



La tutela e la promozione del patrimonio culturale attraverso la scansione 3D dei reperti archeologici*

Michele Domenico Todino, Università degli Studi di Salerno
Lucia Campitiello, Università degli Studi di Salerno
Stefano Di Tore, Università degli Studi di Salerno

Abstract

Nel seguente contributo verranno proposte alcune considerazioni in merito all'utilizzo della scansione 3D dei reperti archeologici provenienti dai musei del territorio Campano. Avvalendosi del processo di scansione 3D è possibile realizzare un database tridimensionale in cui archiviare i *digital assets* delle collezioni museali al fine di tutelare il bene stesso attraverso la sua archiviazione in un ambiente tridimensionale che superi le potenzialità degli archivi fotografici, offrendo l'opportunità di predisporre ambienti d'apprendimento virtuali che consentono la promozione dell'istituzione che lo conserva.

Keywords: Scansione 3d; Reperti archeologici; Ambienti virtuali; Didattica museale

Citation: Todino, M., D., Campitiello, L., Di Tore, S., (2023). La tutela e la promozione del patrimonio culturale attraverso la scansione 3D dei reperti archeologici. <https://doi.org/10.6093/archeologie/11306>

Corresponding author: michele.todino@gmail.com

Introduzione

Sovente i musei archeologici trovano una valida sponda nel settore tecnologico quando si collega all'importante e vasto tema delle materie umanistiche. Ogni nuovo media, negli anni, ha trovato una sua collocazione: prima la fotografia, poi la documentazione video ed oggi sono le tecnologie di scansione 3D ad essere applicate come valido supporto alle attività di studio, ricerca, scavo, tutela e promozione di tutto ciò che riguarda il patrimonio del territorio. Attualmente, sul mercato le tecniche di scansione tridimensionale sono principalmente di due tipi: 1) la prima, rivolta alla raccolta di dati che riguardano un ambiente esteso (un'area); 2) la seconda, è relativa alla memorizzazione di un oggetto di dimensioni ridotte (nel caso migliore una statua). In particolare, in questo lavoro ci soffermeremo sulla seconda tipologia di scansione e si cercherà di valorizzare le opportunità offerte da questa tecnologia per tutti quelli che lavorano a contatto con un museo ovvero tutti i professionisti che sono chiamati a tutelare e promuovere il patrimonio culturale: storici dell'arte, archeologi, curatori di mostre permanenti e temporanee e coloro che si muovono nel vasto "territorio" della didattica museale. Al contempo è bene evidenziare che le scansioni tridimensionali mostrano alcuni vantaggi rispetto ad altre modalità di archiviazione dei beni culturali anche per coloro che lavorano in ambito giudiziario e che hanno il compito di recuperare beni illecitamente sottratti, monitorare le attività commerciali e i cataloghi delle

* Il contributo rappresenta il risultato di un lavoro congiunto degli autori. Tuttavia, Michele Domenico Todino ha redatto il paragrafo 1, 3, 4 e 5; Lucia Campitiello ha redatto il paragrafo 2; Stefano Di Tore è il responsabile scientifico della ricerca.

case d'asta, come nel caso del Nucleo Tutela Patrimonio Artistico dell'Arma dei Carabinieri (Colasanti 2017).

La scansione 3D dei reperti archeologici

Finora non è stato specificato, assumendolo implicitamente, che le attuali scansioni tridimensionali utilizzano il *texture mapping*, una tecnica utilizzata nella grafica computerizzata per aggiungere dettagli, colori e “trame” a un modello tridimensionale. Questo processo consiste nel “mappare” un’immagine bidimensionale (*texture*) sulla superficie di un modello 3D. Le *texture* possono includere dettagli visivi come colori, motivi, rugosità, e altre caratteristiche della superficie che non sono facilmente rappresentabili solo con la geometria del modello (Fig. 1; Fig. 2).

