

Università degli Studi di Torino

Scuola di Dottorato

Scuola di Medicina

Dipartimento di Scienze Mediche

Corso di Dottorato in Fisiopatologia Medica

XXXVI ciclo

Simulazione medica avanzata: progetto didattico nella formazione sanitaria

Simulation Torino Project (SimTo Project):

Technical and Psychological Effects of Medical Simulation as Determinants of the
Effectiveness of Teaching

Dottorando Dr. Gian Maria Cherasco

Tutor Prof. Franco Veglio

Indice

	Pagina
Introduzione	3
Storia della simulazione in differenti ambiti	3
Apprendimento attraverso la simulazione	9
Progettazione della simulazione e obiettivi formativi	15
Metodologie didattiche delle abilità tecniche	22
Metodologie didattiche delle abilità non tecniche	24
Variabili monitorabili e valutazione nella simulazione	26
Simulazione e semeiotica in letteratura	31
Ipotesi	36
Metodi	37
Partecipanti	37
Protocollo sperimentale	37
Analisi statistica	41
Risultati	42
Discussione	47
Conclusioni	49
Bibliografia	50

Introduzione

Storia della simulazione in differenti ambiti

La simulazione, in termini generici, è una rappresentazione artificiale di un processo del mondo reale, che attraverso l'apprendimento esperienziale permette di raggiungere obiettivi educativi [1].

La storia della simulazione è lunga e si articola in differenti ambiti: aeronautico, militare, sanitario e educativo.

Simulazione e aviazione

Il primo utilizzo di successo di un simulatore si ha nell'aviazione, alla fine degli anni '20 con lo sviluppo del "Link trainer". Questo primo simulatore di volo è stato sviluppato da Edwin Link e consisteva in un piccolo aeroplano di legno con fusoliera e ali montate su un giunto cardanico. La cabina di pilotaggio aveva i comandi standard degli aerei di quell'epoca: in funzione di come il pilota li azionava il trainer si muoveva, beccheggiando e o rollando. Negli anni '30, utilizzando il simulatore fu aperta la "Link Flying School" dove si poteva imparare a volare grazie a questa tecnologia. In questa prima scuola di volo con simulatore, i piloti ebbero l'opportunità di migliorare l'utilizzo degli strumenti di bordo. Questo aspetto è fondamentale in condizioni meteorologiche avverse - volo alla cieca. Con il "Link trainer" iniziò l'uso commerciale dei simulatori per l'addestramento in aviazione e nacque così una nuova industria [2].

Una successiva evoluzione della simulazione in aviazione ebbe nel periodo della seconda guerra mondiale. Per lo svolgimento di missioni aeree lunghe e complesse, era fondamentale ottimizzare-sincronizzare le attività dei singoli componenti dell'equipaggio. I formatori dell'aviazione captarono tale necessità; furono così costruiti ed impiegati nell'addestramento simulatori in grado di ospitare, oltre al pilota, anche il navigatore ed il bombardiere, in modo che tutti i membri del team potessero esercitare le proprie responsabilità individuali e lavorare insieme per raggiungere gli obiettivi della missione.

Nel 1979, la maggior parte dell'addestramento dei futuri piloti avveniva con simulatori di volo. Da lì a poco la simulazione aerea sarebbe giunta ad un ulteriore stadio: "la standardizzazione". Su richiesta delle compagnie aeree e delle aziende produttrici di trainer vennero sviluppati e definiti degli standard. Ciò determinò il definitivo passaggio dell'addestramento dagli aeroplani ai simulatori. Oggi l'addestramento è svolto con i simulatori, e la prima volta in cui un pilota atterra con un aereo, è con un formatore al suo fianco e con un carico completo di passeggeri a bordo.

Dopo la standardizzazione della simulazione aerea, l'attenzione dei formatori si spostò sui fattori degli incidenti aerei. Negli anni '70, grazie ai report della "National Transportation Safety Board" (agenzia investigativa indipendente statunitense che indaga ed emette rapporti in merito agli incidenti aerei) emerse che i problemi di comunicazione nella cabina di pilotaggio erano tra i fattori causali di diversi disastri aerei. Visto il quanto, la "National Aeronautics and Space Administration" sviluppò il CRM (Cockpit Resource Management), un metodo di addestramento dell'equipaggio volto a correggere il comportamento autoritario dei capitani e l'assertività dei piloti junior. Durante tale formazione i piloti si impegnavano in esercitazioni in aula con lo scopo di migliorare le abilità interpersonali, lontano da situazioni pericolose [3]. All'inizio degli anni '90, il CRM fu indirizzato, oltre che ai piloti, anche agli assistenti di volo ed ad altri membri dell'equipaggio. La formazione riguardava alcuni argomenti: fattori umani, consapevolezza della situazione, team building e gestione dello stress. Successivamente, particolare attenzione venne destinata alla voce "fattori umani"; i discenti erano istruiti in merito ad effetti e gestione di: fatica, sovraccarico di lavoro, stress. Inoltre vennero predisposti sistemi per segnalare incidenti e problemi in via confidenziale [4].

Simulazione e guerra

Un altro ambito con un lungo percorso di simulazione è quello militare. La prima forma di simulazione in questo campo è costituita dai giochi di guerra, utilizzati per testare ed affinare le strategie di battaglia, in passato e tutt'ora. Tra i più antichi giochi di guerra vi sono le "tavole di sabbia" dei Romani. Usando soldati in miniatura (che rappresentavano i differenti eserciti coinvolti) disposti su di un piano sabbioso, i

comandanti romani pianificavano le loro strategie. Molto antico è anche il “Wei Hai”, gioco cinese, assai complesso malgrado le poche, semplici regole. Si gioca su un goban (scacchiera) con pedine di due colori, lo scopo è controllare una zona del goban maggiore di quella dell'avversario. Altro gioco storico creato specificatamente per addestrare il personale militare nelle capacità comunicative e nelle basi dell'arte e della scienza militare è Koenigspiel (o “War Chess”), sviluppato nel 1664 dal prussiano Weikmann.

Come per l'aviazione l'avvento della tecnologia ha portato ad un'evoluzione della simulazione della guerra. L'era dei computer ha visto il passaggio dai giochi da tavolo ai giochi per computer. I giochi di guerra per PC hanno permesso di incorporare formule matematiche più complesse e ciò ha portato ad un maggiore stimolo delle abilità militari. Inizialmente questi applicativi erano sviluppati per la sola fruizione in ambito militare. Con la diffusione di personal computer, tablet, smartphone, dispositivi di gioco per console (ad es. Xbox, Nintendo) e con l'esplosione dell'industria dei giochi commerciali, i principali fruitori dei giochi di guerra sono diventati i comuni cittadini. Ma questa diffusione agevola in ogni caso i corpi militari che utilizzano i giochi disponibili in commercio, eventualmente rielaborandoli per i propri addestramenti. I giochi di guerra professionali permettono di esercitarsi su tre livelli: globale/strategico, teatrale/operativo e locale/tattico. Ogni livello ha scopi e obiettivi diversi. Il livello strategico è quel “livello di guerra al quale una nazione o un gruppo di nazioni determinano una serie di obiettivi di sicurezza nazionali o multinazionali e dispiegano le proprie risorse nazionali, comprese quelle militari, per conseguirli”. Il livello operativo è il “livello della guerra nel quale vengono pianificate, condotte e sostenute campagne ed operazioni maggiori volte al raggiungimento di obiettivi strategici all'interno di teatri o aree di operazioni”. Il livello tattico si definisce come “livello di guerra in cui battaglie e combattimenti vengono pianificati ed eseguiti allo scopo di realizzare gli obiettivi assegnati alle formazioni ed alle unità tattiche” [5].

Lo stadio successivo della simulazione militare è rappresentato dal passaggio dai PC-games all'uso dell'ambiente virtuale. Grazie agli ultimi PC e ai relativi applicativi è possibile generare un ambiente virtuale, ovvero una rappresentazione tridimensionale di un ambiente di formazione o di un altro spazio in cui le persone possono interagire. Il grosso vantaggio dell'ambiente virtuale è che non richiede

spazio fisico per condurre la formazione; tuttavia lo sviluppo, la manutenzione e l'aggiornamento dello spazio virtuale comportano dei costi.

Simulazione e sanità

In ambiente sanitario, la simulazione fece la sua comparsa nel 1911 con una bambola a grandezza naturale chiamata Mrs Chase. Venne costruita da Martha Jenkins Chase, una fabbricante di bambole, per l'ospedale di Hartford, per insegnare alle infermiere come vestire, movimentare e trasferire i pazienti. Nel 1914 una versione aggiornata, Arabella, consentì agli infermieri di esercitarsi anche con le iniezioni [6]

Nel periodo della Seconda Guerra Mondiale, l'esercito statunitense utilizzò una versione maschile del manichino per insegnare le tecniche di primo soccorso al corpo sanitario militare. Era il 1956 quando Peter Safar, pediatra austriaco, pioniere della rianimazione cardiopolmonare, influenzò Asmund Laerdal, imprenditore norvegese, produttore di bambole, portandolo a disegnare e costruire i primi manichini per la rianimazione. Fu così che nel 1960, "Laerdal Medical" introdusse il suo primo manichino, Rescue Annie; per la realizzazione del volto del manichino si fece un calco della "Inconnue de la Seine" (una giovane sconosciuta, trovata annegata nella Senna). Lo skill-trainer "Anne", nella sua prima versione, permetteva di allenare l'abilità della ventilazione bocca a bocca. Nella versione successiva, permetteva altresì di allenare l'abilità delle compressioni toraciche esterne.

In medicina, l'anestesia è stata la specialità pioniera di quella che attualmente è denominata "simulazione ad alta fedeltà": casi simulati con alto livello di realismo. SimOne sviluppato nel 1956 da parte della Sierra Engineering Company è stato il primo simulatore ad alta fedeltà; un prototipo molto costoso che per questo motivo non ebbe una grande diffusione. Successivamente arrivò CASE sviluppato da Gaba e Deanda (in seguito incorporato da CAE-Link Corporation). Notevole fu il contributo alla simulazione di David Gaba, in primis ingegnere biomedico, laureatosi in seguito in Medicina e specializzatosi in anestesia e rianimazione. Con le sue competenze cominciò a costruire simulatori, fino ad arrivare a sviluppare il "Centro per la didattica immersiva e in simulazione" dell'Università di Stanford. Negli anni '90 anche Laerdal si impegnò nella produzione di simulatori ad alta fedeltà. Oggi diverse aziende

producono simulatori ad alta fedeltà che offrono differenti opzioni in grado di soddisfare le esigenze educative di formatori e discenti.

Come per l'aviazione, col progredire della tecnologia e con la maggiore padronanza degli strumenti di simulazione, l'attenzione soprattutto di certe specialità (anestesia), si orientò sull'ottimizzazione del processo decisionale e delle risorse del gruppo di lavoro. In anestesia, David Gaba fu il primo ad applicare il CRM dell'aviazione all'assistenza sanitaria (**Figura 1.**). [7]

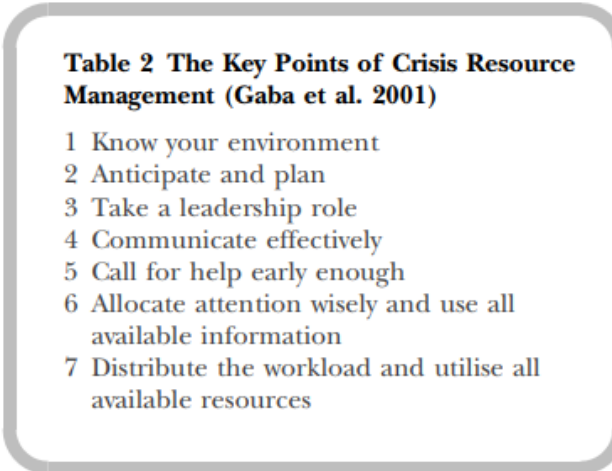


Table 2 The Key Points of Crisis Resource Management (Gaba et al. 2001)	
1	Know your environment
2	Anticipate and plan
3	Take a leadership role
4	Communicate effectively
5	Call for help early enough
6	Allocate attention wisely and use all available information
7	Distribute the workload and utilise all available resources

Figura 1. I sette punti chiave per gestire le risorse in una situazione di crisi [7]

Vista la buona applicabilità dei principi del CRM ai gruppi di lavoro, tali metodiche di formazione si sono progressivamente affermate nelle sale operatorie, nelle unità di terapia intensiva (ICU), nei team di traumatologia e nei team di emergenza. Testimonianza di ciò è stata l'iniziativa del "Department of Veterans Affairs" il quale ha implementato un CRM focalizzato sull'assistenza infermieristica che si basa sui principi aeronautici del CRM (ad esempio, consapevolezza della situazione, gestione della fatica, comunicazione assertiva, briefing di squadra e debriefing). La formazione comprende sessioni didattiche, simulazioni ad alta fedeltà e un progetto CRM a livello di unità [8]

I principi del CRM ben si applicano agli ambienti di lavoro complessi in cui è fondamentale sia l'esecuzione del compito-abilità (hard skill), sia la collaborazione-comunicazione con i membri del team (soft skill).

Simulazione e istruzione

Molti termini sono usati in modo intercambiabile e possono creare confusione; al momento non è adottata una ed una sola definizione per la voce simulazione. Questo termine è ampiamente utilizzato nel settore dell'istruzione, spesso identifica prove e attività assai diverse.

