Form@re
Open Journal per la formazione in rete

articoli

Un simulatore per la valutazione e la formazione delle competenze professionali degli operatori nelle sale sterili

Maria Denami[a], Pascal Marquet[b]

[a] *WhiteQuest & LISEC-EA 2310, Strasbourg, France, maria.denami@whitequest.fr*
[b] *LISEC-EA 2310, Strasbourg, France, pascal.marquet@unistra.fr*

Abstract

In questo articolo presentiamo il processo di ideazione di un simulatore destinato alla formazione e alla valutazione delle competenze degli operatori che lavorano nelle aziende farmaceutiche. I manager delle industrie in questione lamentano un'inefficacia dei metodi disponibili per la valutazione delle conoscenze procedurali dei loro collaboratori. L'intento è spiegare quali sono state le tappe per l'ideazione. La costruzione di questo dispositivo si basa sulla teoria del conflitto strumentale che rende conto e permette di risolvere le situazioni dell'insuccesso dell'apprendimento attraverso le tecnologie informatiche.

Parole chiave: simulazione; analisi delle competenze; conflitto strumentale; analisi dell'attività; ICT.

Abstract

In this article we present the conceptualisation of a simulator for the training and evaluation of operators working in the pharmaceutical industry. The management of these industries complains about the inefficiency of available methods concerning the evaluation of collaborators' procedural skills. Herein, we describe which phases were involved in the development of this simulator, the conception of which was based on instrumental conflict theory (consider, first, and solve, second) to analyse the inefficiency about learning via digital technologies.

Keywords: simulation; competences analysis; instrumental conflict; activity analysis; ICT.

(cc) BY-NC-ND

1. Introduzione

Questa ricerca, iscritta nel quadro di un progetto di collaborazione tra il LISEC (http://www.lisec-recherche.eu/) e la società WhiteQuest (http://www.whitequest.fr/), è finalizzata all'ideazione di un dispositivo di simulazione (LabQuest) per la valutazione delle competenze e per la formazione degli operatori che lavorano nelle industrie farmaceutiche. Lo scopo è progettare un software capace di fare un esame diagnostico delle competenze acquisite dai lavoratori di queste aziende ma anche sviluppare queste stesse competenze per una prospettiva di carriera. Il quadro di riferimento teorico alla base della progettazione di questo dispositivo è quello del conflitto strumentale. Questa teoria mira a comprendere e spiegare – ed eventualmente risolvere – le difficoltà d'acquisizione delle conoscenze nelle situazioni di insegnamento/apprendimento che richiedono la mobilitazione di strumenti informatici.

2. Quadro teorico

La creazione del simulatore è motivata dalla necessità di disporre di uno strumento di misura delle competenze del personale rapido e sensibile che permetta di i) rispondere a un obbligo regolamentare di formazione che prevede una valutazione delle competenze del personale una o due volte all'anno, ii) rendere efficaci e ottimizzare le assunzioni, iii) formare il personale alle situazioni di emergenza. L'uso di un dispositivo di simulazione per queste finalità è ideale alle caratteristiche dell'ambiente di lavoro e ai prodotti realizzati nelle camere sterili. La camera sterile (detta anche Zona ad Atmosfera Controllata – ZAC – o *clean room*) è un ambiente condizionato da un dispositivo d'aria finalizzato ad evitare l'intrusione delle particelle. I parametri come la temperatura, l'umidità e la pressione sono controllati e mantenuti a livelli costanti. Per accedere alla ZAC, il personale deve osservare scrupolosamente le norme d'igiene, di vestizione e di comportamento. Queste camere sterili sono presenti nelle fabbriche che producono prodotti sensibili come le industrie farmaceutiche, le industrie nucleari, le industrie di dispositivi medici, etc.

2.1. La teoria del conflitto strumentale

- L'evoluzione dei contenuti d'insegnamento.

I contenuti d'insegnamento attualmente disponibili, sebbene siano il risultato di una scelta disciplinare, hanno subito (e tuttora subiscono) un processo co-evolutivo con gli strumenti e i media necessari all'apprendimento stesso. Per esempio la tipografia, intesa come tecnologia per la diffusione di massa attraverso i libri, ha inevitabilmente influenzato la scelta degli obiettivi d'insegnamento praticamente dall'epoca della sua invenzione. Allo stesso modo, oggi, la presenza di "nuove" tecnologie informatiche impone dei diversi limiti che esigono una ridefinizione dei contenuti d'insegnamento (Marquet, 2011).

Nonostante le prime previsioni sull'impatto delle ICT sull'apprendimento sostenessero che il maggiore beneficio dell'impiego di tecnologie educative fosse sostanzialmente economico (Clark, 1994), in realtà studi più recenti mostrano come l'uso delle tecnologie

informatiche abbia un impatto sulle modalità di acquisizione delle informazioni, sull'interattività e la motivazione degli allievi (Balanskat, 2006).

- Il concetto di genesi strumentale.

