrispondente al picco di stress percepito, e la successiva normalizzazione dei suoi livelli. Ad ogni prelievo di cortisolo salivare è stata somministrata la *scala analogica numerica* (Numeric Analog Scale o NAS) per la registrazione del livello di stress percepito dagli studenti.

Nel corso della simulazione, i docenti hanno compilato una check-list di valutazione (esecuzione corretta/non corretta/non eseguito), predisposta per la valutazione delle performance. Tale valutazione è stata effettuata discriminando tra i diversi task delle differenti fasi in cui è possibile suddividere i vari scenari di simulazione. Inoltre, per ogni task sono stati valutati:

- Successo;
- Tempi;
- Errori;
- Consultazioni;
- Qualità della performance.

I docenti hanno dunque registrato le performance, eventuali commenti significativi ai fini dello studio e gli errori da loro commessi. Per l'autovalutazione delle competenze, sono stati fatti compilare agli studenti specifici questionari prima e dopo la sessione di training.

Terminata la sessione di simulazione, è stato somministrato nuovamente il questionario STAI per la valutazione dello stato d'ansia ed è stato somministrato il questionario NASA-TLX (NASA-Task Load IndeX) per la valutazione del carico di lavoro percepito. In ultimo, è stato di nuovo somministrato il questionario sull'attitudine al lavoro in gruppo e all'uso della tecnologia, per valutare eventuali cambi di opinione dopo aver sperimentato la simulazione.

I vari passaggi elencati possono essere riassunti nella seguente figura:

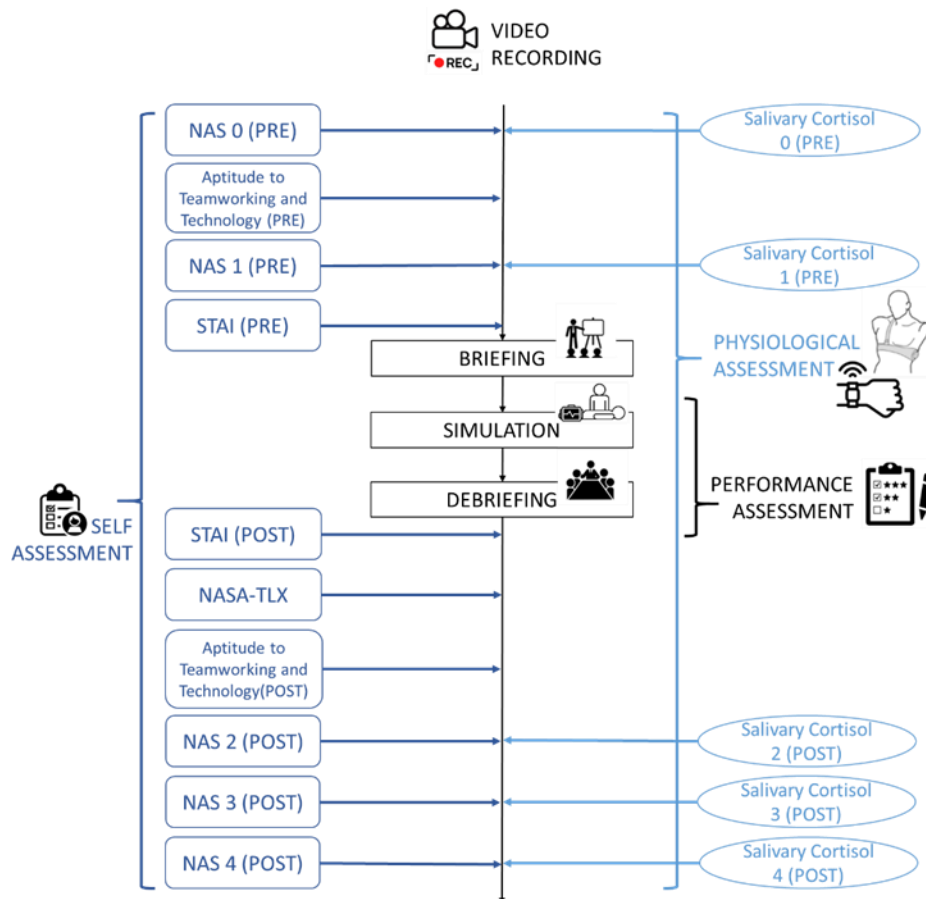


Figura 7. Metodologia e workflow per il monitoraggio e l'analisi dell'ergonomia cognitiva

Questa metodologia di valutazione dell'ergonomia cognitiva è applicabile a qualsiasi tipo di simulazione sia a bassa che ad alta fedeltà (cioè sia in simulazioni con porzioni di manichino per il training di skills pratiche, sia in simulazioni con manichini interi e avanzati per l'addestramento al team working e al decision making).

V. Risultati

V.1. Analisi delle attitudini degli studenti universitari afferenti alla Facoltà di Medicina e Chirurgia al lavoro in team e all'uso della tecnologia a scopo pedagogico

80 studenti hanno partecipato alla fase pilota dello studio, 31 di loro hanno ripetuto la rilevazione al termine dell'AFP. L'alpha di Cronbach del questionario è risultata di 0,92.

Analizzando i risultati complessivi delle 7 sezioni in cui sono aggregate le domande, vi è una differenza statisticamente significativa ($p < 0,05$) nelle risposte date prima e dopo l'AFP per 2 sezioni: "Rilevanza dell'educazione interprofessionale" e "Ruoli e responsabilità".

Analizzando le singole domande sono state rilevate differenze statisticamente significative tra le risposte pre e post AFP per la domanda sulla necessità che i membri dell'equipe annuncino ad alta voce le proprie azioni.

C'è una differenza significativa nelle risposte date alla sezione "Consapevolezza della situazione" da coloro che hanno già partecipato ad altre simulazioni di gruppo rispetto a chi non l'ha fatto e tra coloro che partecipano ad attività di volontariato e chi non lo fa.

