

# NUOVE APPLICAZIONI DI REALTÀ AUMENTATA PER IL *LEARNING BY INTERACTING*

## LA APP DUCALE: TRE CAPOLAVORI DELLA GALLERIA NAZIONALE DELLE MARCHE

di Paolo Clini, Emanuele Frontoni, Berta Martini, Ramona Quattrini, Roberto Pierdicca



Fig. 1 - La home page della app in landscape mode. Da essa si può accedere alle tre sezioni principali della app: Palazzo Ducale per il tour virtuale, Capolavori per l'approfondimento delle singole opere, Galleria Nazionale delle Marche, dalla quale è consultabile il sito dell'intero museo.

L'articolo presenta un lavoro di ricerca su applicazioni mobili sviluppate secondo il paradigma del *learning by interacting*. I contenuti della applicazione, rilasciata da Università Politecnica delle Marche per la Galleria Nazionale delle Marche, oltre a fornire informazioni storiche validate scientificamente da storici dell'arte ed esperti della Galleria, provengono da acquisizioni di dipinti ad altissima definizione che costituiscono la base per tutte le funzionalità. Grazie al monitoraggio della user experience ed alla standardizzazione dei nuovi contenuti, la app Ducale, descritta nell'articolo, risulta un applicativo performante e centrato sull'utente.

Il lavoro avvia una riflessione multidisciplinare sul patrimonio culturale digitale e contribuisce a diffondere metodi e strumenti adattativi per la comunicazione dei beni, facilitandone l'adozione in una larga parte dei musei.

La digitalizzazione del patrimonio culturale è un processo multidimensionale, che può sicuramente incidere nel riconoscimento dei valori identitari europei e aumentarne la consapevolezza culturale. La riappropriazione del patrimonio culturale e la possibilità di fruirla in maniera semplice è una delle sfide delle *reflective societies* poste dalla Commissione Europea. Nell'ottica di progetti di ricerca interdisciplinari, tali sfide possono essere colte attraverso l'uso di tecnologie innovative, filiere di digitalizzazione sostenibili e speditive, ma, soprattutto, impiegando dati e strumenti digitali per la lettura e la comprensione dei manufatti e delle opere d'arte. Partendo da tali assunti, l'articolo presenta un lavoro di ricerca su applicazioni mobili sviluppate secondo il paradigma del *learning by interacting*. I contenuti della applicazione, rilasciata da Università Politecnica delle Marche per la Galleria Nazionale delle Marche, oltre a fornire informazioni storiche validate scientificamente da storici dell'arte ed esperti della Galleria, provengono da acquisizioni di dipinti ad altissima definizione che costituiscono la base per tutte le funzionalità che verranno descritte nel seguito. L'applicazione, "Ducale"<sup>1</sup>, costituisce uno step successivo rispetto alla precedente dedicata alla Città Ideale (Quattrini, Pierdicca, Frontoni, & Clini, 2015) e ne mutua i punti di forza, nel tentativo di sviluppare contenuti più interessanti per varie tipologie di visitatori: lo sviluppo è stato infatti condotto tramite *focus group*<sup>2</sup> e analisi sull'osservazione dei tre dipinti basate su tecnologia *eye-tracking*.<sup>3</sup>

Riferendosi all'uso della realtà aumentata, più propriamente detta *Augmented Reality* (da qui in poi indicata come AR), per i dipinti in-

fatti, la scelta dei punti di interesse da “aumentare” viene sovente demandata ad esperti d’arte, i quali guidano lo sviluppo verso dettagli e curiosità peculiari. Tuttavia uno sviluppo *user centered* dell’interazione non può prescindere dalla conoscenza delle aspettative dell’utente sulla esperienza digitale. Per tale motivo è stato condotto uno studio basato sull’ utilizzo dell’*eye tracking* (Naspetti, et al., 2016) con lo specifico obiettivo di determinare un criterio per la definizione dei punti salienti dell’opera d’arte, su cui basare poi il progetto di interazione con l’opera stessa.

Un’altra importante considerazione va però evidenziata rispetto alla tipologia di utente che andrà ad utilizzare il *tool*. Dallo studio sono infatti emersi differenti *pattern* di osservazione (si veda la Fig. 9), provenienti da tipologie di utenti differenti (principalmente esperti e non esperti) sulla base dei quali è stato possibile rimodulare l’esperienza di AR, sia migliorando sensibilmente l’aspetto più squisitamente contenutistico sia sviluppando nuove tecniche di interazione. Un ulteriore output di questa analisi è dato dalla successiva possibilità di rendere i contenuti adattativi e personalizzati in funzione dell’utente.

