



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI
FILOLOGIA, LETTERATURA E LINGUISTICA**

**CORSO DI LAUREA IN
INFORMATICA UMANISTICA**

TESI DI LAUREA

Orto Botanico Accessibile 2.0

le tecnologie assistive incontrano la realtà aumentata per
un'esperienza museale inclusiva

CANDIDATA

Camilla Poggianti

RELATORI

Chiar.ma Prof.ssa Susanna Pelagatti
Chiar.mo Prof. Massimo Magrini

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

*Ai miei genitori,
unica àncora che tiene quando il mare è mosso*

*A nonno Carlo,
il desiderio di averti qui è proporzionale a quanto mi manchi*

*A tutte le stelle che avrebbero voluto esserci,
vi tengo la mano per sempre*

Indice

Introduzione	4
CAPITOLO 1	
Disabilità	7
1.1 Cosa si intende per disabilità	7
1.2 Disabilità e linguaggio: una questione di etica	10
1.2.1 Linee guida per il linguaggio della disabilità	11
1.2.2 Uno studio sull'impatto del linguaggio	13
1.3 Varie tipologie di disabilità	15
1.3.1 Disabilità fisica	15
1.3.2 Disabilità intellettiva	16
1.3.3 Disabilità psichica	17
1.3.4 Disabilità da condizioni neurologiche croniche o da disturbi del sangue	17
1.3.5 Disabilità multiple	17
CAPITOLO 2	
Partecipazione alla vita culturale	19
2.1 Benefici individuali e sociali della cultura	19
2.2 La vita culturale delle persone con disabilità	20
2.3 Linee guida per l'accessibilità al patrimonio culturale	23
2.3.1 Accessibilità fisica	24
2.3.2 Programmi accessibili e comunicazione efficace	26
2.3.3 Accessibilità delle attività culturali	28
2.4 Musei accessibili	30
2.5 I progetti di accessibilità del sistema museale dell'ateneo pisano	32
2.6 Rinnovo degli strumenti e varietà nella fruizione: la motivazione alla base del progetto	35
CAPITOLO 3	
Strumenti	37
3.1 Tecnologie assistive e ICT	37
3.1.1 La tecnologia a servizio dell'educazione e dell'inclusione	40
3.1.2 Accessibilità degli strumenti informatici	41
3.1.2.1 Accessibilità Web	42
3.1.2.2 Accessibilità delle applicazioni mobili	44
3.2 Realtà aumentata	45
3.2.1 L'AR nell'ambito dell'istruzione e dell'intrattenimento	47
3.2.2 L'AR, disabilità ed esperienze inclusive	49
CAPITOLO 4	
Stato dell'arte	52
4.1 Lavori correlati	52
4.1.2 Gli aspetti implementati e tralasciati dalle applicazioni dello stato dell'arte	62

4.2 Gli obiettivi alla base di OBA 2.0	63
CAPITOLO 5	
Un'esperienza pratica di progettazione in AR nell'ambito delle tecnologie assistive	66
5.1 Presentazione e obiettivi del progetto	66
5.2 Interdisciplinarietà	69
5.3 Processo di sviluppo	71
5.3.1 Fase iniziale: l'approccio da adottare	72
5.3.2 Fase intermedia: progettazione e strumenti utilizzati	73
5.3.3 Fase finale: attivazione del progetto e progettazione partecipativa	76
5.3.4 Panoramica del ciclo di sviluppo	78
5.4 Design partecipativo attraverso i test utente	78
5.4.1 Aspetti positivi evidenziati dai test utente	80
5.4.2 Suggerimenti e punti critici evidenziati dai test utente	83
5.5 Gli elementi di accessibilità introdotti	85
CAPITOLO 6	
Orto Botanico Accessibile 2.0, un'app inclusiva in realtà aumentata	90
6.1 Presentazione	90
6.2 Strumenti: Unity 3D e AR Foundation	92
6.2.1 Interfaccia	92
6.2.2 Animazioni	94
6.2.3 Scripting	95
6.2.4 XR e AR Foundation	96
6.2.5 Sviluppo di OBA 2.0 con Unity e AR Foundation	97
6.3 Architettura applicativa	101
6.4 Design delle interfacce	103
6.4.1 Home	103
6.4.2 Interfacce del percorso in loco	104
6.4.3 Interfacce del percorso a distanza	114
CAPITOLO 7	
L'usabilità dell'app OBA 2.0	116
7.1 Valutare l'usabilità	117
7.2 Valutazione dell'usabilità di OBA 2.0	118
7.3 Il questionario per la valutazione di OBA 2.0	118
7.3.1 Sezione delle informazioni generali	119
7.3.2 Sezione questionario SUS	119
7.3.3 Sezione Net Promoter Score	121
7.3.4 Sezione PANAS	122
7.3.5 Sezione finale dei commenti	124
7.4 I risultati del questionario di valutazione di OBA 2.0	124
7.4.1 I risultati del SUS	124
7.4.3 I risultati del Net promoter Score	126
7.4.4 I risultati del PANAS	127

7.5 Osservazioni	128
Conclusioni	135
Bibliografia	137
Sitografia	144

Introduzione

Dati OMS rivelano che nel mondo una persona su dieci sperimenta una disabilità¹. Anche se in misure differenti, tutta la popolazione può esserne interessata, dal momento in cui la disabilità fa parte della condizione umana. Quasi tutti a un certo punto della vita saranno, temporaneamente o permanentemente, disabili. Ciò è testimoniato anche dall'evoluzione del concetto di accessibilità nel corso degli anni. Inizialmente il riferimento era relegato all'esclusivo abbattimento delle barriere fisiche, mentre oggi la sua definizione ricopre l'ampio spettro dell'integrazione umana a sostegno del fatto che tutti possono sperimentare limitazioni, dal momento in cui le capacità cambiano con l'età².

Ogni epoca ha affrontato il problema morale e politico di come includere e sostenere al meglio persone con disabilità, sebbene siano diverse le difficoltà che ancora oggi accompagnano la vita delle persone disabili, come la discriminazione, minori possibilità formative e professionali, livello di istruzione inferiori ecc³. Riconosciute le diverse tipologie di disabilità, è importante ricordare che storicamente le persone con necessità di supporto siano state assistite nella maggior parte dei casi attraverso soluzioni che le segregavano. Oggi, invece, l'inclusione è divenuta una priorità, specialmente nell'ambito educativo.

La fruizione del patrimonio culturale è un'esperienza di ascendenza e studi confermano come sia in grado di apportare numerosi benefici, tra i quali rafforzare l'identità personale⁴. Visitare un museo è un'attività piacevole ed educativa, anche per questo motivo l'articolo 30 della Convenzione ONU sui diritti delle persone con disabilità riconosce il diritto di tutti a partecipare alla vita culturale con gli altri. Non a caso, negli ultimi decenni, i musei hanno subito importanti cambiamenti, enfatizzando una comunicazione con diversi tipi di pubblico e in modi diversi. Queste istituzioni sono passate dall' "essere su qualcosa" all' "essere per qualcuno"⁵. In questo modo, nella società odierna, la maggior parte delle attività nel campo dell'istruzione e dell'intrattenimento sono state influenzate dalle tecnologie dell'informazione. Negli ultimi anni, nel panorama dei processi e delle metodologie utilizzate a supporto della riabilitazione, della didattica e dell'educazione, le nuove

¹ World Health Organization e The World Bank, "World report on disability."

² Rojas, Renteria, Acosta, Arévalo e Pilares, "Application of accessibility guidelines in a virtual museum."

³ World Health Organization e The World Bank, "World report on disability."

⁴ Rojas, Renteria, Acosta, Arévalo e Pilares, "Application of accessibility guidelines in a virtual museum."

⁵ Economou e Meintani, "Promising beginnings? Evaluating museum mobile phone apps."

tecnologie hanno rappresentato una preziosa fonte per persone con disabilità. Se resa accessibile, la tecnologia rende più semplice il superamento delle barriere, impattando positivamente sugli ostacoli che caratterizzano la quotidianità di una persona con disabilità⁶. I musei hanno così iniziato a sperimentare diverse strategie e pratiche, esplorando l'uso degli ausili tecnologici. In particolare, gli smartphone sembrano avere il potenziale per diventare una piattaforma futura per la guida museale personale. Consentono, infatti, prestazioni multimediali complete e riducono i costi di acquisizione e manutenzione da parte dell'istituzione culturale.

L'evoluzione tecnologica, inoltre, ha introdotto la realtà aumentata. Questa soluzione occupa sempre di più un posto importante nel campo della comunicazione e interazione sociale⁷. Un valido supporto, dunque, nei confronti dell'integrazione promossa dalla partecipazione alla vita culturale.

Assunta la responsabilità collettiva di fornire strumenti che garantiscano un'equa partecipazione delle persone alla vita sociale, l'elaborato introduce un progetto nell'ambito delle disabilità, della fruizione del patrimonio culturale e dell'educazione. Con lo scopo di enfatizzare i benefici che le nuove tecnologie possono apportare nell'ambito dell'accessibilità museale, nasce l'applicazione in realtà aumentata *Orto Botanico Accessibile 2.0*, a garanzia di visite museali inclusive presso l'Orto e Museo Botanico di Pisa a bambini, in età compresa tra i 7 e gli 11 anni, con e senza disabilità.

Il primo capitolo costituisce una doverosa premessa al concetto di disabilità, cercando di fornire una definizione puntuale del termine con uno sguardo ai vari sistemi di classificazione sviluppati dall'OMS nel corso degli anni. Dopo aver affrontato l'importante questione etica sul linguaggio da adottare in questo ambito, il suddetto capitolo passa in rassegna le diverse tipologie di disabilità che possono essere sperimentate dalle persone nel corso della loro vita.

Riconosciuto il diritto di tutti alla partecipazione alla vita culturale, il secondo capitolo tratta i benefici (individuali e sociali) della cultura, affrontando la delicata tematica della fruizione del patrimonio culturale da parte di persone con disabilità e dell'importanza di soluzioni inclusive. Dopo aver fornito una panoramica circa le

⁶ Vita, Rega, Iovino e Mennitto, "TED: Teaching Educational Device, a digital tool to ed-ucational practice for special needs."

⁷ Berenguer, Baixauli, Gómez, de El Puig Andrés e De Stasio, "Exploring the Impact of Augmented Reality in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review."

linee guida di accessibilità di quelli che vengono definiti “musei accessibili”, il capitolo introduce i progetti per persone disabili sviluppati dal Sistema Museale di Ateneo dell’Università di Pisa, per poi concludere con le motivazioni alla base del progetto OBA 2.0, fruibile nel contesto dell’Orto Botanico pisano.