Questa tecnica consente all’oggetto digitalizzato di presentare dettagli significativi riguardo la superficie e i colori dell’oggetto reale. Un oggetto tridimensionale ad alta risoluzione è, in effetti, una “copia” dell’originale, al momento in cui è stato digitalizzato (Todino *et al.* 2018), e pertanto diviene una risorsa preziosa per la redazione di eventuali perizie e valutazioni riguardanti eventuali danni subiti, nonché per l’identificazione, in certi casi, di un oggetto smarrito a partire da un frammento. Inoltre, un vasto catalogo di reperti digitali tridimensionali permette di migliorare il processo che stabilisce l’autenticità e la provenienza, e il valore economico da attribuire a un’opera. L’impegno e la responsabilità di promuovere la storia di piccoli e grandi musei e siti archeologici del nostro paese in Italia e all’estero si comprende anche in ragione del numero di beni condivisi attraverso questa nuova

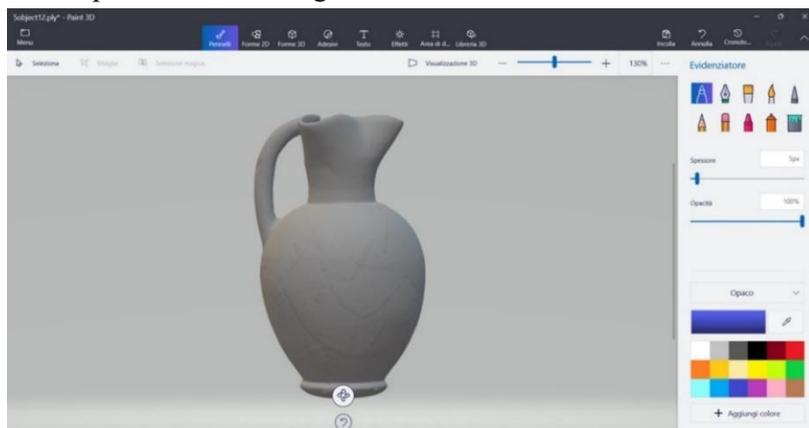


Fig. 1- scansione 3D senza texture effettuata presso il Museo Civico di Carife

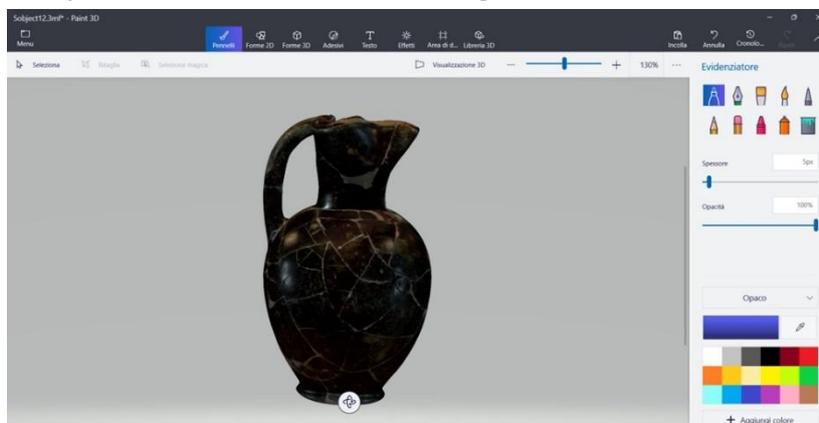


Fig. 2 - scansione 3D con texture effettuata presso il Museo Civico di Carife

tecnologia. In tal modo il territorio si presenta al mondo, e il mondo può accedere al territorio creando una reale interazione. La scansione diviene pertanto una fonte, difatti non è inserita senza spiegazioni come avviene spesso nei database online di *general purpose* (si pensi a *Thingiverse*), ma diviene fonte solo se accompagnata da un valido lavoro descrittivo, in cui lo specialista (l'archeologo) espone quanto viene presentato. Solo allora l'oggetto può essere apprezzato e "diviene di senso compiuto".