Oltre alla ricerca sulle acquisizioni speditive e *low-cost* (Clini, et al., 2012) e sugli standard dati (Frontoni, Pierdicca, Quattrini, & Clini, 2016), già precedentemente documentate, l’articolo presenta la app nella sua completezza e spiega le modalità di interazione sviluppate con finalità pedagogiche, soprattutto relativamente alla sezione di AR. Grazie al monitoraggio della *user experience* e alla validazione e standardizzazione dei nuovi contenuti, la app Ducale ha permesso di ottenere un applicativo più performante e centrato sull’utente. Lavori come il presente, avviando una riflessione multidisciplinare sul patrimonio culturale digitale, contribuiscono a diffondere metodi e strumenti adattativi per la comunicazione dei beni facilitandone l’adozione in una larga parte dei musei.

### DIGITAL LEARNING

L’utilizzo di dispositivi *mobile* pervade oggi ogni aspetto della vita quotidiana (lavoro, famiglia, tempo libero ecc.). A tal punto che essi mediano la nostra relazione con il mondo, con gli oggetti e con le altre persone. Basti pensare a quanto questi dispositivi abbiano modificato le modalità di accesso, elaborazione e gestione delle informazioni, e quelle di comunicazione e interazione sociale. Tale cambiamento ha evidentemente degli effetti anche sull’apprendimento inteso come processo trasformativo di costruzione di significati. In particolare, le implicazioni riguardano tre componenti fondamentali: la componente cognitiva (legata alle abilità di percezione, comprensione, attenzione, memoria); quella emotiva (legata all’interesse, alla motivazione e al benessere personale) e quella sociale (legata all’esigenza di riconoscimento personale, di condivisione e collaborazione) (Mammarella, Cornoldi, Pazzaglia, 2005). Attraverso l’utilizzo di dispositivi digitali, per esempio, lo spazio comunicativo diviene verbale e visivo allo stesso tempo e ciò permette un’integrazione più immediata delle informazioni. Anche le capacità sensoriali (per esempio visive) vengono, per così dire, estese e questo accresce la capacità di attenzione selettiva la quale, a sua volta, incide sull’efficacia dell’elaborazione delle informazioni (Mayer, 2000).

L’uso di dispositivi *mobile* si sta diffondendo anche in ambito museale come dimostra il sempre più considerevole numero di app che popolano gli *stores* e che sono dedicate alla fruizione museale (Rubino, 2014; Lozzi, 2016; Grimaldi & Natale, 2016). Le applicazioni digitali sviluppate per la sfera dei beni culturali hanno ovviamente come comune denominatore un’esperienza di fruizione che risulti significativa dal punto di vista dell’apprendimento e, più in generale,



Fig. 2 - Istantanea del tour virtuale; nell’esempio in figura viene mostrata la navigazione del tour nella stanza che ospita La Muta di Raffaello. Cliccando nel dipinto è possibile accedere direttamente alla sezione HD del dipinto stesso.

dell’educazione. La comprensione di un’opera comporta l’attribuzione ad essa di significati elaborati a partire da elementi percettivi e cognitivi. Dal punto di vista educativo, tuttavia, tali significati non sono del tutto soggettivi, bensì sono legati a contenuti disciplinari, storici e culturali inerenti il processo e il contesto di produzione dell’opera. In questa ottica, è come se l’opera “trattenesse” in sé contenuti che possono essere resi accessibili ed espliciti attraverso i dispositivi digitali. Tali dispositivi costituiscono infatti dei potenti mediatori di conoscenza in quanto permettono esperienze di fruizione connotate in senso multisensoriale e multimodale, segnate dal contemporaneo coinvolgimento delle dimensioni cognitive, emotiva e sociale. I dispositivi attualmente in commercio infatti, così come le applicazioni in essi contenute, permettono di avere una esperienza che è al contempo tattile, visuale e uditiva facilitando il senso di presenza alla visita; in più, la facilità di connessione rende possibile la condivisione di tali esperienze anche con l’esterno.

Tuttavia, sono molti i fattori da tenere in considerazione per raggiungere tale obiettivo: interfacce agili e intuitive; contenuti ben selezionati e organizzati; soluzioni comunica-



Fig. 3 - Visualizzazione in Alta Definizione della Muta: il dettaglio delle mani. Il livello di ingrandimento consente all’utente di osservare particolari invisibili ad occhio nudo. Nello slideshow inferiore l’utente ha la possibilità di cambiare l’area da visualizzare con massimo zoom.