Rabardel (1995), nel quadro delle teorie dell'attività, sviluppa un approccio particolare del processo di acquisizione degli artefatti materiali (gli oggetti). Per l'autore, gli oggetti materiali fabbricati dall'uomo (gli utensili) e gli oggetti simbolici costruiti (le conoscenze) sono degli artefatti provenienti da una società e una cultura. Tutti questi artefatti, senza esclusione, presentano la peculiarità di poter diventare degli strumenti nel momento in cui un soggetto li utilizza per uno scopo ben definito. Un utensile o una conoscenza vengono strumentalizzati nell'istante in cui un individuo gli attribuisce una funzione ben precisa; diversamente, gli stessi sono strumentati nel momento in cui l'individuo adatta le conoscenze di cui già dispone per integrare questo oggetto-conoscenza nella propria esperienza. Strumentalizzazione e strumentazione sono due processi che si operano di maniera simultanea, non intenzionale e insieme costituiscono la genesi strumentale. Questo processo di acquisizione degli artefatti può essere declinato, con le stesse caratteristiche, nelle situazioni di insegnamento e formazione.

- La genesi strumentale applicata all'apprendimento.

Marquet (2011) e Duval (1995) chiamano rispettivamente "oggetto didattico" e "noesi" il contenuto d'insegnamento e, "oggetto pedagogico" e "semiosi" il discorso che permette di accedere al contenuto dell'oggetto didattico. Il contenuto dell'insegnamento è intrinsecamente influenzato dal modo in cui è presentato; per esempio, nel caso della moltiplicazione in aritmetica, le differenti rappresentazioni (scrittura per addizione, calcolo progressivo, scrittura in linea, scrittura in tabella) simbolizzano, di fatto, i diversi approcci utilizzati per spiegare uno stesso contenuto didattico (INRP ERMEL, 2001). Per integrare una nuova conoscenza, l'allievo deve appropriarsi al contempo della dimensione pedagogica (deve comprendere cosa l'insegnante gli sta spiegando) e della dimensione didattica (l'oggetto proprio dell'apprendimento).

L'introduzione d'un artefatto tecnico, cosi come potrebbe esserlo un software, aggiunge al processo di insegnamento/apprendimento un terzo livello di acquisizione: l'individuo, infatti, deve imparare ad utilizzare il software per potersene servire. Le informazioni devono essere presentate in modo da facilitarne la fruizione da parte del discente e ridurre al minimo il carico cognitivo (Sweller, 1988) mobilizzato per capire l'obiettivo pedagogico e imparare a servirsi dell'interfaccia (entrambe attività che stimolano la memoria di lavoro): in effetti, l'esigenza di gestire una pluralità di informazioni di diversa importanza e provenienza (anche sensoriale), durante una attività cognitiva, provoca un sovraccarico della memoria di lavoro che rende l'apprendimento inefficace e talvolta contro-produttivo. Oltre ad evitare l'insorgere di questo fenomeno descritto, l'ingegnere pedagogico ha il compito di pensare l'armonizzazione ottimale dell'artefatto didattico e pedagogico per poi integrarli all'interno del supporto informatico. Egli deve, per esempio, tener conto degli elementi che facilitano l'apprendimento mediatico come la disposizione nello spazio degli oggetti, la consequenzialità temporale e spaziale, la stimolazione sensoriale, la capacità narrativa (Mayer & Moreno, 2003). Per fare un esempio, diversi metodi di apprendimento delle lingue si mostrano essere la versione "scannerizzata" del manuale tradizionale non aggiungendo alcun valore alla "nuova" tecnologia impiegata. Non è infatti possibile che il binomio oggetto didattico e pedagogico vengano integrati con lo stesso successo in un e-learning così come venivano integrati in una situazione "classica" d'insegnamento. Possiamo infatti osservare numerose incompatibilità tra gli

oggetti didattici e pedagogici che sono associati all'oggetto tecnico (Artigue, 2002). Queste incompatibilità rilevano un conflitto: il conflitto strumentale. Per evitare questo conflitto, è indispensabile procedere a una trasposizione didattica dell'ambiente d'apprendimento e dell'oggetto di apprendimento (Balacheff, 1994; Chevallard, 1986).