E' opportuno definire la simulazione come una tecnica, non una tecnologia [7]. Ecco perché molteplici attività nel percorso educativo vengono ricondotte a tale termine (studio di casi, simulazioni di giochi di ruolo, giochi non lineari, giochi cognitivi, pazienti standardizzati o simulazioni ad alta fedeltà). Queste attività si sono dimostrate utili per: il trasferimento di conoscenze, lo sviluppo di abilità e l'applicazione di conoscenze. Nel percorso educativo (in particolare scuole superiori ed università), la simulazione può essere eseguita in un breve periodo di tempo, in una parte della lezione, oppure può durare per più lezioni. Sono disponibili simulazioni cartacee e digitali in grado di stimolare: il processo decisionale, il lavoro di squadra, la leadership, la consapevolezza di quanto si è fatto [9]. Un percorso educativo, costellato di simulazioni, è in grado di coinvolgere maggiormente gli studenti e permette una formazione più efficace [10]. Inoltre l'educazione con la simulazione presenta alcuni vantaggi[1]:

1 Non vi è alcun rischio per il paziente;

2 Esercitazioni relative a pratiche di routine possono essere ripetute intensamente, mentre gli scenari e gli eventi che comportano problemi non comuni ma seri possono essere presentati a piacere;

3 I partecipanti possono imparare a utilizzare dispositivi clinici complessi reali;

4 Lo stesso scenario può essere presentato indipendentemente a più soggetti per valutare la performance individuale e o di gruppo;

5 Possono verificarsi errori che in ambito clinico richiederebbero l'intervento immediato di un supervisore;

6 La simulazione può essere stoppata per consentire la discussione della situazione e la gestione della stessa, e può essere ripresa dal punto d'arresto o riavviata per dimostrare tecniche alternative;

7 La registrazione delle simulazioni, la riproduzione delle stesse e le critiche delle prestazioni sono agevolate in quanto non vi sono problemi di sicurezza o riservatezza del paziente.

La simulazione nei differenti ambiti

La simulazione in tutti gli ambiti è orientata alla sicurezza. E' difficile dare una definizione univoca di sicurezza [11] ma è ben chiaro che questo aspetto sia comune a tutti gli ambiti precedentemente descritti (aviazione, militare, sanità, educazione). Sicurezza intesa come sicurezza del passeggero, del paziente, della propria squadra, della propria persona. Man mano che il legame tra simulazione e sicurezza diventa più evidente, la simulazione verrà implementata nei differenti percorsi educativi [9].

Apprendimento attraverso la simulazione

L'efficacia della simulazione medica come strumento di formazione, di valutazione, di allenamento è stata indagata e riconosciuta come valida in numerosi studi [12-16].

Comprendere in che modo la simulazione riesce ad essere efficace è possibile se si prova a collocarla nelle teorie pedagogiste e andragogiste. Innanzitutto è bene definire che cos'è l'apprendimento. L'apprendimento può essere inteso come il processo attraverso cui si crea conoscenza con la trasformazione dell'esperienza [17]. La simulazione, vista la sua natura esperienziale, è un valido strumento per imparare. Questo perché il consolidamento delle informazioni nella memoria è supportato da aspetti senso-percettivi ed associativi propri della situazione pratico-operativa [18-20].

Le prime teorie sull'apprendimento esperienziale risalgono a Dale, che nel 1969 disegnò il "cono dell'esperienza". Dall'apice alla base del cono, sono riportate in ordine crescente di ritenzione di informazioni le differenti attività (**Figura 2**). Dall'apice alla base del cono aumenta altresì il relativo grado di concretezza che le attività possiedono [21].

L'acquisizione con il solo stimolo verbale consentirebbe una bassa ritenzione; l'aggiunta di stimoli, e soprattutto il coinvolgimento, porterebbero ad una maggiore fissazione nella memoria, massima per le esperienze teatralizzate, per quelle artificiali, come la simulazione, e per quelle reali, soprattutto se ad alto contenuto

emozionale. In un'elaborazione del cono di Dale l'unica esperienza superiore a quella diretta, ai fini della interiorizzazione e memorizzazione, era l'esperienza di insegnarla agli altri.

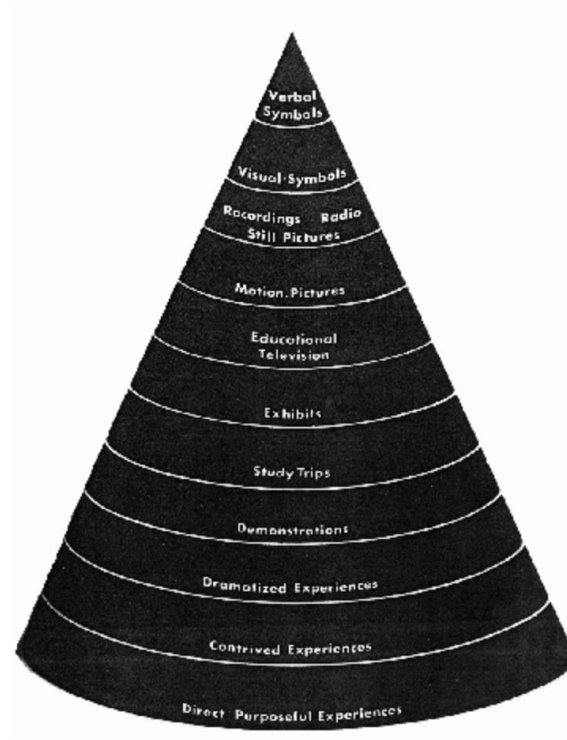


Figura 2. Il cono di Dale [21]

Non per questo la didattica si deve orientare verso le sole esperienze caratterizzate da alta concretezza-ritenzione. Il "cono" classifica le attività didattiche solo in termini di maggiore o minore concretezza o astrattezza e non è un "ordine di classificazione esatto dei processi di apprendimento". Dale chiarisce che l'apprendimento è qualcosa che coinvolge i livelli più elevati di astrazione, pertanto è bene che insegnante e studente siano in grado di muoversi attraverso tutti i livelli [21].

Nel modello costruttivista, lo studente è come un falegname (o scultore) che utilizza nuove informazioni e conoscenze ed esperienze pregresse, insieme a strumenti cognitivi appresi in precedenza (come strategie di apprendimento, algoritmi e capacità di pensiero critico) per costruire nuove strutture di conoscenza e riorganizzare conoscenza esistente [22].

Nell'apprendere lo studente può adottare due approcci: quantitativo-superficiale e qualitativo-profondo [23].

Il primo approccio è caratterizzato dal tentativo di fare proprie le informazioni ponendo l'attenzione su ciò che potenzialmente potrebbe essere richiesto nella verifica-interrogazione-compito. Questo approccio implica un impegno minimo, ed il focus dello studente è orientato sulla memorizzazione e sulla sola applicazione delle nozioni.

Il secondo approccio è caratterizzato dal tentativo di comprendere le relazioni ed i significati di quanto oggetto di studio. In questo caso l'attenzione dello studente si concentra sulle relazioni presenti tra i vari aspetti dell'argomento affrontato. Questo approccio porta lo studente a porsi interrogativi ed a organizzare il sapere in una struttura articolata. Il discente apprende per il piacere intrinseco di comprendere e di imparare.

L'attività dell'insegnamento può favorire uno o l'altro approccio. Gli insegnanti che hanno maggiori probabilità di condurre all'apprendimento profondo sono coloro che strutturano le lezioni, stabiliscono compiti, forniscono feedback, propongono sfide che incoraggiano lo sviluppo dell'elaborazione profonda [24-25]. Sulla base dei presenti approcci ad apprendere è stata creata "SOLO" (structure of the observed learning outcome) che definisce un continuum nell'apprendere; da quello superficiale a quello profondo ovvero dalla memoria a breve termine alla memoria a lungo termine. SOLO è strutturata in cinque livelli gerarchici principali che riflettono la qualità dell'apprendimento che si può ottenere da un intervento didattico (**Figura 3.**).

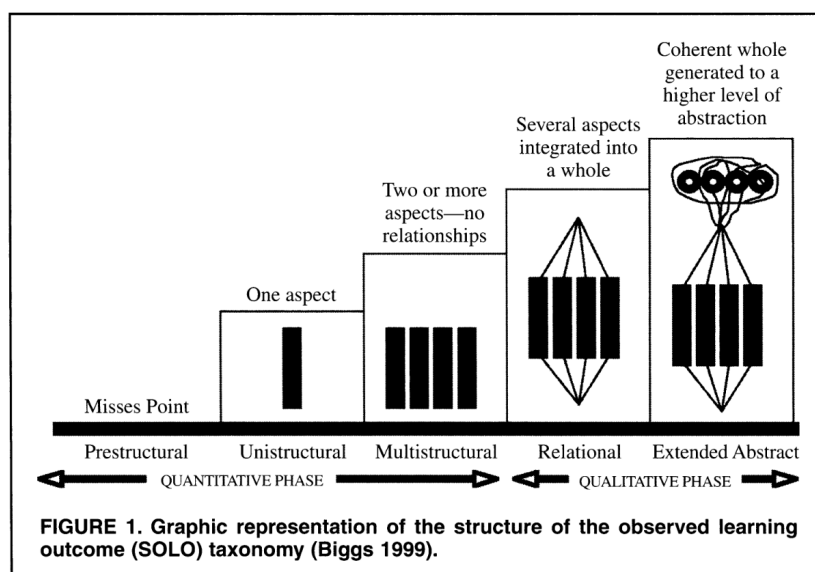


Figura 3. I cinque livelli gerarchici principali dell'apprendimento secondo "SOLO" [26]

Il primo livello, “prestructural”, significa che l’intervento non ha prodotto ritenzione di informazioni. I livelli successivi, “Unistructural” e “Multistructural”, corrispondono ad apprendimenti di tipo superficiale; gli ultimi due, “Relational” ed “Extended Abstract”, corrispondono all’apprendimento profondo. Un vantaggio e una caratteristica unica del modello SOLO è che può essere utilizzato per analizzare e interpretare in modo affidabile le lezioni, i compiti in classe ed il lavoro degli studenti prodotto in risposta a tali compiti [26].

Per l’istruttore che è orientato a generare un apprendimento profondo, ci sono diversi aspetti chiave [27]:

- Identificare ciò che è già significativo per gli studenti e collegare l’argomento a questi aspetti.
- Incuriosire, ovvero affrontare gli argomenti in modo che gli studenti si pongano degli interrogativi al riguardo. Magari portandoli ad assumere punti di vista differenti sulla tematica affrontata.

Sembrerebbe che l’apprendimento profondo sia caratterizzato da una ciclicità fatta di quattro fasi: esperienza concreta, osservazione riflessiva, concettualizzazione astratta e sperimentazione attiva [17]. Nel dettaglio:

- Esperienza concreta. Si riferisce al coinvolgimento della persona, al mettersi in gioco facendo qualcosa. È la fase del sentire, poiché si sperimenta attraverso il corpo, attraverso il rapporto con gli altri e con la partecipazione emotiva.
- Osservazione riflessiva. È la fase dell’osservare, sia all’esterno che internamente. Osservare è una funzione che attiva processi di ascolto, di “cosa si accende in me quando entro in contatto con un certo stimolo”, o con un certo tipo di esperienza.
- Concettualizzazione astratta. Questo è il momento della concettualizzazione, intesa come attività cognitiva volta a pensare regole, a trovare analogie, a conferire un significato all’esperienza. Ci permette di integrare cosa sentiamo e come pensiamo.

- Sperimentazione attiva. È uno degli obiettivi principali, ossia la capacità di trovare soluzioni in nuove esperienze usando ciò che si è appreso. È lo step del fare, inteso come una funzione esterna al contesto di apprendimento.

Ciascun soggetto, indipendentemente dall'ambito, si può collocare in uno di questi stadi.

Altro aspetto caratteristico dell'apprendimento è che man mano che si apprende, in un primo momento si ha la percezione di essere prossimi alla completa conoscenza di quell'argomento. Questa percezione successivamente viene confutata, ed è così che ci si rende conto di essere in una sorta di continua spirale di rivisitazione. Infatti man mano che si apprende, ci si rende conto della presenza di ulteriori livelli di complessità sempre più profondi, e questo è un continuum [28].

Non si può parlare di apprendimento senza parlare di memoria. Memoria e apprendimento sono infatti fenomeni neurobiologici interconnessi che dipendono dall'attivazione dei neuroni durante l'acquisizione ed il recupero dell'informazione.

Per quanto riguarda il processo di memoria esso può essere sintetizzato in tre fasi: la codifica, la ritenzione e il recupero. Benché non si tratti di stadi necessariamente separati o che si verificano in sequenza, essi rappresentano bene l'intero processo di memoria.

La fase di codifica si riferisce al modo in cui la nuova informazione viene "registrata" in una forma che ne faciliti l'assimilazione, in un contesto di informazioni precedenti. Gli individui memorizzano gli eventi in modi differenti utilizzando diversi codici: visivi, acustici, verbali, tattili, semantici, motori, propriocettivi, gustativi, olfattivi. Il cervello umano percepisce ed elabora questi stimoli attraverso la memoria sensoriale e la memoria a breve termine [29]. Spesso vengono utilizzati anche più canali in contemporanea che portano ad una codifica multidimensionale; è presumibile supporre che tanti più input differenti si ricevono, tanto più completo, complesso ed elaborato diventi l'apprendimento.

La fase di ritenzione si riferisce alla stabilizzazione dell'informazione nella memoria e al mantenimento della stessa per un determinato lasso di tempo. In uno studio

sperimentale sul decadimento della memoria, si è giunti alla “curva dell'oblio”, che mostra che la memoria diminuisce esponenzialmente con il passare del tempo. Sembrerebbe che qualsiasi nuova informazione appresa ed elaborata nella memoria a lungo termine decada se l'informazione non viene riattivata a intervalli regolari [30].

La fase di recupero consiste nella capacità di richiamare tracce presenti dalla memoria a lungo termine alla memoria di lavoro, affinché esse possano essere utilizzate. Inoltre tale capacità di recupero è fondamentale sia per aggiornare, sia per riconsolidare le tracce preesistenti con nuove informazioni. Il recupero facilita l'apprendimento accedendo alle informazioni rilevanti e collegandole con gli stimoli nuovi [29].

Strutturare attività formative che tengano conto dei meccanismi di apprendimento e di memoria può ottimizzare il radicarsi delle informazioni nella memoria a lungo termine.