V.2. Implementazione di skill lab basati su simulazione

La metodologia proposta per l'analisi dell'ergonomia cognitiva durante le simulazioni per il training è stata applicata in due diversi casi studio: il primo è costituito dalla simulazione ad alta fedeltà per la gestione delle emergenze in pronto soccorso, il secondo dalla simulazione a bassa fedeltà tramite skill trainer per la pratica della rachicentesi (con e senza AR). In entrambi i casi studio, sono stati reclutati i 170 studenti del Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia dell'UNIVPM che hanno svolto l'AFP di Medicina d'Emergenza. Tra questi sono stati esclusi dallo studio 22 studenti che non hanno soddisfatto i criteri di eleggibilità o che non hanno firmato il modulo di consenso informato e/o l'autorizzazione al trattamento dei dati personali; le dimensioni del campione sono state pertanto ridotte a 148 studenti. Le caratteristiche dei partecipanti allo studio sono riassunte nella seguente tabella:

		Media (SE)	Numero (%)
Età [anni]		25.8 (0.08)	
Sesso	Maschi		63 (42.57)
	Femmine		85 (57.43)
BMI [kg/m²]	Sottopeso (BMI<18.4)	21.8 (0.28)	12 (7.06)
	Normopeso (18.5≤BMI≤24.9)		113 (66.47)
	Sovrappeso (25≤BMI≤30)		17 (10)
	Obesità (BMI>30)		2 (1.18)

Tabella 8. Principali caratteristiche degli studenti coinvolti nelle simulazioni del progetto STARLab

A questi studenti sono stati somministrati i vari questionari per la valutazione dello stress e del carico cognitivo e sono stati consegnati i dispositivi di misurazione dei parametri fisiologici da indossare durante le simulazioni. I dati biometrici sono stati analizzati tramite

un algoritmo proprietario dell'azienda Phasya (Seraign, Belgio). Tramite questo algoritmo, basato principalmente sulla classificazione delle features del segnale IBI, è stato possibile individuare i livelli di stress e carico cognitivo degli studenti durante le diverse fasi delle simulazioni e durante i periodi di riposo e debriefing. In Figura 8 è presente un esempio relativo a un soggetto durante la simulazione ad alta fedeltà.

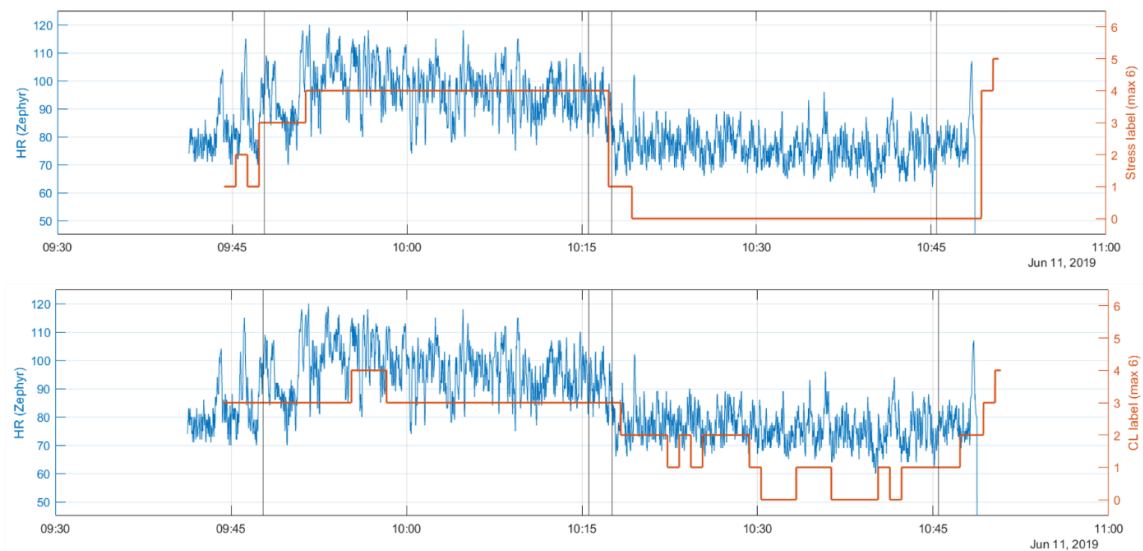


Figura 8. Livelli di stress e di carico di lavoro (CL) di un soggetto durante la simulazione ad alta fedeltà, visualizzati rispetto alla frequenza cardiaca

I livelli di stress e carico cognitivo calcolati dai segnali biometrici, insieme ai risultati dei questionari di autovalutazione di stress e carico di lavoro (CL) percepiti, e alle performance ottenute, sono stati analizzati in modo statistico tramite modelli di regressione lineare al fine di comprendere quali siano le variabili che influenzano maggiormente le prestazioni del discente e quali fattori lo rendano più stressato/concentrato. Tali valori sono stati correlati statisticamente anche all'andamento del cortisolo salivare nei campioni prelevati prima e dopo la simulazione. Le variabili ed i modelli di regressione lineare calcolati sono molteplici; pertanto, si riportano di seguito soltanto i risultati più rilevanti relativi alle simulazioni ad alta fedeltà.

Il picco di cortisolo (prelevato subito dopo la simulazione) e il suo andamento prima e dopo la simulazione, non sono statisticamente legati alla performance, allo stress e al carico cognitivo percepiti, ma soltanto allo stress e al CL misurati dai segnali fisiologici durante la simulazione e il debriefing. Inoltre, tra le diverse significatività statistiche, si possono evidenziare alcuni punti riguardanti le variabili che influenzano le performance, il livello di

stress/ansia e di carico di lavoro mentale. Le prestazioni non dipendono statisticamente da stress e CL né percepiti né misurati fisiologicamente; queste però sembrano essere superiori se non c'è sovraccarico mentale e migliorano sequenzialmente dal primo all'ultimo gruppo (l'ultimo gruppo assiste ad entrambe le simulazioni precedenti). Per quanto riguarda lo stress, la variazione di quello percepito dipende statisticamente dalle performance, mentre quello misurato fisiologicamente durante la simulazione è statisticamente legato alle esperienze pregresse del discente. Relativamente al carico di lavoro cognitivo, si può vedere che il suo incremento è statisticamente correlato a performance migliori. Questo dato è riscontrabile sia nei modelli statistici che utilizzano come variabile dipendente il CL misurato tramite i segnali fisiologici, sia in quelli che utilizzano il parametro "Mental Demand" del NASA-TLX.

Inoltre, sono stati analizzati i livelli medi di stress e carico mentale durante le diverse fasi della simulazione ad alta fedeltà e distinguendo tra simulazione e debriefing. Coerentemente con la letteratura (143), la fase più stressante e in cui è richiesta una maggiore concentrazione è quella di presa in carico del paziente all'ingresso in pronto soccorso. Come ci si aspetta, lo stress e il carico cognitivo diminuiscono dalla simulazione al debriefing e la riduzione dello stress è più elevata rispetto a quella del carico di lavoro mentale. Inoltre, durante la simulazione lo stress è più alto del carico mentale mentre durante il debriefing vale l'opposto.