tive efficaci e adeguate rispetto a obiettivi educativi e profilo-utente; modalità dell'interazione. La realtà aumentata, come comprovato da molti studi (Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf, et al., 2014) si è dimostrata una tecnologia adatta al *digital learning*. Le ragioni possono essere ricondotte alle sue caratteristiche, in gran parte assimilabili a quelle relative all'apprendimento elettronico (Mammarella, Cornoldi., Pazzaglia, 2005) Esso è multimodale (Mayer, 2001) e caratterizzato da apprendimenti di tipo procedurale e, pertanto, di tipo implicito; è legato ai principi associativo e della ripetizione; consente l'applicabilità immediata di quanto appreso; è rispondente alle disposizioni motivazionali e affettive dell'utente (Mammarella, Cornoldi., Pazzaglia, 2005). Queste ultime riguardano in particolare la possibilità di assecondare l'interesse dell'utente, promuovere il suo coinvolgimento personale, fornire occasioni di gratificazione ecc. L'interazione virtuale utente-opera realizzata in modalità AR, in particolare, soddisfa un assunto teorico fondamentale dell'apprendimento attraverso l'uso di ICT (Information and Communications Technology) ossia il *principio di elaborazione attiva* secondo il quale chi apprende deve essere impegnato in una serie di interventi cognitivi attivi sul materiale in entrata (Mayer, 2000). Inoltre, le interazioni basate su soluzioni di AR, amplificando la percezione di partecipazione attiva dell'utente all'esperienza di fruizione, possono rivelarsi utili per intere collezioni museali (Chang, Hou, Pan, Sung, Chang, 2015). Riferendosi ad un pubblico non adulto, anche il tema del *playful learning* trova ampio riscontro nelle tecnologie digitali ed in particolare nella AR. Tale approccio, infatti, anche attraverso forme di interazione di tipo ludico, modifica lo status delle opere d'arte: da oggetti intoccabili a oggetti partecipati, esperiti in forma contestualizzata e distribuita e, pertanto, significativa dal punto di vista dell'apprendimento (Gee, 2007).

### DUCALE APP

Da quanto finora detto emerge la necessità di dotare curatori e gallerie d'arte di strumenti digitali a servizio del proprio pubblico. Tuttavia, lo sviluppo seriale di applicazioni è un processo che richiede tempi di sviluppo e risorse economiche notevoli, non sempre disponibili con facilità. Ciò rappresenta uno degli ostacoli principali nella diffusione di tali metodi, si rendono quindi necessari strumenti di sviluppo agili che facilitino la contaminazione tra *content developers* e programmatori. Come è noto, l'approccio da percorrere è quello di standardizzare la struttura dati (in questo caso dipinti e contenuti ad essi relativi) così da de-



Fig. 4 - Visualizzazione in alta definizione del Doppio ritratto. Nell'esempio in figura viene riportato un ingrandimento del volto del figlio Guidobaldo, dove possono essere percepiti dettagli del pigmento e della trama pittorica a olio.



Fig. 5 - La sezione approfondimenti, in questo caso, la Veste e i Gioielli relativi alla Muta.

finire un unico protocollo di sviluppo e delineare un unico linguaggio per gestire i dati presenti nella applicazione. Uno degli obiettivi della applicazione qui presentata risiede proprio nel servizio di configurazione. Il *framework* di configurazione, infatti, è stato strutturato secondo un *data layer* (attualmente in formato XML) che, a partire da un'unica struttura di base, consentisse una configurazione scalabile delle varie sezioni che compongono la app stessa. Lo sviluppo, *multi device* e multi piattaforma, è stato poi condotto attraverso l'uso di Unity 3D, con il duplice vantaggio di avere a disposizione uno strumento di sviluppo cross-platform e compatibile con Vuforia, uno dei principali toolkit per la realtà aumentata vision-based (Bae, Golparvar-Fard, & White, 2013). Uno dei principali output di questo innovativo approccio allo sviluppo risiede nella possibilità di poter estendere tale applicazione a molti altri dipinti della collezione, godendo di uno standard dati che ne faciliti la futura serializzazione. Questo permetterà di incrementare facilmente il numero di capolavori narrati pur mantenendo la stessa impostazione generale della app. Fino ad ora il *framework* di sviluppo è stato sfruttato per la configurazione di tre dei maggiori capolavori contenuti all'interno della Galleria Nazionale delle Marche di Urbino: La Muta di Raffaello Sanzio, il Ritratto di Federico da Montefeltro con il figlio Guidobaldo e la Città Ideale. La app Ducale, acronimo di Digital Urbino Cultural Augmented Learning Experience, permette la visita virtuale e accompagna la visita museale per i tre dipinti sopracitati. La home page della app, come si evince dalla Figura 1, è divisa in tre macro sezioni principali: "il Palazzo Ducale", da cui si può accedere al tour virtuale, "i Capolavori", che rappresenta il cuore del progetto ed è dotata di una barra funzioni che verrà descritta nel seguito, infine il link al sito web della Galleria Nazionale delle Marche. Come la precedente versione dedicata solo alla Città Ideale, la app prevede un tour virtuale basato su panoramiche sferiche nelle stanze di Palazzo Ducale (Fig. 2) che ospitano i tre capolavori; già all'interno del tour è possibile approfondire le opere e godere della loro visione in alta definizione. La sezione HD, di cui due esempi sono riportati nelle Figure 3 e 4, è stata strutturata in modo da zoomare su alcuni dettagli raggiungendo un livello di dettaglio tale da cogliere le singole pennellate e particolari altrimenti non visibili ad occhio nudo. Grazie ad una configurazione globale che sottende alle sottosezioni della app, un unico menù di navigazione è stato ottimizzato e reso omogeneo per dipinti molto diversi per

fortuna bibliografica e per intrinseca natura. Infatti in due casi si tratta di raffigurazioni umane, una di incerta attribuzione, l'altra indubbiamente del più importante e noto pittore presente nella Galleria, Raffaello. Nel terzo caso si tratta di un paesaggio urbano inanimato. Pur dando conto delle differenze tra i quadri trattati, si è scelto di dare alle varie sezioni una struttura riconoscibile cercando di facilitare la navigazione.