2.2. L'analisi del lavoro per la scelta dei contenuti pedagogici

La realizzazione di qualsiasi dispositivo di apprendimento necessita dell'analisi degli oggetti didattici, pedagogici e tecnici, che l'ideatore intende integrare, al fine di renderli compatibili l'un l'altro secondo l'approccio della teoria che abbiamo preso in considerazione. Nel caso di LabQuest, abbiamo realizzato un'analisi dell'attività del personale sul sito di produzione (reale) con lo scopo di compilare un inventario dei gesti finalizzati allo svolgimento dell'attività di produzione, per poterli trasformare, in un secondo tempo, in contenuti di apprendimento da integrare al software. Le procedure prese in considerazione consistono in una serie di gesti professionali che richiedono la finalizzazione di azioni fisiche puramente procedurali (per esempio vestirsi, disinfettarsi le mani). Trattandosi di gesti che possono essere osservati e riprodotti, abbiamo realizzato una "Hierarchical Task Analysis" (Shepherd, 2001): questo metodo consiste nella suddivisione dell'attività in unità comportamentali semplici (le azioni). Ciascuna procedura può essere suddivisa in un numero finito di azioni che è stato necessario identificare, prestando attenzione alla differenza tra la procedura normativa (quella prescritta dal personale dirigente e dai manuali dei GMP), e le azioni realmente realizzate (tenendo conto delle difficoltà reali, delle strategie personali e degli adattamenti individuali) al fine d'integrare i diversi punti di vista dell'attività professionale considerata in modo da naturalizzarla nell'attività quotidiana.

- Gesti professionali, competenze, performance.

Lo scopo della didattica professionale è analizzare il lavoro del personale di produzione in vista della formazione alle competenze professionali previste per il ruolo rivestito (Samurçay & Pastré, 2004). L'obiettivo è comprendere i gesti messi in azione durante l'attività professionale per poter concepire le modalità di formazione finalizzate all'apprendimento dei contenuti didattici.

Il gesto professionale è definito come la capacità di mobilizzare delle risorse d'azione per adattarsi a una situazione data, al fine di rispondere a un bisogno specifico durante l'attività di lavoro (Jean, 2008). Per situare il gesto professionale nell'azione dobbiamo fare appello al concetto di competenza. Secondo Le Boterf (1999), la competenza è misurabile nell'azione attraverso i risultati ottenuti (e osservabili) nell'ambiente: in particolare, il risultato di questa misura è la performance. La differenza tra competenza e performance è che la prima può essere definita come la conoscenza "potenziale" propria di un individuo mentre la seconda fa riferimento al comportamento manifesto e situato del soggetto nel suo ambiente. Famose (1993) descrive la performance come l'insieme delle azioni finalizzate all'esecuzione d'un gesto professionale o di una procedura. Ogni gesto può essere scomposto in micro-azioni attraverso dei criteri che possono essere misurati. La performance, per essere misurata, deve essere definita da indicatori e obiettivi che devono essere raggiunti grazie alla compilazione di griglie di valutazione focalizzate sull'esecuzione dell'azione. Il concetto di azione ha qui sostituito quello di "indicatori di performance": in effetti per finalizzare dei gesti professionali che prevedono la manipolazione di prodotti e/o di situazioni delicate, non è sufficiente eseguire un procedura approssimativamente; al contrario, tutti i passaggi per la finalizzazione di questa devono poter essere misurati. Parlare di "indicatori" sembra

essere più adatto quando, il compimento di una procedura può condurre a diversi risultati a seconda della finezza con la quale le procedure sono state eseguite. Gli indicatori di performance possono essere gerarchizzati secondo l'importanza che occupano nella procedura finalizzata al raggiungimento degli obiettivi di lavoro: introduciamo qui un fattore di criticità rappresentato da un coefficiente che descrive l'importanza di un'azione rispetto alle altre.

2.3. Simulazione e videogame

La simulazione è un metodo di apprendimento che ha come caratteristica principale quella di riprodurre gli aspetti specifici della vita reale. Essa viene utilizzata da sempre, per esempio, nella risoluzione di problemi algebrici sin dalle classi elementari, fino ad arrivare alla formazione di infermieri o di medici. Negli ultimi decenni, le tecnologie informatiche hanno permesso di realizzare degli universi virtuali in cui lo scenario simulato può essere influenzato dalle azioni della persona che lo utilizza, grazie ad un hardware, un software e un'interfaccia informatica. Landriscina (2009) definisce la simulazione come "una rappresentazione interattiva della realtà basata sulla costruzione di un modello o di un sistema nel quale si voglia capire una determinata situazione" (p. 2).

Alcuni sistemi di simulazione possono essere paragonati, a prima vista, con quelli dei videogame. Pertanto è possibile definire una netta distinzione tra questi: se la simulazione presenta delle affinità architetturali con il mondo reale, il videogame si costruisce delle regole ad hoc che vengono applicate al sistema interno. A questo proposito sempre Landriscina (2009) spiega come, probabilmente, il malinteso tra questi due concetti risalga al videogame "SimCity" e alla sua definizione come "simulation game".

I vantaggi di un simulatore, rispetto alla riproduzione dell'azione nella vita reale, sono molteplici: i) permette di affrancarsi dai problemi legati allo spazio-tempo, ii) permette di praticare le procedure senza minare la sicurezza personale e/o di terzi e/o ambientale (si pensi, per esempio ai simulatori per i piloti d'aerei), iii) permette, in alcuni casi, di stimolare il processo di apprendimento (grazie alla proposta di una situazione-problema che deve essere risolta e la manipolazione cognitiva di concetti al suo interno), iv) supporta il processo di *decision making* attraverso la possibilità di analizzare il ruolo delle variabili coinvolte e i diversi scenari possibili (Landriscina, 2009).