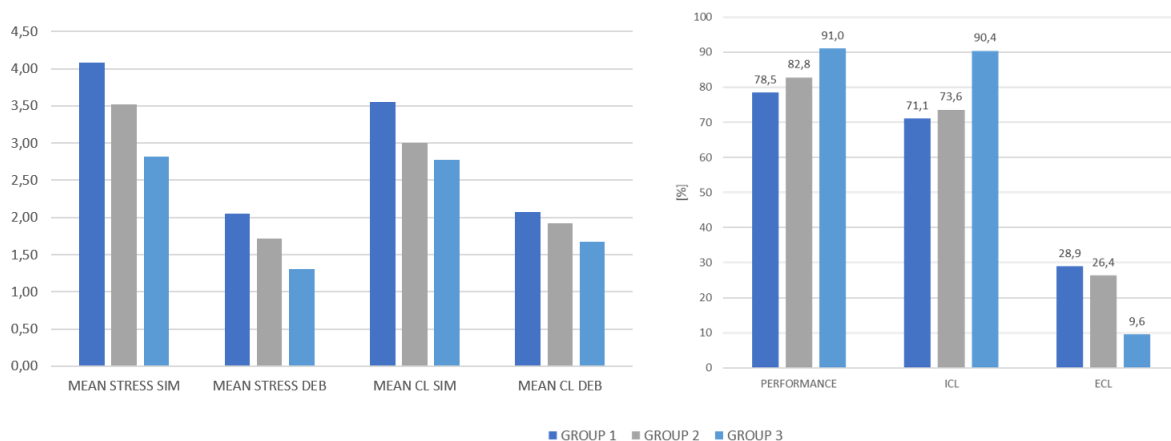


Figura 9. Analisi Stress, CL, Performance, Carico di Lavoro Intrinseco (ICL) ed Estraneo (ECL) per gruppi (sequenza di simulazione)

Come riportato in Figura 9, sono state fatte anche delle analisi per gruppi e ciò che emerge è che i livelli di stress e CL diminuiscono dal gruppo 1 (che è il primo ad eseguire la

simulazione) al gruppo 3 (che è l'ultimo in ordine di esecuzione) sia durante la simulazione sia durante il debriefing. Al contrario, le performance aumentano dal gruppo 1 al gruppo 3. Si può inoltre notare che il Carico di Lavoro Intrinseco (ICL), ossia quello relativo alla naturale complessità dell'informazione che deve essere processata, aumenta dal primo all'ultimo gruppo, mentre il Carico di Lavoro Estraneo (ECL), ossia quello legato agli 'elementi di distrazione' non pertinenti alla simulazione, diminuisce dal gruppo 1 al gruppo 3. Questo si verifica perché l'ultimo gruppo, osservando i due precedenti, può apprendere e gestire al meglio la simulazione.

Il secondo caso studio riguarda l'analisi dell'ergonomia cognitiva di una simulazione a bassa fedeltà relativa alla pratica della rachicentesi. Questa è stata valutata sia durante la simulazione tradizionale con lo skill trainer sia durante l'uso del manichino integrato con la realtà aumentata.

Il simulatore in MR per la rachicentesi è stato progettato e sviluppato in modo da svolgere le seguenti funzioni principali:

- Sovrapporre al manichino reale (busto del paziente) il modello 3D del resto del corpo (testa, braccia, gambe) posizionato come durante la procedura di puntura lombare (seduto/disteso di lato);
- Localizzare la posizione dell'ago durante l'operazione, così da fornire dei feedback visivi e sonori allo studente in base allo svolgimento dei diversi tasks, corretti o meno.

Nello specifico, a partire dallo skill trainer fisico sono stati mappati virtualmente il manichino e la siringa ed è stato sviluppato il resto del corpo in 3D. I feedback forniti dal prototipo consistono nel movimento del paziente in realtà aumentata (spasmi) e nell'emissione di lamenti di dolore nel momento in cui si verifica l'interazione tra l'ago e il manichino. Si riporta di seguito un'immagine (Figura 10) della visualizzazione del paziente in AR tramite l'uso dei due differenti visori (Vox Gear Plus e Hololens).

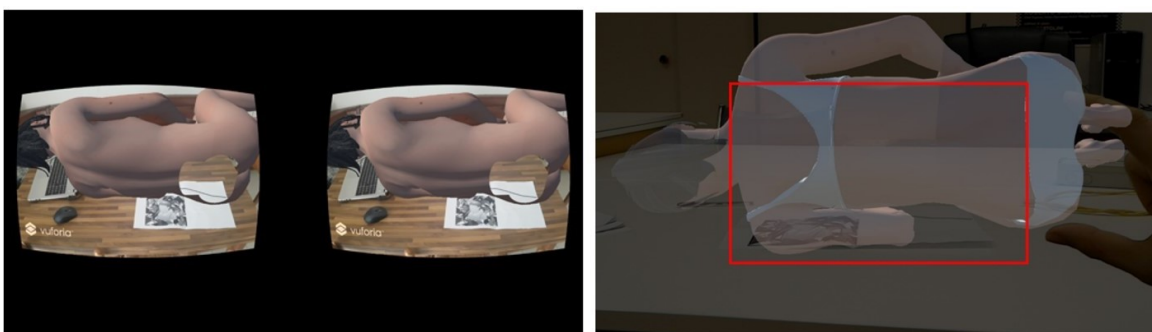


Figura 10. Visualizzazione modello in AR tramite Vox Gear Plus (sinistra) e Hololens (destra)

L'analisi statistica per lo studio dell'ergonomia cognitiva è stata effettuata sul campione di studenti che hanno partecipato alla simulazione con skill trainer tradizionale (148 studenti). Anche in questo caso si riportano soltanto i risultati più significativi.

Dall'analisi statistica emerge che le performance, in questo caso, non dipendono statisticamente dallo stress e dal carico cognitivo misurati e percepiti dagli studenti ma sono influenzate dall'intervento dell'insegnante e dalla sequenza in cui la simulazione viene eseguita. Inoltre, un maggior numero di errori sembra essere correlato a un più basso carico mentale.

Per quanto riguarda lo stress percepito, questo aumenta al peggiorare delle performance e all'aumentare della durata della prova, mentre quello misurato tramite l'analisi dei segnali fisiologici aumenta all'aumentare del numero di errori commessi.

Anche il carico cognitivo misurato è legato alla performance, così come la frustrazione e lo sforzo percepiti, valutati tramite il NASA-TLX, dipendono dal peggiorare delle prestazioni.

Un campione ridotto di 18 studenti ha partecipato anche alla simulazione con lo skill trainer in MR. Nel corso di questo test sono state riscontrate delle limitazioni con entrambi i visori. Infatti, la problematica principale, riscontrata nell'utilizzo del visore Vox Gear Plus (soluzione a basso costo) consiste nella perdita del senso di profondità. Essendo dotato di un'unica telecamera, lo smartphone non è in grado di riprendere la scena reale in maniera stereoscopica; per questo motivo, le immagini sottoposte all'occhio sinistro e destro dell'utilizzatore sono in realtà la stessa immagine duplicata. Ciò fa sì che l'utilizzatore perda il senso della profondità. Un'altra limitazione consiste nel tracking del paziente: nonostante sia stata attivata l'opzione "Extended tracking", quando si perde di vista il target del paziente per lunghi istanti di tempo il modello 3D tende a disallinearsi, fino a volte a scomparire.

Inoltre, una problematica tipica di tutti i sistemi di realtà virtuale è il LAG (LATency Gap). Utilizzando il dispositivo per alcuni minuti, si comincia ad avvertire un senso di nausea, dovuto al ritardo tra ciò che i nostri occhi vedono, ed i nostri movimenti.