Il terzo capitolo fa luce sugli strumenti utili alla realizzazione del progetto in esame, focalizzandosi sull’importanza dell’impiego delle tecnologie assistive e della realtà aumentata. L’uso congiunto, si vedrà, favorisce educazione, inclusione e intrattenimento.

Il capitolo quarto passa in rassegna una serie di lavori correlati sviluppati e testati in diverse parti del mondo, utili all’individuazione dei pro e dei contro di una serie di soluzioni adottate. Lo studio di questi è risultato indispensabile alla definizione degli obiettivi alla base del progetto, riassunti nel sottoparagrafo finale del capitolo.

Quinto e sesto capitolo, *core* dell’elaborato, introducono l’applicazione AR OBA 2.0. Viene, in primis, chiarito il processo di sviluppo dei contenuti multimediali, al quale ha preso parte un team interdisciplinare. Di notevole importanza, poi, la descrizione del design partecipativo adottato, che ha contribuito allo sviluppo di un prodotto finale accessibile e usabile. A seguito di una rassegna tecnica sul motore grafico utilizzato per l’implementazione (Unity), questa sezione si conclude con la descrizione dell’architettura applicativa e delle interfacce, sviluppate seguendo accorgimenti che incontrano le necessità di un target utente particolarmente giovane e con eventuali disabilità.

L’elaborato termina con la valutazione dell’usabilità del progetto realizzato. Il settimo capitolo offre, infatti, delucidazioni sulle più importanti metodologie e scale utilizzate per la valutazione dell’usabilità, presentando il questionario al quale sono stati sottoposti i partecipanti alla fase di testing dell’app OBA 2.0. I dati raccolti e le osservazioni scaturite vengono presentati negli ultimi due paragrafi.

CAPITOLO 1

Disabilità

Ci sono persone con disabilità in ogni parte del mondo e a tutti i livelli sociali. L'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità, nota globalmente con la sigla WHO), congiuntamente alla Banca Mondiale, ha pubblicato nel 2011 un rapporto che fornisce una panoramica sull'argomento. Oltre un miliardo di persone, circa il 15% della popolazione mondiale, vive con qualche forma di disabilità. Tra queste, quasi 200 milioni affrontano quotidianamente difficoltà molto significative. Le previsioni future sono tutt'altro che incoraggianti: le percentuali stanno aumentando soprattutto a causa dell'invecchiamento della popolazione e dell'aumento globale delle malattie croniche⁸.

L'Eurostat informa che quasi la metà dell'intera popolazione di persone con disabilità appartiene a tre categorie: persone con disabilità visive (circa 30 milioni), persone con disabilità motorie (5 milioni), persone sorde (750 mila)⁹.

Sebbene gli stereotipi sociali tendano ad associare alla disabilità persone che rientrano nelle tre categorie appena menzionate, in realtà quello di *disabilità* è un concetto molto complesso. Plurime sfaccettature danno vita a uno spettro di varietà molto ampio

1.1 Cosa si intende per *disabilità*

Il concetto di *disabilità* è in costante evoluzione. Tuttavia non si può prescindere dal darle una definizione, poiché da questa dipendono le varie tipologie di interventi finalizzati alla promozione e protezione dei diritti delle persone con disabilità.

Secondo l'OMS non si tratta di un costrutto puramente biologico o sociale, bensì deriva dall'interazione tra condizioni di salute, fattori personali e contesto ambientale. In quest'ottica, la disabilità è un termine ombrello che comprende¹⁰:

- Menomazione: alterazione della funzione o struttura corporea.
- Limitazione delle attività: difficoltà dell'individuo nell'esecuzione di un compito o azione.

⁸ World Health Organization e The World Bank, "World report on disability."

⁹ Unione Europea, "Access to cultural life for people with disabilities."

¹⁰ World Health Organization, *International Classification of Functioning, Disability and Health*.

- Restrizione della partecipazione: difficoltà dell'individuo di coinvolgimento in situazioni di vita.

Queste tre dimensioni, descritte nella *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF) del 2001, mostrano una continuità con un precedente sistema di classificazione dell'OMS, la *International Classification of Impairments, Disabilities and Handicap* (ICIDH). Risalente al 1980, quest'ultima è riconosciuta come la prima elaborazione di un sistema di classificazione internazionale, basato sulle conseguenze che le malattie producono sulla vita quotidiana e di relazione¹¹. L'ICIDH distingue e definisce:

Menomazione:

«perdita o anomalia di una struttura o di una funzione, sul piano anatomico, fisiologico e psicologico. È caratterizzata dall'esistenza od occorrenza di anomalia, difetto o perdita (temporanea o permanente) di un arto, organo, tessuto o altra struttura del corpo, o di un difetto di un sistema, funzione o meccanismo del corpo, compreso il sistema delle funzioni mentali. La menomazione rappresenta la deviazione dalla norma sul piano biomedico dell'individuo e rappresenta la esteriorizzazione di una condizione patologica.»

Disabilità:

«limitazione o perdita (conseguente a menomazione) della capacità di effettuare un'attività nel modo o nei limiti considerati normali per un essere umano. La disabilità è caratterizzata da eccessi o difetti nelle abituali attività, prestazioni e comportamenti, che possono essere temporanei o permanenti, reversibili o irreversibili, progressivi o regressivi. Le disabilità possono insorgere come diretta conseguenza di menomazioni o come risposte dell'individuo, particolarmente di tipo psicologico, ad una menomazione fisica, sensoriale o di altra natura. La disabilità riguarda le capacità, intese come attività e comportamenti compositi, che sono generalmente accettate come componenti essenziali della vita quotidiana. La disabilità rappresenta l'oggettivazione della menomazione e come tale riflette disturbi a livello della persona.»

Handicap:

«situazione di svantaggio sociale, conseguente a menomazione e/o disabilità, che limita o impedisce l'adempimento di un ruolo normale per un dato individuo in funzione di età, sesso e fattori culturali e sociali. L'handicap riguarda il valore attribuito a una situazione o esperienza individuale quando essa si allontana dalla norma. È caratterizzato da una discordanza tra la prestazione e la condizione dell'individuo e le aspettative dell'individuo stesso o del particolare gruppo di cui fa parte. L'handicap rappresenta la socializzazione di

¹¹ World Health Organization, *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps*.

una menomazione o di una disabilità e, come tale, riflette le conseguenze per l'individuo (sul piano culturale, sociale, economico e ambientale) che nascono dalla presenza di menomazioni e disabilità.»

Il guadagno terminologico e semantico dell'ICF rispetto all'ICIDH è notevole. Si osserva il passaggio da termini come “impedimento”, “disabilità” e “handicap” alla connotazione positiva dei concetti di “funzioni” e “strutture”, “attività” e “partecipazione”. Un modello *biopsicosociale* (schematizzato nella Fig.1), che pone sullo stesso piano gli aspetti riguardanti la salute della persona (coerentemente col modello medico) e gli aspetti di partecipazione sociale (coerentemente con un modello più orientato sugli aspetti sociali e in relazione con i fattori ambientali)¹².



Figura 1. Il modello biopsicosociale proposto dall'ICF

Il 21 maggio 2001, 191 Paesi accettano l'ICF come standard di valutazione e classificazione di salute e disabilità. La disabilità viene da tutti riconosciuta come:

«la conseguenza o il risultato di una complessa relazione tra la condizione di salute di un individuo e i fattori personali e ambientali che rappresentano le circostanze in cui vive l'individuo»¹³

Ne consegue che, a prescindere dalle proprie condizioni di salute, un individuo si possa trovare in un ambiente con caratteristiche sfavorevoli che causano limitazioni o restrizioni alle proprie capacità funzionali e di partecipazione sociale.

¹² Ciambrone, *(Il rischio di) antipedagogicità dell'ICF*.

¹³ World Health Organization e The World Bank, “World report on disability.”

In conclusione, fanno parte dell'eterogeneo gruppo di "persone con disabilità" sia coloro che tradizionalmente sono intesi come disabili (ad esempio le persone non vedenti o non udenti), sia:

- Coloro che presentano delle difficoltà di funzionamento a causa di molteplici condizioni di salute, come malattie croniche, gravi disturbi mentali, vecchiaia ecc.¹⁴
- Considerando che il contesto agisce come facilitatore o barriera, coloro che riscontrano difficoltà nell'esecuzione di attività o nella partecipazione alla vita sociale¹⁵.

1.2 Disabilità e linguaggio: una questione di etica

«Il linguaggio è un vettore fondamentale per riconoscere, comprendere e apprezzare le specificità di ogni persona.» (Lucchini, S., Chief Institutional Affairs and External Communication Officer)

Nonostante la rivoluzione terminologica dell'ICF, che ha decretato il superamento del termine "handicap", diverse parole dalla connotazione negativa come "invalido", "inabile", "non-autosufficiente" caratterizzano ancora oggi sia il linguaggio comune che quello specialistico, causando isolamento e stigma. Riferendosi a qualcuno con la locuzione "disabile sensoriale" non si valorizza la sua persona ma il suo deficit, restringendo e subordinando le sue potenzialità alla menomazione fisica¹⁶.

In tempi recenti si registra una crescente sensibilità nei confronti dell'inclusione e delle condizioni di uguaglianza e parità delle persone con disabilità. In particolare, con la nascita negli anni '70 del movimento *The person-first language*, la cultura della disabilità è cambiata drasticamente, portando a una maggior integrazione delle persone con disabilità e, conseguentemente, a una più ampia comprensione e accettazione¹⁷.

Come si è potuto apprezzare nel precedente paragrafo, la disabilità è un concetto complesso e la sua terminologia si è evoluta in modo significativo negli ultimi anni. Effetto conseguente, l'avvertimento dell'inadeguatezza di alcune espressioni usate, ritenute inadatte, offensive e veicoli di informazioni scorrette, pregiudizi e stereotipi.

¹⁴ World Health Organization, *International Classification of Functioning, Disability and Health*.

¹⁵ Ciambrone, *(Il rischio di) antipedagogicità dell'ICF*.

¹⁶ *ibidem*.

¹⁷ Crocker e Smith, "Person-first language."

Quello che in precedenza era un linguaggio basato sull'identità (*identity-first*) è stato recentemente sostituito da un linguaggio incentrato sulla persona (*person-first*), il quale è improntato a riconoscere prima le persone, piuttosto che le loro disabilità¹⁸.