3. Problematica e ipotesi

Noi sosteniamo l'idea che l'inefficacia delle valutazioni e delle formazioni attualmente disponibili nel settore dell'industria farmaceutica provengano da un conflitto strumentale. È possibile inferire che i supporti d'apprendimento (CD-ROM che contengono PowerPoint e video commentati) e i sistemi di valutazione (risposta a scelta multipla orientati alla valutazione della conoscenza delle norme ISO di riferimento) non siano adatti ai contenuti pedagogici che ci si propone di insegnare. In effetti, abbiamo effettuato un'analisi approfondita dei supporti attualmente disponibili tra le istituzioni che si occupano di questo tipo di formazioni e valutazioni di competenze: questi supporti si focalizzano sulla verifica delle conoscenze del personale relativamente alle norme sottostanti al processo di produzione (conoscenze micro-biologiche o chimiche o manageriali) senza approfondirne gli aspetti legati al comportamento individuale o alla conoscenza delle procedure. Questi temi, infatti, sono trattati solo più tardi, quando

l'operatore è condotto negli spogliatoi o addirittura nella camera sterile accompagnato da un formatore (e quando, di conseguenza, molto tempo e denaro sono stati spesi per la formazione di queste persone). L'apprendimento attraverso l'azione sembra essere il metodo più adatto per le persone che lavorano in zona asettica poiché questo permette la pratica e la ripetizione degli stessi gesti. Ciononostante, l'apprendista non può direttamente accedere al terreno di produzione nella camera sterile, a contatto con sostanze sensibili, a causa dei rischi per la propria salute, per l'ambiente e per le ripercussioni economiche sull'azienda in caso di incidente. Per questa ragione, la costruzione di un simulatore 3D per la misurazione delle competenze e la formazione alle pratiche lavorative è un compromesso interessante.

Di seguito formuliamo le nostre ipotesi.

- Come ipotesi preliminare, sosteniamo che la progettazione del simulatore sia stata eseguita integrando coerentemente gli obiettivi d'adattamento degli artefatti didattici, pedagogici e tecnici secondo i criteri indicati dalla teoria del conflitto strumentale. Questa coerenza è osservabile attraverso la metodologia utilizzata per la costruzione del simulatore stesso.
- La progettazione di uno strumento di misura delle competenze sotto forma di simulatore, diretta dalle scelte e dalla declinazione ottimale dei tre tipi d'artefatti considerati (didattico, pedagogico, tecnico), non soltanto non presenta alcun conflitto strumentale ma addirittura aggiunge un valore pedagogico al dispositivo che non è equiparabile ai metodi tradizionali di valutazione e formazione fino ad ora disponibili del settore della produzione farmaceutica (PowerPoint, video commentati, test a risposta multipla focalizzati sull'apprendimento e la valutazione delle conoscenze delle norme ISO e di nozioni micro-biologiche, chimiche e manageriali).

4. La progettazione del simulatore

Alla luce della teoria del conflitto strumentale, definiamo di seguito le componenti che sono alla base della progettazione del dispositivo di simulazione di sale sterili:

- artefatti didattici: l'insieme delle regole e delle norme sottostanti alle procedure eseguite per lo svolgimento del lavoro nella zona asettica.
- artefatti pedagogici: il modo in cui gli artefatti didattici sono presentati (in questo caso consiste nello scenario di simulazione).
- artefatti tecnici: l'insieme dei dispositivi e delle tecniche che costituiscono il software di simulazione.

4.1. Le fasi di progettazione

La progettazione del simulatore si è svolta in quattro fasi:

1. L'identificazione degli indicatori per la misura delle competenze.

L'identificazione dei contenuti fondamentali che fanno l'oggetto dell'apprendimento è stata possibile grazie ad una Task Analysis finalizzata al raccoglimento di informazioni relative alle procedure che devono essere messe in atto durante una giornata di produzione:

- le interviste al personale dirigente di tre industrie farmaceutiche diverse per grandezza e per prodotti fabbricati, con lo scopo di esplicitare la rappresentazione del lavoro e le aspettative delle posizioni gerarchiche più alte;
- l'analisi dei manuali delle Buone Pratiche di Fabbricazione con lo scopo di estrarne le norme e le regole fondamentali;
- le interviste al personale di produzione di tre industrie farmaceutiche diverse per grandezza e per prodotti fabbricati con lo scopo di esplicitare le rappresentazioni del lavoro e le aspettative delle persone operanti in camere sterili.

Nei primi due punti si parla di analisi dell'attività normativa, ovvero si descrivono i compiti per come dovrebbero svolti idealmente, a prescindere dal contesto d'uso. Nel terzo caso di tratta di un'analisi dell'attività descrittiva, ovvero si descrivono i compiti così come sono svolti nel contesto reale d'uso.