L'utilizzo degli HoloLens consente di risolvere alcune delle problematiche evidenziate precedentemente. Ad esempio, a differenza del visore per smartphone, gli HoloLens permettono di vedere attraverso le lenti del dispositivo; ne risulta assenza di difficoltà nella percezione della profondità. Inoltre, gli HoloLens sono dotati di sensori di profondità che gli permettono, in pochi istanti, di ricostruire una mesh relativamente dettagliata dell'ambiente circostante. Grazie a questa ed altre caratteristiche, il tracking degli elementi fissi nello spazio è ottimale, anche dopo aver perso di vista il tracker per lunghi istanti di tempo. Anche gli HoloLens, tuttavia, presentano diverse problematiche: tra queste, la principale è la dimensione del campo visivo. Il campo visivo degli HoloLens (FOV) è di "soli" 30° x 17.5°; ciò significa che solamente un piccolo rettangolo di fronte all'utilizzatore può essere effettivamente popolato da ologrammi. Di conseguenza, durante le simulazioni di rachicentesi l'unica area disponibile per visualizzare il modello 3D del paziente è quella del manichino reale, il quale dunque a distanza ravvicinata non apparirà mai completo. Inoltre, sebbene il tracking del paziente sia ottimale, il tracking del secondo target (siringa) è molto più lento e reattivo rispetto all'applicazione per smartphone. Si auspica di risolvere queste problematiche con gli HoloLens 2 (che tra le varie migliorie presentano anche un campo visivo raddoppiato).



Figura 11. Andamento dei livelli di stress e di carico cognitivo nel corso della simulazione di rachicentesi in 107 studenti che hanno eseguito la pratica col simulatore tradizionale (sinistra) e nei 15 che hanno eseguito la pratica con entrambe le versioni di simulatore (destra)

In Figura 11 si può notare la variazione del livello medio di stress e CL nelle 3 fasi della simulazione (Preparazione paziente (PREP), Puntura lombare (LP), Fine della simulazione (END)). Partendo da una situazione di riposo (REST), i due parametri aumentano nella fase

preparatoria per poi diminuire durante l'esecuzione della puntura lombare, fino alla fine della simulazione. Nella fase preparatoria lo stress è più alto del carico cognitivo, mentre durante l'esecuzione della rachicentesi, lo stress diminuisce e diventa preponderante il carico mentale. Con l'utilizzo del sistema in MR l'andamento dei due parametri è lo stesso ma sono entrambi più bassi. In entrambe le simulazioni, in realtà aumentata ed in alta fedeltà, è stata misurata una differenza staticamente significativa ($p < 0,05$) tra cortisolo all'arrivo e dopo simulazione, dimostrando l'efficacia dell'approccio nella stimolazione dell'attenzione e della concentrazione dello studente.

È stata infine effettuata anche un'analisi della user experience nell'utilizzo dei due visori, i quali hanno riscontrato una valutazione positiva da parte degli studenti.

Sulla base dei risultati ottenuti, è possibile definire le linee guida per la riprogettazione e ottimizzazione delle simulazioni.

V.3. Sviluppo di laboratori pedagogici specialistici con l'utilizzo di simulatori/manichini

Nel Corso del progetto si è proceduto con la definizione del materiale necessario alla acquisizione di skills di base in ambito sanitario, con gradualità di complessità nel corso del percorso formativo, sulla base di quanto precedentemente indicato nell'ambito della Commissione tecnico-Pedagogica di Facoltà e dei singoli Corsi di Studio.

Articolo	Data collaudo	Corso di Laurea di riferimento per la skill	Skill
Manichino RCP Adulto	29/01/2021	-CdLMCU Medicina e Chirurgia -CdLMCU Odontoiatria e Protesi Dentaria -CdL Infermieristica -CdL Ostetricia -CdL Tec. Radiologia Medica -CdL Scienze Ambientali e Protezione Civile	BLSD - PBLSD

Manichino RCP Bambino	29/01/2021	-CdLMCU Medicina e Chirurgia -CdLMCU Odontoiatria e Protesi Dentaria -CdL Infermieiristica -CdL Ostetricia -CdL Tec. Radiologia Medica -CdL Scienze Ambientali e Protezione Civile	BLSD - PBLSD
Manichino RCP Lattante	29/01/2021	-CdLMCU Medicina e Chirurgia -CdLMCU Odontoiatria e Protesi Dentaria-CdL Infermieiristica -CdL Ostetricia -CdL Tec. Radiologia Medica -CdL Scienze Ambientali e Protezione Civile	BLSD - PBLSD
Sistema di controllo remoto manichini (utilizzabile con le 3 tipologie)	29/01/2021	-CdLMCU Medicina e Chirurgia -CdLMCU Odontoiatria e Protesi Dentaria-CdL Infermieiristica -CdL Ostetricia -CdL Tec. Radiologia Medica -CdL Scienze Ambientali e Protezione Civile	BLSD - PBLSD
Licenza software sistema controllo	29/01/2021	-CdLMCU Medicina e Chirurgia -CdLMCU Odontoiatria e Protesi Dentaria-CdL Infermieiristica -CdL Ostetricia -CdL Tec. Radiologia Medica -CdL Scienze Ambientali e Protezione Civile	BLSD - PBLSD
Braccio per la venipuntura in età pediatrica	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Lab pratico III anno
Chester Chest	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Lab pratico V anno 4

Braccio per prelievo arterioso		CdLMCU Medicina e Chirurgia	Lab pratico III anno
Torso umano inferiore adulto per iniezioni intramuscolari, sottocutanee e intradermiche	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Laboratorio pratico IV anno 1
Trainer per la valutazione fondo uterino	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Ostetricia e Ginecologia
Trainer per la valutazione della dilatazione della cervice	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Ostetricia e Ginecologia
Trainer per il cateterismo vescicale pediatrico	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Lab pratico V anno 3
Trainer per esame urologico e cateterismo maschile e femminile adulto	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Lab pratico V anno 3
Braccio per la misurazione della pressione arteriosa	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Lab fisiologia + Rilevazione dei parametri vitali
Trainer esame obiettivo mammella e linfonodi ascellari	29/01/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Lab pratico V anno 2
Trainer per l'esame dell'orecchio	18/12/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Otorino
Trainer per l'esame del fondo oculare	18/12/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Oftalmo
Trainer per Artrocentesi	18/12/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Apparato locomotore:

			esame reumatologico
Manichino a corpo intero per l'auscultazione dei suoni cardiaci e polmonari pediatrici	18/12/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Pediatria
Trainer per auscultazione dei suoni cardiaci e polmonari nell'adulto	18/12/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Eseguire Esame Obiettivo
Simulatore per il monitoraggio ECG a 12 derivazioni	18/12/2021	CdLMCU Medicina e Chirurgia	Lab fisiologia + Laboratorio pratico V anno - 1
Defibrillatore semiautomatico ad uso didattico	18/12/2021	-CdLMCU Medicina e Chirurgia -CdLMCU Odontoiatria e Protesi Dentaria-CdL Infermieristica -CdL Ostetricia-CdL Tec. Radiologia Medica -CdL Scienze Ambientali e Protezione Civile	BLSD - PBLSD

Tabella 9. Descrizione del materiale in corso di acquisizione

Alle attività dello skill lab hanno partecipato complessivamente circa 650 studenti nel corso dell'A.A. 2020/21 e beneficeranno dello stesso oltre 400 nel corso dell'A.A. 2021/2022.