Le sezioni relative ai contenuti, rispettivamente intitolate "Il Quadro", "L'Autore" e "Approfondimenti" sono ricche di notizie e curiosità sulle opere, pur concedendo all'utente vari livelli gerarchici (dal generale al particolare) di lettura (Fig. 5).

La barra delle funzioni consente inoltre all'utente di fruire l'arte in un modo divertente ed innovativo attraverso una navigazione fluida sul dipinto in HD con aree di interesse preselezionate e la realtà aumentata (cui è dedicato il paragrafo successivo). E' stata inoltre introdotta una brevissima audioguida, grazie alla quale il visitatore può muoversi, abbracciando quel paradigma secondo cui lo strumento digitale è a servizio di tutti gli stadi dell'esperienza di visita: fuori dal museo, tra le sue stanze e anche dopo la visita, grazie ai singoli focus sulle opere (Osservatorio Innovazione Digitale nei Beni e Attività Culturali, 2017).

Come descritto nella sezione introduttiva, una delle peculiarità della app è la sezione di realtà aumentata, studiata secondo differenti paradigmi di interazione e che hanno come obiettivo da un lato il *learning*, dall'altro avvicinare il visitatore all'opera potendo toccare, seppur in maniera virtuale, il dipinto. Nel seguito vengono riportati i dettagli di questo *tool*.

### DUCALE AR E DIGITAL LEARNING

La realtà aumentata *vision-based* consente di sovrimporre contenuti digitali al *display* del *device*, senza la necessità di modificare l'oggetto che si sta inquadrando. Sfruttando questo principio, l'utente può avvicinarsi all'opera e, inquadrandola, può interagire con essa.

Nel nostro caso, lo sviluppo è stato tarato sui tre dipinti seguendo differenti principi di interazione.

*La Città Ideale*. Per questo dipinto si è scelto di mantenere un livello di interazione classico, con menù e pop-up che compaiono in punti specifici dell'opera e che, una volta cliccati, danno accesso a degli approfondimenti. La Figura 6 mostra i diversi livelli di interazione di questa funzionalità. Così, cliccando su un bottone che indica l'esistenza di un chiodo sulla tavola, si attiva una video guida che si sovrappone all'opera e spiega il principio della prospettiva nei quadri rinascimentali. Lo sviluppo di questa funzionalità segue dei rigorosi schemi di percezione degli utenti, basati sullo studio condotto con *l'eye tracking* (si veda paragrafo *digital learning*). Dal punto di vista pedagogico, la visualizzazione dinamica della struttura prospettica dell'opera realizza una mediazione didattica (Damiano, 2013) che integra codice verbale e codice visivo secondo modalità coerenti con il principio di vicinanza spaziale e tem-



Fig. 6 - La Città Ideale in Realtà Aumentata. A: lo splash-screen introduttivo spiega all'utente come scoprire i dettagli nascosti. B: L'insieme dei messaggi pop-up che compaiono quando viene inquadrata l'opera. C e D: Esempi di approfondimenti in modalità AR: contenuti immagine e video in sovrapposizione.

porale delle informazioni: l'apprendimento è favorito, oltre che dalle diverse modalità orale/visiva, dalla simultaneità di presentazione della spiegazione verbale e delle immagini corrispondenti che permette un'integrazione più immediata delle informazioni (Mayer e Anderson, 1992). Ciò consente l'appropriazione intuitiva dell'idea di prospettiva centrale che costituisce un contenuto particolarmente rilevante per quest'opera in quanto dotato di un elevato valore simbolico-culturale connesso all'ideale artistico di riproduzione della perfezione della natura a cui l'uomo rinascimentale aspira.

*La Muta*. Il *tool* di AR è stato progettato per essere educativo e divertente allo stesso tempo. Come tema principale di questa narrazione si è scelto di far scoprire all'utente dettagli sul restauro dell'opera. Recentemente infatti, il dipinto è stato sottoposto ad un accurato lavoro di restauro che ha fatto emergere informazioni sullo stato di conservazione. Risulta quindi particolarmente efficace visualizzare in real-time la comparazione tra il suo stato pre-restauro