L'analisi di queste informazioni ci ha permesso di compilare una lista di indicatori (più di 200) che descrivono nel dettaglio le procedure più frequentate e comuni alle aziende prese in considerazione.

2. La scelta e l'adattamento degli indicatori alla simulazione.

Basandosi sul concetto di conflitto strumentale, la scelta degli indicatori è stata condotta allo scopo di adattare il contenuto pedagogico (artefatto didattico) al software di simulazione (artefatto tecnico).

Solamente i contenuti di apprendimento che hanno mostrato un adattamento pertinente alla simulazione sono stati selezionati. Per esempio, il gesto professionale "procedura di vestizione" include numerosi indicatori che descrivono il modo in cui la persona deve vestirsi affinché possa entrare in zona di produzione. Questo gesto presenta due tipologie di informazioni: da una parte la descrizione cronologica della procedura da seguire, dall'altra la competenza di eseguire il gesto in modo esatto (per esempio in caso di manipolazioni complesse).

Per queste ragioni, abbiamo deciso di sviluppare due fasi di gioco differenti: la prima che consente di valutare la conoscenza della procedura, la seconda per verificare la qualità di acquisizione della finezza del gesto.

3. Ideazione dello scenario.

L'ideazione dello scenario è stata determinata dalle necessità di

- riprodurre lo svolgimento di una giornata-tipo di produzione, definendo le tappe fondamentali e comuni a tutte le aziende;
- integrare le regole, le norme e i gesti comuni all'insieme delle aziende-campione;
- riprodurre un ambiente-tipo che abbia le caratteristiche architettoniche comuni alle aziende-campione;
- integrare le pratiche lavorative comuni alle aziende-campione.

4. L'algoritmo di calcolo dello score.

Ad ogni indicatore di performance è stato attribuito un fattore di criticità: questo coefficiente permette di costruire una gerarchia in ordine di importanza. La somma dei fattori di criticità di tutti gli indicatori dà come risultato lo score massimo raggiungibile con il 100% delle risposte corrette. Per ottenere uno score reale, bisogna sottrarre allo score virtuale (100%) gli errori commessi dall'utilizzatore.

Altri fattori influenzano il risultato finale: i) il tempo impiegato alla finalizzazione della simulazione, ii) il numero delle esitazioni (per esempio prendere e riporre un oggetto; quantità di messe in pausa) e iii) l'evoluzione delle performance (l'utilizzatore ha la possibilità di rifare una o più tappe di gioco del simulatore).

4.2. L'architettura dei contenuti pedagogici

L'architettura pedagogica del simulatore si basa su

- l'indicatore di performance (150) è una descrizione precisa dell'azione. L'insieme delle azioni descrive una procedura (per esempio, togliere le scarpe, riporre le scarpe dell'armadietto, disinfettarsi le mani con la soluzione idroalcolica, indossare il sottabito, etc.);
- il gesto professionale (10) è l'insieme delle azioni, dei movimenti, delle posture e delle operazioni (fisiche e mentali), articolate e coordinate, che hanno come obiettivo la realizzazione di una procedura. Questo gesto è descritto dall'insieme degli indicatori di performance che lo compongono.

4.3. La gestione dell'interfaccia uomo-macchina

L'interfaccia uomo-macchina permette di effettuare un insieme di operazioni e di interagire con gli oggetti, i personaggi e, in generale, con l'ambiente di simulazione.

Le modalità d'interazione con gli oggetti nella simulazione sono state realizzate sulla base dei criteri d'intuitività, di semplicità e d'ergonomia, con lo scopo di ridurre al minimo le difficoltà di manipolazione del dispositivo:

- lo spostamento dell'avatar è possibile utilizzando le frecce direzionali presenti sulla tastiera del computer;
- l'orientazione dello sguardo è dato dallo spostamento del cursore del mouse a destra, sinistra, in alto o in basso dello schermo;
- la presa in mano di un oggetto è possibile cliccando direttamente sullo stesso. L'oggetto selezionato appare in una zona circolare in sovraimpressione in basso dello schermo che rappresenta le mani virtuali dell'utilizzatore;
- lo spostamento di un oggetto è possibile grazie ad un *drag and drop* dell'oggetto verso la zona di destinazione;
- la visualizzazione di un menu contestuale permette all'utilizzatore di scegliere l'azione desiderata nel caso specifico di oggetti che presentino più di una possibilità d'interazione.

5. Prime osservazioni e risultati

Con la versione *beta* del software, abbiamo potuto effettuare una prima serie di osservazioni per

- misurare l'utilizzabilità del simulatore, ovvero la percezione dell'utilizzatore vis-à-vis del dispositivo durante la simulazione;
- misurare le possibilità reali d'utilizzazione del simulatore;
- confermare la pertinenza pedagogica dell'integrazione dei contenuti d'insegnamento nel dispositivo.