Alcune delle apparecchiature acquisite sono illustrate nella Figura 12.

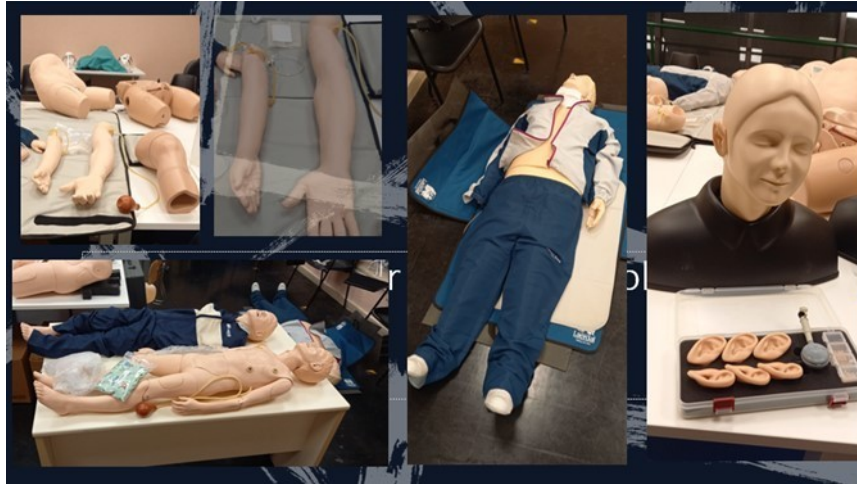


Figura 12. Esempio di apparecchiature di simulazione utilizzate nelle attività dello Skill Lab

VI. Discussione e conclusioni

I risultati del progetto hanno dimostrato che la simulazione per la formazione di gruppi medici ha il potenziale per essere un approccio di successo nel potenziamento delle competenze degli studenti, migliorando la loro autonomia e indipendenza e aumentando la loro resilienza allo stress. Da questa analisi di risultati parziali sembrerebbe che la simulazione di gruppo influenzi l'importanza che gli studenti attribuiscono all'educazione interprofessionale e la loro percezione dei ruoli e delle responsabilità all'interno di gruppi complessi. È risultata significativa la variazione nella risposta sulla possibilità di acquisire consapevolezza della necessità di comunicare le proprie azioni agli altri membri del team. Inoltre, partecipare ad attività di volontariato o aver già fatto altre simulazioni di gruppo aumenta l'attenzione nei confronti della consapevolezza della situazione. Dalla simulazione di riacquiescenza si evince che i dispositivi di realtà aumentata che sono stati utilizzati sono generalmente valutati positivamente dagli studenti nell'esecuzione di manovre pratiche, nonostante abbiano manifestato diverse limitazioni tecniche nel loro utilizzo. Con lo sviluppo della tecnologia si auspica di ottenere in futuro un livello di soddisfazione maggiore tra gli studenti e una migliore comprensione dell'impatto che lo stress può avere sull'apprendimento e sulle prestazioni basate sulle competenze. Stress e carico di lavoro hanno mostrato una correlazione statisticamente significativa con la performance degli studenti e con l'utilizzo dei visori. Sarà necessario attendere ulteriori dati per confermare o smentire i risultati di questa prima analisi, che sembra promettente per la definizione di percorsi didattici multidisciplinari.

Bibliografia

1. Ramani S. LS. AMEE Guide no. 34: teaching in the clinical environment. *Med Teach*. 2008 Jan..
2. Moalem J SPRDCGFCFRea. Should all duty hours be the same? Results of a national survey of surgical trainees. *J Am Coll Surg*. 2009 Jul..
3. Milic NM INSDea. Bridging the gap between informatics and medicine upon medical school entry: Implementing a course on the applicative Use of ICT. *PLoS One*. 2018.
4. Milic NM TGBZea. Improving education in medical statistics: Implementing a blended learning model in the existing curriculum. *PLoS One*. 2016.
5. Means B TYMRBM. The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teach Coll Rec*. 2013.
6. Dev P ST. Computers in health care education. In Shortliffe E, Cimino J, editors. *Biomedical Informatics*. London: Springer; 2014. p. 675-693.
7. Cartwright MS RPRZBW CJ. Lumbar puncture experience among medical school graduates: the need for formal procedural skills training. *Med Educ*. 2005.
8. Feher M HSJKLA. Blood pressure measurement by junior hospital doctors – a gap in medical education? *Health Trends*. 1992.
9. Maguire GP RD. History taking for medical students. I. Deficiencies in performance. *Lancet*. 1976.
10. Williams S DJGEWA. Senior house officers' work-related stressors, psychological distress, and confidence in performing clinical tasks in accident and emergency: a questionnaire study. *BMJ*. 1997.
11. Kohn LT CJDM. *To Err is Human: Building a Safer Health System*: National Academies Press; 2000.
12. Crisp N GBSITfSUEfHW. Training the health workforce: scaling up, saving lives. *Lancet*. 2008 Feb;; 689-691.
13. Vozenilek J HJRMGJ. See one, do one, teach one: advanced technology in medical education. *Academic Emergency Medicine*. 2004;(11): 1149-1154.
14. Akaike M FMNMFATAIKea. Simulation based medical education in clinical skills laboratory. *Journal of Medical Investigation*. 2012.
15. JM W. Simulation in undergraduate medical education: bridging the gap between theory and practice. *Med Educ*. 2004;(38): 32-38.