Le persone con disabilità sperimentano quotidianamente quanto le parole possano creare opportunità oppure barriere. Il linguaggio che la società impiega nei loro confronti plasma convinzioni e le sue idee su di loro. George Orwell sosteneva:

«If thought corrupts language, then language can corrupt thought»

Dunque, fare uso di un linguaggio basato sulla persona è sinonimo di rispetto, dal momento in cui le parole che scegliamo riflettono i nostri atteggiamenti. Non è possibile controllare i propri pensieri, ma è possibile controllare le proprie parole. Per esempio, in un'ottica "person-first", è preferibile parlare di "persona con disabilità" anziché di "disabile", rimarcando che la relazione si ha sempre tra individui e che l'eventuale disabilità è solo una caratteristica accessoria. Un'altra accortezza spesso rimarcata è evitare di parlare di "bisogni speciali". Persone con disabilità vivono la quotidianità in modi meno comuni rispetto alla maggior parte delle persone, ma non chiedono un trattamento "speciale" bensì una condizione di parità. È perciò consigliabile usare la parola "disabilità", che nel parlato comune dovrebbe essere impiegata in modo neutrale. Ciò che è necessario, spesso, non è un cambiamento di linguaggio, quanto una consapevolezza del potere condizionante delle parole¹⁹.

1.2.1 Linee guida per il linguaggio della disabilità

Il presente sottocapitolo fa luce su una serie di linee guida che individuano la terminologia ritenuta consona quando si discute di argomenti inerenti alle disabilità.

L'elenco che segue illustra le raccomandazioni generalmente adottate²⁰:

- Usare un linguaggio rispettoso per promuovere l'uguaglianza, l'inclusione e il rispetto della diversità.
- Usare un linguaggio di tipo "person-first". È sconsigliato l'uso di acronimi e termini come "disabile". Questi danno la falsa impressione di un gruppo omogeneo, piuttosto che eterogeneo con diverse abilità, interessi e bisogni.

¹⁸ Flink, "Person-First & Identity-First Language," 80-82.

¹⁹ "[People-First Language Guide](#)."

²⁰ "[Disability-inclusive language guidelines](#)."

- Evitare una terminologia obsoleta e negativa. Ne sono esempi “handicappato”, “ritardato”, “storpio” ecc. Utilizzare una terminologia neutra oppure, laddove ritenuto necessario, il nome clinico per la disabilità (per esempio “persona con la sindrome di Down”).
- Evitare neologismi ed eufemismi come “diversamente abile”, spesso percepiti come eccessivamente politicamente corretti.
- Evitare la terminologia “normale” in contrapposizione a espressioni come “persona con esigenze speciali”. Queste suggeriscono la ricezione da parte della persona con disabilità di un trattamento “speciale”, quando invece l’obiettivo è consentire a queste persone di vivere all’interno della società su base paritaria. Il paragone o il riferimento alla normalità è inaccettabile: è sconsigliato parlare di “normodotati” in favore di locuzioni come “persone senza disabilità”. Essere diversi è normale ed espressioni di questo tipo rafforzano la falsa percezione che le persone con disabilità siano estranee.
- Non sensazionalizzare. Sebbene sia importante riconoscere i traguardi raggiunti dalle persone con disabilità, bisogna prestare attenzione a non renderli sensazionali. L’eccessiva enfasi può suggerire l’idea che tali risultati siano inaspettati e fuori dal comune.
- Se possibile, chiedere alla fonte come vorrebbe essere descritta. Studi NCDJ²¹ (National Center on Disability and Journalism) riportano casi di persone con disabilità che si sono opposte ad alcune modifiche nel linguaggio di tipo “person-first”, come la sostituzione di “Down” con “persona con la sindrome di Down”. Una rivelazione a conferma del fatto che non esistono due persone uguali, né per quanto riguarda le disabilità, né per quanto riguarda le preferenze linguistiche. Questo per concludere invitando chi si approccia a parlare di disabilità di confermare caso per caso.

Parlare e scrivere di disabilità è complicato e richiede sensibilità. Nonostante ciò, se è impossibile chiedere alla persona come vuole che venga riferita, non si deve evitare di parlare o scrivere di disabilità. In casi dubbi la Tabella 1 fornisce una panoramica della terminologia attualmente ritenuta appropriata, distinguendo il linguaggio preferenziale dai termini da evitare.

²¹ [“Disability Language Style Guide”](#)

Tabella 1. Termini da utilizzare ed evitare nell'ambito delle disabilità²²

Ambito	Linguaggio preferenziale	Termini da evitare
Visione	“Persona non vedente”, in una condizione di cecità assoluta	“Persona con problemi di vista”, “non vedente”, “cieco”
	“Persona ipovedente”, in una condizione di perdita della vista parziale	
Udito	“Persona con sordità parziale / totale”	“Sordomuto” o “sordo e muto”, perché persone con disabilità del linguaggio e dell’udito si possono esprimere in modi diversi
	“Persona con disabilità uditiva / deficit uditivo”	
	“Sordi” in maiuscolo, per riferirsi alla comunità dei sordi o alla cultura sorda	
	“Comunità dei sordi e dei non udenti”, per la comunità di persone con qualsiasi tipo di perdita uditiva	
Fisico / Motorio	“Persona con disabilità fisica”	“Storpio”, “invalido” “con problemi fisici / limitazioni fisiche”, “confinato / limitato / legato a una sedia a rotelle”, “deforme”, “zoppo”, “portatore di handicap” ecc.
	“Persona con disabilità motoria”	
	“Persona che usa un dispositivo di mobilità”	
	“Persona che utilizza una sedia a rotelle”	
Cognitivo	“Persona con disabilità intellettiva”	“Ritardato”, “demente”, “carente”, “persona con deficit”, “mongoloide”, “deviante”, “anormale”, lento” ecc.
Assenza di disabilità	“Persona senza disabilità”	“Normale”
Disabilità generica	“Persona con disabilità”	“Anormale”
	“Atipico”	

1.2.2 Uno studio sull’impatto del linguaggio

Nel corso del 2020 l’Università di Toronto, con sede a Mississauga, ha condotto uno studio sperimentale coinvolgendo 204 studenti ignari di disabilità²³. In quest’occasione sono state sottoposte all’attenzione degli universitari delle immagini nell’ambito della disabilità corredate di diverse didascalie, al fine di esaminare l’impatto del linguaggio sulla percezione delle persone con disabilità.

Il test comprendeva 18 fotografie raffiguranti tre maschi e tre femmine con diversi tipi di disabilità. Sotto ogni immagine, frasi descrittive in diversi tipi di linguaggio:

- Linguaggio “disability-first”. La disabilità al primo posto.

²² Hanson, Cavender e Trewin, “Writing about accessibility,” 62 - 64.

²³ Kamenetsky e Sadowski, “Does Language Type Affect Perceptions of Disability Images? An Experimental Study.”

- Linguaggio “person-first”. La persona prima della disabilità.
- Autodenominazione provocatoria. Frasi ironiche e orgogliose.
- Linguaggio della menomazione, con combinazione di nomi e aggettivi.
- Denominazione apologetica. La disabilità è riferita come una sfida.
- Linguaggio negativo. Frasi o termini a connotazione negativa.

I partecipanti hanno risposto a un questionario, valutando il materiale sulla base di:

- Identificazione: “In che misura ti identifichi in questa persona e in che misura ti ricorda te stesso?”.
- Emozione: “In che misura provi felicità / rabbia / tristezza / disgusto / paura / disprezzo / senso di colpa / sorpresa nei confronti di questa persona?”.
- Disponibilità ad aiutare: “In che misura saresti disposto a fare volontariato per aiutare questa persona?”.
- Disponibilità a includere: “In che misura saresti disposto a diventare amico di questa persona o ad assumerla per lavorare per te?”.
- Percezione delle capacità: “Pensi che questa persona sia in grado di farsi amici / prendersi cura di sé e dei figli / di sposarsi?”.
- Percezione dei diritti: “Pensi che questa persona abbia gli stessi diritti di tutti gli altri?”.

I risultati sono stati analizzati con un software di analisi tematica e hanno evidenziato con chiarezza che quando il riferimento a una persona fa uso di un linguaggio dalla connotazione negativa, gli altri sviluppano una percezione negativa. Anche l’uso dell’autodeterminazione provocatoria e potenziante da parte delle persone con disabilità contribuisce alla formazione di stereotipi negativi, mentre un linguaggio incentrato sulla persona è decisamente più efficace e suscita una maggior percezione delle capacità dei disabili. Un’interessante osservazione ha riguardato le didascalie apologetiche, le quali sembra abbiano prodotto percezioni estremamente positive, compresa la maggior identificazione e disponibilità all’inclusione. Un linguaggio di questo tipo implica che le persone con disabilità si sentano autorizzate e sicure di sé. Studi rivelano quanto l’autodeterminazione possa far la differenza nella vita di persone con disabilità e che persone che provano emozioni positive abbiano maggiori probabilità di prosperare²⁴.

²⁴ Algozzine, Browder, Karvonen, Test e Wood, “Effects of Interventions to Promote Self-Determination for Individuals with Disabilities,” 219-229.

Alla luce di quest'analisi, l'Università di Toronto conferma l'efficacia del linguaggio "person-first" ma, allo stesso tempo, incoraggia l'uso di una denominazione apologetica. Riferirsi alle persone con disabilità in modo non ostentato e senza pietà è una strategia più promettente per l'inclusione e la riduzione degli stereotipi negativi rispetto ad altri tipi di linguaggio.

A conclusione della sezione, l'invito a eliminare il linguaggio negativo e responsabilizzare le persone con disabilità in modo che si sentano orgogliose di ciò che sono e lo comunichino con sicurezza.

1.3 Varie tipologie di disabilità

Le disabilità non sono tutte uguali. Ognuna ha le proprie caratteristiche specifiche e può incidere in misure e modalità diverse sulla vita della singola persona.

Esistono diversi criteri per classificarle: in base al livello di gravità, alla tipologia, alle cause che hanno determinato la condizione di disabilità ecc. La classificazione più semplice è quella dicotomica che distingue le due macro-categorie delle disabilità fisiche e disabilità sensoriali; a un maggior livello di dettaglio vengono aggiunte categorie a parte per le disabilità intellettive e quelle psichiche.

Per rendere al meglio l'idea della complessità di tale concetto, si fa riferimento alla Legge 3 marzo 2009, n.18 con la quale il Parlamento ha autorizzato la ratifica della Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità (CRPD). La CRPD promuove una puntuale classificazione, individuando 5 tipologie di disabilità specifiche, a loro volta comprendenti sottocategorie²⁵.