5.1. I beta-test: metodologia dell'osservazione

Le osservazioni hanno avuto luogo in due tempi:

1. *Beta-test* 1. Nel luglio-agosto 2014, abbiamo effettuato i primi test con un gruppo di sei persone che non hanno mai avuto esperienze di lavoro nelle aziende farmaceutiche. Lo scopo di questa osservazione era di testare l'utilizzabilità del prodotto. Cinque persone su sei avevano l'abitudine di utilizzare le tecnologie informatiche. Tre persone si sono dichiarate giocatori di videogames.
2. *Beta-test* 2. Nel settembre 2014, abbiamo effettuato dei test con un gruppo di sei persone provenienti da diverse aziende farmaceutiche. Lo scopo dell'osservazione era di comprendere quali fossero le loro percezioni dell'ambiente virtuale tenendo conto della loro pratica quotidiana di lavoro. Cinque persone su sei dichiarano di avere l'abitudine di utilizzare le tecnologie informatiche. Una persona sola dichiara di essere un giocatore di videogames.

Durante i *beta-test* 1 e 2 abbiamo investigato l'utilizzabilità del software osservando

- la manipolazione degli oggetti nella stanza dedicata all'apprendimento delle modalità d'interazione;
- la manipolazione dell'avatar;
- la pertinenza delle icone e la segnaletica presente negli spazi dell'azienda;
- l'attivazione e l'utilizzo dei menu contestuali per gli oggetti a interazione multipla.

Durante il *beta-test* 2, abbiamo scelto di testare l'adattamento di alcuni contenuti pedagogici che ci hanno posto delle difficoltà durante la fase d'integrazione.

In effetti, alcune procedure come la manipolazione del pass-box che permette di trasferire gli oggetti da una stanza all'altra, la disinfezione, il passaggio della panca che viene utilizzato durante una tappa fondamentale della vestizione, e la procedura di utilizzo della piastra di coltura di Petri sono procedure comuni a tutte le aziende ma che vengono realizzate con delle varianti (per esempio, a seconda dell'azienda, i gambali devono essere infilati prima o dopo la tuta integrale). Per questa ragione, abbiamo voluto progettare un'interfaccia e dei metodi di interazione con l'universo 3D che possano realizzare le diverse combinazioni d'azione affinché l'operatore di ogni azienda possa riprodurre la propria procedura (per esempio, è possibile appoggiare i gambali e la tenuta sulla panca e manipolarli a più riprese e in piena libertà, di conseguenza, i gambali possono essere infilati prima o dopo la tuta integrale).

5.2. Le interviste con gli operatori e il personale dirigente

Siamo riusciti a misurare l'interesse che il personale dirigente volge nell'utilizzo di questo simulatore grazie alle interviste realizzate in seguito alla presentazione del simulatore. I formatori, ancor più che gli operatori, vedono nel dispositivo l'opportunità di mettere in azione nuove strategie di formazione più pertinenti per l'acquisizione delle competenze procedurali sottostanti l'apprendimento del gesto professionale. In più, vedono realizzarsi la possibilità di formare il personale alla risoluzione di problemi o di incidenti più o meno gravi. In seguito a queste interviste, abbiamo potuto fare un inventario delle diverse e numerose possibilità di utilizzo del simulatore nel quadro di una formazione in questo settore. Illustreremo queste possibilità nel paragrafo "Discussione delle ipotesi e prospettive di evoluzione".

5.3. Primi risultati

I risultati dei *beta-test* 1 ci hanno permesso di segnalare e di risolvere un consistente numero di problemi legati all'ergonomia del dispositivo. Questi problemi erano legati principalmente allo spostamento dell'avatar nell'ambiente 3D (per esempio, gli utilizzatori hanno manifestato l'esigenza di distinguere l'orientamento dello sguardo dallo spostamento fisico del personaggio), alla comprensione del principio di "avere un oggetto in mano" (prima di questa modifica la persona poteva visualizzare l'oggetto che teneva in mano visualizzandolo nell'angolo a destra in basso dello schermo e in numerosi casi questo risultava poco chiaro) e, infine, al funzionamento dell'icona dell'avatar.

La funzione *drag and drop* degli oggetti, la semplice selezione dell'oggetto, i menu contestuali, così come l'orientamento nello spazio, non hanno creato particolari difficoltà alle persone che avevano l'abitudine di utilizzare gli strumenti informatici (cinque su sei). Ciononostante le persone che hanno l'abitudine di giocare ai videogame (tre su sei) hanno manifestato un sentimento di frustrazione legato allo spostamento dell'avatar. La fase di gioco di osservazione, in cui gli utilizzatori devono segnalare con un clic gli eventuali errori presentati della scena animata (alla terza persona), non ha rivelato alcun problema di comprensione delle modalità d'interazione.

I risultati dei *beta-test 2* ci hanno permesso di osservare l'uso reale che gli operatori di zona asettica fanno del dispositivo. Infatti, gli utilizzatori comunicano i loro pensieri simultaneamente alla loro attività nell'ambiente virtuale. Questi commenti ci hanno permesso di verificare – e in qualche caso di riconsiderare – la pertinenza delle scelte di adattamento dei contenuti che abbiamo integrato nel dispositivo.