Progettazione della simulazione e obiettivi formativi

La progettazione delle attività di simulazione è una parte fondamentale dell'educazione sanitaria basata su tale tecnica. Tutte le simulazioni permettono ai partecipanti di applicare-sperimentare le proprie conoscenze e le proprie abilità tecniche, non tecniche e cliniche [33]. Una progettazione opportuna delle attività di simulazione permette agli educatori di raggiungere gli obiettivi di apprendimento prefissati e porta i partecipanti a vivere un'esperienza di apprendimento significativa. Alcuni fattori da tenere in considerazione sono: identificazione del bisogno educativo, congruità dell'obiettivo della simulazione con il percorso formativo, scelta tra alta o bassa fedeltà, lavoro di squadra, elementi distraenti.

Identificazione del bisogno educativo

Il primo passo nella progettazione di uno scenario è l'identificazione degli studenti e dei loro bisogni educativi. Questo aspetto può essere indagato attraverso questionari somministrati agli studenti o attraverso l'analisi del loro percorso formativo. Una volta identificati tali argomenti gli educatori si interrogano se l'uso della simulazione potrebbe essere una tecnica efficace per soddisfare queste esigenze. Nel caso in cui la simulazione risulti essere una tecnica educativa opportuna, successivamente si inizierà a strutturare l'intervento didattico.

Congruità dell'obiettivo della simulazione con il percorso formativo

Le attività di simulazione sono progettate per raggiungere degli scopi. Gli obiettivi possono essere assai diversi: istruire individui o gruppi, testare il livello delle attività sanitarie attuali al fine di migliorare l'efficacia dell'intervento e la sicurezza del paziente, eseguire valutazioni, rispondere a domande di ricerca. E' importante che gli scopi della simulazione siano congrui agli obiettivi del percorso formativo degli studenti e che siano collocati opportunamente nel percorso formativo [33]. L'attività di simulazione dovrebbe essere riservata a quelle tematiche che sono più appropriate ad essere affrontate con tale tecnica; diversamente è consigliabile utilizzare modalità educative meno dispendiose in termini di risorse [32].

Scelta tra alta o bassa fedeltà

Altro aspetto fondamentale per ottimizzare l'efficacia dell'intervento didattico è la scelta del grado di fedeltà. Per grado di fedeltà s'intende il livello di realismo del trainer e dell'attività in generale. Non necessariamente l'alta fedeltà richiede un'alta tecnologia. La fedeltà può essere suddivisa in tre domini: fisica, concettuale ed emotiva [34]. La fedeltà fisica si riferisce al fatto che ambiente e trainer sembrano reali. La fedeltà concettuale si riferisce al fatto che ad un cambiamento di una variabile fisiologica del paziente, si verifichi un cambiamento delle altre variabili correlate come nel mondo reale. La fedeltà emotiva riguarda il livello di attivazione-coinvolgimento dei partecipanti e quanto è percepita l'esperienza in termini emotivi, piacevoli o spiacevoli.

Pertanto l'adozione di un alto o basso livello di fedeltà è scelta in funzione dell'obiettivo della seduta di simulazione. In termini qualitativi sembrerebbe che la simulazione ad alta fedeltà, in tutti i suoi domini, sia superiore, ma non è sempre così. E' necessario considerare la fedeltà in tutti i suoi domini al fine di scegliere opportunamente l'ambiente di simulazione ed il trainer. Massimizzare il livello di fedeltà permette di avvicinarsi alla realtà; per contro ciò potrebbe comportare un sovraccarico di lavoro nei partecipanti neofiti. In questi casi può essere opportuno ridurre il realismo, per privilegiare il dominio concettuale della fedeltà, il quale permette di massimizzare l'apprendimento [35].

Il lavoro di squadra

La simulazione permette ai discenti di esercitarsi ed imparare in prima persona, ma altresì di imparare dagli altri e con gli altri. Le simulazioni di squadra permettono agli studenti di applicare le proprie conoscenze, le proprie abilità tecniche cliniche ed in particolare quelle non tecniche. In tali attività i discenti si impegnano a collaborare, comunicare, essere leader, aiutare il leader ed inoltre imparano ad identificare quali possono essere i potenziali problemi relativi al lavoro d'équipe. A volte la simulazione è proposta a gruppi omogenei, come nel caso di gruppi di studenti di medicina, per medesima figura professionale. Altre volte sono previste simulazioni per gruppi eterogenei di professione (medici, infermieri, oss...), che sono chiamati a

gestire lo scenario proprio come avviene nella realtà. Quando si progetta una simulazione per un gruppo, spesso sono inclusi obiettivi relativi al lavoro di squadra. Per stimolare e mettere in difficoltà il gruppo l'educatore che disegna lo scenario può prevedere situazioni con molteplici problemi in contemporanea (ad esempio arresto respiratorio, convulsioni, ipoglicemia, ipotensione...). Oppure può utilizzare la strategia denominata "effetto onda" che prevede l'introduzione dei componenti del team in maniera sequenziale durante lo scenario. Questa strategia implica che ad ogni ingresso di un componente del team ci sia un momento di comunicazione dello stato attuale, cosa che aggiunge ulteriore lavoro ad una situazione già di per sé impegnativa e complessa. Altre strategie adoperabili per aumentare la difficoltà della simulazione sono: ridotto numero dei componenti della squadra rispetto alle situazioni standard, introduzione di parenti del paziente simulato, membri del team che commettono errori, telefonate simulate con specialisti [36].

Nel disegnare la simulazione la scelta per un'attività di gruppo o meno, l'omogeneità dello stesso o meno, l'utilizzo di strategie per aumentare la difficoltà dei compiti sono tutti elementi da considerare in funzione dell'obiettivo da perseguire.

Gli elementi distraenti

Un elemento che può essere usato nella progettazione dello scenario è la distrazione; si tratta di stimoli indirettamente correlati alla situazione clinica presentata, che mirano ad aggiungere complessità allo scenario. Lo scopo della distrazione è quello di distogliere l'attenzione dal compito da svolgere in coloro che sono impegnati nelle cure. Gli elementi distraenti possono essere problemi di vario genere: interpersonali (collega ansioso, parenti del paziente simulato, consulenti polemici, "talpa" ovvero un membro del team con opportune istruzioni...), ambientali (incidente di massa, spazi inadeguati...), e di attrezzatura (utensili mancanti o difettosi). La distrazione può essere un potente strumento per portare alla luce particolari obiettivi di apprendimento che forse non sorgerebbero all'interno di uno scenario. Per contro essa può anche portare il team a deragliare e non raggiungere gli obiettivi di apprendimento prefissati. E' bene considerare che i distrattori aumentano il carico cognitivo richiesto per l'attività determinando un aumento del grado di difficoltà dello scenario, e sono pertanto maggiormente indicati in caso di team più avanzati. Considerare l'entità degli elementi distrattori inseriti è

fondamentale per proporre ai discenti un'esperienza che risulti congrua al loro livello. Un'eccessiva distrazione, aumentando la difficoltà, porta ad un'eccessiva confusione per il discente, che si traduce in un apprendimento meno efficace [37].

Tenendo in considerazione i fattori che influenzano l'esperienza vissuta dai discenti si consiglia di procedere ad una pianificazione su sei fasi (**Figura 4**) [37].

The six-step scenario design process
1. Target audience, learning objectives, and simulator modalities
2. Case description and scenario environment
3. Staging needs: equipment, moulage, confederates, and adjuncts
4. The script: scenario framework and stages
5. Computer pre-programming
6. Practice scenario

Figura 4. I sei step per la pianificazione di un scenario di simulazione [37]

Nel primo step si esaminano le caratteristiche della popolazione di discenti e si identificano gli obiettivi di apprendimento ed i simulatori da utilizzare. È importante definire gli obiettivi primari, che sono ritenuti essenziali da raggiungere con l'esperienza. Essi possono essere declinati in termini di: abilità, conoscenze, comportamenti (comunicazione, consapevolezza, utilizzo delle risorse a disposizione). Questi obiettivi saranno inoltre fonte di discussione nel debriefing, oltre ad essere gli elementi da "portare a casa" al termine dell'attività. Potrebbero esserci anche obiettivi secondari, utili per riflettere su elementi attinenti agli obiettivi principali. Un'insidia per gli educatori è la definizione di troppi obiettivi primari, che può portare ad una simulazione inefficace; risorse a disposizione, tempistiche, modalità didattiche e numerosità dei gruppi di discenti vanno sempre considerati.

Il secondo step pone l'accento su come sia importante preparare il materiale didattico utilizzato. In questa voce sono compresi: il materiale didattico fornito agli eventuali istruttori che erogano la formazione, lo stato iniziale del paziente simulato, i risultati degli eventuali esami richiedibili dai discenti.

Il terzo step è improntato alla definizione dell'attrezzatura utilizzata. Adottare nella simulazione apparecchiature simili a quelle che i partecipanti userebbero effettivamente nella loro normale pratica clinica migliora il realismo dello scenario ed inoltre consente una pratica più accurata delle abilità. Oltre all'utilizzo di apparecchiature tipiche dell'ambiente di lavoro, è assai utile il "moulage", ovvero i vari accorgimenti che comportano un miglioramento del realismo e che possono fornire indicazioni fisiche effettive del paziente simulato. Questa tecnica prevede l'utilizzo di artifici che vanno da parrucche a vernici e colle per "costruire" ferite-ustioni. Il "moulage" può migliorare significativamente il livello di realismo, tuttavia questo deve essere bilanciato con il tempo e le risorse disponibili per ogni simulazione.

Il quarto ed il quinto step sono orientati alla progettazione dello scenario e alla sua potenziale evoluzione. Per ciascun caso simulato è consigliabile sviluppare un "copione-canovaccio" dello scenario, eventualmente suddiviso in spezzoni. Ciascuno di questi spezzoni è identificato da avvenimenti, azioni da compiere, eventi chiave. In caso di simulazione ad alta fedeltà, è consigliabile programmare i trainer prima dell'esecuzione dello scenario, in funzione dei diversi spezzoni previsti. Ciò garantisce una maggiore standardizzazione dell'attività formativa erogata ed una riduzione di tempo e risorse necessari per la simulazione.

Il sesto step consiste nell'eseguire un test dello scenario progettato secondo le indicazioni dei cinque punti precedenti. Questo permetterà di fare un controllo di quanto realizzato e di verificarne preliminarmente efficacia, tempistiche e conformità con gli obiettivi di apprendimento identificati.

La progettazione delle attività di simulazione è un aspetto fondamentale per garantire un'educazione efficace attraverso tale tecnica. Il tempo destinato a ciascuno degli aspetti sopra citati porterà ad un intervento didattico appropriato per gli studenti, in grado di soddisfare gli obiettivi di apprendimento fissati, ed inoltre permetterà di ridurre i costi della simulazione sia in termini di risorse (simulatori, istruttori, tecnici), sia in termini di tempo.

Abilità tecniche e non tecniche

Inizialmente l'utilizzo della simulazione è stato adottato per migliorare le abilità tecniche dei sanitari: si pensi al primo simulatore "Rescue Anne", orientato al training dell'abilità delle ventilazioni e delle compressioni toraciche esterne. Successivamente la simulazione è stata utilizzata per migliorare le abilità non tecniche; la specialità medica di anestesia e rianimazione è stata pioniera nell'adoperarla per migliorare il lavoro d'équipe. Negli ultimi decenni un numero crescente di prove ha evidenziato come le abilità non tecniche siano anch'esse cruciali per la riuscita degli interventi sanitari. Non esiste una definizione univoca per le abilità tecniche e per le abilità non tecniche.

Al momento, per abilità tecniche è possibile intendere le abilità cinetiche del corpo, mentre per abilità non tecniche si possono intendere tutte quelle abilità che non sono abilità cinetiche del corpo (il lavoro di squadra, la comunicazione, la leadership, la consapevolezza della situazione e il processo decisionale [38,39]). Le recenti ricerche scientifiche nell'ambito delle abilità sanitarie si sono concentrate sugli effetti delle abilità non tecniche sulle prestazioni tecniche. Vista la grande variabilità di definizioni non è possibile definire se sia presente una relazione tra abilità tecniche e non tecniche [40]. L'aspetto riconosciuto dalla letteratura è che entrambe queste abilità sono fondamentali per migliorare sia la sicurezza del paziente, sia la prestazione dell'équipe sanitaria [40].

Approccio e struttura degli interventi didattici

Per un'attività in simulazione efficace è importante applicare fondamenti didattici in grado di potenziare l'esperienza di simulazione. Tra questi vi sono: utilizzare un approccio didattico efficace, definire una struttura degli interventi didattici.

Utilizzare un approccio all'insegnamento opportuno significa aumentare le possibilità di successo per tutti gli studenti, ovvero adottare un approccio inclusivo. L'approccio "Universal Design for Learning - UDL" [41] prevede che l'attività formativa, per

essere inclusiva, fornisca a tutti gli studenti molteplici mezzi di rappresentazione, espressione e coinvolgimento.

- Fornire molteplici mezzi di rappresentazione significa offrire agli studenti vari modi di acquisire informazioni e conoscenze, ovvero agire rispettando gli stili di apprendimento di ciascuno studente e cercando di utilizzare differenti strumenti: libri, video, file audio, riassunti, lavagne. Garantendo, inoltre, di evidenziare gli elementi chiave, sottolineare le transizioni, suddividere le informazioni in schemi, fornire supporti per la memorizzazione.
- Fornire molteplici mezzi di espressione significa offrire agli studenti alternative per dimostrare ciò che conoscono, adottando diverse forme di verifica e valutazione e favorendo la partecipazione e l'interazione con i materiali didattici.
- Fornire molteplici mezzi di coinvolgimento significa cercare di attingere agli interessi degli studenti, stimolarli in modo appropriato e motivarli ad imparare; evidenziando l'utilità di quanto esposto, creando un clima di supporto, fornendo feedback continui, gestendo il senso di inadeguatezza, favorendo la partecipazione attiva e la collaborazione.