Alcune possibili applicazioni delle repliche 3D dei reperti archeologici

Parallelamente, gli oggetti possono prendere vita in ambienti di realtà virtuale, in video didattici oppure all'interno dei propri dispositivi attraverso *QR-Code* e sistemi di realtà aumentata. Su tali temi lavora da anni il gruppo di ricerca che afferisce al laboratorio *Teaching Learning Center for Education and Inclusive Technologies – Elisa Frauenfelder* dell'Università degli Studi di Salerno. Le ricerche ruotano attorno al concetto di "museo virtuale" fruibile con e senza visore ottico, denominato come tecnologia *head-mounted display* (Todino *et al.* 2017), nello specifico il *Metaquest II* per la realtà virtuale, e alla realizzazione di modelli tridimensionali riproducibili attraverso la stampante 3D. L'idea di poter manipolare repliche fedeli di reperti archeologici apre un altro vasto fronte didattico: quello della manipolazione di oggetti che altrimenti sarebbero inaccessibili e spesso chiusi nelle teche. Attraverso una replica è possibile girare l'oggetto (che spesso è posto su un lato deciso dal curatore) e tramite la manipolazione capirne meglio la forma e l'uso che aveva ai tempi in cui era stato realizzato. Inoltre, la materializzazione dell'oggetto scannerizzato permette di intercettare l'interesse delle persone che hanno un deficit visivo rendendo il museo più inclusivo (Neumüller *et al.* 2014; D'Agnano *et al.* 2015; Cantoni *et al.* 2018; Holloway *et al.* 2018). Una prima sintesi di quanto esposto finora potrebbe essere la seguente: la digitalizzazione dei reperti archeologici e la loro riproducibilità virtualizzata attraverso un motore grafico 3D (si pensi a *Unity 3D*) o fisica attraverso la stampa 3D, permetterà sempre più uno studio approfondito dei reperti da parte degli specialisti del settore (ricercatori, archeologi, studiosi, curatori, appassionati, volontari) e delle forme d'interazione inclusive maggiormente efficaci utilizzabili in ambito didattico.

Un tema che va affrontato è la modalità di condivisione di tali *assets* digitali che vengono generati. Se tali *assets* sono resi pubblici attraverso la filosofia *open access* e *open education* quanto appena esposto ha una validità globale, invece sistemi più limitanti rendono vani alcuni degli aspetti più interessanti di quanto descritto. Affinché un bene diventi universale è importante che esso sia divulgato in tutte le sue potenzialità (quindi ad alta risoluzione, scaricabile, studiabile, riproducibile e riutilizzabile). Troppo spesso, tuttavia, alcuni musei decidono di condividere solo una piccola parte della propria collezione, qualche reperto minore conservato in deposito. Questo modo di procedere può fungere da volano per impulso a un settore di ricerca che promette grandi margini di crescita non solo per i suoi risvolti accademici ma soprattutto in termini di sviluppo del territorio che può divenire meta di visitatori interessati a vedere l'opera originale dopo averla studiata e conosciuta attraverso una sua replica tridimensionale. Se fin qui sono stati esposti i punti di forza delle scansioni 3D è bene evidenziare anche i punti di debolezza. Sicuramente il più evidente è quello legato ai tempi necessari per il processo di digitalizzazione che richiede una serie di passaggi: il primo consiste nella scansione "grezza" dell'oggetto, il secondo è il *rendering* a cui segue la post-produzione/*digital sculpting*. In un certo senso è possibile associare l'attività di scansione a quella di un artigiano che deve produrre un oggetto in base a determinate regole e procedure affidandosi alla propria esperienza e alle proprie competenze, che in questo specifico caso sono *digital skills*. Proseguendo questo discorso metaforico, l'abilità nell'uso degli strumenti *hardware* e *software* è l'elemento su cui si fonda il successo del proprio lavoro, realizzando *assets* digitali che siano vere e proprie opere d'arte, prive di refusi o errori sia in termini di forme

geometriche sia rispetto ai colori (*texture mapping*). Tutte queste fasi, la cui durata minima è generalmente di alcune ore, dipendono sia dalla competenza del tecnico specializzato e dedicato al processo, sia dalla potenza di calcolo della macchina utilizzata, in termini di processore grafico e memoria RAM (a tal riguardo si utilizzano solitamente computer per il *gaming* o superiori). Di conseguenza, risulta essenziale disporre di un esperto dedicato e adeguatamente formato per eseguire efficacemente tali operazioni, garantendo così la qualità e l'efficienza del processo.