Grazie alle modifiche del tutorial e dei metodi di interazione uomo-macchina, effettuate in seguito ai risultati al *beta-test* 1, siamo riusciti a costruire un prodotto che, una volta eseguite l'insieme delle istruzioni, permette di avere un controllo sufficiente del simulatore. Ciononostante, abbiamo registrato dei risultati inattesi: le differenze che si possono riscontrare in termini di procedure tra l'ambiente reale e l'ambiente virtuale creano nell'utilizzatore delle incertezze quando si tratta di prendere una decisione. In effetti, l'utilizzatore, davanti alla situazione leggermente modificata rispetto a quella di cui ha l'abitudine, mostra delle difficoltà nella presa di decisioni. Egli si deve forzare ad astrarre la sua esperienza e i suoi automatismi, dovuti alla ripetitività dei gesti quotidiani, e ridefinire il significato dei gesti compiuti sulla base delle norme sottostanti a queste procedure. Durante la risoluzione di queste situazioni-problema, gli utilizzatori si sono sentiti spontaneamente spinti a verbalizzare i ragionamenti che hanno dovuto percorrere per effettuare le scelte. I debriefing che abbiamo avuto con gli operatori e i responsabili di formazione, a questo proposito, hanno confermato che questa difficoltà di prendere decisioni era rivelatrice della scarsa comprensione, da parte di queste persone, delle norme implicite che regolano la loro attività lavorativa quotidiana. Spesso, infatti, essi non colgono a pieno i principi che sono alla base delle procedure e agiscono seguendo degli automatismi appresi nel tempo. Le conseguenze, in questi casi, potrebbero essere problematiche o addirittura pericolose nelle vita reale. Secondo questa testimonianza, il simulatore avrebbe permesso loro di affrontare la problematica del "perché" mettere in atto queste specifiche procedure interessandosi, quindi, dell'aspetto più cognitivo legato alla comprensione delle norme sottoscritte ai protocolli. Il fenomeno definito "Naturalistic Decision Making" (Klein, 2008), diffuso nel settore aeronautico, nautico, nucleare, etc., sebbene si dimostri efficace per la presa di decisione rapida della persona messa davanti a una situazione-problema, spesso porta con sé il pericolo del fenomeno

"pilota automatico" e la diminuzione dell'attenzione durante l'esecuzione della procedura.

6. Verifica delle ipotesi e prospettive di evoluzione

La prima ipotesi, ossia "la progettazione del simulatore risponde agli obiettivi d'adattamento degli artefatti didattici, pedagogici e tecnici secondo i criteri indicati dalla teoria del conflitto strumentale", è verificata dalla metodologia stessa di realizzazione del dispositivo. In primo luogo abbiamo selezionato e classificato gli indicatori a seconda che rilevassero una procedura (esecuzione cronologica di un gesto), una modalità di esecuzione (descrizione di un gesto fine), o una conoscenza teorica (metodo di compilazione di un dossier), e successivamente abbiamo creato tre fasi di simulazione per le tre tipologie di contenuto:

- la fase di simulazione in prima persona permette di prendere il controllo dell'avatar e simulare le procedure in termini di esecuzione cronologica e spaziale. Questa fase, pertanto, non permette di misurare la conoscenza dei gesti nel dettaglio (per esempio, la procedura della disinfezione delle mani non permette di controllare che il gesto sia stato perfettamente eseguito);
- la fase d'osservazione permette di prendere coscienza del proprio mestiere attraverso un video d'animazione che ripropone lo svolgimento di una giornata-tipo e della risoluzione di un incidente frequente. Questa scena obbliga l'utilizzatore a fare attenzione ai gesti eseguiti nell'animazione e, in caso di esecuzione erronea, di segnalarli con un clic (per esempio, un auto-contatto non autorizzato);
- la fase di documentazione permette all'utilizzatore di applicare le conoscenze relative alla compilazione del dossier di fabbricazione indispensabile per la delibera del lotto (per esempio, gli errori di correzione).

La seconda ipotesi, ossia "la progettazione di uno strumento di misura delle competenze sotto forma di simulatore, […] non soltanto non presenta alcun conflitto strumentale, ma addirittura aggiunge un valore pedagogico al dispositivo che non è equiparabile ai metodi tradizionali di valutazione", è stata verificata dalle numerose interviste che abbiamo effettuato con gli operatori e formatori. Essi sono d'accordo nel dire che la strategia di simulazione permette loro di costruire delle formazioni in binomio (operatore-formatore) o in gruppo (formatore-operatori) che consentono di affrontare e simulare delle situazioni non riproducibili altrimenti nelle situazioni di formazione "tradizionale".