16. GE M. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990 Sep.
17. P B. The history of simulation in medical education and future directions. *Medical Education.* 2006 Mar; 40: 254-262.
18. DM G. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care.* 2004 Oct; 13.
19. D K. *Experiential Learning: Experience as a Source of Learning and Development* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall; 1984.
20. P S. Evolving models for medical physics education and training : a global perspective. *Biomedical Imaging and Intervention Journal.* 2008 Jan.
21. PR J. A framework for designing, implementing, and evaluating simulations used as teaching strategies in nursing. *Nursing Education Perspectives.* 2005 Mar-Apr;: 96-103.
22. Bryan RL KMBR. Integrating adult learning principles into training for public health practice. *Health Promotion Practice.* 2009 Oct;: 557-563.
23. Dunn W MJ. Simulation: about safety, not fantasy. *Chest.* 2008 Jan; 133: 6-9.
24. M H. Using simulation in nurse education. In *Simulation in Nursing Education; from Conceptualization to Evaluation* (Jeffries P.R., ed.). New York: National League for Nursing; 2007. p. 1-9.
25. Issenberg SB MWPEGDSR. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Medical Teacher.* 2005 Jan;: 10-28.
26. Kardong-Edgren SE SAWL. The integration of simulation into a clinical foundations of nursing course: student and faculty perspectives. *International Journal of Nursing Education Scholarship.* 2008 Jul.
27. Hogg G PEKJ. The use of simulated learning to promote safe blood transfusion practice. *Nurse Education in Practice.* 2006 Jul; 4(6): 214-223.
28. J C. Are simulation and didactic crisis resource management (CRM) training synergistic?. *Qual Saf Health Care.* 2004 Dec.
29. L T. Listen to the children: kids' impressions of who do you tell™. *J Child Sex Abuse.* 2014; 23(1): 17-37.
30. Rung A WFMN. Investigating the use of smartphones for learning purposes by Australian dental students. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2014 Apr; 2(2).
31. Wallace S CMWJ. 'It's on my iPhone': attitudes to the use of mobile computing devices in medical education, a mixed-methods study. *BMJ Open.* 2012 Aug; 2(4).

32. Deering S ATLE. Obstetric simulation for medical student, resident, and fellow education. *Seminars in Perinatology*. 2013; 37(3): 143-145.
33. Larsen CR OJOB. The efficacy of virtual reality simulation training in laparoscopy: A systematic review of randomized trials. *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica*. 2012; 91(9): 1015-1028.
34. Tan SS SS. Simulation in surgery: a review. *Scottish medical journal*. 2011; 56(2): 104-109.
35. G B. Technology and medicine: the evolution of virtual reality simulation in laparoscopic training. *Medical teacher*. 2010; 32(7): 558-561.
36. J M. A Structured Literature Review on the Use of High Fidelity Patient Simulators for Teaching in Emergency Medicine. *Emergency medicine journal*. 2006; 23(7): 509-511.
37. J H. Augmented Reality in Medical Education and Training. *Journal of electronic resources in Medical Libraries*. 2016; 13.
38. Chaballout B MMVJBRISR. Feasibility of Augmented Reality in Clinical Simulations: Using Google Glass With Manikins. *JMIR medical education*. 2016; 21(1).
39. Garzòn J PJBS. Augmented reality applications for educations: five directions for future research. In *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics: 4th International Conference, AVR 2017; 2017; Ugento, Italy: Springer*.
40. Kobayashi L,ZXC,CSA,KN,MDL. Exploratory Application of Augmented Reality/Mixed Reality Devices for Acute Care Procedure Training. *The western journal of emergency medicine*. 2018; 19(1): 158-164.
41. Kotranza A,LB,DA,PCM,DS. Mixed Reality Humans: Evaluating Behavior, Usability, and Acceptability. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*. 2009; 15(3): 369-382.
42. Bottino A IPLFSFSFVA. Holo-BLSD: an Augmented Reality Self-directed Learning and Evaluation System for Effective Basic Life Support Defibrillation Training. In *IMSH; 2018; Los Angeles (CA)*.
43. Rochlen LR,LR,&TAR. First-Person Point-of-View–Augmented Reality for Central Line Insertion Training - A Usability and Feasibility Study. *Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare*. 2017 Feb; 12(1): 57-62.
44. Shen Y NJZZHDBDRTSR. High-Fidelity Medical Training Model Augmented With Virtual Reality and Conformable Sensors. *Journal of Medical Devices*. 2016; 10.
45. Kontraza A LB. Virtual Human + Tangible Interface = Mixed Reality Human An Initial Exploration with a Virtual Breast Exam Patient. In *IEEE Virtual Reality; 2008 Mar; Reno (Nevada)*.

46. Hravnak M BMTP. Simulator technology as a tool for education in cardiac care. *The Journal of Cardiovascular Nursing*. 2007; 22(1): 16-24.
47. Wright MC,PBBG,PER,GKL,HGW,&TJM. Assessing teamwork in medical education and practice : relating behavioural teamwork ratings and clinical performance. *Medical teacher*. 2009; 31(1): 30-38.
48. Okuda Y BWBGea. National growth in simulation training within emergency medicine residency programs, 2003-2008. *Acad Emerg Med*. 2008; 15(11): 1113-1116.
49. Ziv A WPSSGS. Simulation-based medical education-an ethical imperative. *Academic Medicine*. 2003;(78): 783-788.
50. Ziv A BDSZM. Simulation based medical education: An opportunity to learn from errors. *Med Teach*.. 2005;(27).
51. Trapp S OJSL. Stressful events as teaching signals for the brain. *Trends Cogn. Sci*. 2018;(22): 475-478.
52. Rouhani N NKNY. Dissociable effects of surprising rewards on learning and memory. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory and Cognition*. 2018;(44): 1430-1443.
53. Bong CL LSBNAJLLEVA. The effects of active (hot-seat) versus observer roles during simulation-based training on stress levels and nontechnical performance: a randomized trial. *Adv. Simul*. 2017; 2(7).
54. Boet S BBNVSLRNCDBMJH. Complex procedural skills are retained for a minimum of 1 yr after a single high-fidelity simulation training session. *Br. J. Anaesth*. 2011; 07(4): 533-539.
55. Leonard M GSBD. The human factor: the critical importance of effective teamwork and communication in providing safe care. *Quality and safety in Health Care*. 2004;(13 (Suppl. 1)): 85-90.
56. Dannefer EF HL. Refocusing the role of simulation in medical education: training reflective practitioners. In W. Dunn (Ed.) "Simulators in Critical Care Medicine and Beyond". Des Plaines (USA): Society for Critical Care Medicine (SCCM) Press; 2004.
57. Savoldelli GL NVPJea. Value of debriefing during simulated crisis management: oral versus video-assisted oral feedback. *Anesthesiology*. 2006;(105): 279-285.
58. Boulet JR MDKJea. Reliability and validity of a simulation-based acute care skills assessment for medical students and residents. *Anesthesiology*. 2003;(99): 1270-1280.
59. Weller J RBLPea. Simulation based training to improve acute care skills in medical undergraduates. *N Z Med J*. 2004.