1.3.1 Disabilità fisica

Caratteristica comune delle disabilità fisiche è la compromissione di qualche aspetto del funzionamento fisico. Questa tipologia di disabilità può essere permanente o temporanea, può esistere fin dalla nascita oppure essere acquisita nel corso della vita. Appartengono a questa categoria²⁶:

- **Disabilità locomotoria:** a causa di un malfunzionamento del sistema muscolo-scheletrico o del sistema nervoso (o di entrambi), la persona è incapace di eseguire attività associate al movimento di sé e degli oggetti. Ne

²⁵ *The Rights of Persons with Disabilities Act*, n.49.

²⁶ *ibidem*

fanno parte persone con paralisi cerebrale, nanismo, distrofia muscolare, vittime di attacchi di acido ecc.

- **Disabilità visiva:** si riferisce a persone non vedenti (cecità) o con una visione parziale (ipovisione).
- **Disabilità uditiva:** i problemi di udito possono variare da lievi a profondi, perciò in base alle frequenze udite è lecito distinguere la persona sorda da quella non udente.
- **Disabilità del linguaggio e della parola:** disabilità permanente derivante da condizioni, quali laringectomia o afasia, che colpiscono una o più componenti del linguaggio e della parola per cause organiche o neurologiche.

1.3.2 Disabilità intellettiva

Condizione caratterizzata da una significativa limitazione del funzionamento intellettivo (ragionamento, apprendimento, risoluzione di problemi) e del comportamento adattivo, che compromette una serie di abilità quotidiane, sociali e pratiche.

Appartengono a questa categoria²⁷:

- **Disturbi specifici dell'apprendimento:** prevedono un deficit nell'elaborazione del linguaggio (parlato o scritto) che si può manifestare con la difficoltà di comprendere, parlare, leggere, scrivere, sillabare o fare calcoli matematici. Si parla più nello specifico di disabilità percettive, dislessia, disgrafia, discalculia, disprassia e afasia dello sviluppo.
- **Disturbo dello spettro autistico:** disturbo del neurosviluppo con esordio precoce (comparsa nei primi tre anni di vita) che coinvolge principalmente le tre aree dell'interazione sociale (difficoltà a comprendere le relazioni e relazionarsi con gli altri), del linguaggio e comunicazione, e del comportamento (tendenza a rituali, comportamenti inusuali o stereotipati).

²⁷ *ibidem*

1.3.3 Disabilità psichica

“Malattia mentale” è il termine ombrello per identificare un gruppo di patologie che colpiscono la mente o il cervello. Si tratta di un sostanziale disturbo del pensiero, dell’umore, della percezione, dell’orientamento o della memoria.

Ne sono esempi il disturbo bipolare, la depressione, la schizofrenia, i disturbi di personalità ecc. Tutti questi influenzano il modo in cui la persona pensa, sente e agisce, compromettendo giudizio, comportamento, capacità di riconoscere la realtà o di far fronte alle esigenze ordinarie della vita. Non include il ritardo, che è invece una condizione di sviluppo mentale arrestato o incompleto della persona²⁸.

1.3.4 Disabilità da condizioni neurologiche croniche o da disturbi del sangue

Appartengono alla categoria delle disabilità causate da condizioni neurologiche croniche²⁹:

- Persone con sclerosi multipla: malattia infiammatoria del sistema nervoso che compromette la capacità delle cellule nervose del cervello e del midollo spinale di comunicare tra loro.
- Persone con la malattia di Parkinson: malattia progressiva del sistema nervoso, caratterizzata da tremore, rigidità muscolare e movimenti lenti e imprecisi.

Fanno parte, invece, delle disabilità associate a disturbi del sangue³⁰:

- Emofilia: caratterizzata dalla perdita o dalla compromissione della normale capacità di coagulazione del sangue.
- Talassemia: caratterizzata da quantità ridotte o assenti di emoglobina.
- Malattia delle cellule falciformi: caratterizzata da anemia cronica, dolori e varie complicazioni causate dai danni ai tessuti e organi associati.

1.3.5 Disabilità multiple

Combinazione di più di una delle disabilità sopracitate, compresa la sordocecità. Quest’ultima è intesa come una condizione in cui una persona può presentare una

²⁸ *ibidem*

²⁹ *ibidem*

³⁰ *ibidem*

combinazione di disabilità uditive e visive che causano gravi problemi di comunicazione, sviluppo ed educazione³¹.

³¹ *ibidem*

CAPITOLO 2

Partecipazione alla vita culturale

«La cultura è ciò che siamo e ciò che forma la nostra identità. Porre la cultura al centro delle politiche di sviluppo è l'unico modo per garantire uno sviluppo umano, inclusivo ed equo.»

(Jyoti Hosagrahar, vicedirettrice World Heritage Centre dell'UNESCO)

La protezione e promozione della cultura sono un imperativo dei diritti umani. La tutela del patrimonio culturale è un valore annoverato tra i principi della democrazia e intimamente connesso a essi: eguaglianza, libertà, equità sociale e dignità della persona. A ulteriore conferma, l'Articolo 27 della Dichiarazione Universale dei Diritti Umani recita:

«Ogni individuo ha il diritto di partecipare liberamente alla vita culturale della comunità, di godere delle arti e di prendere parte al progresso scientifico e ai suoi benefici.»

Tuttavia, la politica culturale contemporanea è caratterizzata dallo strumentalismo, preoccupato di equiparare il valore dell'investimento ai suoi ritorni. È in questo modo che i politici possono provare il valore in termini di soldi scaturito dalle loro decisioni nella competizione per le risorse. L'interesse per la cultura deve essere però giustificato con obiettivi ben più nobili di un mero impatto economico. Docenti dell'Università di Manchester hanno analizzato fonti e fornito prove su come la cultura influenzi la vita della gente comune. Prescindendo dal valore economico, questi studi hanno evidenziato come la qualità della vita delle persone sia migliorata attraverso la loro partecipazione quotidiana al patrimonio culturale. Arte, creatività e cultura non devono essere solo considerate in termine di ritorni sugli investimenti, bensì come entità in rapporto tra loro con effetti positivi sulla quotidianità³².

2.1 Benefici individuali e sociali della cultura

Date le numerose osservazioni sul miglioramento dell'apprendimento e della salute, e sull'aumento della tolleranza e delle opportunità di incontro con gli altri, è possibile sostenere il contributo della cultura ai benefici individuali e sociali³³.

³² Gilmore, "Raising our quality of life," 19.

³³ *ivi*, 4.

In primis possono essere annoverati i *benefici intrinseci e personali*. Le esperienze culturali sono opportunità di svago, intrattenimento, apprendimento e condivisione di esperienze con gli altri. In questo modo, la cultura unisce le persone³⁴.

La cultura incentiva il *miglioramento dell'apprendimento e delle competenze utili per il futuro*. Soprattutto nei giovani, la partecipazione alla vita culturale aiuta a sviluppare le capacità di pensiero, contribuendo all'autostima e al miglioramento della resilienza, fattori che (studi confermano) influenzano positivamente il rendimento scolastico³⁵.

Un numero crescente di studi dimostra come l'impegno culturale produca *migliori condizioni di salute e benessere*. La partecipazione attiva alla cultura può alleviare l'isolamento e promuovere la formazione dell'identità e la comprensione interculturale³⁶.

Infine, la cultura estende i suoi benefici all'intera società producendo *comunità vivaci*. Le attività culturali riuniscono le persone creando solidarietà e coesione sociale, aumentando la fiducia, l'orgoglio civico e la tolleranza³⁷.

2.2 La vita culturale delle persone con disabilità

La cultura è un fattore di integrazione sociale oltre che di crescita economica, perciò deve essere un diritto di tutti, comprese le persone con disabilità.

In questo contesto, l'Unione Europea ha aderito alla Convenzione ONU sui diritti delle persone con disabilità (Convention on the Rights of People with Disabilities, CRPD), adottata nel 2006 ed entrata in vigore nel 2011. L'articolo 30 riconosce il diritto delle persone con disabilità a partecipare alla vita culturale con gli altri, e specifica che:

«Gli Stati parti [...] adottano tutte le misure appropriate per garantire che le persone con disabilità:

- (a) Godano dell'accesso a materiali culturali in formati accessibili.
- (b) Godano dell'accesso ai programmi televisivi, ai film, al teatro e ad altre attività culturali in formati accessibili.

³⁴ Bloom e Fennessy, *Valuing Culture*.

³⁵ “[Key Research Findings: the case for Cultural Learning](#).”

³⁶ Carnwath e Brown, *Understanding the value and impacts of cultural experiences*, 12.

³⁷ Communications MDR, “Environmental Scan of the Culture Sector”.

(c) Godano dell'accesso a luoghi per spettacoli o servizi culturali, come teatri, musei, cinema, biblioteche e servizi turistici e, per quanto possibile, dell'accesso a monumenti e siti di importanza nazionale.»³⁸

Studi Istat confermano l'effetto positivo della partecipazione culturale sulle persone con limitazioni anche gravi. Tra queste persone, quelle che prendono parte a spettacoli teatrali, concerti, vanno al cinema o frequentano luoghi di patrimonio, si dichiarano più soddisfatte della vita³⁹.

Tuttavia, nonostante la condivisione di questa disposizione che getta luce sulla necessità di politiche e pratiche che rafforzino la partecipazione culturale delle persone con disabilità, l'attuazione dell'articolo 30 della CRPD è scarsa e le persone con disabilità continuano a incontrare ostacoli nella realizzazione del loro diritto a partecipare alla vita culturale. Per esempio, persone in sedia a rotelle non riescono ad accedere a quei concerti dove l'unica via d'accesso è fornita da rampe di scale, il diritto della persona non vedente è violato se le opere in un museo non sono esposte in un formato audio accessibile oppure in stampa Braille, la persona con disabilità uditive non può vedere un film al cinema se non sono previsti i sottotitoli, le persone con disabilità intellettive sono escluse se non vengono fornite versioni facilitate di lettura di un testo ecc.⁴⁰

Nel caso specifico dell'Italia, l'accessibilità dell'offerta culturale è ben al di sotto delle necessità. Dati Istat del 2015 riportano che solo il 37.5% dei musei italiani è attrezzato con strutture per l'accesso fisico di visitatori disabili e il 20.4% offre materiali e supporti informativi come percorsi tattili, pannelli in Braille ecc.⁴¹ Il grafico in Figura 2 fornisce una panoramica sulla situazione dell'accessibilità per persone con disabilità nei musei italiani, mostrando dati che suggeriscono la necessità di un impegno in un'offerta più ricca di servizi e attività.