Offrire differenti mezzi di rappresentazione, di espressione e di coinvolgimento permette di ridurre il numero di "ostacoli all'apprendimento" che lo studente può incontrare. Questo si traduce in un aumento delle probabilità di successo formativo. Oltre a scegliere un approccio opportuno di insegnamento è altresì importante definire la struttura dell'intervento didattico. Una modalità efficace e che ben si adatta alla simulazione è la "Struttura Didattica Universale - SDU". Essa prevede la pianificazione dell'evento didattico sulla base di una triade di tre step: set, dialogue e closure [42].

Alcuni aspetti del "Set" possono essere decisi durante la fase di pianificazione dell'intervento didattico, ma altri si verificano all'inizio della sessione di simulazione. Gli elementi essenziali del "Set" includono: la preparazione dell'ambiente di apprendimento, l'essere chiari sui risultati di apprendimento desiderati, spiegare agli studenti quale metodo di insegnamento verrà utilizzato e cosa ci si aspetta da loro, creare un clima di apprendimento coinvolgente e motivante.

Il “Dialogue” è la parte cruciale dell'esperienza di apprendimento e implica l'interazione tra lo studente e l'insegnante. Gli elementi essenziali del “Dialogue” includono la consegna del contenuto in un modo stimolante e coinvolgente. Un buon docente è un buon comunicatore, cerca il contatto visivo, si rivolge ai discenti chiamandoli per nome e pone loro domande che oltre a coinvolgere permettono anche di verificare la comprensione.

La “Closure”, come suggerisce il termine, è la fase terminale dell'intervento didattico; è importante che il docente risponda ad eventuali domande, fornisca un riepilogo ed un messaggio da portare a casa per i discenti. Inoltre è opportuno evidenziare gli eventuali collegamenti ad argomenti successivamente oggetto di insegnamento (transizione).

Per quanto riguarda la parte centrale dell'intervento didattico “Dialogue”, è fondamentale definire il metodo di insegnamento dell'abilità in questione.

Metodologie didattiche delle abilità tecniche

In passato l'apprendimento delle abilità tecniche avveniva durante il tirocinio clinico, per imitazione del professionista esperto da parte del novizio (“modello dell'apprendistato”). Dagli anni '70 alcune facoltà di Medicina e Professioni Sanitarie hanno introdotto gli “skills lab” per l'acquisizione e lo sviluppo delle “technical skills” attraverso la simulazione, garantendo un ambiente sicuro di apprendimento. Si è così passati dall'apprendistato a fianco del letto del paziente, all'apprendimento su simulatori; passando ad una modalità di insegnamento che tiene maggiormente conto dei principi dell'andragogia (modalità di apprendere dell'adulto) e che pone il discente al centro del processo di apprendimento.

Esistono differenti modalità di insegnamento delle abilità tecniche; una modalità ampiamente utilizzata in ambito sanitario è l'approccio a quattro step di Peyton [43]. Si tratta di un procedimento didattico graduale composto da quattro passaggi:

1. “dimostrazione”: il docente esegue l'intera procedura in tempo reale;

2. "decostruzione": il docente ripete la dimostrazione, ma questa volta vengono descritte tutte le sottofasi procedurali;
3. "comprensione": il docente esegue la procedura sotto la guida e le indicazioni dello studente;
4. "esecuzione": lo studente esegue la procedura in prima persona.

Uno studio ha determinato che l'efficacia del presente metodo è data dalla ripetizione dell'abilità presentata ed in particolar modo dal terzo step "comprensione", in cui lo studente guida il docente nell'esecuzione dell'abilità [44].

Nell'utilizzare il presente metodo per l'insegnamento di un'abilità è opportuno seguire una progettazione (come precedentemente descritto nel capitolo "Progettazione della simulazione e obiettivi formativi"). È consigliabile, vista la modalità sequenziale, realizzare una check-list delle azioni chiave dell'abilità in oggetto, secondo le linee guida vigenti. In questo modo l'istruttore o il docente impegnato nella "skill station" avrà a disposizione un riferimento che permetterà inoltre di standardizzare l'attività formativa erogata. La standardizzazione dell'attività erogata può essere ulteriormente garantita dalla realizzazione di video della procedura i quali, eventualmente, possono andare a "sostituire" alcuni degli step di Peyton permettendo inoltre un risparmio in termini di risorse (tempo e personale).

Altri aspetti, che sono a cura del docente, sono la capacità di motivare all'attività e la capacità di orientare il focus attentivo del discente. Se il docente nella fase "Set" enuncia che al termine della simulazione gli studenti avranno appreso l'abilità in oggetto, pone un'aspettativa che aumenta il grado di coinvolgimento dei discenti all'attività. Se a questo aspetto si aggiungono feed-back opportuni che orientano l'attenzione dei discenti sugli effetti delle loro azioni il livello della prestazione sale. La prestazione migliora proprio perché il soggetto è maggiormente concentrato sull'abilità da svolgere e sugli effetti della stessa. Questi aspetti possono agevolare l'apprendimento ed il miglioramento delle abilità motorie-tecniche [45].

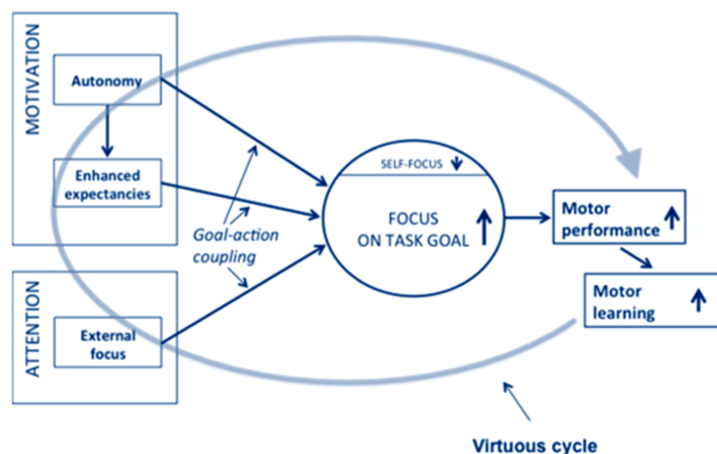


Figura 5. Condizioni favorevoli all'apprendimento di abilità [45]

In un centro di simulazione medica avanzata può essere previsto l'allenamento di più abilità tecniche in contemporanea lavorando in più sale, ciascuna delle quali deputata all'insegnamento di un'abilità specifica (anche non tecnica). Oltre alla pianificazione dell'intervento didattico, è necessario un cronoprogramma che permetta di sincronizzare le attività di simulazione delle differenti sale (qualora previsto). Per garantire buona qualità dell'attività didattica è bene che le skill station siano caratterizzate da un rapporto docente-discente opportuno (uno a quattro, uno a cinque). In questo modo la simulazione diventa una "palestra" con trainers (facilitatori). Oltre al learning by doing, nella didattica in simulazione entrano in azione i neuroni a specchio, e si impara anche guardando gli altri discenti impegnati nell'eseguire l'abilità tecnica (learning by watching).

Metodologie didattiche delle abilità non tecniche

L'insegnamento delle abilità non tecniche (comunicazione, lavoro di gruppo, leadership, consapevolezza situazionale, errore) sta diventando sempre più importante, ma le modalità degli interventi educativi per affinare tali abilità e le relative basi teoriche non sono ben definite in letteratura [46]. Il primo intervento educativo che ha avuto per oggetto le abilità non tecniche si è avuto in ambito aeronautico con il CRM (Cockpit Resource Management). Il metodo CRM si concentra particolarmente sul comportamento dei membri del team ed identifica nell'errore l'opportunità di apprendere e migliorarsi. Successivamente questo intervento educativo è stato trasferito anche ad altri ambiti, tra cui la sanità.

In ambito sanitario i principali metodi utilizzati per affinare le abilità non tecniche sono: giochi di ruolo, PC-games, visione di filmati, simulazione. Dall'analisi della letteratura si evince come gli errori siano riconducibili ad alcuni ambiti: comunicazione, interfaccia uomo-macchina, consapevolezza situazionale, lavoro di squadra e leadership [46]. Questi sono tendenzialmente oggetto di analisi e di riflessione guidata da parte del docente con il gruppo di discenti.

Per quanto riguarda l'affrontare l'errore, sono differenti le prospettive che l'educatore può adottare. La prima prospettiva consiste nell'indagare gli errori in modo retrospettivo per comprendere come i membri del team reagiscono, gestiscono e affrontano gli errori. L'altra indaga gli errori in modo prospettico (da differenti punti di vista: collega, paziente, parente del paziente...) ed è incentrata sull'*imparare o nell'evitare* gli errori [47].

Sono molteplici le modalità adottabili dall'educatore per guidare la riflessione sulle abilità non tecniche (comunicazione, interfaccia uomo-macchina, consapevolezza situazionale, lavoro di squadra e leadership). Al momento gli studi confermano che gli interventi didattici sulle abilità non tecniche, indipendentemente dalla metodica, migliorano la sicurezza del paziente e del gruppo di lavoro [47]. Va altresì tenuto in considerazione che in letteratura le abilità non tecniche spesso sono indagate con metodologie di ricerca assai differenti; solo ulteriori studi porteranno maggiore chiarezza in quest'ambito [47].

L'efficacia della simulazione sulle abilità non tecniche, in particolare nel caso dell'alta fedeltà, è dovuta alla modalità di svolgimento solitamente utilizzata negli scenari simulati. Si susseguono tre fasi: briefing, playing, debriefing.

Il "briefing" è la fase in cui le persone sono istruite e preparate allo svolgimento dell'attività: il docente definisce gli obiettivi, esplicita le regole e le eventuali informazioni utili per espletare l'attività.

Il "playing" è la fase in cui i discenti vivono l'esperienza di simulazione; il docente o il team di docenti nel contempo osserva e raccoglie informazioni sulle abilità tecniche e non.

Il “debriefing” è la fase in cui il docente supporta-guida i discenti a riflettere sull’esperienza, sollecita il confronto e conduce alle conclusioni. È stato riscontrato che i guadagni di conoscenza sono maggiori non dopo la sola componente pratica della simulazione, ma dopo la componente di debriefing della simulazione [48].

La simulazione, soprattutto ad alta fedeltà, è caratterizzata da un alto coinvolgimento del discente e dal fatto che l’errore non provoca alcun danno reale (il paziente è simulato, è un manichino). Ciò porta i discenti a vivere un’esperienza che si avvicina molto al mondo reale ma in cui l’errore non è fatale, anzi è ammesso e diviene occasione di apprendimento-riflessione nel momento successivo all’esperienza vissuta (debriefing).

Grazie a queste caratteristiche di sequenzialità, coinvolgimento ed errore senza conseguenze sul paziente, la simulazione si conferma metodica efficace per intervenire sulle abilità non tecniche.

Variabili monitorabili e valutazione nella simulazione

Le variabili monitorate durante le simulazioni sono molteplici ed in particolare dipendono dal tipo di abilità oggetto di indagine/intervento (abilità tecnica o abilità non tecnica).

Dato che le abilità tecniche sono riconducibili ad abilità cinetiche del corpo, le variabili solitamente registrate sono fornite in termini oggettivi, fisici, quantificabili (es. frequenza, profondità, tempo impiegato per svolgere il compito motorio, score i quali sono il risultato di più variabili combinate tra loro che permettono di determinare la qualità esecutiva).

Dato che invece le abilità non tecniche sono quelle non cinetiche del corpo (lavoro di squadra, comunicazione, leadership, consapevolezza della situazione, processo decisionale), esse vengono rilevate tramite strumenti standardizzati validati come: questionari, scale, griglie, check-list [46]. Questi possono essere direttamente somministrati-utilizzati ai/dai tester, docenti e/o discenti che siano, secondo le modalità previste.

Monitorando una variabile è presumibile supporre che sia possibile giungere ad una valutazione. Per questo, la valutazione può essere definita come un processo di raccolta ed analisi delle informazioni per misurare i progressi degli studenti [49]. E' bene ricordare, inoltre, che la valutazione modella l'esperienza degli studenti e influenza il loro comportamento più di qualsiasi altro elemento della loro istruzione. I motivi per cui gli educatori devono valutare sono svariati: in primo luogo per comprendere e giudicare gli studenti, ma anche per garantire standard minimi di sicurezza in uscita (ovvero quando lo studente sarà operativo nel mondo reale).

Durante il percorso di studi il discente è coinvolto in: valutazioni sommative, valutazioni formative ed autovalutazioni.

- La valutazione sommativa rileva la progressione complessiva dello studente in modo sistematico e consente di effettuare confronti tra studenti [50]. Spesso essa incarna tutti gli aspetti sociali negativi della valutazione, sebbene consenta agli studenti di procedere in modo appropriato all'interno del sistema educativo. Tendenzialmente essa incoraggia gli studenti ad accettare passivamente le idee senza necessariamente comprendere la teoria sottostante e i principi fondamentali di base, portando quindi ad un apprendimento non sempre profondo.
- La valutazione formativa è orientata a stimolare il gusto di apprendere sia nel caso dello studente (apprendimento), sia nel caso del professionista già operativo (apprendimento permanente). La valutazione formativa si concentra sull'apprendimento piuttosto che sulla valutazione. Feedback e coinvolgimento degli studenti sono elementi estremamente potenti per stimolare l'apprendimento e vengono utilizzati nella valutazione formativa [51].
- L'autovalutazione è descritta come un processo complementare al feedback, che incoraggia gli studenti a monitorare il proprio apprendimento. Si tratta di una buona pratica di automonitoraggio e autoregolamentazione che aiuta gli studenti ad assumersi la responsabilità del proprio apprendimento; essa inoltre orienta ad una visione di sé di perenne studente (apprendimento permanente).