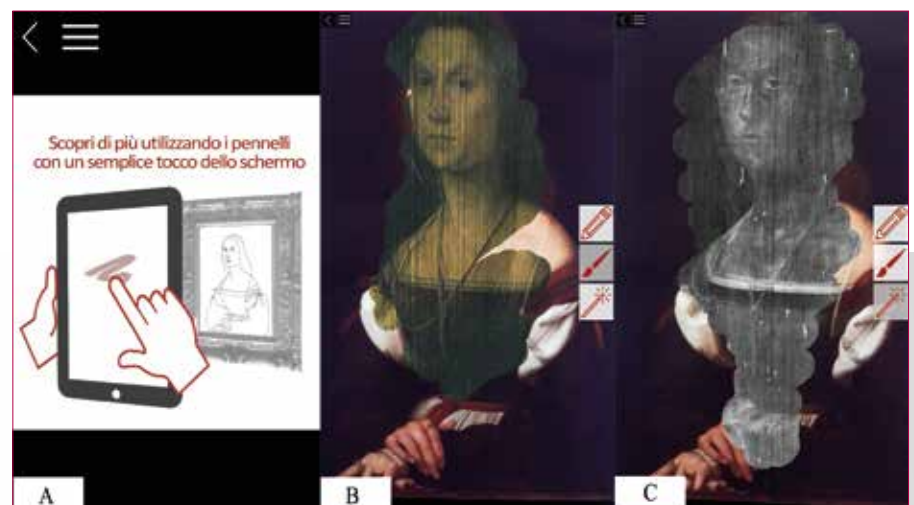


Fig. 7 - La funzione di Realtà Aumentata esperita di fronte alla Muta. A: lo splash-screen introduttivo spiega all'utente l'azione da compiere per scoprire i livelli nascosti. B e C: esempi di interazione con il dipinto. I contenuti vengono spiegati da voce narrante tipo avatar di Raffaello.



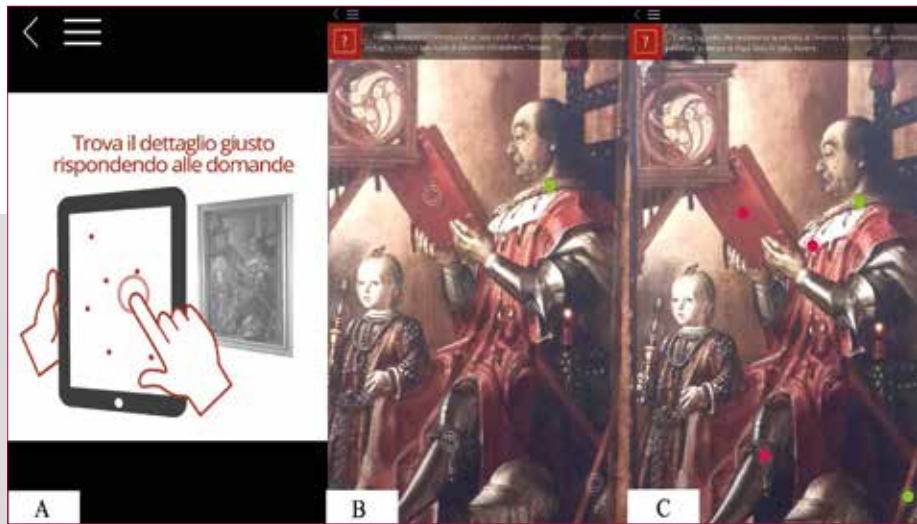


Fig. 8 - La funzione di AR studiata per il Doppio Ritratto si compone di una serie di domande e suggerimenti che compaiono in sovrapposizione quando l'utente inquadra il dipinto. A: istruzioni per l'utente come schermata iniziale. B e C: esempi di learning sull'opera.

rispetto alla rinnovata bellezza. Un *avatar* di Raffaello appare appena lo spettatore inquadra il dipinto, suggerendo le azioni da compiere; contestualmente una *palette* di tre pennelli suggerisce all'utente di interagire con il dipinto inquadrato, letteralmente pitturando sopra il dipinto per scoprire *layer* nascosti. Ogni differente pennello riporta in luce particolari diversi: l'immagine a luce radente permette di vedere i diversi spessori della pittura; la radiografia evidenzia quanto il supporto fosse danneggiato; infine un disegno a fil di ferro evidenzia le diverse fasi del disegno e i ripensamenti dell'autore (Fig. 7) direttamente confrontabili col dipinto reale. I colori originali di questo elaborato<sup>4</sup> sono stati modificati al fine di migliorarne la visibilità in realtà aumentata. In questo *tool*, la possibilità di intervenire sul display del *device* come se si intervenisse sull'opera traduce pienamente il principio di elaborazione attiva citato nel secondo paragrafo. Da un punto di vista cognitivo questa interazione permette al visitatore di prestare attenzione alle informazioni rilevanti integrandole in una rappresentazione mentale adeguata alla quale possono essere associate le eventuali conoscenze già acquisite. Dal punto di vista della mediazione didattica, inoltre, questa soluzione permette di associare all'opera alcuni contenuti importanti: la sua materialità, che rinvia ai problemi di conservazione,

e il processo della sua genesi, che rinvia al lavoro dell'autore nelle diverse fasi di realizzazione dell'opera (i disegni preparatori, i ripensamenti, la stesura del colore). Il fatto che ciò avvenga grazie all'Avatar di Raffaello, inoltre, costituisce un espediente didattico efficace per avvicinare l'opera d'arte al suo creatore contrastando gli effetti frequenti di una *de-personalizzazione* del sapere implicito negli oggetti culturali (Martini, 2016).