Scansioni 3D e applicazioni didattiche: visita a un museo virtuale

Negli ultimi anni, grazie alla crescente diffusione e soprattutto alla favorevole accettazione della realtà virtuale da applicare nel settore museale, il museo virtuale è diventato un argomento estremamente dibattuto (Schweibenz 2019) e a prescindere dall'esito di tale dibattito e dalle posizioni tenute da ciascuno non è più possibile trascurare questo tema soprattutto a partire dal fatto che le collezioni sono ormai digitalizzabili. Certamente l'esperienza museale si basa sulla visita reale (Keene 1997; 2005); questo è, e resterà, l'elemento centrale del concetto di museo (Keene 1998) quantomeno per le istituzioni che hanno il loro “*core business*” sulle visite in presenza. Tuttavia esisterà sempre più un “rimando tra spazi fisici e virtuali” che garantirà alle “diverse tipologie di visitatori (insegnanti, gruppi scolastici, famiglie, ecc.) di conoscere, esplorare i beni, di sperimentare nuove attività attraverso le tecnologie e anche collaborare per costruire percorsi museali” (Panciroli 2019, p. 84). Senza nulla togliere ai registri dei visitatori in cui è possibile lasciare un commento a seguito del cordiale richiamo “è gradita una firma”, si immaginino invece le potenzialità offerte da un ambiente virtuale condiviso dove appassionati, educatori e studenti possono assieme dialogare e confrontarsi prima, durante e dopo la visita trasmettendo conoscenze, informazioni, curiosità e stati d'animo. Possiamo arrivare quindi a una prima definizione di museo virtuale, ossia “un'entità digitale per la comunicazione e valorizzazione dei beni culturali accessibile al pubblico, con lo scopo di ampliare l'esperienza museale tradizionale attraverso forme di interazione, personalizzazione e creazione di contenuti” (*ivi*, p. 85). Gli elementi che guidano la realizzazione di tali entità sono principalmente: 1) la *multimedialità*; 2) la *multimodalità* intesa come la possibilità di rimediare informazioni che provengono da un altro media (un libro che diviene *film*, ad esempio, è una rimediazione in termini di artefatti digitali); 3) la *connettività*. Generalmente un museo virtuale si costituisce di opere reali oppure di nuovi elementi che servono a spiegare, chiarificare e illustrare le collezioni museali o informazioni ad esse connesse. Un elemento identificativo della seconda fattispecie è la ricostruzione di oggetti o monumenti o parte di essi che sono andati perduti o distrutti (*ibidem*). Effettivamente, a causa del passare del tempo, degli effetti naturali e dell'incuria dell'uomo, sia diretta che indiretta (come l'inquinamento), il patrimonio archeologico subisce, in certi casi, un processo di “ruderizzazione”. La ricostruzione tridimensionale riesce a intervenire laddove l'ingegneria naturalistica (Wendt, Allen 2002; Hoag, Fripp 2005; Lin 2008; Malacrino 2010) non può arrivare, nonostante i suoi sforzi di recupero per ripristinare dissesti ambientali, idrogeologici o danni causati da terremoti e altri eventi catastrofici. Da un punto di vista didattico gli allestimenti virtuali possono fungere da anticipatore (preparano alla visita), consolidatore (approfondiscono la visita), dilatatore (opportunità formativa per rielaborare i contenuti). Al contempo il museo virtuale diviene un prodotto culturale da annoverare come tale e non è esente dall'essere una specifica forma di componente del sistema produttivo dei media a cui dedicare parte del proprio tempo libero e pertanto deve sottostare a una serie di aspettative e soddisfare certi gusti estetici e tecnologici senza tralasciare dei prefissati obiettivi formativi (Aroldi 2019, pp. 140-141). I musei virtuali in fase di sviluppo possono definire tali aspettative attraverso rilevazioni audiometriche, statistiche, *survey*, interviste e *focus group* che una *release* (versione) dopo l'altra può intercettare sempre meglio i desideri espressi dagli utilizzatori.