E' evidente come la scelta del metodo di valutazione sia un processo decisionale globale con molte importanti implicazioni, che vanno oltre la misurazione del successo degli studenti. La valutazione degli studenti è anche legata alla valutazione del programma di simulazione. Essa fornisce dati importanti per determinare l'efficacia del programma didattico, permette di migliorarlo e aiuta a sviluppare nuovi progetti educativi [52]; inoltre motiva l'investimento di risorse in un progetto formativo che contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di apprendimento e permette di ottenere informazioni su come migliorare la formazione futura [48].

Un metodo di valutazione può essere definito funzionale [53] quando soddisfa i seguenti criteri:

- affidabilità (il grado cui la misurazione è accurata e riproducibile, nonostante la variabilità degli esaminatori o del giorno dell'esame);
- validità (la valutazione è "adatta allo scopo", cioè misura realmente ciò che afferma di misurare);
- accettabilità sia da parte dei docenti sia da parte dei discenti;
- impatto in termini di apprendimento e/o sulla pratica futura;
- accettabilità in termini di costi (risorse e tempo).

Quando si parla di valutazione, interessante risulta essere il modello di Kirkpatrick (**Figura 6.**). Esso categorizza i percorsi formativi in funzione dei loro effetti sui discenti:

- una variazione delle percezioni dei discenti ("reazione");
- un cambiamento degli atteggiamenti, un aumento delle conoscenze o l'acquisizione di un'abilità da parte dei discenti ("apprendimento");
- una variazione del comportamento o applicazione dell'apprendimento: è un'indicazione della misura in cui il comportamento sul lavoro è cambiato a seguito della formazione ("comportamento");
- un impatto della formazione sul mondo reale. Nell'ambito sanitario, ciò corrisponde ad effetti diretti sul paziente o a cambiamenti nella pratica organizzativa.



Figura 6. Livelli di apprendimento secondo Kirkpatrick [48]

La maggioranza degli studi ha esaminato l'impatto degli interventi di formazione attraverso la simulazione in termini di "reazione" ed "apprendimento". Pochi studi hanno esaminato-valutato l'effetto di un percorso formativo sul mondo reale in termini di "comportamento" e "risultati". Gli studi futuri potrebbero favorire la crescita della pedagogia della simulazione, aspirando a soppesare il suo effetto proprio in queste ultime due categorie del modello di Kirkpatrick [48].

E' bene tenere in considerazione che tutti i metodi di valutazione presentano punti di forza e difetti intrinseci. L'uso di molteplici osservazioni e di diversi metodi di valutazione nel percorso di formazione dello studente può parzialmente compensare i difetti dei differenti metodi [53,15]. Un metodo di valutazione particolare che si sta affermando nell'educazione sanitaria è l'utilizzo di piattaforme di apprendimento online che permettono di eseguire quiz in diversi modi (es. domande a risposta multipla, vero o falso, domande a risposta aperta, sequenze) abbinando eventualmente stimoli audiovisivi. Un esempio è l'applicazione-piattaforma "Kahoot!" che, se utilizzata in maniera opportuna, risulta essere un ottimo strumento per fornire una valutazione formativa. Questo perché, integrata con l'attività di insegnamento, essa agevola e rende piacevole l'apprendimento [54]. "Kahoot!" viene percepito "come un gioco", grazie all'interfaccia "user-friendly" e al fatto che dopo ogni risposta viene fornito un punteggio, in funzione del tempo impiegato a fornirla e della sua correttezza. "Kahoot!" coinvolge, motiva, offre l'opportunità di ricevere feedback dall'istruttore e permette allo studente di autovalutarsi e riflettere in merito a quanto

affrontato/indagato. I quiz-games come “Kahoot!”, inoltre, forniscono un riscontro agli istruttori in merito alla propria didattica. Il “game-based learning” diventa uno strumento che permette una riflessione condivisa dei processi educativi realizzati (sia per i docenti, sia per i discenti).

L’area della valutazione è estremamente impegnativa, indipendentemente dagli ambiti di studio. In ambito sanitario, le sfide future inerenti la valutazione riguardano la standardizzazione e la presenza di correlazioni con la pratica sicura futura [51].

La standardizzazione permetterà di stare al passo con la globalizzazione del mercato del lavoro (che vede i professionisti spostarsi di paese in paese). Inoltre l’assunzione di metodi di valutazione che siano adeguati predittori delle prestazioni future permetterà di far crescere future generazioni di professionisti, in particolare di medici, maggiormente competenti.

Simulazione e semeiotica in letteratura

In ambito medico, la semeiotica è quella branca il cui oggetto di studio sono i sintomi (soggettivi) e i segni (oggettivi) di malattia, e come entrambi debbano essere integrati per giungere alla diagnosi.

Pertanto, il percorso di formazione in metodologia clinica e semeiotica per gli studenti di medicina dovrebbe renderli in grado di:

- comprendere le basi fisiopatologiche delle malattie e dei principali quadri clinici;
- effettuare anamnesi ed esame obiettivo completi;
- applicare capacità comunicative e relazionali anche riguardo agli aspetti etici e psicologici del rapporto con il paziente.

Attualmente questi argomenti vengono insegnati, nelle diverse facoltà di medicina, nei semestri di studio pre clinico. In alcuni casi, disponibilità permettendo da parte delle università, le conoscenze acquisite vengono testate in un ambiente sicuro, il centro di simulazione. L'occasione di applicare quanto studiato è importante soprattutto perché porta a risultati migliori in termini di accuratezza dell'esame obiettivo e delle abilità cliniche [55].

L'attività didattica in simulazione tendenzialmente è impartita dai docenti universitari, ma sempre più spesso vengono coinvolti come tutor studenti degli anni di studio successivi o medici in formazione specialistica. I vantaggi dell'apprendimento tra "pari" (Peer Assisted Learning, PAL) sono: maggiore accettazione da parte degli studenti; costi inferiori; possibilità di gruppi di apprendimento più piccoli; riduzione dei fattori di stress e ansia per gli studenti. Inoltre gli studenti tutor beneficiano dello studio approfondito dei contenuti [56]. Questo si riflette positivamente sia sulla qualità dell'offerta formativa, sia sulle competenze dello studente-tutor. Per fare in modo che ciò avvenga è fondamentale che sia previsto un corso di formazione per i tutor (formazione dei formatori).

Rendere disponibili attività di simulazione combinate ai corsi di metodologia clinica e semeiotica medica e chirurgica permette allo studente di migliorare le proprie abilità tecniche e di confrontarsi con reperti clinici non sempre facilmente riscontrabili nella successive attività di tirocinio in reparto, in totale sicurezza. Ecco perché la

simulazione può costituire un'esperienza significativa all'interno del percorso formativo.

Esistono svariati simulatori che permettono di allenare le abilità tecniche della semeiotica; alcuni "skill trainer" sono dedicati ad un'abilità specifica, altri più evoluti possono sviluppare più abilità. Le abilità cinetiche del corpo specifiche della semeiotica allenabili con i simulatori sono: Ispezione, Palpazione, Percussione e Auscultazione. Esse costituiscono i quattro momenti fondamentali per svolgere un esame obiettivo accurato, consentono l'individuazione precoce di segni critici e guidano nella selezione di successivi esami più complessi e costosi. In passato, queste abilità erano insegnate al capezzale del paziente [57]. Tuttavia, questa modalità tradizionale presenta alcuni limiti:

- il rapporto studenti-pazienti relativamente ampio;
- la limitata variabilità dei reperti osservabili (difficilmente si incontrano tutti i reperti studiati);
- l'inconveniente di esami fisici ripetuti per i pazienti.

L'ispezione

L'ispezione è un aspetto importante e spesso trascurato dell'esame obiettivo. Il termine medico deriva dal latino *inspectio*, guardare; consiste nell'osservare attentamente il corpo o una parte di esso. Con l'avvento di strumenti tecnologici avanzati nell'imaging radiologico e nei test diagnostici, l'ispezione, il momento iniziale dell'esame fisico, viene spesso trascurata, ricevendo solo un'attenzione superficiale. Osservare è invece un aspetto fondamentale nell'esame cardiaco, addominale, polmonare, prima di richiedere ulteriori test diagnostici [58].

La palpazione

La palpazione è l'applicazione delle dita sulla superficie della pelle o di altri tessuti, utilizzando quantità variabili di pressione, per determinare selettivamente la condizione delle parti sottostanti [59-60] (**Figura 8.**). Nella formazione medica, gli strumenti didattici per la palpazione spaziano da apparecchi tecnici costosi e attentamente progettati a strumenti semplici, creativi ed economici auto-sviluppati. Per acquisire abilità di palpazione strato dopo strato attraverso diversi tipi di tessuti

tra cui pelle, fascia, muscoli, visceri e ossa, è necessario imparare ad applicare diversi livelli di pressione con le dita e le mani. La simulazione permette agli studenti di cimentarsi con la presente tecnica e di identificare aspetti fisiologici e patologici [61].



Figura 8. Palpazione dell'addome

La percussione

La tecnica della percussione è diventata l'emblema delle abilità considerate perdute. Consiste nel percuotere con un movimento ripetitivo delle dita (o diretto o con la interposizione di un dito plessimetro) la superficie corporea per indagare le strutture sottostanti (**Figura 9.**).

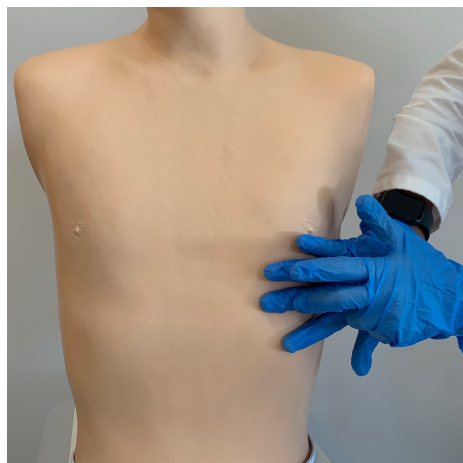


Figura 9. La tecnica della percussione

La percussione viene effettuata nell'esame obiettivo cardiaco, addominale e polmonare; in quest'ultimo ha un'importanza più rilevante. Anche se questa manovra diagnostica viene applicata sempre meno nell'attività clinica, viene ancora insegnata nelle scuole di medicina. Nell'insegnamento della percussione, i docenti dimostrano su se stessi, sugli studenti o su differenti oggetti. Quindi il discente si esercita su una superficie o su un compagno di studi [62]. Al momento non sono diffusi simulatori specifici per l'allenamento della presente abilità, ad eccezione di alcuni skill trainer per l'esame obiettivo addominale.

L'auscultazione

L'auscultazione è ancora oggi un metodo di screening importante ed economicamente vantaggioso per il medico, soprattutto in ambito cardiaco e polmonare; essa, inoltre, è in grado di orientare soprattutto i medici di medicina generale nel proporre ulteriori esami strumentali [63]. Il valore clinico dell'auscultazione come parte dell'esame fisico tradizionale, è stato a volte criticato nella letteratura medica a causa della sua soggettività, dell'imprecisione, dell'elevata variabilità dell'osservatore e dell'incapacità di quantificare i problemi cardiovascolari o polmonari. Nonostante lo stetoscopio sia uno strumento inventato nel 1800, ancora oggi il suo utilizzo, accompagnato da esame fisico ed anamnesi accurati, può guidare interventi immediati e potenzialmente salvavita [64].

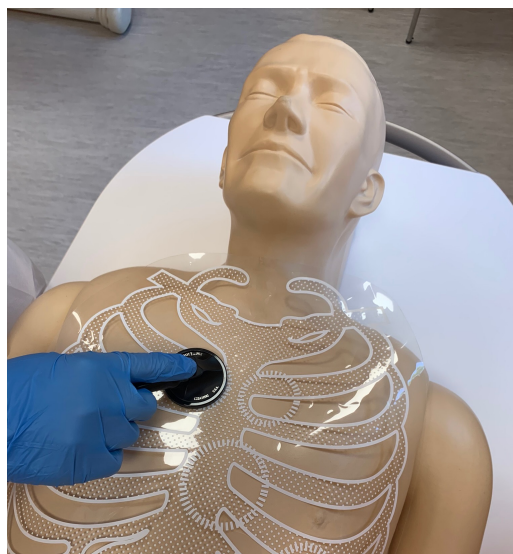


Figura 7. Auscultazione su simulatore

La simulazione medica con “manichini standardizzati” consente agli studenti di assimilare i reperti auscultatori con le relative informazioni cliniche. Oggi, gli educatori possono aumentare il valore di un'esperienza di apprendimento con la tecnologia dei file audio digitali. Inoltre, poiché esiste una notevole variabilità dei suoni del torace tra paziente e paziente, le opportunità di apprendimento possono continuare oltre il centro di simulazione con la supervisione di medici esperti nelle interazioni dal vivo con i pazienti. Una strategia equilibrata, che combini il metodo clinico con le nuove tecnologie digitali per migliorare l'apprendimento, potrebbe essere la procedura più appropriata da seguire [63].

Ipotesi

Determinare se un'attività intensiva di simulazione (9 ore) è in grado di aumentare la competenza autopercepita in alcune abilità cliniche da parte di una coorte di studenti del corso di laurea in medicina e chirurgia.