60. Morgan PJ CHDDSea. Applying theory to practice in undergraduate education using high fidelity simulation. *Med Teach.* 2006;(28).
61. Zhu E,HA,MI,&ZN. Augmented reality in healthcare education: an integrative review. *Peer J.* 2014.
62. Scavone BM TPHNWKMR. A randomized controlled trial of the impact of simulation-based training on resident performance during a simulated obstetric anesthesia emergency. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* 2010; 5(6): 320-324.
63. Barsuk JH,MWC,CER,OKJ,&WDB. Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Critical care medicine.* 2009; 37(10): 2697-2701.
64. Okuda Y,BEO,DS,JJL,QJ,SB,&LAI. The utility of simulation in medical education: What is the evidence?. *The Mount Sinai journal of medicine.* 2009; 76(4): 330-343.
65. Cant RP CS. Simulation-based learning in nurse education: systematic review. *J Adv Nurs.* 2010; 66: 3-15.
66. Flin R PRGRMN. Anaesthetists' non-technical skills. *Br J Anaesth.* 2010; 105: 38-44.
67. Kneebone R,ND,WC,BS,JR,AR,YF,WJ,VC,&DA. The human face of simulation: patient-focused simulation training. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges.* 2006; 81(10): 919-924.
68. Kneebone R,KJ,ND,AS,PP,&DA. An innovative model for teaching and learning clinical procedures. *Medical education.* 2002; 37(7): 628-634.
69. Dunkin B,AGL,AK,&MJD. Surgical simulation: a current review. *Surgical Endoscopy.* 2007; 21(3): 357-366.
70. Sturm LP,WJA,CPH,CP,HPJ,&MGJ. A systematic review of skills transfer after surgical simulation training. *Annals of surgery.* 2008; 248(2): 166-179.
71. Basak T UVMJWPGV. Beginning and advanced students' perceptions of the use of low- and high-fidelity mannequins in nursing simulation. *Nurse Educ Today.* 2016; 36: 37-43.
72. McConnell MM EK. The role of emotion in the learning and transfer of clinical skills and knowledge. *Acad Med.* 2012; 87: 1316-1322.
73. Duque G FSMLPNFD. Learning while having fun: the use of video gaming to teach geriatric house calls to medical students. *J Am Geriatr Soc.* 2008; 56: 1328-1332.
74. G A. A typology of educationally focused medical simulation tools. *Med Teach.* 2007; 29: 243-250.
75. Finan E,BZ,WHE,LV,&MPJ. High-fidelity simulator technology may not be superior to traditional low-fidelity equipment for neonatal resuscitation training. *Journal of*

- perinatology : official journal of the California Perinatal Association. 2012; 32(4): 287-292.
76. Cheng A,LA,BF,LY,HEA,&LE. The use of high-fidelity manikins for advanced life support training—a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2015; 93: 142-149.
 77. Borsci S LGBS. Empirical evidence, evaluation criteria and challenges for the effectiveness of virtual and mixed reality tools for training operators of car service maintenance. *Computers in Industry*. 2015; 67.
 78. Gavisha N GTWSRJPMBUTF. Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments*. 2015; 23(6).
 79. Wenk M,WR,SD,WM,GC,VAHK,&PDM. Simulation-based medical education is no better than problem-based discussions and induces misjudgment in self-assessment. *Advances in health sciences education : theory and practice*. 2009; 14(2): 159-171.
 80. Nasic A WM. How riskily do I invest? The role of risk attitudes, risk perceptions, and overconfidence. *Decis Anal*. 2010; 7: 282-301.
 81. Berner ES GM. Overconfidence as a cause of diagnostic error in medicine. *Am J Med*. 2008; 121.
 82. Saposnik G RDRCTP. Cognitive biases associated with medical decisions: a systematic review. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2016; 16: 138.
 83. Akmandor AO JN. Keep the stress away with SoDA: Stress detection and alleviation system. *IEEE Trans. Multi-Scale Comput. Syst*. 2017;(3): 269-282.
 84. Ursin H EH. Cognitive activation theory of stress (CATS). *Neurosci. Biobehav. Rev.*. 2010; 34: 877-881.
 85. RM S. *Why Zebras Don't Get Ulcers: Te Acclaimed Guide to Stress, Stress-Related Diseases, and Coping* New York: Natural History Henry Holt and Company; 2004.
 86. Everly GS LJ. *A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response* New York: Springer Science & Business Media; 2013.
 87. R L. Psychological Stress in the Workplace. In *Occupational Stress* (ed. Crandall, R. & Perrewe, P.). Boca Raton: Taylor & Francis; 1995. p. 3-14.
 88. Matthews G SJPANCWJ. Profiling task stress with the dundee state questionnaire. In *Psychology of Stress: New Research* (eds Cavalcanti, L. & Azevedo, S.): Nova Science Publisher Inc.; 2013. p. 49-91.
 89. BS M. Physiology and neurobiology of stress and adaptation: Central role of the brain. *Physiol. Rev*. 2007; 87: 873-904.

90. H S. The nature of stress. *Basl Facts*. 1985; 7(1): 3-11.
91. Gaab J RNNUEU. Psychological determinants of the cortisol stress response: The role of anticipatory cognitive appraisal. *Psychoneuroendocrinology*. 2005; 30: 599-610.
92. Lazarus R&FS. *Stress, Appraisal and Coping* New York: Springer; 1984.
93. Puthran R ZMTWHR. Prevalence of depression amongst medical students: a meta-analysis. *Med Educ*. 2016; 50(4): 456-468.
94. Dyrbye LN TMST. Systematic review of depression, anxiety, and other indicators of psychological distress among U.S. and Canadian medical students. *Acad. Med*. 2006; 81: 354-373.
95. Hope V HM. Medical student depression, anxiety and distress outside North America: A systematic review. *Med Educ*. 2014; 48: 963-979.
96. Dahlin ME RB. Burnout and psychiatric morbidity among medical students entering clinical training: a three year prospective questionnaire and interview-based study. *BMC Med Educ*. 2007; 7.
97. Dyrbye LN,WCP,SD,BS,TL,SJ,&STD. Burnout among U.S. medical students, residents, and early career physicians relative to the general U.S. population. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges*. 2014; 89(3): 443-451.
98. Bacchi S LJ. Qualitative literature review of the prevalence of depression in medical students compared to students in non-medical degrees. *Acad Psychiatry*. 2015; 39: 293-299.
99. TM W. *Stress, coping and health: enhancing well-being during medical school*. *Med Educ*. 1994; 28: 8-17.
100. Finkelstein C BASCLY. Anxiety and stress reduction in medical education: an intervention. *Med Educ*. 2007; 41: 258-264.
101. Tempski P BPPHESMMSL. What do medical students think about their quality of life? A qualitative study. *BMC Med Educ*. 2012; 12.
102. Stewart SM LTBCWCWA. A prospective analysis of stress and academic performance in the first two years of medical school. *Med Educ*. 1999; 33: 243-250.
103. G M. Stress and coping: junior baccalaureate nursing students in clinical settings. *Nurs Forum*. 1998; 33(1): 9-11.
104. al. Ye. The impact of medical education on psychological health of students: A cohort study. *Psych. Health & Med*. 2013; 18(4): 420-430.