Difatti, ogni *release* rappresenta un insieme di modifiche, correzioni di *bug*, miglioramenti delle prestazioni o aggiunte di nuove funzionalità rispetto alla versione precedente. In questo scenario si contestualizzano le installazioni di realtà virtuale e aumentata, i *video mapping*, le stampe 3D, che possono essere piacevoli e utili, ma il visitatore cercherà sempre il reperto originale. Il vero merito di queste tecnologie sarà da ricercarsi altrove: nella didattica, come già intuiva nel 1968 Lee nel suo lavoro dal titolo *The future of the museum as a learning environment*; oggi questo ambiente d'apprendimento può essere realizzato attraverso le tecnologie di *mixed reality* (Di Tore *et al.* 2020). Quello che conta è un'adeguata rimediazione dell'ambiente d'apprendimento grazie al supporto della realtà virtuale e aumentata. Con questo si vuole specificare che quando la visita avviene nel contesto digitale, l'ambiente virtuale deve promuovere le conoscenze procedurali che passano attraverso l'uso dell'oggetto scannerizzato e non attraverso una sua semplice spiegazione. Ipotizziamo di scannerizzare un peso da telaio del neolitico: esso non deve semplicemente essere toccato nel virtuale ma essere contestualizzato in una ricostruzione tridimensionale dell'intero telaio che può essere usato per tessere, e via discorrendo. Analogamente, il visitatore virtuale non deve accedere a un libro che trasmetta conoscenze e informazioni riguardo un tema. Ora si prenda in considerazione un altro aspetto in cui la virtualità può offrire un grande contributo: gli strumenti musicali del passato. In questo caso specifico, emerge la necessità di un approccio interattivo che consenta di esplorarne non solo l'aspetto visivo, ma anche quello tattile e sonoro. La possibilità di toccare e suonare tali strumenti nel mondo virtuale permette un coinvolgimento più profondo e sensoriale, offrendo un'esperienza più completa e autentica. In questo contesto, sia un *Intelligent Tutoring System* (Todino *et al.* 2018), sia l'assistenza diretta di un docente reale nell'ambiente virtuale, possono svolgere un ruolo fondamentale. Essi non solo forniscono informazioni sulle note e sulle melodie associate agli strumenti, ma contestualizzano anche tali informazioni nel contesto storico e culturale dell'epoca in cui gli strumenti erano utilizzati. Partendo da questa considerazione il laboratorio *Teaching Learning Center for Education and Inclusive Technologies – Elisa Frauenfelder* dell'Università degli Studi di Salerno, in collaborazione con il Museo Civico di Carife, il Museo Archeologico Nazionale del Sannio Caudino di Montesarchio, ha deciso di realizzare un progetto pilota per la realizzazione di una prima sala di un museo virtuale dedicato ai Sanniti. Da questa prima attività avranno seguito altre sale virtuali in collaborazione con il Museo civico Gaetano Filangieri di Napoli e la Fondazione De Chiara De Maio di Solofra.

Il lavoro di digitalizzazione dei reperti esposti al Museo Archeologico di Carife riguarda dei “corredi tombali, rinvenuti tra Carife e Castel Baronia [che] necessitano di una revisione approfondita, sulla base dei nuovi dati di studio che aiutano anche una migliore collocazione cronologica delle sepolture e degli oggetti” (Castaldo, De Simone 2022, p. 25) e tale digitalizzazione può facilitare lo studio e la diffusione delle informazioni che riguardano questi manufatti (Fig. 3).



Fig. 3 - *Guttus* ad anello (a vernice nera), scansione effettuata presso il Museo Civico di Carife, disponibile all'indirizzo <http://www.labh.it/disuff/download/>

Conclusioni: orizzonti educativi

Nel manuale europeo di progettazione museale di Kirsten Gibbs, Margherita Sani e Jane Thompson (2006) si evidenzia che “gli spazi espositivi nei musei hanno tradizionalmente riflesso il punto di vista del curatore, tradotto dal designer in un allestimento accessibile al pubblico. In molti casi, l’influenza delle figure professionali esperte in educazione e stili di apprendimento (gli educatori, i responsabili della presentazione, i mediatori culturali e gli addetti all’interpretazione) è marginale, in quanto il loro ruolo si limita alla preparazione dei testi illustrativi o all’ideazione dei programmi educativi quando il concetto complessivo dell’allestimento e i suoi contenuti sono già stati definiti. Per fare in modo che un allestimento o una mostra siano in grado di parlare a un pubblico quanto più ampio possibile – a prescindere dal tipo di esperienza offerta, sia essa estetica, scientifica, storica o di altra natura – è di cruciale importanza affidare agli specialisti che nel museo si occupano di apprendimento un ruolo importante nell’*équipe*” (ivi, p.45) che progetta le attività didattiche. Quello che diviene fondamentale, se si vuole rendere appieno il museo un luogo di didattica nel contesto non-formale, ovvero fuori dalle mura scolastiche, diviene una costante “analisi dei collegamenti con i programmi scolastici. Una delle sfide dell’offerta formativa delle istituzioni legate al patrimonio è la corrispondenza con i curricula scolastici e con il programma educativo attuato nelle scuole e nelle diverse classi” (Hermann 2022, p. 67).