Introduzione

I metodi educativi utilizzati nelle scuole di medicina si basano principalmente su lezioni frontali, che non includono la possibilità di addestrare e applicare le competenze cliniche di base. L'importanza dei metodi di formazione interattivi, ad esempio la formazione basata sulla simulazione, come metodologia per l'apprendimento, sta crescendo rapidamente nel settore sanitario [65]. La simulazione è una tecnica per sostituire o amplificare esperienze reali con esperienze guidate che evocano o replicano gli aspetti sostanziali del mondo reale in maniera completamente interattiva [65, 66]. Negli ultimi anni sono emersi nuovi metodi per migliorare la formazione degli studenti di medicina, che le università stanno adottando al fine di formare studenti in grado di aumentare la loro sicurezza, curare i pazienti e promuovere la salute della comunità [67]. L'utilizzo di pazienti virtuali, pazienti standardizzati e programmi di simulazione ha agevolato l'adozione di un approccio didattico più attivo e coinvolgente [67]. La formazione basata sulla simulazione consente agli studenti di sperimentare ciò che avviene quando incontrano un vero paziente [68]. Una revisione sistematica di Harder ha dimostrato che l'uso della simulazione, rispetto ad altri metodi educativi, migliora le competenze tecniche e non tecniche degli studenti sanitari [69]. Un altro studio condotto da Pier Luigi Ingrassia in Italia (2015) sull'addestramento con simulazione virtuale e con modello reale su pazienti che frequentano il pronto soccorso ha indicato che l'addestramento con simulazione aumenta l'accuratezza degli studenti nel triage START iniziale. È stato inoltre dimostrato che le capacità e la velocità di azione degli studenti prima e dopo l'applicazione di modelli simulati sono cambiate in modo significativo [70]. Altre revisioni sistematiche hanno valutato l'effetto dell'educazione medica basata sulla simulazione in alcune specialità e sotto-specialità come la radioterapia, l'ecocardiografia [71], la medicina d'urgenza [72], l'educazione al trauma [73] e la semeiotica [12].

Poco si sa su quali fattori metodologici e ambientali facilitino o compromettano il trasferimento dell'apprendimento dalla simulazione ai contesti clinici [74-76]. Una comprensione più profonda di questi aspetti sarebbe utile durante la progettazione di una formazione basata sulla simulazione.

Ci siamo domandati se un tirocinio basato sulla simulazione, che miri a combinare competenze mediche di base e non technical skill, possa aiutare gli studenti del terzo anno di medicina ad aumentare la propria autopercezione e sicurezza nello svolgere abilità cliniche di base.

Lo scopo dello studio è, pertanto, valutare la competenza autopercepita in alcune abilità cliniche da parte di una coorte di studenti di medicina in seguito ad un'attività intensiva in simulazione, individuando le skills in cui si è rilevato un miglioramento soggettivo più marcato.

Metodi

Partecipanti

Il presente studio di coorte è stato condotto in Italia presso il Centro di Simulazione Medica Avanzata SimTo della Scuola di Medicina di Torino. Esso è stato progettato per valutare l'impatto dell'introduzione della simulazione nella formazione degli studenti di medicina. I dati sono stati raccolti durante lo svolgimento di un tirocinio curricolare di metodologia clinica della durata di 9 ore, destinato alle intere coorti degli studenti del terzo e del quarto anno; questi ultimi, infatti, dovevano recuperare l'attività sospesa nel periodo pandemico. Lo studio è stato condotto in conformità con gli standard della Dichiarazione di Helsinki ed è stato approvato dal Comitato di Bioetica dell'Università degli Studi di Torino.

Protocollo sperimentale

E' stata scelta una modalità didattica blended tipo Flipped Learning [77]: prima dell'attività in presenza gli studenti sono stati invitati ad acquisire alcuni video didattici elaborati appositamente per il tirocinio, fruibili tramite la piattaforma di e-learning di Ateneo.

Ogni giorno afferivano al Centro di Simulazione 12 studenti che venivano divisi in 3 gruppi da 4. Al mattino ogni gruppo partecipava a diverse skill stations, ognuna guidata da un “young tutor” neolaureato in Medicina e specificamente formato. Nel dettaglio, dopo la proiezione in plenaria di un video introduttivo di presentazione del tirocinio, veniva condotta in simultanea per i 3 gruppi un’esercitazione sulla raccolta anamnestica rapida con lo schema SAMPLE [78] della durata di 20 minuti. A seguire gli studenti ruotavano a turno su 3 stazioni di 75 minuti ciascuna dedicate ai seguenti argomenti:

1. Esame obiettivo cardiovascolare, auscultazione cardiaca e polmonare;
2. Esame obiettivo addominale, misurazione della pressione arteriosa;
3. Rilevazione dei parametri vitali, interpretazione semplice della striscia ECG, ispezione, palpazione e percussione del torace.

La mattina si concludeva con un momento di game-based learning relativo all'auscultazione cardiaca e polmonare. L’applicativo utilizzato è “Kahoot!” l’intenzione della presente attività è di fornire una valutazione formativa agli studenti e capire le loro performance. Nella presente prova tutti gli studenti in contemporanea si impegnavano nell’ascolto per identificare i quattro suoni cardiaci (normale fisiologico, stenosi aortica, insufficienza mitralica, insufficienza aortica) e quattro suoni polmonari (murmure vescicolare, crepitii grossolani, ronchi, sibili), che sono riprodotti in modo casuale dal simulatore tramite gli altoparlanti esterni per la durata di un minuto (per i suoni cardiaci la traccia prevedeva l’ascolto dei diversi focolai, prima di ascoltare la traccia il focolaio veniva dichiarato).

Al pomeriggio si svolgevano 3 ore di scenari di simulazione, sempre in gruppi di 4 studenti, sotto la guida questa volta di “senior tutor”, medici specialisti o specializzandi che partecipavano volontariamente all’attività. In tali scenari venivano riprodotte alcune frequenti sindromi cliniche cardiovascolari (scompenso cardiaco, infarto miocardico, shock, dissecazione aortica), respiratorie (versamento pleurico, BPCO riacutizzata, embolia polmonare, polmonite) e addominali (appendicite acuta, subocclusione intestinale, colica renale, coma epatico-epatosplenomegalia). La giornata si concludeva con un momento di condivisione sull’esperienza.

Sono stati invitati a partecipare allo studio tutti gli studenti coinvolti nel tirocinio. Per il reclutamento doveva essere fornito un consenso informato, che poteva comunque essere negato senza alcuna ripercussione sull'attività didattica. Infatti il dissenso alla raccolta dei dati non pregiudicava in alcun modo la partecipazione al tirocinio o la valutazione dello stesso, come chiaramente spiegato nell'informativa. Le percezioni dei candidati relative alle proprie competenze sono state valutate tramite questionari online somministrati poco prima e poco dopo il tirocinio (pre e post), costituiti da 17 domande standard con incipit "Quanto ti ritieni competente..." a cui poteva essere attribuito un punteggio su scala Likert da 0 (per niente) a 10 (molto) [79]. Le 17 competenze indagate sono specificate nella tabelle sottostanti, insieme alle caratteristiche anagrafiche del campione.

Tabella 1. Le 17 domande per indagare le per le percezioni degli studenti

1	Quanto ti ritieni competente nella raccolta anamnestica?
2	Quanto ti ritieni competente nella rilevazione dei parametri vitali?
3	Quanto ti ritieni competente nella misurazione della PAO?
4	Quanto ti ritieni competente nell'esame obiettivo cardiaco?
5	Quanto ti ritieni competente nell'auscultazione cardiaca?
6	Quanto ti ritieni competente nel riconoscere un soffio cardiaco?
7	Quanto ti ritieni competente nell'esame obiettivo polmonare?
8	Quanto ti ritieni competente nell'auscultazione polmonare?
9	Quanto ti ritieni competente nel riconoscere i crepitii?
10	Quanto ti ritieni competente nel riconoscere i ronchi?
11	Quanto ti ritieni competente nell'esame obiettivo dell'addome?
12	Quanto ti ritieni competente nella divisione in quadranti dell'addome?
13	Quanto ti ritieni competente nell'eseguire la manovra di Murphy?
14	Quanto ti ritieni competente nell'eseguire la manovra di Blumberg?
15	Quanto ti ritieni competente nel riconoscere l'ascite?
16	Quanto ti ritieni competente nel comunicare con il paziente?
17	Quanto ti ritieni competente nel lavorare in team?

In totale, hanno partecipato allo studio 391 studenti. Il gruppo era composto da 253 studentesse (64,7%) e 138 studenti maschi (35,3%), con un'età media di 23,64 anni. Sul totale, il 58,3% degli studenti aveva superato l'esame di Metodologia Clinica, mentre la restante percentuale aveva solo frequentato il relativo corso. 235 studenti erano iscritti al terzo anno di corso (60,1%), 156 studenti (39,9%) al quarto.

Tabella 2 Caratteristiche dei partecipanti

	Frequenze (%) / Media (DS)
Numero dei partecipanti	391
Età, media (SD),	23.64 (1.69)
<i>Genere</i>	
Femminile	253 (64,7%)
Maschile	138 (35,3%)
<i>Medical school year</i>	
Terzo	234 (59,8%)
Quarto	157 (40,2%)
<i>Stato dell'esame di Metodologia Clinica</i>	
Corso completato	163 (41,7%)
Esame superato	228 (58,3%)

Strumenti

Per il presente studio, sono stati utilizzati:

- Nella stazione esame obiettivo cardiovascolare, auscultazione cardiaca e polmonare sono stati utilizzati un "Kyoto-Kagaku MW 2810 cardiology patient simulator K plus training system ver2" ed un "Gaumard, Susie S1001-simulatore avanzato per scienze infermieristiche";
- Nella stazione esame obiettivo addominale, misurazione della pressione arteriosa un "Limbs & things, abdominal examination trainer No.6001" ed un "Gaumard, S300.100 simulatore ACLS adulto Code Blue";

- Nella stazione rilevazione dei parametri vitali (interpretazione semplice della striscia ECG, ispezione, palpazione e percussione del torace) un “Gaumard, HAL S3201” simulatore avanzato adulto”.

Analisi statistica

Tutti i dati sono stati analizzati utilizzando SPSS, versione 28.0.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Un valore $p < 0,05$ è stato considerato statisticamente significativo. Per presentare i dati demografici dei partecipanti sono state utilizzate statistiche descrittive (media e deviazione standard DS). I risultati pre e post sono stati confrontati utilizzando il test dei ranghi con segno di Wilcoxon.

Risultati

“Kahoot!” - Auscultazione

Di seguito sono riportati i dati relativi al game-based learning incentrato sulla auscultazione cardiaca e polmonare svolto al termine della mattinata, utilizzando l'applicativo “Kahoot!” (dati raccolti: identificazione del suono e tempo di riconoscimento dello stesso).

Riconoscimento Stenosi aortica			Riconoscimento Tono fisiologico		
Suono cardiaco	Frequenze	Percentuale	Suono cardiaco	Frequenze	Percentuale
Tono Normale	10	2,6	Tono Normale	238	60,9
Terzo tono	7	1,8	Terzo tono	20	5,1
Stenosi aortica	299	76,5	Stenosi aortica	5	1,3
Insufficienza mitralica	29	7,4	Insufficienza mitralica	21	5,4
Stenosi mitralica	8	2	Stenosi mitralica	48	12,3
Insufficienza aortica	13	3,3	Insufficienza aortica	24	6,1
Non ha risposto	6	1,5	Non ha risposto	16	4,1
Assente	19	4,9	Assente	19	4,9
Totale	391	100	Totale	391	100

Riconoscimento Insufficienza aortica			Riconoscimento Insufficienza mitralica		
Suono cardiaco	Frequenze	Percentuale	Suono cardiaco	Frequenze	Percentuale
Tono Normale	44	11,3	Tono Normale	23	5,9
Terzo tono	30	7,7	Terzo tono	16	4,1
Stenosi aortica	46	11,8	Stenosi aortica	11	2,8
Stenosi mitralica	80	20,5	Insufficienza mitralica	306	78,3
Insufficienza aortica	148	37,9	Non ha risposto	16	4,1
Non ha risposto	24	6,1	Assente	19	4,9
Assente	19	4,9	Totale	391	100
Totale	391	100			

L'insufficienza aortica è stato il suono cardiaco che risulta essere più difficile da riconoscere per il gruppo campione (37,9%) seguito da tono fisiologico, stenosi aortica ed insufficienza mitralica (rispettivamente 60,9%, 76,5%, 78,3%).

Riconoscimento Murmure vescicolare			Riconoscimento Rantoli		
Suono polmonare	Frequenze	Percentuale	Suono polmonare	Frequenze	Percentuale
Murmure vescicolari	266	68,0	Sfregamenti pleurici	5	1,3
Sfregamenti pleurici	1	0,3	Rantoli	279	71,5
Soffio bronchiale	82	21,0	Ronchi	81	20,8
Rantoli	12	3,1	Sibili	6	1,5
Ronchi	8	2,0	Assenza	19	4,9
Sibili	1	0,3	Totale	390	100,0
Non ha risposto	2	0,5	Persi	1	0,2
Assenza	19	4,9		391	
Totale	391	100,0			
Riconoscimento Sfregamenti pleurici			Riconoscimento Sibili		
Suono polmonare	Frequenze	Percentuale	Suono polmonare	Frequenze	Percentuale
Murmure vescicolari	34	8,7	Murmure vescicolari	2	0,5
Sfregamenti pleurici	165	42,2	Sfregamenti pleurici	17	4,3
Soffio bronchiale	65	16,6	Soffio bronchiale	5	1,3
Rantoli	70	17,9	Ronchi	31	7,9
Ronchi	18	4,6	Sibili	317	81,1
Sibili	19	4,9	Assenza	19	4,9
Non ha risposto	1	0,3	Totale	391	100,0
Assenza	19	4,9			
Totale	391	100,0			

Gli sfregamenti pleurici, sono stati il suono polmonare che risulta essere più difficile da riconoscere per il gruppo campione (42,2%) seguito da murmure vescicolare, rantoli e sibili (rispettivamente 68%, 71,5%, 81,1%).

Competenza autopercepita

Un Wilcoxon Signed-Ranks Test ha rilevato che la percezione delle abilità ha un aumento significativo tra i risultati pre e post in tutte le abilità cliniche indagate (**Tabella 3.**) In particolare, riconoscere un soffio cardiaco (mediana [IQR], 2 [2] vs 7 [2]), $p = <.001$, auscultazione cardiaca 2 [3] vs 7 [2], $p = <.001$, riconoscere crepitii 2 [3] vs 7 [2], $p = <.001$, esame obiettivo addominale 3 [3] vs 8 [1], $p = <.001$ e riconoscere sibili 2 [3] vs 7 [2], $p = <.001$.