**Doppio Ritratto.** Al fine di far cogliere al visitatore alcuni particolari del dipinto e informarlo sul loro significato, per quest'opera si è scelto di "interrogare" l'utente rivolgendogli una serie di quesiti (Fig. 8) che gli chiedono di scoprire, ad ogni passo, quale degli oggetti rappresentati nel dipinto risponde ad un certo quesito. Il quiz si avvia inquadrando il dipinto e mentre nella parte bassa dello schermo compare una domanda, in sovrapposizione compaiono i punti che identificano

l'oggetto o il dettaglio corrispondente alla possibile risposta. Un *counter* determina il punteggio finale corrispondente alle risposte esatte. Dal punto di vista della mediazione didattica, la visualizzazione simultanea del quesito e dei punti che contrassegnano i particolari del dipinto attiva l'attenzione selettiva dell'utente il quale coglie particolari altrimenti poco percettibili e associa ad essi i significati storico-culturali espressi nella formulazione della domanda. L'apprendimento è inoltre mobilitato dalla modalità ludica dell'interazione basata su una logica per *trial and error*. L'attività è finalizzata anche alla fissazione cognitiva dei contenuti espressi nelle domande, analoghi a quelli già incontrati dall'utente nella sezione statica della app.

## CONCLUSIONI

Il contesto socio-culturale attuale chiama sempre di più i musei a una missione: essere testimoni di identità e culture più che luoghi in cui le collezioni di opere d'arte sono conservate ed esposte. I musei e i poli culturali, nel rendere la cultura accessibile al pubblico di massa, cercano inoltre di rispondere alle necessità di studio e conservazione del patrimonio culturale. Questo processo necessita di strumenti sostenibili per la raccolta, la digitalizzazione e la comunicazione del patrimonio museale e dei siti archeologici e storici in generale.

Il presente lavoro dimostra la spendibilità e versatilità delle acquisizioni digitali messe in campo per varie tipologie di "facsimile" virtuali di opere d'arte. Processi e filiere, come quelle messe in campo da questo tipo di ricerca, contribuiscono alla digitalizzazione dei musei tradizionali e allo sviluppo di nuovi musei virtuali. Ovvero contribuiscono in un modo efficace ed a basso costo all'attuazione di una strategia chiave per interagire con "facsimile" virtuali al fine di coinvolgere gli utenti, aumentarne le conoscenze grazie all'applicazione del paradigma "impara interagendo" e, più in generale, diversificare le proposte culturali del museo stesso.

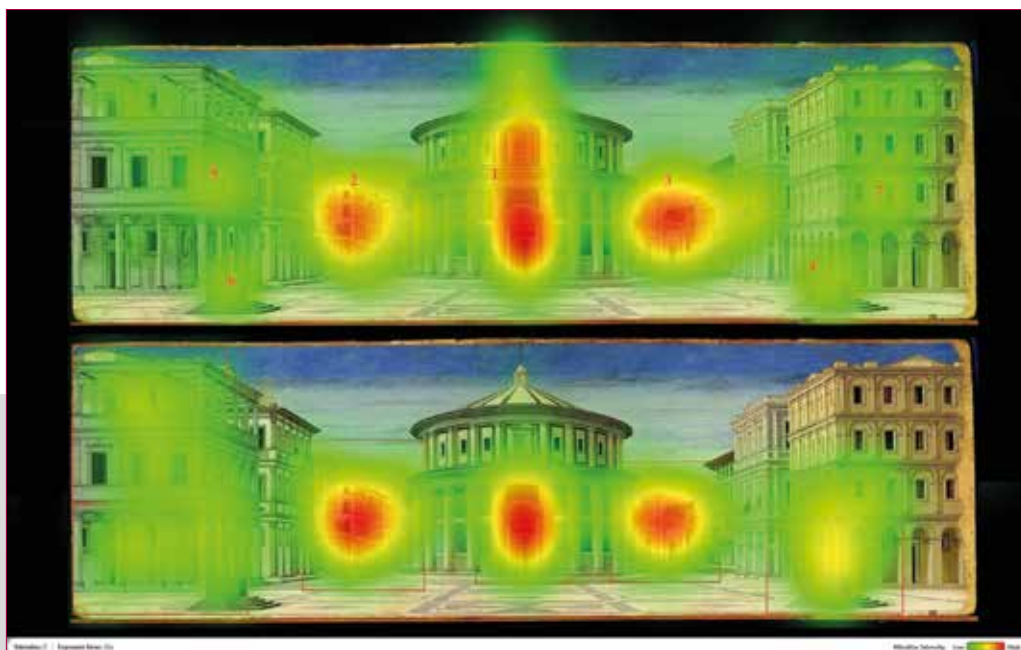


Fig. 9 - Le heat map derivanti dalla analisi condotta con eye tracking. I grafici mostrano come gli utenti si focalizzano su determinate aree di interesse dell'opera. L'immagine in alto raffigura il grafico dopo una osservazione libera, mentre il grafico in basso mostra la heat map dopo aver suggerito all'utente quali fossero le aree della applicazione di AR.