³⁸ United Nations, 2006

³⁹ Istat, *Conoscere il mondo della disabilità*, 97.

⁴⁰ Tatic, *Access for People with Disabilities to Culture, Tourism, Sport and Leisure Activities*, 11.

⁴¹ Istat, "I musei, le aree archeologiche e i monumenti in Italia."

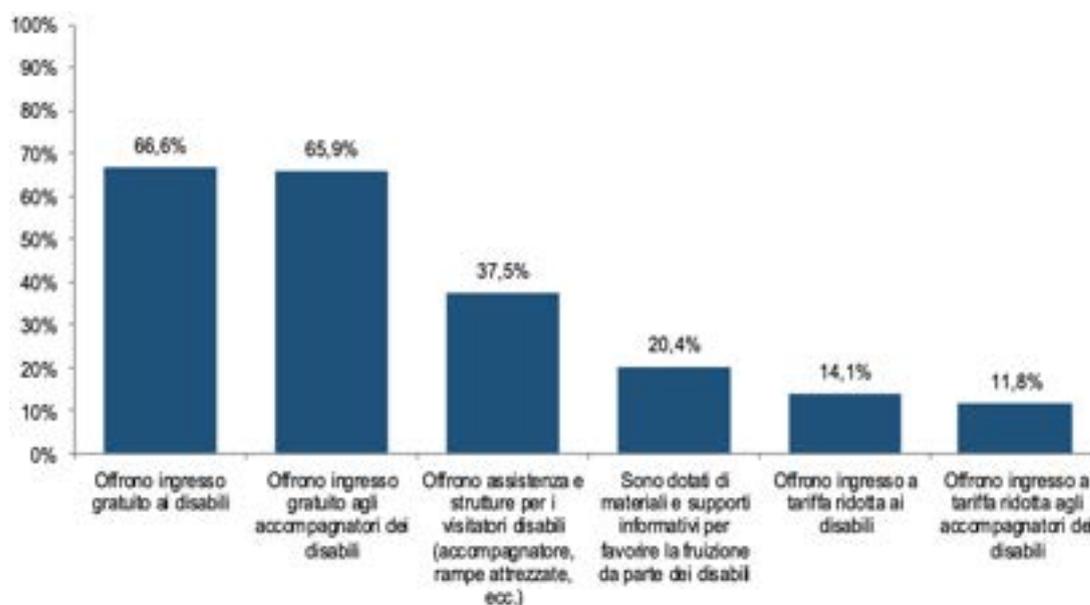


Figura 2. L'accessibilità per i disabili nei musei italiani (Istat)

L'Istat ha poi condotto una ricerca sulla partecipazione del pubblico con disabilità alle attività culturali, evidenziando una diffusa esclusione delle persone con bisogno di supporti significativi⁴².

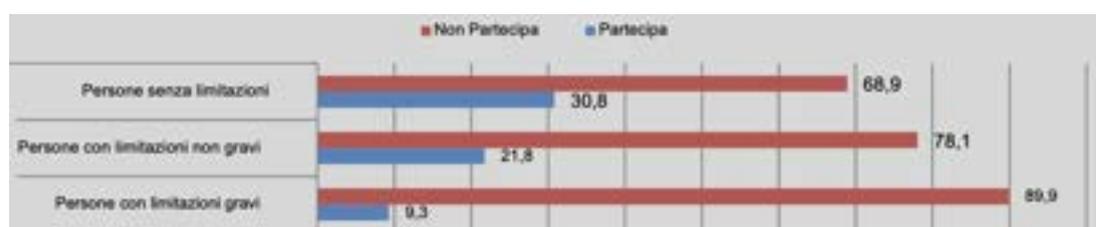


Figura 3. Persone che partecipano ad attività culturali per gravità delle limitazioni (Istat)

Il grafico in Figura 3 mostra infatti come solo il 9.3% delle persone con limitazioni gravi partecipa alla vita culturale.

Le esigenze delle persone con disabilità non sono ancora coperte dalle statistiche dell'Unione Europea, ma in generale è stato ammesso come finora sia stato fatto poco per facilitare l'accesso alla cultura da parte dei non vedenti, ipovedenti, sordi o ipoudenti, o di persone con difficoltà di apprendimento⁴³.

Per una piena attuazione dell'articolo 30, e per consentire a tutti di vivere in modo indipendente e partecipare a ogni aspetto della vita, il concetto di accessibilità non deve limitarsi al solo abbattimento di barriere architettoniche. L'impegno deve

⁴² Istat, *Conoscere il mondo della disabilità*, 99.

⁴³ Unione Europea, "Access to cultural life for people with disabilities".

riguardare anche la neutralizzazione di barriere sensoriali, cognitive, culturali, emotive e perfino economiche.

2.3 Linee guida per l'accessibilità al patrimonio culturale

Come doverosa premessa alle linee guida per la progettazione di esperienze culturali inclusive, si riporta la definizione ufficiale fornita dall'OMS del concetto di *accessibilità*:

«L'accessibilità descrive il grado in cui un ambiente, un servizio o un prodotto consente l'accesso al maggior numero di persone possibile, in particolare alle persone con disabilità.»⁴⁴

A garanzia dell'accessibilità, è necessario che ogni struttura e/o servizio si impegni ad abbattere le *barriere* e aumentare i *facilitatori* della partecipazione.

Barriere:

«Fattori nell'ambiente di una persona che, attraverso la loro assenza o presenza, limitano il funzionamento e creano disabilità - ad esempio, ambienti fisici inaccessibili, mancanza di tecnologie assistive adeguate e atteggiamenti negativi nei confronti della disabilità.»⁴⁵

Facilitatori:

«Fattori nell'ambiente di una persona che, attraverso la loro assenza o presenza, migliorano il funzionamento e riducono la disabilità - ad esempio, un ambiente accessibile, tecnologie assistive disponibili, atteggiamenti inclusivi e legislazione. I facilitatori possono impedire che le menomazioni o le limitazioni dell'attività si trasformino in restrizioni alla partecipazione, poiché l'esecuzione effettiva di un'azione viene migliorata, nonostante il problema di capacità della persona.»⁴⁶

Diversi paesi hanno intrapreso azioni in termini di accessibilità per favorire l'approccio della persona disabile alla cultura. Nonostante questo impegno e il successo di alcune misure, occorre fare di più. A tal fine, l'articolo 9 della CRPD consiglia di:

- Far sì che strutture e servizi pubblici e privati rispettino gli standard minimi e le linee guida di accessibilità.
- Formare adeguatamente gli stakeholder sul come ricevere ospiti con disabilità.

⁴⁴ World Health Organization e The World Bank, "World report on disability," 301.

⁴⁵ *ivi*, 302.

⁴⁶ *ivi*, 304.

- Promuovere varie forme di assistenza e supporto alle persone con disabilità per garantire il loro accesso alle informazioni.

Il primo capitolo di questo elaborato ha già dato un'idea di quanto complesso sia il concetto di *disabilità*, dunque non basta dotare una struttura di un ascensore per poter parlare di inclusione. Esistono, in realtà, diversi livelli di accessibilità dei quali è necessario tenere di conto nella progettazione o adeguamento degli edifici e nella organizzazione delle attività⁴⁷:

- Accessibilità fisica esterna e interna delle strutture.
- Accessibilità del programma e comunicazione efficace: rendere accessibili informazioni, documenti e servizi.
- Accessibilità delle attività culturali, sia in termini di spazi che di fruizione.

2.3.1 Accessibilità fisica

Alla base dell'accessibilità fisica vi sta il concetto di *Universal Design*, ovvero la progettazione universale. Uno stile di ideazione e costruzione di ambienti, edifici, prodotti ecc. in modo da soddisfare le esigenze di più persone possibili, indipendentemente dalla loro età e abilità⁴⁸. Dunque, un approccio inclusivo al design. Nel migliore dei mondi possibili una progettazione di tale tipo guiderebbe la creazione di tutte le strutture e programmi, dal momento in cui non si tratta di una sistemazione per una persona ma può essere una comodità per tutti.

L'UD si basa su sette principi⁴⁹:

- Equità d'uso: l'ambiente, il prodotto, il servizio è progettato per essere usato da tutti.
- Flessibilità d'uso: l'ambiente, il prodotto, il servizio deve poter essere usato da persone con abilità diverse.
- Uso facile e intuitivo: il prodotto o il servizio devono essere di facile comprensione.
- Percettibilità delle informazioni: il design del prodotto o servizio comunica efficacemente le informazioni necessarie a prescindere dalle condizioni ambientali e dalle capacità sensoriali della persona.

⁴⁷ Istat, *Conoscere il mondo della disabilità*, 98.

⁴⁸ *Disability Act 2005*, n. 14.

⁴⁹ [“The 7 principles.”](#)

- Tolleranza per gli errori: il design minimizza i pericoli e le conseguenze negative di azioni accidentali o non volute.
- Minimo sforzo fisico: la progettazione deve garantire il minimo sforzo fisico e un uso efficace e confortevole.
- Spazi e misure adatti per l'approccio e per l'uso: devono essere messi a disposizione dimensioni e spazi adeguati per l'avvicinamento, raggiungimento, manipolazione e utilizzo, indipendentemente dalla corporatura, postura e mobilità dell'utente.

Entrando invece nello specifico delle necessità di persone con disabilità fisiche, di seguito un elenco dei principali interventi e misure da attuare per garantire l'accessibilità architettonica⁵⁰.

- **Accessibilità del percorso esterno:** il servizio deve poter essere raggiunto attraverso una superficie stabile, solida e antiscivolo, senza gradini, scale o brusche variazioni di livello. Dunque, provvedere a un percorso sicuro e utilizzabile da persone che camminano con difficoltà, che utilizzano degli ausili per il movimento (sedia a rotelle, stampelle, tutori ecc.), che hanno problemi respiratori o cardiaci. Un percorso di questo tipo, inoltre, giova a tutti. Per raggiungere tale obiettivo può essere necessario installare rampe o ascensori.
- **Disponibilità di parcheggi adeguati:** mettere a disposizione, nelle immediate vicinanze della struttura, posti auto per persone con disabilità che rispettino gli standard in termini di dimensioni.
- **Accessibilità del percorso interno:** internamente all'edificio le persone devono potersi muovere utilizzando un percorso continuo, ben illuminato, stabile e senza ostacoli. Provvedere alla segnaletica necessaria per indicare i percorsi accessibili più brevi e avvertire circa la presenza di oggetti sporgenti o variazioni di livello. Se possibile, inserire sedute a intervalli periodici per persone che necessitano di riposo.
- **Accessibilità delle attrezzature, servizi e comodità:** così come le persone senza disabilità, quelle con disabilità hanno diritto di usufruire di tutti i servizi offerti dalla struttura, come negozi, aree di ristorazione o altre comodità. Ci sono, dunque, una serie di direttive da seguire per la

⁵⁰ National Assembly of State Arts Agencies, *Design for Accessibility*, 62 - 82.

progettazione di maniglie, comandi dello sciacquone del bagno, tastiere di computer, schermi tattili ecc.