105. Tyssen R VPGNEO. Suicidal ideation among medical students and young physicians: a nationwide and prospective study of prevalence and predictors. *J Affect Disord.* 2001; 64(1).
106. Walkiewicz M,TM,MM,&BW. Academic achievement, depression and anxiety during medical education predict the styles of success in a medical career: a 10-year longitudinal study. *Medical teacher.* 2012; 34(9): e611-e619.
107. Støen Grotmol K,GT,MT,VP,&TR. Risk factors at medical school for later severe depression: a 15-year longitudinal, Nationwide study (NORDOC). *Journal of affective disorders.* 2013; 146(1): 106-111.
108. Geeraerts T ea. Physiological and self-assessed psychological stress induced by a high fidelity simulation course among third year anesthesia and critical care residents: An observational study. *Anaesth. Crit. Care Pain Med.* 2017; 36(6): 403-406.
109. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors - 3 Volume : Taylor & Francis; 2013.*
110. LeBlanc VR BG. The effects of examination stress on the performance of emergency medicine residents. *Med Educ.* 2007; 41(6): 556-564.
111. Stecz P MSMBSa. Stress responses in high-fidelity simulation among anesthesiology students. *Scientific reports.* 2021; 11(1).
112. Dyrbye LN TMST. Medical student distress: causes, consequences, and proposed solutions. *Mayo Clinic proc.* 2005; 80(12): 1613-1622.
113. Evain JN ea. Residual anxiety after high fidelity simulation in anaesthesiology: An observational, prospective, pilot study. *Anaesth. Crit. Care Pain Med.* 2017; 36(4): 205-212.
114. Bong CL LJFMWP. Effects of simulation versus traditional tutorial-based training on physiologic stress levels among clinicians: a pilot study. *Simul Healthc.* 2010; 5: 272-278.
115. Quilici AP PRFBea. Is the advanced trauma life support simulation exam more stressful for the surgeon than emergency department trauma care? *Clinics.* 2005; 60: 287-292.
116. Gouin A,DC,WG,CS,BM,VBK,BS,CV,&DB. Evolution of stress in anaesthesia registrars with repeated simulated courses: an observational study. *Anaesthesia, critical care & pain medicine.* 2017; 36(1): 21-26.
117. Clarke S,HT,CD,&BA. Heart rate, anxiety and performance of residents during a simulated critical clinical encounter: a pilot study. *BMC medical education.* 2014; 14.
118. Lau T,BB,ZD,MBS,&NC. Stress-induced structural plasticity of medial amygdala stellate neurons and rapid prevention by a candidate antidepressant. *Molecular psychiatry.* 2017; 22(2): 227-234.

119. Krishnan V,HMH,GDL,BO,RW,RSJ,LQ,GA,LM,LDC,GS,RR,TP,GTA,NRL,CS,KA,EAJ,SD W,L. Molecular adaptations underlying susceptibility and resistance to social defeat in brain reward regions. *Cell*. 2007; 131(2): 391-404.
120. De Quervain D ea. Stress, glucocorticoids and memory: implications for treating fear-related disorders. *Nat Rev Neurosci*. 2017; 18(1): 7-19.
121. Sigalet E DTGV. Undergraduate students' perceptions of and attitudes toward a simulation-based interprofessional curriculum: The kidSIM ATTITUDES questionnaire. *Simul Healthc*. 2012.
122. Franceschina E. SE,&SC. I disturbi di ansia. In Galeazzi A., Meazzini P. (a cura di), *Mente e comportamento. Trattato italiano di psicoterapia cognitivo-comportamentale*. Firenze: Giunti; 2004.
123. Spielberger C LR. *Manual for the State-Trait Anxiety inventory* Palo Alto: Consulting psychologists Press; 1983.
124. LJ J. Measures of anxiety: state-trait anxiety inventory (STAI), beck anxiety inventory (bai), and hospital anxiety and depression scale-anxiety (HADS-A). *Arthritis care & research*. 2011; 63 (Suppl. 11).
125. Qidyanti A MKSI. The sensitivity of Galvanic Skin Response for assessing mental workload in Indonesia. *Work*. 2017.
126. HR J. Measuring mental workload: Problems, progress,and promises. In Hancock PA and Meshkati N, editors. *Human Mental Workload*. New York: Elsevier; 1988.
127. Hart SG SL. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In Hancock PA and Meshkati N, editors. *Human Mental Workload*. New York: Elsevier; 1988.
128. Lesage FX,BS,&DF. Clinical stress assessment using a visual analogue scale. *Occupational medicine (Oxford, England)*. 2012; 62(8): 600-605.
129. Mitchell AM CPKY. Perceived stress in survivors of suicide: Psychometric properties of the perceived stress scale. *Res. Nurs. Health*. 2008.
130. Awad G,PR,DS,TB,KB,SI,WJ,SH,SMP,&BI. Evaluation of Stress Levels of Trainee Cardiac Surgery Residents during Training Interventions Using Physiological Stress Parameters. *International journal of environmental research and public health*. 2021; 18(22).
131. D DW. *The Measurement of Drivers' Mental Workload*. The Traffic Research Centre VSC, University of Groningen. 1996.
132. Noto Y STKMKKHK. The relationship between salivary biomarkers and state-trait anxiety inventory score under mental arithmetic stress: A pilot study. *Anesth Analg*. 2005; 101(6): 1873–1876.

133. Dantzer R,&KN. Salivary biomarkers of stress: cortisol and alpha-amylase. *Psychoneuroendocrinology*. 2009; 34(1).
134. Farag NH,MWE,LWR,MPJ,KS,&EJE. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis function: relative contributions of perceived stress and obesity in women. *Journal of women's health*. 2008; 17(10): 1647–1655.
135. Adam EK KM. Assessing salivary cortisol in large-scale, epidemiological research. *Psychoneuroendocrinology*. 2009.
136. AD C. Salivary cortisol measurement in developmental research: where do we go from here? *Developmental psychobiology*. 2012; 55(3): 205–220.
137. Nepomnaschy PA,ARM,WR,CC,MDS,&EBG. Is cortisol excretion independent of menstrual cycle day? A longitudinal evaluation of first morning urinary specimens. *PloS One*. 2011; 6(3).
138. Barbadoro P AIPERRDMPEMA. Fish oil supplementation reduces cortisol basal levels and perceived stress: A randomized, placebo-controlled trial in abstinent alcoholics. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2013; 57(6): 1110–1114.
139. Lucertini F,PE,DPM,GC,FA,BP,DMM,PE,AP,CR,LD,&MA. High Cardiorespiratory Fitness Is Negatively Associated with Daily Cortisol Output in Healthy Aging Men. *PloS one*. 2015; 10(11).
140. Henderson L,MM,MPR,SE,FR,MEA,&BJ. Oral health of patients with hepatitis C virus infection: a pilot study. *Oral diseases*. 2001; 7(5).
141. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *European heart journal*. 1996; 17(3).
142. Collet C,SE,&PBC. Measuring workload with electrodermal activity during common braking actions. *Ergonomics*. 2014; 57(6): 886-896.
143. van Houten-Schat MA,BJJ,vDN,EMD,JA,&DAD. Self-regulated learning in the clinical context: a systematic review. *Medical education*. 2018; 52(10): 1008-1015.
144. Nackman GB,BM,&HJ. Effective use of human simulators in surgical education. *The Journal of surgical research*. 2003; 115(2): 214-218.