Dal punto di vista della ricerca interdisciplinare, poi, la applicazione Ducale raccoglie l'interessante sfida di rispondere a una delle domande più importanti per la diffusione delle ICT in ambito museale: "Come può la ricerca fornire strumenti e metodi per migliorare l'esperienza del visitatore, migliorare l'apprendimento dei contenuti culturali e creare *enjoyment* nei musei?". Trovare una risposta strutturata implica l'applicazione di metodologie orientate all'esperienza dei singoli e delle classi di utenti, in particolare richiede la definizione di requisiti centrati sui visitatori e specifiche di interazione con i contenuti digitali e facsimili virtuali. Naturalmente sfide complesse come quelle precedentemente enucleate non possono essere affrontate con azioni isolate, per questo motivo il nostro gruppo di ricerca prevede azioni di *piloting* su varie tecnologie all'interno del Palazzo Ducale di Urbino. Recentemente è stato presentato il progetto CIVITAS: esso costituirà un alveare di idee stimolanti per sviluppare interfacce digitali innovative che migliorino l'esperienza del visitatore e, in generale, per facilitare l'uso del Digital Cultural Heritage (DCH). Le sperimentazioni si concentreranno sull'interazione con facsimili sia virtuali che fisici, tecniche e strumenti di visualizzazione avanzata (ad esempio occhiali AR adattativi e caschi/display), tecnologie aptiche e sonore. In parallelo, verranno sfruttate tecniche di prototipazione rapida per creare riproduzioni fisiche di opere d'arte, sculture o cornici e gessi. Anche se queste tecnologie sono tutte sostanzialmente mature, esse non rappresentano un fenomeno diffuso nel DCH. Ciò è dovuto a diversi fattori quali costi di attrezzature, sistemi di accessibilità e usabilità, difficoltà nella accettazione delle *information technologies*, qualità dell'esperienza sensoriale; di conseguenza, fornire soluzioni efficaci per migliorare l'esperienza del visitatore con opere d'arte rimane una sfida per la ricerca.

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il direttore della Galleria Nazionale delle Marche, Peter Aufreiter, e Maria Rosaria Valazzi, già Soprintendente per i beni Storici Artistici e Etnoantropologici delle Marche. Si ringraziano inoltre Cecilia Prete, Anna Guerra, Andrea Morisco, Arianna Nardi, Gemma Felici per aver curato i testi della app e aver condotto i focus group sui contenuti dei dipinti. Si vogliono ringraziare anche il prof. Raffaele Zanolli, la prof. Simona Naspetti e Serena Mandolesi per aver condotto e validato i test con *eye-tracking*.

## NOTE

1 Apple Store source: <https://itunes.apple.com/it/app/ducale/id1128703560?mt=8> Google Play source: App DUCALE: Direzione e Responsabilità scientifica: Paolo Clini, Emanuele Frontoni Coordinamento tecnico e realizzazione: Ramona Quattrini, Roberto Pierdicca. Acquisizioni HD, foto, panoramiche e tour virtuali: Gianni Plescia, Luigi Sagone. Grafica DMP concept s.r.l., Sviluppo 48h Studio Soc. Coop. Hanno collaborato Anna Guerra, Andrea Morisco, Arianna Nardi, Gemma Felici, Cecilia Prete (coordinamento) - UNIURB, per i testi e la selezione iconografica di Muta e Ritratto di Federico e Guidobaldo; Berta Martini - UNIURB, per i contenuti di AR di Muta e Doppio ritratto. Adriana Formato, collaborazione tecnica. Official sponsor: Benelli Armi s.r.l.

2 Tecnica di intervista qualitativa di gruppo in cui ogni partecipante è invitato a parlare e confrontarsi rispetto ad uno specifico tema, sotto la guida di un moderatore. Il carattere partecipativo ed inclusivo del metodo rende questa tecnica particolarmente adatta per la acquisizione di riscontri e pareri rispetto ad un nuovo prodotto,

3 Strumento per la misurazione del gaze (movimenti di occhi) rispetto ad uno specifico oggetto osservato. Grazie al suo utilizzo è possibile inferire informazioni in base a percorsi e aree di maggior attenzione su cui l'occhio umano si è focalizzato.