L'elenco appena stilato è un breve sunto delle principali accortezze in termini di disabilità fisiche. A queste se ne aggiungono molte altre, come le direttive per la costruzione delle porte e l'importanza di evitare quelle girevoli o i tornelli, l'attenzione al posizionamento dei tappeti, il design interno degli ascensori e dei guardaroba ecc., per non parlare delle norme di accesso architettonico specifiche per gli edifici storici. Non essendo questo argomento di interesse ai fini dell'elaborato, per maggiori informazioni si invita alla consultazione del manuale *Design for accessibility* della NASAA.

Studi Istat confermano come negli ultimi anni l'accessibilità fisica si trovi al centro di molte decisioni operative quotidiane. Ne sono un esempio le *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*, un decreto del 2008 emanato dal Ministero per i beni e le attività culturali e rivolto ai musei statali⁵¹.

2.3.2 Programmi accessibili e comunicazione efficace

Come già accennato, quando si tratta di offrire materiale e supporti informativi a persone con disabilità sensoriali gli interventi dei servizi culturali in termini di accessibilità sembrano minimi. Ancora più preoccupante la condizione di chi presenta disabilità cognitive e intellettive, le cui esigenze restano tutt'oggi largamente disattese⁵².

Tuttavia, oltre all'accesso fisico, organizzazioni artistiche e umanistiche devono garantire l'accesso ai contenuti dei loro programmi a tutti. Con contenuti si intende una molteplicità di interventi, dalle mostre, ai materiali cartacei, le esposizioni interattive, le conferenze ecc. In questi casi, realizzare una comunicazione efficace orientata a chi presenta disabilità d'udito, della vista, del linguaggio e della cognizione favorisce enormemente l'inclusione.

Per una comunicazione efficace è necessario⁵³:

- Comprendere che non esiste un'unica soluzione per tutti.

⁵¹ Istat, *Conoscere il mondo della disabilità*, 98.

⁵² *ibidem*.

⁵³ National Assembly of State Arts Agencies, *Design for Accessibility*, 97.

- Valutare le modalità che soddisfano le diverse esigenze.
- Formare tutti coloro che entrano in contatto col pubblico.
- Informare il pubblico sui servizi ausiliari a propria disposizione.

Procedendo con la distinzione delle varie tipologie di disabilità, di seguito una rassegna delle misure da adottare per l'accessibilità dei programmi e dei contenuti.

Persone con disabilità visiva

Tutte quelle informazioni che vengono fornite attraverso un formato visivo devono essere rese disponibili in formati alternativi.

Come già chiarito nel sottoparagrafo 1.3.2, le persone con disabilità visiva costituiscono un gruppo eterogeneo: c'è chi è completamente non vedente, chi ha una visione ridotta o limitata, chi è nato con questa disabilità, chi l'ha acquisita nel tempo. Queste condizioni plurime determinano una grande varietà di modi per rendere accessibili le informazioni visive.

Tra queste: audiodescrizioni, utilizzo del Braille, progettare siti-web capaci di interagire correttamente con i più comuni screen reader e dotati di informazioni alternative per le immagini e i video, utilizzo di stampe a caratteri grandi, materiale tattile ecc.⁵⁴

Persone con disabilità uditive e vocali

Anche in questo caso, le diversità all'interno di un gruppo eterogeneo di persone si riflette in varie modalità disponibili per rendere accessibili le informazioni sonore. Esistono soluzioni semplici ed economiche, come mettere a disposizione carta e matita per scrivere brevi messaggi. Un'alternativa più sofisticata consiste nell'installare un sistema di ascolto assistito (ALS - Assistive Listening System), il quale minimizza i rumori di fondo, riduce l'effetto della distanza e annulla le carenze acustiche. Un ricevitore di tale tipo deve essere indossato dal visitatore, quindi sarà dotato in uscita di un jack per l'inserimento di accessori diversi (auricolari, adattatori per impianti cocleari ecc.). Più comune e meno dispendioso, l'inserimento di didascalie e sottotitoli per la visualizzazione del materiale parlato. Talvolta può essere necessario avvalersi del CART (Computer-Aided Realtime Reporting), ovvero il sottotitolaggio in tempo reale assistito da computer. Dato poi il largo utilizzo da

⁵⁴ *ivi*, 98-102.

parte delle persone sorde, una modalità tipica è la traduzione delle informazioni sonore nel linguaggio dei segni e l'impiego di interpreti.

A tutte queste possibilità, se ne aggiungono poi altre come la lettura del labiale, l'impiego dei telefoni testuali TTY che, dotati di una tastiera, un display, una stampante e collegati alla linea telefonica facilitano persone con queste disabilità a chiamare per ottenere informazioni, servizi di ripetizione delle telecomunicazioni e amplificatori telefonici⁵⁵.

Persone con disabilità cognitive

La prima necessità delle persone con disabilità cognitive è ricevere informazioni semplici in modalità da loro predilette, per esempio utilizzando simboli grafici, immagini, colori diversi e integrazioni varie per chiarire il significato delle informazioni verbali. Il linguaggio ha da essere flessibile e si deve adattare alle esigenze del singolo.

Per una comprensione efficace, inoltre, è di estrema importanza l'ambiente che circonda la persona con disabilità cognitive, che deve essere privo di distrattori e stimoli sensoriali che possano far perdere la concentrazione. Una soluzione è adibire determinate aree a luoghi di decompressione, quindi più tranquilli, per consentire alla persona di apprezzare una mostra, una presentazione o un'attività⁵⁶.

Terminata questa rassegna di strumenti e accortezze, ne conviene che molte soluzioni abbiano carattere trasversale e possano apportare benefici a più persone. Per esempio, le stesse apparecchiature utilizzate per un sistema di ascolto assistito possono essere utilizzate per fornire una audiodescrizione alle persone non vedenti o ipovedenti. I sottotitoli sono utili anche ai bambini che imparano a leggere, alle persone che imparano una seconda lingua, nonché al pubblico in generale in un ambiente rumoroso. Accompagnare informazioni scritte con immagini può agevolare diverse persone, con e senza disabilità.

2.3.3 Accessibilità delle attività culturali

Ogni attività o iniziativa deve avere spazi accessibili (sale conferenze accessibili, posti riservati, definizione di luoghi sicuri in caso di emergenza ecc.) e garantire l'accessibilità della fruizione (accessibilità ai non udenti delle attività attraverso

⁵⁵ *ivi*, 102-108.

⁵⁶ *ivi*, 109-110.

l'impiego di interpreti LIS, trascrizione e proiezione su grande schermo in tempo reale, ecc.)⁵⁷.

Chi si occupa della creazione e gestione di attività culturali deve⁵⁸:

- Garantire l'accesso non solo a pubblico e visitatori ma a tutti, comprese le persone coinvolte nell'organizzazione come personale, volontari, artisti ecc.
- Valutare con attenzione l'accessibilità di ogni struttura e attività confrontandosi con persone esperte nell'ambito della disabilità e persone disabili. Ognuno ha una prospettiva unica e contribuisce a garantire una visione completa di strutture e programmi.
- Progettare e revisionare le politiche, procedure e pratiche insieme agli esperti di disabilità. Politiche e procedure chiare sono sinonimo di programmi accessibili ben costruiti, comunicazione efficace e accessibilità fisica.

In particolare, chi si occupa della gestione di musei e mostre deve: facilitare l'accesso e la fruizione delle bacheche contenenti i reperti; prestare attenzione alla leggibilità delle etichette (dimensione del carattere, font, contrasto cromatico, posizionamento ecc.); provvedere a zone di osservazione confortevoli e a un'illuminazione dei locali adeguata; tenere di conto della pluralità dei formati alternativi (rendendo udibili tutti i contenuti visivi e viceversa); includere componenti tattili per facilitare la comprensione; predisporre apparecchiature e comandi che non richiedono il controllo della motricità fine per essere azionati, che forniscono un feedback sia acustico che visivo e che siano alla portata di una persona bassa o seduta; assicurarsi che gli operatori museali siano informati su come interagire con persone con disabilità⁵⁹.

Chi si occupa di arti dello spettacolo e conferenze deve: assicurarsi che la biglietteria fornisca informazioni accessibili a tutti; prevedere una politica di ingressi scontati per incentivare la partecipazione di un nuovo pubblico; provvedere a sedute accessibili, progettate per persone che usano sedie a rotelle, scooter o altri ausili, dando loro la possibilità di sedersi con amici e familiari; garantire l'accesso ai cani guida e agli animali di servizio; predisporre i materiali stampati in formati alternativi; includere audiodescrizioni e sistemi di ascolto assistito, i sottotitoli o le didascalie

⁵⁷ [“Per una biblioteca accessibile.”](#)

⁵⁸ National Assembly of State Arts Agencies, *Design for Accessibility*, 115-116.

⁵⁹ *ivi*, 117-121.

CART, l'interpretazione nel linguaggio dei segni e tour tattili; assicurarsi che i contratti specifichino il responsabile dell'accessibilità col compito di garantire l'accesso fisico e programmatico, e una comunicazione efficace⁶⁰.

Fanno parte, poi, delle attività culturali le arti mediatiche e elementi multimediali vari come film, video, siti-web e internet, ma anche workshop, conferenze, seminari, lezioni a distanza ecc.

Chi si occupa della loro gestione deve: includere persone con disabilità nelle produzioni, mostrando situazioni di vita quotidiana a prescindere dalla disabilità, espandendo la loro immagine pubblica al fine di modificare gli atteggiamenti e favorire la consapevolezza altrui; far sì che registi e produttori di programmi televisivi, radiofonici ecc. adottino accorgimenti consoni per includere la partecipazione di persone con disabilità; predisporre sottotitoli per i prodotti multimediali; prevedere l'impiego della tecnologia informatica come software per la lettura dello schermo e sintetizzatori vocali, trackball, icone visive ecc.; seguire le linee guida per garantire l'accessibilità del sito-web⁶¹.