Tabella 3 Wilcoxon Signed-Ranks Test

Abilità	Mediana (IQR) pre	Mediana (IQR) post	Z	p
Riconoscere un soffio cardiaco	2(2)	7(2)	-14.243	<.001
Auscultazione cardiaca	2(3)	7(2)	-14.217	<.001
Riconoscere i crepitii	2(3)	7(2)	-14.165	<.001
Esame obiettivo addominale	3(3)	8(1)	-14.135	<.001
Riconoscere i rochi	2(3)	7(2)	-14.133	<.001
Esame obiettivo cardiaco	3(3)	7(2)	-14.114	<.001
Manovra di Murphy	4(3)	8(2)	-14.111	<.001
Esame obiettivo polmonare	3(3)	8(1)	-14.070	<.001
Auscultazione polmonare	3(3)	7(2)	-14.063	<.001
Manovra di Blumberg	4(4)	9(1)	-14.047	<.001
Rilevazione parametri vitali	4(3)	8(2)	-14.031	<.001
Riconoscere l'ascite	4(3)	8(2)	-13.788	<.001
Raccolta anamnestica	5(3)	8(2)	-13.736	<.001
Misurazione della PAO	5(3)	8(2)	-13.732	<.001
Divisione in quadranti dell'addome	6(3,5)	9(2)	-12.968	<.001
Comunicare con il paziente	6(3)	8(2)	-12.028	<.001
Lavorare in team	7(2)	8(2)	-11.765	<.001

Punteggio autovalutazione pre-post

In merito alle autovalutazioni, sono state rilevate alcune lieve differenze statisticamente significative tra gli studenti iscritti al terzo (234 studenti) o al quarto anno di studi (157) per le per due abilità: raccolta anamnestica, riconoscimento del soffio cardiaco (**Tabella 4.**). Per le altre abilità non sono state rilevate differenze statisticamente significative.

Tabella 4 Differenze statisticamente significative per abilità ed anno di corso

Abilità	Anno medicina	Mediana	Dev. Std.	p
Raccolta anamnestica	3° Anno	8,02	1,262	<.05
	4° Anno	7,67	1,321	
Riconoscere un soffio cardiaco	3° Anno	7,16	1,457	<.05
	4° Anno	6,75	1,500	

In merito alle autovalutazioni, sono state rilevate alcune lieve differenze statisticamente significative tra gli studenti che avevano completato il corso di metodologia clinica (163) e coloro che avevano superato l'esame di metodologia clinica (238) per due abilità: divisione dell'addome in quadranti, riconoscimento dell'ascite (**Tabella 5.**). Per le altre abilità non sono state rilevate differenze statisticamente significative.

Tabella 5 Differenze statisticamente significative per abilità e stato dell'esame

Abilità	Stato esame	Mediana	Dev. Std.	Errore medio Dev. Std.	p
Divisione dell'addome in quadranti	Corso completato	8,39	1,552	0,158	<.05
	Esame superato	8,80	1,334	0,101	
Riconoscimento dell'ascite	Corso completato	7,37	1,673	0,170	<.01
	Esame superato	7,97	1,338	0,101	

Si rileva la presenza di una correlazione significativa al livello 0.05 (2 code) tra la competenza autoriferita nella auscultazione cardiaca post tirocinio) ed il numero di riconoscimenti dei suoni cardiaci del “Kahoot!” (Tabella 6.). Diversamente non si rilevano correlazioni significative tra le competenze relative all’auscultazione con i risultati del “Kahoot!”.

Tabella 6 Correlazioni tra autovalutazioni e dati relativi al “Kahoot!”

	Totale corrette Polmonare	Totale corrette Cardiaco	Media tempo di riconoscimento Polmonare	Media tempo di riconoscimento Cardiaco
Totale corrette Polmonare	--			
Totale corrette Cardiaco	,381**	--		
Media tempo di riconoscimento Polmonare	0,180	0,051	--	
Media tempo di riconoscimento Cardiaco	-0,035	. ^b	-0,240	--
Auscultazione polmonare (pre)	0,014	-0,064	0,043	0,077
Auscultazione polmonare (post)	0,060	,126*	0,052	-0,055
Auscultazione cardiaca (pre)	0,021	-0,012	0,073	0,071
Auscultazione cardiaca (post)	0,026	,145*	0,177	-0,095

** . Correlazione significativa al livello 0.01 (2-code).

* . Correlazione significativa al livello 0.05 (2-code).

b. Non può essere calcolato perché almeno una delle variabili è costante.

Discussione

Il presente studio dimostra come un intervento intensivo con video didattici preliminari e attività in simulazione sia in grado di aumentare la competenza auto percepita degli studenti di medicina nello svolgere svariate abilità cliniche di base. Si è registrato un miglioramento significativo in tutte le abilità esercitate ($p < 0.001$; **Grafico 1.**).

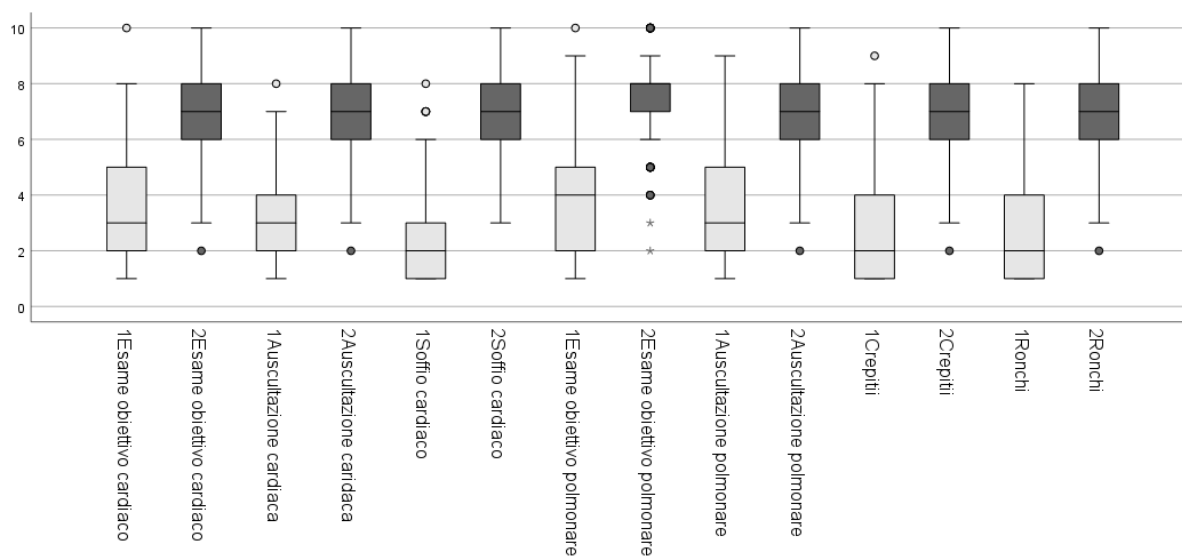


Grafico 1. Rappresentazione grafica delle competenze auto percepite dagli studenti prima e dopo l'attività di simulazione

Tale miglioramento, risultato di un intervento relativamente breve (2 ore di video didattici, 9 ore di simulazione), può essere ricondotto a due aspetti: il costrutto dell'apprendimento ed il processo a spirale che lo caratterizza.

Infatti, se l'apprendimento è inteso come il processo attraverso cui si crea conoscenza con la trasformazione dell'esperienza e viceversa [17], l'attività di simulazione proposta, mediante aspetti senso percettivi ed associativi propri della situazione pratico-operativa, ha agevolato il consolidamento delle informazioni nella memoria.

Per contro è bene tenere in considerazione come quanto conosciuto si trovi in una sorta di continua spirale di rivisitazione. Man mano che si apprende, ci si rende conto della presenza di ulteriori livelli di complessità sempre più profondi, e questo è un continuum [28].

Per garantire maggiore affidabilità a quanto rilevato in termini di variabile soggettiva (autovalutazione della competenza), è opportuno affiancare una variabile oggettiva quantificabile [80, 81]. Nel presente studio, per alcune abilità, auscultazione cardiaca e polmonare, questo è stato possibile grazie al “Kahoot!”. Il Game Based-Learning relativo all'auscultazione cardiaca e polmonare ha permesso di raccogliere dati relativi al riconoscimento dei suoni ed al tempo impiegato per riconoscerli.

Il fatto che si sia rilevata la presenza di una correlazione significativa al livello 0.05 (2 code) tra la competenza autoriferita nella auscultazione cardiaca post tirocinio ed il numero di riconoscimenti dei suoni cardiaci del “Kahoot!”, è cosa ragionevole. E' presumibile supporre che coloro che si sentano competenti in una determinata abilità, effettivamente lo siano. Nel presente studio tale concordanza si è rilevata per l'auscultazione cardiaca, ma non per l'auscultazione polmonare. Il monitoraggio di una variabile oggettiva quantificabile attraverso il Game Based-Learning, è condizione ricercata nel presente studio, in quanto pone il tester in una situazione di eustress. Lo studente esercita la propria abilità con il focus attentivo orientato al compito da svolgere (anziché pensare alla valutazione come in sede di esami universitari). Si impegna nell'applicare le proprie competenze per svolgere un compito e riceve un feedback, che gli permette di verificare il proprio apprendimento. Un altro aspetto che probabilmente ha inciso sul presente studio è stata l'adozione dell'autovalutazione. E' da tenere in considerazione che la pratica della autovalutazione, per la presente coorte di studenti, fosse probabilmente cosa nuova. Pertanto, è presumibile supporre, che un utilizzo costante del presente strumento nel percorso universitario porterebbe a risultati diversi.

In conclusione, l'intervento intensivo con video didattici e simulazione proposto, ha prodotto una reazione [82], un miglioramento, un cambiamento in termini di competenza auto-segnalata dagli studenti per tutte le abilità indagate. Inoltre, i risultati del Game Based-Learning svolto, hanno rilevato la presenza di una debole correlazione tra la “competenza autoriferita nella auscultazione cardiaca post tirocinio” ed il numero di riconoscimenti dei suoni cardiaci del “Kahoot!”. E' possibile ipotizzare che, grazie ai due strumenti utilizzati, autovalutazione e “Kahoot!”, sia stato rilevato l'apprendimento della presente abilità [48] sia in termini soggettivi, sia in termini oggettivi.

E' presumibile supporre che un utilizzo di riscontri oggettivi (prestazioni quantificabili) abbinato a quelli soggettivi (autovalutazione) nei percorsi formativi potrebbe essere una modalità efficace per verificare l'apprendimento. Ciò permetterebbe di selezionare confrontare diversi metodi di insegnamento, al fine di trovare il miglior approccio educativo [81].

Conclusioni

Questo studio mirava a valutare l'effetto di uno stage intensivo in simulazione, della durata di circa 9 ore, sulla percezione di competenza in svariate abilità cliniche degli studenti del terzo anno del corso di laurea in Medicina e Chirurgia. E' stato dimostrato un aumento significativo della percezione di competenza in tutte le abilità indagate. Tuttavia la mancanza di uno strumento in grado di fornire risultati oggettivi, per tutte le abilità indagate, rappresenta un limite dello studio, così come l'assenza di un gruppo di controllo. In prospettiva, andranno confrontati i risultati con un gruppo di controllo con formazione tradizionale, non in simulazione, e andranno reperiti strumenti accurati per verificare la capacità dello studente di ripetere le abilità apprese in un ambiente ospedaliero reale.

Bibliografia

1. Flanagan, B., Nestel, D., & Joseph, M. (2004). Making patient safety the focus: crisis resource management in the undergraduate curriculum. *Medical education*, 38(1), 57.
2. Aebersold M. (2016). The History of Simulation and Its Impact on the Future. *AACN advanced critical care*, 27(1), 56–61. <https://doi.org/10.4037/aacnacc201643>
3. Helmreich RL, Merritt AC, Wilhelm JA. The evolution of crew resource management training in commercial aviation. *Int J Aviat Psychol*. 1999;9(1):19-32.
4. Helmreich RL, Merritt AC, Wilhelm JA. The evolution of crew resource management training in commercial aviation. *Int J Aviat Psychol*. 1999;9(1):19-32.
5. Stato Maggiore della Difesa (2007) Glossario dei termini e delle definizioni (SMD-G-024), p. 186
6. Weir W. (2012) “Mrs. Chase” is a Medical Marvel. Hartford Courant website. http://articles.courant.com/2012-03-29/health/hc-mrs-chase-hartford-hospital-0328-20120327_1_doll-nursing-student-mannequins.
7. Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE, Sowb YA (2001) Simulation-based training in anesthesia crisis resource management (ACRM): a decade of experience. *Simul Gaming.*;32(2):175-193
8. Sculli GL, Fore AM, West P, Neily J, Mills PD, Paull DE (2013). Nursing crew resource management: a follow-up report from the Veterans Health Administration. *J Nurs Adm*. 43(3):122-12
9. Aebersold M. (2016). The History of Simulation and Its Impact on the Future. *AACN advanced critical care*, 27(1), 56–61. <https://doi.org/10.4037/aacnacc201643>
10. King HB, Battles J, Baker DP, et al. TeamSTEPPSTM: team strategies and tools to enhance performance and patient safety. In: Henriksen K, Battles JB, Keyes MA, eds. *Advances in Patient Safety: New Directions and Alternative Performances*. Volume 3: Performance and Tools. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; 2008.