Grazie ai primi risultati abbiamo potuto mettere a punto delle strategie di utilizzazione del simulatore come supporto all'apprendimento collaborativo, sostenuto dal processo di verbalizzazione e di confronto delle pratiche lavorative di ciascuno. I formatori stessi vedono la possibilità di utilizzare il simulatore in binomio (formatore-operatore) o in gruppo (formatore-operatori). Il simulatore può essere utilizzato dall'operatore in scoperta libera – "Guided Discovery Learning" (Leutner, 1993) – per familiarizzare con gli ambienti di produzione e per avvicinarsi alle problematiche lavorative. Secondo questa tecnica di formazione, l'istruttore pone una serie di domande o affermazioni che guidano il discente nell'esplorazione dell'ambiente virtuale e quindi nell'apprendimento auto-somministrato delle informazioni contenute.

Allo stesso modo, il simulatore svolge una funzione di valutazione che permette di diagnosticare i punti forti e i punti deboli di ogni utilizzatore, dando la possibilità a lui e al formatore di focalizzarsi sugli aspetti più sensibili o urgenti.

Il simulatore dà la possibilità al formatore di presentare delle situazioni problema che devono essere risolte. Il processo di problem solving può derivare da una discussione collettiva e/o dalla verbalizzazione delle esperienze di ciascuno.

7. Conclusioni

A questo stadio di avanzamento del progetto, possiamo affermare che la realizzazione del software gode appieno del profitto della teoria del conflitto strumentale. Le prossime tappe saranno dedicate alle osservazioni dell'uso fatto dagli utilizzatori. Lo scopo sarà confermare se questo dispositivo offre un vero e proprio vantaggio rispetto a una formazione tradizionale o una che, in ogni caso, sia già utilizzata in questo settore di produzione farmaceutica.

Altre problematiche si sono aperte in seguito ai primi risultati ottenuti con gli Usability Tests. Un'analisi più approfondita del processo di Decision Making e del ruolo della verbalizzazione si impone nei dispositivi di simulazione.

Bibliografia

Artigue, M. (2002). Quelques leçons des ingénieries didactiques. In D. Guin & L. Trouche (eds.), *Calculatrices symboliques: transformer un outil en un instrument du travail mathématique: un problème didactique* (pp. 277-349). Grenoble: La Pensée Sauvage.

Balacheff, N. (1994). La transposition informatique, un nouveau problème pour la didactique. In M. Artigue, R. Gras, C. Laborde, P. Tavignot & N. Balacheff, *Vingt ans de didactique des mathématiques en France* , 15-17 luglio. Grenoble: La Pensée Sauvage (pp. 364-370).

Balanskat, M. (2006). *The impact of information and communication technologies on student learning and attainment*. Coventry: DfES.

Chevallard, Y. (1986). La Transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné. *Revue Française de Pédagogie*, *76*(1), 89–91. http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rfp_0556-7807_1986_num_76_1_2401_t1_0089_0000_1 (ver. 01.09.2015).

Clark, R.E. (1994). Media will never influence learning. *Educational Technology Research and Development, 42*(2), 21–29.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Bern: Peter Lang.

Famose, J.-P. (ed.) (1993). *Cognition et performance*. Paris: INSEP publications.

INRP ERMEL. Institut National de Recherche Pédagogique - Equipe de Recherche Mathématique à l'école ELémentaire (2001). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes*. Paris: Hatier.

Jean, A. (2008). Peut-on évaluer des compétences au travers des gestes professionnels?. *Actes du 20e colloque de l'ADMEE-Europe*, Université de Genève. https://plone2.unige.ch/admee08/symposiums/j-s3/j-s3-4 (ver. 01.09.2015).

Klein, G. (2008). Naturalistic decision making. *Human factors*, *50*(3), 456–460.

Landriscina, F. (2009). *La simulazione nell'apprendimento. Quando e come avvalersene*. Trento: Erickson.

Le Boterf, G. (1999). *Construire les compétences individuelles et collectives: agir et réussir avec compétence*. Paris: Éditions d'Organisation-Eyrolles.

Leutner, D. (1993). Guided Discovery Learning with Computer-Based Simulation Games: Effects of Adaptive and Non-Adaptive Instructional Support. *Learning and Instruction*, *3*(2), 113–132.

Lisec, http://www.lisec-recherche.eu/ (ver. 01.09.2015).

Marquet, P. (2011). Obstacles to use ICTs in training and consequences for the development of e-learning and m-learning. *Education, Knowledge & Economy*, *4*(3), 183–192.

Mayer, R., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational psychologist*, *38*(1), 43–52.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.

Samurçay, R., & Pastré, P. (eds.) (2004). *Recherches en didactique professionnelle*. Toulouse: Octarès Éditions.

Shepherd, A. (2001). *Hierarchical Task Analysis*. New York, NY: Taylor & Francis.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*(2), 257–285. http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/1988v12/i02/p0257p0285/main.pdf (ver. 01.09.2015).

WhiteQuest, http://www.whitequest.fr/ (ver. 01.09.2015).