Infine, anche le attività letterarie devono essere rese accessibili. Creazione e presentazione della letteratura, laboratori, mostre e fiere del libro, attività di stampa ecc. si possono svolgere in luoghi diversi tra loro, come aule scolastiche, tipografie, centri commerciali ecc. Se l'attività letteraria fa parte di un programma educativo, una conferenza o viene prodotta in un luogo di pubblica accoglienza, renderla accessibile è una priorità⁶².

2.4 Musei accessibili

I musei sono il fiore all'occhiello della cultura. Stando alla definizione dell'International Council of Museums, il museo è:

«un'istituzione permanente, senza scopo di lucro, al servizio della società, e del suo sviluppo, aperta al pubblico, che effettua ricerche sulle testimonianze materiali e immateriali dell'uomo e del suo ambiente, le acquisisce, le conserva, e le comunica e specificatamente le espone per scopi di studio, educazione e diletto.»⁶³

⁶⁰ *ivi*, 121-127.

⁶¹ *ivi*, 127-129.

⁶² *ivi*, 130.

⁶³ [“Definizione di Museo di ICOM.”](#)

Constatata l'importanza di annoverare tra il pubblico le persone con disabilità, negli ultimi decenni i musei si sono posti l'obiettivo di includere esperienze accessibili per perseguire l'uguaglianza. Il loro impegno principe ha riguardato l'apertura di programmi e servizi esistenti, al fine di raggiungere le comunità meno servite e promuovere la dignità umana⁶⁴.

Alla base di questa consapevolezza, l'approvazione nel 1990 dell'*Americans with Disabilities Act* (ADA) in concomitanza con altre leggi sui diritti civili. L'ADA promuove la parità d'accesso delle persone con disabilità all'occupazione, ai programmi e ai servizi governativi, agli alloggi pubblici, ai trasporti e alle comunicazioni⁶⁵. Già prima dell'ADA diversi musei americani avevano adottato misure di accoglienza per visitatori e personale con disabilità. Per esempio, il Metropolitan Museum of Art di New York prevedeva già nel 1913 colloqui per scolari non vedenti. A seguito dell'ADA, però, l'attenzione dei musei si fa maggiore e si registrano crescenti sistemazioni e programmi per migliorare accessibilità e inclusione. Negli ultimi anni i musei americani, e in particolar modo quelli di New York, sono stati un focolaio di lavoro sull'accessibilità. Al denominatore comune delle soluzioni proposte vi sono tour virtuali per le aree inaccessibili, mappe in Braille e pannelli tattili, audioguide e audiodescrizioni, dispositivi di ascolto assistito, storie sociali e materiale per pianificare la visita ecc.⁶⁶.

Anche l'Italia dà un importante contributo alla questione, promuovendo l'accessibilità e l'inclusività della disabilità nei suoi musei. Ne è un significativo esempio il:

Museo Tattile Statale Omero di Ancona

Impegnato nell'inclusione a tutto tondo, questo museo ha adottato nel tempo molti accorgimenti. Tutte le sue sale sono accessibili grazie alla presenza di ascensori, lungo i percorsi sono presenti sedute e spazi di ristoro ed è consentito l'accesso ai cani guida. Il museo mette a disposizione materiale informativo multilingue in Braille, audioguide accessibili e disegni in rilievo della mappa del museo. Tutte le opere esposte sono esplorabili tattilmente, sono corredate di informazioni in Braille e video sia sottotitolati che in LIS. Ha anche adibito degli spazi relax per far vivere in

⁶⁴ [“Disabilità, accessibilità, integrazione.”](#)

⁶⁵ [“The Americans with Disabilities Act \(ADA\).”](#)

⁶⁶ Braden, “Welcoming All Visitors.”

serenità alle persone con autismo la fase di decompressione dal sovraccarico sensoriale. Organizza, poi, percorsi per famiglie con bambini con neurodiversità, mette a disposizione una guida facile per visitare il museo e una storia sociale di preparazione alla visita. Dunque, una larga offerta a garanzia di un'esperienza multisensoriale che incentiva un'esplorazione in autonomia senza l'ausilio del personale di supporto⁶⁷.

2.5 I progetti di accessibilità del sistema museale dell'ateneo pisano

Il Sistema Museale di Ateneo (SMA) dell'Università di Pisa, con i suoi dieci musei, persegue una politica museale sensibile all'inclusione e alla valorizzazione di tutti i pubblici, impegnandosi a progettare, realizzare e promuovere attività dedicate a persone con disabilità⁶⁸. L'obiettivo principe è la ricreazione di:

«un luogo empatico che fa della partecipazione attiva la prima strategia per il coinvolgimento di coloro che intendono vivere un'esperienza museale.»⁶⁹

Nel corso degli anni sono stati sviluppati diversi progetti per far fronte alle diverse forme di disabilità. I progetti in corso sono cinque.

Musei e Alzheimer

Progetto nato nel 2014, che dedica iniziative specifiche a persone con Alzheimer, o altre demenze, e ai loro caregiver con l'obiettivo di incoraggiare l'espressione creativa e offrire un'occasione per socializzare e comunicare. In loco sono organizzati laboratori creativi, convegni, mostre, letture, presentazioni di libri, proiezioni di film e anche narrazioni di gruppo con il metodo TimeSlips⁷⁰. A supporto degli incontri è previsto l'uso di materiali polisensoriali per ispirare emozioni utili alla definizione del momento condiviso. I musei SMA attualmente coinvolti in questo progetto sono la Gipsoteca di Arte Antica (con l'esperienza dal titolo *Gessi tra le mani*), il Museo di Grafica (*Segni tra le mani*) e l'Orto e Museo Botanico (*Le radici della memoria*)⁷¹.

⁶⁷ [“Accessibilità.”](#)

⁶⁸ [“Musei accessibili.”](#)

⁶⁹ Corradi, Grassi e Fiorelli, “Sistema Museale dell'Università di Pisa”, 170.

⁷⁰ *ivi*, 172.

⁷¹ [“Progetto Musei e Alzheimer.”](#)

Musei e Autismo

Dal titolo *I musei... che meraviglia!*, questo è un progetto dedicato a bambini, adolescenti e adulti con disturbi dello spettro autistico. Vi aderiscono quattro musei SMA: Museo di Storia Naturale di Calci, la Gipsoteca di Arte Antica, il Museo della Grafica e l'Orto e Museo Botanico⁷². Ponendo l'attenzione sulla triade sintomatica dell'autismo (chiarita nel sottoparagrafo 1.3.2), l'iniziativa mira a creare opportunità di socialità, incentivando la relazione e la comunicazione, e invita a esprimere le proprie emozioni di fronte agli oggetti museali⁷³. In aggiunta, l'Orto e Museo Botanico e la Gipsoteca hanno messo a disposizione un kit di materiali pensati per garantire una visita in autonomia di bambini e ragazzi, con il supporto di un caregiver⁷⁴. I due kit (*ORTOinBLU* e *GIPSOinBLU*) contengono una mappa del luogo, l'elenco delle attività che verranno svolte durante l'esperienza, materiale analogico e cinque buste contenenti gli oggetti da usare per le singole attività. In base al supporto necessario alla persona che si accinge a intraprendere l'attività (più o meno significativo), sono stati predisposti tre diversi kit corrispondenti a tre livelli di difficoltà⁷⁵.

Rientra nel progetto dedicato all'autismo anche la produzione di storie sociali in Comunicazione Aumentativa Alternativa (CAA), ovvero brevi storie illustrate con lo scopo di aiutare la persona a comprendere situazioni concrete di vita reale, già conosciute oppure nuove, e a comportarsi in modo appropriato. In questo contesto, la sottoscritta ha collaborato alla stesura della storia sociale per l'Orto e Museo Botanico, uno strumento utile a fornire informazioni chiare e concise sull'esperienza che i bambini / ragazzi si apprestano a vivere⁷⁶.

Progetto con AIPD

Dal 2017 il Sistema Museale di Ateneo collabora con l'Associazione Italiana Persone Down (AIPD) di Pisa alla realizzazione del progetto *Fare Centro* dell'AIPD. Questo si propone di creare luoghi dove sperimentare e acquisire abilità personali e sociali nel rispetto dei tempi e delle peculiarità di ogni persona. Tra gli obiettivi primari, lo sviluppo e lo stimolo delle capacità creative, la scoperta delle tecniche artistiche, l'esercizio dell'arte del disegno, della pittura e della manipolazione artistica, il

⁷² Corradi, Grassi e Fiorelli, "Sistema Museale dell'Università di Pisa," 172.

⁷³ "[Progetto Musei e Autismo](#)."

⁷⁴ "[OrtoinBlu e GipsinBlu](#)."

⁷⁵ Università di Pisa e Sistema Museale di Ateneo, *Vademecum per l'accompagnatore*.

⁷⁶ "[Musei e Storie sociali in CAA](#)."

consolidamento delle competenze comunicative e l'offerta di un'esperienza formativa che incentivi lavori di gruppo da portare a termine con soddisfazione⁷⁷.

Musei e LIS

Il Sistema Museale di Ateneo ha reso disponibili, sul proprio canale YouTube, dei video in LIS (Lingua dei Segni Italiana). In particolare, sono stati caricati dei tour virtuali in LIS per la Gipsoteca di Arte Antica, per le Collezioni Egittologiche, per il Museo di Anatomia Umana e per il Museo Anatomico Veterinario⁷⁸. In più, dal 2019 all'Orto Botanico è disponibile un'audio-video guida in LIS che, con l'integrazione di sottotitoli, tracce audio, musica e immagini, è un prodotto multimediale accessibile a tutti: non udenti, ipovedenti, non vedenti e udenti⁷⁹.

Musei e Braille

L'Orto Botanico è stato reso ancora più inclusivo grazie alla dotazione di dodici pannelli con didascalie in Braille e modelli tattili. Delle sistemazioni in corrispondenza dei principali alberi monumentali che facilitano l'esperienza museale di persone con disabilità visive e non solo⁸⁰.

Una breve rassegna, questa sui progetti di accessibilità, per elogiare il tentativo dello SMA di superare con sempre maggior efficacia e competenza le barriere (culturali e cognitive) che limitano l'accesso al sapere e all'informazione. Partecipando a queste attività che coinvolgono la sfera emotiva, corporea e spaziale, le persone riescono a comprendere la realtà museale come uno spazio di vita, socialità, sviluppo, benessere, opportunità e relazione. Dunque, lo SMA non propone solo strumenti per rispettare il diritto alla fruizione del patrimonio culturale delle persone disabili, bensì:

«offre sostegno e supporto per coloro che soffrono di deficit sensoriali e di apprendimento. L'attuazione di queste strategie è una vera e propria sperimentazione che mira a trovare la soluzione migliore nei vari casi.»⁸¹

⁷⁷ [“Musei accessibili.”](#)

⁷⁸ *ibidem*.