11. Augustynowicz, A., Opolski, J., & Waszkiewicz, M. (2022). Health Security: Definition Problems. *International journal of environmental research and public health*, 19(16), 10009. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610009>
12. Bernardi, S., Giudici, F., Leone, M. F., Zuolo, G., Furlotti, S., Carretta, R., & Fabris, B. (2019). A prospective study on the efficacy of patient simulation in heart and lung auscultation. *BMC medical education*, 19(1), 275. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1708-6>
13. Ewy, G. A., Felner, J. M., Juul, D., Mayer, J. W., Sajid, A. W., & Waugh, R. A. (1987). Test of a cardiology patient simulator with students in fourth-year electives. *Journal of medical education*, 62(9), 738–743. <https://doi.org/10.1097/00001888-198709000-00005>
14. Issenberg, S. B., McGaghie, W. C., Hart, I. R., Mayer, J. W., Felner, J. M., Petrusa, E. R., Waugh, R. A., Brown, D. D., Safford, R. R., Gessner, I. H., Gordon, D. L., & Ewy, G. A. (1999). Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA*, 282(9), 861–866. <https://doi.org/10.1001/jama.282.9.861>
15. Wass, V., Van der Vleuten, C., Shatzer, J., & Jones, R. (2001). Assessment of clinical competence. *Lancet (London, England)*, 357(9260), 945–949. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04221-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04221-5)
16. Ziv, A., Wolpe, P. R., Small, S. D., & Glick, S. (2003). Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges*, 78(8), 783–788. <https://doi.org/10.1097/00001888-200308000-00006>
17. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as a source of learning and development*. Prentice Hall, NJ: Englewood Cliffs.
18. Robinson D. L. (2006). In pursuit of knowledge. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 62(3), 394–410.
19. Makino, H., Hwang, E. J., Hedrick, N. G., & Komiyama, T. (2016). Circuit Mechanisms of Sensorimotor Learning. *Neuron*, 92(4), 705–721. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.10.029>
20. Gold, J. I., & Watanabe, T. (2010). Perceptual learning. *Current biology : CB*, 20(2), R46–R48. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.10.06>

21. Masters K. (2013). Edgar Dale's Pyramid of Learning in medical education: a literature review. *Medical teacher*, 35(11), e1584–e1593.
22. King A. (1993). Sage on the Stage to Guide on the Side. *College Teaching*, Vol. 41, No. 1 , pp. 30-35 Published by: Taylor & Francis, Ltd.
23. Tracy Wilson Smith & Susan A. Colby (2007) Teaching for Deep Learning, *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 80:5, 205-210, DOI: 10.3200/TCHS.80.5.205-210
24. Hattie, J. A. C. (1998) Evaluating the Paideia program in Guilford County schools: First year report: 1997–1998. Greensboro: Center for Educational Research and Evaluation, University of North Carolina, Greensboro.
25. Hattie (2002) What are the attributes of excellent teachers? In *Teachers make a difference: What is the research evidence?*, ed. Bev Webber, 1–17. Wellington: New Zealand Council for Educational Research.
26. Biggs, J., and K. F. Collis. (1982) *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. New York: Academic.
27. Keith A. Roberts (2011) Source: *Michigan Sociological Review*, Vol. 25 , pp. 1-18 Published by: Michigan Sociological Association
28. Masters, K., & Gibbs, T. (2007). The spiral curriculum: implications for online learning. *BMC medical education*, 7, 52.
29. Savarimuthu, A., & Ponniah, R. J. (2023). Receive, Retain and Retrieve: Psychological and Neurobiological Perspectives on Memory Retrieval. *Integrative psychological & behavioral science*, 10.1007/s12124-023-09752-5. Advance online publication.
30. Nelson, T. O. (1985). Ebbinghaus's contribution to the measurement of retention: Savings during relearning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11(3), 472–9.
31. Savarimuthu, A., & Ponniah, R. J. (2023). Receive, Retain and Retrieve: Psychological and Neurobiological Perspectives on Memory Retrieval. *Integrative psychological & behavioral science*, 10.1007/s12124-023-09752-5. Advance online publication.
32. Terrett L, Cardinal P, Landriault A, Cheng A, Clarke M. (2012) Simulation scenario development worksheet (Simulation Educator Training: course material). Ottawa: Royal College of Physicians and Surgeons of Canada

33. Cook DA, Brydges R, Zendejas B, Hamstra SJ, Hatala R. (2013) Technology-enhanced simulation to assess health professionals: a systematic review of validity evidence, research methods, and reporting quality. *J Assoc Am Med Coll.*88:872–83.
34. Rudolph JW, Simon R, Raemer DB. (2007) Which reality matters? Questions on the path to high engagement in healthcare simulation. *Simul Healthc.*2:161–3.
35. Norman G, Dore K, Grierson L. (2012) The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Med Educ*46:636–47.
36. Cheng A, Donoghue A, Gilfoyle E, Eppich W. (2012) Simulationbased crisis resource management training for pediatric critical care medicine: a review for instructors. *Pediatr Crit Care Med.*13:197–203.
37. Huffman, J., McNeil, G., Bismilla, Z., Lai, A. (2016). Essentials of Scenario Building for Simulation- Based Education. In: Grant, V., Cheng, A. (eds) *Comprehensive Healthcare Simulation: Pediatrics*. Comprehensive Healthcare Simulation. Springer, Cham.
38. Yule, S., Flin, R., Paterson-Brown, S., Maran, N., & Rowley, D. (2006). Development of a rating system for surgeons' non-technical skills. *Medical education*, 40(11), 1098–1104.
39. Fletcher, G. C., McGeorge, P., Flin, R. H., Glavin, R. J., & Maran, N. J. (2002). The role of non-technical skills in anaesthesia: a review of current literature. *British journal of anaesthesia*, 88(3), 418–429.
40. Rosendal, A. A., Sloth, S. B., Rölfing, J. D., Bie, M., & Jensen, R. D. (2023). Technical, Non-Technical, or Both? A Scoping Review of Skills in Simulation-Based Surgical Training. *Journal of surgical education*, 80(5), 731–749.
41. Dempsey, A. M. K., Lone, M., Nolan, Y. M., & Hunt, E. (2023). Universal design for learning in anatomy education of healthcare students: A scoping review. *Anatomical sciences education*, 16(1), 10–26.
42. Lake, F. R., & Ryan, G. (2004). Teaching on the run tips 3: planning a teaching episode. *The Medical journal of Australia*, 180(12), 643–644
43. Giacomino, K., Caliesch, R., & Sattelmayer, K. M. (2020). The effectiveness of the Peyton's 4-step teaching approach on skill acquisition of procedures in

- health professions education: A systematic review and meta-analysis with integrated meta-regression. *PeerJ*, 8, e10129.
44. Krautter, M., Dittrich, R., Safi, A., Krautter, J., Maatouk, I., Moeltner, A., Herzog, W., & Nikendei, C. (2015). Peyton's four-step approach: differential effects of single instructional steps on procedural and memory performance - a clarification study. *Advances in medical education and practice*, 6, 399–406.
 45. Wulf, G., & Lewthwaite, R. (2016). Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning. *Psychonomic bulletin & review*, 23(5), 1382–1414.
 46. Gordon, M., Darbyshire, D., & Baker, P. (2012). Non-technical skills training to enhance patient safety: a systematic review. *Medical education*, 46(11), 1042–1054.
 47. Dyre, L., Grierson, L., Rasmussen, K. M. B., Ringsted, C., & Tolsgaard, M. G. (2022). The concept of errors in medical education: a scoping review. *Advances in health sciences education : theory and practice*, 27(3), 761–792.
 48. Johnston, S., Coyer, F. M., & Nash, R. (2018). Kirkpatrick's Evaluation of Simulation and Debriefing in Health Care Education: A Systematic Review. *The Journal of nursing education*, 57(7), 393–398.
 49. Bloxham, S., & Boyd, P. (2007). *Developing Effective Assessment In Higher Education: A Practical Guide: A Practical Guide*. McGraw-Hill International
 50. Taras, M. (2005). Assessment—summative and formative—some theoretical reflections. *British Journal of Educational Studies*, 53(4), 466-478.
 51. [O'Shaughnessy SM, Pauline J. (2015) Summative and Formative Assessment in Medicine: The Experience of an Anaesthesia Trainee. *Internl J High Educ*.4(2):198–206. doi: 10.5430/ijhe.v4n2p198.
 52. (2008). Assessment methods in medical education. *International journal of health sciences*, 2(2), 3–7
 53. Epstein, R. M., & Hundert, E. M. (2002). Defining and assessing professional competence. *JAMA*, 287(2), 226–235.
 54. Ismail, M. A., Ahmad, A., Mohammad, J. A., Fakri, N. M. R. M., Nor, M. Z. M., & Pa, M. N. M. (2019). Using Kahoot! as a formative assessment tool in medical education: a phenomenological study. *BMC medical education*, 19(1), 230.

55. Świerszcz, J., Stalmach-Przygoda, A., Kuźma, M., Jabłoński, K., Cegielnny, T., Skrzypek, A., Wieczorek-Surdacka, E., Kruszelnicka, O., Chmura, K., Chyrchel, B., Surdacki, A., & Nowakowski, M. (2017). How does preclinical laboratory training impact physical examination skills during the first clinical year? A retrospective analysis of routinely collected objective structured clinical examination scores among the first two matriculating classes of a reformed curriculum in one Polish medical school. *BMJ open*, 7(8), e017748.
56. Möltner, A., Lehmann, M., Wachter, C., Kurczyk, S., Schwill, S., & Loukanova, S. (2020). Formative assessment of practical skills with peer-assessors: quality features of an OSCE in general medicine at the Heidelberg Medical Faculty. *GMS journal for medical education*, 37(4), Doc42.
57. Peters, M., & Ten Cate, O. (2014). Bedside teaching in medical education: a literature review. *Perspectives on medical education*, 3(2), 76–88.
58. Rastogi, V., Singh, D., Tekiner, H., Ye, F., Mazza, J. J., & Yale, S. H. (2019). Abdominal Physical Signs of Inspection and Medical Eponyms. *Clinical medicine & research*, 17(3-4), 115–126.
59. Kamp, R., Möltner, A., & Harendza, S. (2019). "Princess and the pea" - an assessment tool for palpation skills in postgraduate education. *BMC medical education*, 19(1), 177;
60. Walker HK, Hall WD, Hurst JW (1990) Editors. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3rd edition. Boston: Butterworths.
61. Zhang, Y., Phillips, R., Ward, J., & Pisharody, S. (2009). A survey of simulators for palpation training. *Studies in health technology and informatics*, 142, 444–446
62. Harris A. (2016). Listening-touch, Affect and the Crafting of Medical Bodies through Percussion. *Body & society*, 22(1), 31–61.
63. Montinari, M. R., & Minelli, S. (2019). The first 200 years of cardiac auscultation and future perspectives. *Journal of multidisciplinary healthcare*, 12, 183–189.
64. Ward, J. J., & Wattier, B. A. (2011). Technology for enhancing chest auscultation in clinical simulation. *Respiratory care*, 56(6), 834–845.
65. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. (2005) Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*.27:10–28.

66. McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Petrusa, E. R., & Scalese, R. J. (2010). A critical review of simulation-based medical education research: 2003–2009. *Medical education*, 44(1), 50-63
67. Kuhn, S., Frankenhauser, S., & Tolks, D. (2018). Digital learning and teaching in medical education: Already there or still at the beginning?. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*, 61, 201-209.
68. Karabacak, U., Unver, V., Ugur, E., Kocatepe, V., Ocaktan, N., Ates, E., & Uslu, Y. (2019). Examining the effect of simulation based learning on self-efficacy and performance of first-year nursing students. *Nurse Education in Practice*, 36, 139-143
69. Harder, B. N. (2010). Use of simulation in teaching and learning in health sciences: A systematic review. *Journal of Nursing Education*, 49(1), 23-28
70. Ingrassia, P. L., Ragazzoni, L., Carengo, L., Colombo, D., Gallardo, A. R., & Della Corte, F. (2015). Virtual reality and live simulation: a comparison between two simulation tools for assessing mass casualty triage skills. *European Journal of Emergency Medicine*, 22(2), 121-127
71. Rambarat, C. A., Merritt, J. M., Norton, H. F., Black, E., & Winchester, D. E. (2018). Using Simulation to Teach Echocardiography: A Systematic Review. *Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 13(6), 413–419.
72. Chakravarthy, B., Ter Haar, E., Bhat, S. S., McCoy, C. E., Denmark, T. K., & Lotfipour, S. (2011). Simulation in medical school education: review for emergency medicine. *The western journal of emergency medicine*, 12(4), 461–466.
73. Larraga-García, B., Quintana-Díaz, M., & Gutiérrez, Á. (2022). Simulation-Based Education in Trauma Management: A Scoping Review. *International journal of environmental research and public health*, 19(20), 13546.
74. Walsh, C., Lydon, S., Byrne, D., Madden, C., Fox, S., & O'Connor, P. (2018). The 100 Most Cited Articles on Healthcare Simulation: A Bibliometric Review. *Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 13(3), 211–220. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000293>
75. Cook, D. A., Hamstra, S. J., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., Erwin, P. J., & Hatala, R. (2013). Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: systematic review and meta-analysis. *Medical teacher*, 35(1), e867–e898. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.714886>
76. Graham, A. C., & McAleer, S. (2018). An overview of realist evaluation for simulation-based education. *Advances in simulation* (London, England), 3, 13. <https://doi.org/10.1186/s41077-018-0073-6>

77. González-Gómez, D., Jeong, J. S., Airado Rodríguez, D., & Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: an initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 450-459.
78. Jayaprakash, N., Ali, R., Kashyap, R., Bennett, C., Kogan, A., & Gajic, O. (2016). The incorporation of focused history in checklist for early recognition and treatment of acute illness and injury. *BMC emergency medicine*, 16(1), 35.
79. Pezel, T., Dreyfus, J., Mouhat, B., Thébaut, C., Audureau, E., Bernard, A., ... & Meilhac, A. (2023). Effectiveness of simulation-based training on transesophageal echocardiography learning: the SIMULATOR randomized clinical trial. *JAMA cardiology*, 8(3), 248-256.
80. Epstein R. M. (2007). Assessment in medical education. *The New England journal of medicine*, 356(4), 387–396.
81. Höhne, E., Recker, F., Dietrich, C. F., & Schäfer, V. S. (2022). Assessment Methods in Medical Ultrasound Education. *Frontiers in medicine*, 9, 871957.
82. Kirkpatrick D. (1967) *Evaluation of training*. New York: McGraw Hill;