BIBLIOGRAFIA

- Aroldi, P. (2019) Analisi dei consumi, in P.C. Rivoltella, P.G. Rossi, *Tecnologie per l’educazione*, pp. 139-151, Milano.
- Cantoni, V., Lombardi, L., Setti, A., Gyoshev, S., Karastoyanov, D., Stoimenov, N. (2018) Art masterpieces accessibility for blind and visually impaired people, in *International Conference on Computers Helping People with Special Needs*, pp. 267-274, Cham.
- Castaldo, F., De Simone, P. (2022) Esempi di koinè culturale italica nel Sannio Irpino. Il caso della Tomba 89 di Carife (AV), in *Salternum semestrale di informazione storica, culturale e archeologica a cura del gruppo archeologico salernitano*, 44-49, pp. 25-33.
- Colasanti, R. (2017) *Peculiarità delle attività di tutela del Comando CC TPC. Patrimonio culturale: profili giuridici e tecniche di tutela*, Roma.
- D’Agnano, F., Balletti, C., Guerra, F., Vernier, P. (2015) Tooteko: A case study of augmented reality for an accessible cultural heritage. Digitization, 3D printing and sensors for an audio-tactile experience, in D. Gonzalez-Aguilera, F. Remondino, J. Boehm, T. Kersten, T. Fuse, *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40 (5), pp. 207-2013, Avila.
- Di Tore, S., Todino, M.D., Sibilio, M. (2020) L’apprendimento in ambienti di mixed reality, in P.G. Rossi, A. Garavaglia, L. Petti, *SIRD, SIPES, SIREM, SIEMeS Le Società per la società: ricerca, scenari, emergenze Atti del Convegno Internazionale SIRD Roma 26-27 settembre 2019. III tomo, Sezione SIREM Ricerca, scenari, emergenze sull’educazione al tempo del digitale*, pp. 151-157, Lecce.
- Gibbs, K., Sani, M., Thompson, J. (2006) *Musei e apprendimento lungo tutto l’arco della vita. Un manuale europeo*, Ferrara.

- Holloway, L., Marriott, K., Butler, M. (2018) Accessible maps for the blind: Comparing 3D printed models with tactile graphics, in *Proceedings of the 2018 CHI conference on human factors in computing systems*, pp. 1-13, New York.
- Neumüller, M., Reichinger, A., Rist, F., Kern, C. (2014) 3D printing for cultural heritage: Preservation, accessibility, research and education, in M. Ioannides, E. Quak, *3D research challenges in cultural heritage*, pp. 119-134, Berlin, Heidelberg.
- Keene, S. (1997) Becoming Digital, *Museum Management and Curatorship*, 15 (3), pp. 299-313.
- Keene, S. (1998) *Digital Collections: Museums and the Information Age*, Oxford.
- Keene, S. (2005) *Fragments of the World. Uses of Museum Collections*, Oxford.
- Hermann, D. ed. (2022) *TRAME. Manuale per insegnanti ed educatori al patrimonio. Progetto TRAME – TRACCE DI MEMORIA (2020-1-IT02-KA201-079794)*, Roma.
- Hoag, J.C., Fripp, J. (2005) Streambank Soil Bioengineering Considerations for Semi-Arid Climates, *Riparian/Wetland Project Information Series*, 18, pp. 42-48.
- Lee, R.S. (1968) The future of the museum as a learning environment, in Metropolitan Museum of Art, *Computers and their potential applications in museums. A conference sponsored by the Metropolitan Museum of Art, April 15, 16, 17, 1968*, New York, pp. 367-387.
- Lin, H. (2008) Opportunities and challenges for interdisciplinary research and education, *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, 37, p. 83.
- Malacrino, C.G. (2010) *Ingegneria dei Greci e dei Romani*, Milano.
- Panciroli, C. (2019) *Documentare per creare nuovi significati: i musei virtuali*, in P.C. Rivoltella, P.G. Rossi, *Tecnologie per l'educazione*, pp. 83-93, Milano.
- Schweibenz, W. (2019) The virtual museum: an overview of its origins, concepts, and terminology, *The Museum Review*, 4 (1), pp. 1-29.
- Todino, M.D., Di Tore, S., Maffei, S., De Simone, G., Sibilio, M. (2017) L'utilizzo di tecnologie head-mounted display a supporto della didattica attraverso ambienti di apprendimento virtuali in contesti non formali, *Giornale Italiano Della Ricerca Educativa*, pp. 165-176.
- Todino, M.D., Di Tore, S., De Simone, G., Sibilio, M. (2018) Virtual Reality Head-Mounted Display Used in Online & Distance Education, in G. Papanikos, *Atiner's Conference Paper Series*, pp. 1-21, Atene.
- Wendt, C.J., Allen, H.H. (2002) Shoreline Stabilization Using Wetland Plants and Bioengineering, *Land and water-forest dredge*, 46 (3), pp. 16-23.