4 L'analisi delle differenze tra prima stesura e definitiva è stata curata dall'Opificio delle pietre dure ed è tratta da Marco Ciatti, Maria Rosaria Valazzi (a cura di), Raffaello, la Muta. Indagini e restauro, 2016.

## BIBLIOGRAFIA

- Bacca J., Baldiris S., Fabregat R., Graf S. & Kinshuk (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology & Society* 17 (4), 133-149
- Bae, H., Golparvar-Fard, M., & White, J. (2013). High-precision vision-based mobile augmented reality system for context-aware architectural, engineering, construction and facility management (AEC/FM) applications. *Visualization in Engineering*, 1 (1), 1.
- Clini, P., Valazzi, M., Quattrini, R., Razionale, A., Plescia, G., & Sagone, L. (2012). Tecniche speditive per la realtà aumentata nell'analisi, comunicazione e musealizzazione del patrimonio storico artistico. La città Ideale di Urbino. *Colore e Colorimetria Contributi Multidisciplinari*. Sant'Arcangelo di Romagna: Maggioli editore.
- Chang Y., Hou H., Pan C., Sung Y., Chang K. (2015). Apply an Augmented Reality in a Mobile Guidance to Increase Sense of Place for Heritage Places. *Educational Technology & Society* 18 (2), 166-178.
- Damiano, E. (2013). *La mediazione didattica. Per una teoria dell'insegnamento*, FrancoAngeli.
- Frontoni, E., Pierdicca, R., Quattrini, R., & Clini, P. (2016). Improving the Development of AR Application for Artwork Collections with Standard Data Layer, in A. M. Lucio Tommaso De Paolis (a cura di), *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics*, 435-443.
- Grimaldi, M. & Natale, M.T. (2016). Quando le app sono al servizio del patrimonio culturale. *Digitalia*, volume unico, 70-90.
- Gee, J.P. (2007). *What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy*. Palgrave MacMillan.
- Lozzi, R. (2016). Il tablet NOVA per la fruizione e l'accessibilità museale. *Archeomatica*, 7 (3), 22-25.
- Mammarella, N., Cornoldi, C. & Pazzaglia, F. (2005). *Psicologia dell'apprendimento multimediale*. Il Mulino.
- Mayer, R. E. & Anderson, R. B (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of educational Psychology* 84 (4), 444-452.
- Mayer, R. (2000). Intelligence and Education, in R.J. Sternberg (a cura di), *Handbook of Intelligence*, Cambridge University Press, 519-533.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- Martini, B. (2016). Dispositivi ICT e musei. Efficacia formativa dell'esperienza di fruizione, in B. Martini (a cura di), *Il Museo sensibile*, FrancoAngeli, 18-45.
- Naspetti, S., Pierdicca, R., Mandolesi, S., Paolanti, M., Frontoni, E., & Zanolli, R. (2016). Automatic Analysis of Eye-Tracking Data for Augmented Reality Applications: A Prospective Outlook. In *International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics* (p. 217-230). Springer International Publishing.
- Osservatorio Innovazione Digitale nei Beni e Attività Culturali, (2017). *Beni e attività culturali l'alba del rinascimento digitale*. Politecnico di Milano, Osservatori digitali.net
- Quattrini, R., Pierdicca, R., Frontoni, E., & Clini, P. (2015). Mobile e realtà aumentata al Palazzo Ducale di Urbino: il Museo è digitale. *Archeomatica*, 6(1), 33-38.
- Rubino, I. (2014). "Step by step 2.0"- Un'applicazione mobile per esplorare Palazzo Madama-Museo Civico d'Arte Antica (Torino), in *Archeomatica*, 5 (2), 28-3

## ABSTRACT

The adoption of innovative tools and new chains of digitization, represent an unavoidable base of knowledge towards a more clear understanding of our cultural heritage.

The article presents a research work conducted for the development of a mobile application, specifically developed according to the paradigm of *learning by interacting*. The contents of the application, released by Università Politecnica delle Marche for the Galleria Nazionale delle Marche have been scientifically validated by a team of experts of the Gallery; besides, they came from high resolution acquisition, which are the backbone of all the functionalities of the app. Thanks to the monitoring of the user experience and to the standardization of the contents, the application is performing and user centered at the same time.

This work paves the way for a multidisciplinary reflection over our digital cultural heritage, and contributes to spread methods and adaptive for the communication, facilitating the adoption by museums and cultural institutions.

## PAROLE CHIAVE

REALTÀ AUMENTATA; DIGITAL LEARNING; MUSEO; MOBILE; DIGITALIZZAZIONE

## AUTORE

RAMONA QUATTRINI

R.QUATTRINI@UNIVPM.IT

ROBERTO PIERDICCA

R.PIERDICCA@UNIVPM.IT

PAOLO CLINI

P.CLINI@UNIVPM.IT

EMANUELE FRONTONI

E.FRONTONI@UNIVPM.IT

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

BERTA MARTINI

BERTA.MARTINI@UNIURB.IT

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI URBINO CARLO BO