⁷⁹ Corradi, Grassi e Fiorelli, “Sistema Museale dell'Università di Pisa”, 174.

⁸⁰ [“Musei accessibili.”](#)

⁸¹ Corradi, Grassi e Fiorelli, “Sistema Museale dell'Università di Pisa”, 174.

2.6 Rinnovo degli strumenti e varietà nella fruizione: la motivazione alla base del progetto

Come la maggioranza delle organizzazioni museali, il Sistema Museale di Ateneo mette a disposizione delle scuole numerose attività educative, con l'intento di avvicinare i giovani studenti ai propri musei e stimolare la curiosità. Le attività sono rivolte a scuole di ogni ordine e grado, con proposte calibrate all'età dei partecipanti.

Data la crescente consapevolezza pubblica nei confronti della disabilità e l'entrata in vigore delle Leggi 104/92 e 170/10, che hanno incentivato la predisposizione di piani educativi individualizzati o personalizzati per gli alunni con BES (Bisogni Educativi Speciali), quando l'insegnante inoltra alla struttura museale la richiesta di organizzazione di una visita d'istruzione, con grande probabilità indica l'eventuale presenza all'interno della classe di bambini con disabilità, specificando la tipologia. Informazioni di tale tipo devono essere tenute di conto dal personale museale incaricato della gestione dell'attività extra-scolastica, il quale si deve adoperare nella progettazione di soluzioni inclusive che favoriscano la partecipazione e l'esercizio alla comprensione dell'intera classe.

A questo proposito è bene ricordare come *accessibilità* e *inclusione* siano due facce della stessa medaglia quanto due concetti differenti. Nel sottocapitolo 2.3 è già stato chiarito il concetto di accessibilità, che fa luce sull'importanza di rendere un servizio utilizzabile da chiunque. Introducendo invece il concetto di *inclusione scolastica*, sul sito-web del Senato della Repubblica si legge:

«Ogni alunno si educa da sé: deve solo essere aiutato a individuare il proprio percorso personale in un ambiente che offra tutti i sentieri possibili per raggiungere la meta.»⁸²

Alcuni paesi, tra i quali l'Italia, hanno deciso di inserire gli alunni con disabilità in classi comuni, abolendo soluzioni differenziali. È da questa presa di posizione che emerge il concetto di inclusione scolastica, avente lo scopo di realizzare l'eguaglianza nei processi formativi attraverso la *condivisione* di valori, contesti, metodologie e strumenti⁸³. Dunque, è possibile inglobare il concetto di accessibilità nel contesto dell'inclusione scolastica sostenendo come alunni con disabilità

⁸² «[L'inclusione scolastica riguarda tutti.](#)»

⁸³ Capperucci e Franceschini, *Introduzione alla pedagogia e alla didattica dell'inclusione scolastica*.

abbiamo il diritto di partecipare alla vita di classe e all'apprendimento nella maniera più attiva, autonoma e utile possibile.

Visite e viaggi d'istruzione si configurano come fondamentali momenti per la socializzazione e l'integrazione, oltre che esperienze didattiche importanti. La Legge 104/92 chiarisce esplicitamente come la partecipazione a queste attività sia un diritto dello studente con disabilità, nonché un'importante opportunità per "l'attuazione del processo di integrazione scolastica [...] nel pieno esercizio del diritto allo studio". Sebbene sia responsabilità della scuola garantire all'alunno con disabilità assistenza durante l'uscita, le strutture ospitanti possono contribuire alla creazione di un'esperienza piacevole e inclusiva.

Come si è potuto apprezzare nel sottocapitolo 2.5, lo SMA promuove molte iniziative specifiche per persone con disabilità e ciò è sicuramente di notevole importanza per garantire a tutti la partecipazione alla cultura. Il progetto introdotto in questo elaborato cerca di fare un passo avanti in termini di accessibilità e inclusione, descrivendo un prodotto multimediale che potrebbe incentivare l'integrazione scolastica contribuendo alla realizzazione di visite museali guidate che alternino al classico percorso informativo l'uso di materiale tecnologico. L'ausilio che verrà descritto incoraggerà la partecipazione di chiunque prenda parte all'esperienza museale, grazie a una serie di accortezze e misure di accessibilità adottate che verranno descritte in seguito.

Sebbene le osservazioni scaturite dalla partecipazione alle visite d'istruzione di questi bambini abbiano condotto a indicare quella sopracitata come motivazione principale per lo sviluppo del progetto, quello che verrà descritto è comunque un prodotto estremamente versatile. Ne verrà dunque incoraggiato l'uso anche in solitaria, quando per esempio i bambini che decidono di visitare l'Orto Botanico di Pisa in una soleggiata domenica coi parenti non potranno usufruire di una guida personale per la scoperta e comprensione degli elementi naturali presenti in loco.

Come verrà affrontato nei successivi capitoli, sono moltissime le strutture museali che oggi mettono a disposizione dei loro visitatori ausili tecnologici per migliorare l'esperienza. Il progetto qui descritto punta a un rinnovamento, sfruttando tecnologie che non si incontrano con grande frequenza all'interno dei musei, e soprattutto alla varietà delle modalità di fruizione, per agevolare persone con abilità diverse.

CAPITOLO 3

Strumenti

Il fulcro dell'elaborato prevede la presentazione e discussione di un prodotto multimediale che ricrea contenuti informativi relativi a una specifica realtà museale in modalità ludica. Alla base della implementazione vi sta l'utilizzo di diverse tecnologie che hanno contribuito alla creazione di un progetto accessibile e inclusivo. È, dunque, importante fornire una panoramica delle tecnologie e strumenti utili al raggiungimento dello scopo finale. Come premessa dei metodi adottati nella realizzazione del progetto, il presente capitolo tratta i benefici dell'impiego delle tecnologie assistive e della realtà aumentata nell'ambito educativo e per la promozione di esperienze inclusive.

3.1 Tecnologie assistive e ICT

Ronald Mace, product-designer americano degli anni '90, è noto per aver coniato il concetto di "Universal Design" e per il suo lavoro di difesa delle persone con disabilità. A lui si attribuisce l'individuazione di tre livelli di intervento in relazione al concetto di accessibilità. In questa scala pone al primo posto l'impiego delle tecnologie assistive, seguite dai già citati concetti di abbattimento delle barriere e progettazione universale⁸⁴.

Oggi è incontestabile che il raggiungimento della massima autonomia possibile da parte della persona, e di conseguenza del nucleo familiare in cui essa è inserita, sia l'obiettivo primario di un progetto riabilitativo o assistenziale.

Renzo Andrich, ex-coordinatore del SIVA (Servizio Informazioni e Valutazione Ausili), ricercatore e responsabile di progetti nell'area delle tecnologie per la disabilità, ha definito l'*autonomia* come il "recupero di un nuovo equilibrio, a fronte di una limitazione delle proprie risorse fisiche e delle abilità, nelle relazioni con sé, nelle relazioni con l'ambiente e nelle relazioni con gli altri". Dunque, autonomia non significa svolgere un'attività senza l'aiuto di qualcuno, né è una caratteristica riservata solo a chi ha piene abilità cognitive⁸⁵. Nel tentativo di individuare gli

⁸⁴ Mace, "Universal design, barrier-free environments for everyone."

⁸⁵ Andrich, *Concetti generali sugli ausili*.

elementi che contribuiscono al raggiungimento di questa condizione, Andrich formula la seguente equazione⁸⁶:

$$\text{Ambiente accessibile} + \text{Ausili tecnici} + \text{Assistenza personale} = \text{Autonomia}$$

Propone, dunque, una semplificazione della realtà che fa luce sul fatto che accessibilità, ausili e assistenza siano concetti alleati nel sostegno del risultato finale. Questo per smentire credenze che considerano l'assistenza personale un'alternativa all'ausilio, l'ausilio un'alternativa all'accessibilità ecc.

In questo contesto si sviluppa il concetto di Tecnologia Assistiva, dall'inglese Assistive Technology (AT) e sostituito del termine "ausilio", giudicato più discriminatorio.

L'OMS definisce le tecnologie assistive come qualsiasi tecnologia, sistema, oggetto, dispositivo o parte di esso

«in grado di promuovere l'inclusione e la partecipazione in particolare delle persone con disabilità, delle popolazioni anziane e delle persone affette da malattie non trasmissibili. Lo scopo [...] è quello di mantenere o migliorare il funzionamento e l'indipendenza di un individuo, promuovendo così il suo benessere. [...] Consentono alle persone [...] di partecipare all'istruzione, al mercato del lavoro e alla vita civile.»⁸⁷

Esistono varie tipologie di ausili assistivi. A livello internazionale, il metodo di classificazione più diffuso è lo standard ISO 9999. Ad oggi siamo giunti alla settima edizione, l'ISO 9999:2022, che nello specifico distingue undici classi di ausili⁸⁸:

- Ausili per l'assistenza di funzioni corporee.
- Ortesi e protesi.
- Ausili per la cura personale.
- Ausili per la mobilità personale.
- Ausili per le attività domestiche.
- Mobilia, impianti e arredi.
- Ausili per la comunicazione e gestione dell'informazione.
- Ausili per la manovra di oggetti o dispositivi.
- Ausili per il controllo delle condizioni ambientali.
- Ausili per le attività lavorative.
- Ausili per le attività ricreative.

⁸⁶ Andrich, "Le 4 'a': accessibilità, ausili, assistenza personale, autonomia."

⁸⁷ "[Assistive technology](#)."

⁸⁸ "[ISO 9999:2022 Assistive products - Classification and terminology](#)."

Si tratta di un sistema di classificazione a tre livelli. Dunque, ogni classe si divide in sottoclassi (per esempio rientrano nella classe della mobilità personale le carrozzine motorizzate) e ogni sottoclasse comprende delle divisioni (proseguendo l'esempio, carrozzine elettroniche con sterzo manuale, con sterzo motorizzato ecc.).

Ogni classe ISO comprende una varietà disomogenea di prodotti e tecnologie. Si spazia da semplici impugnature facilitate, a sofisticate apparecchiature elettromeccaniche, domotiche o informatiche. Dunque, gli ausili non sono soltanto dispositivi ad alta tecnologia, ma anche semplici utensili o accorgimenti. Andrich concorda nel ritenere sbagliato un atteggiamento tecnofilo, ma allo stesso tempo riconosce l'inadeguatezza di quello tecnofobo. Determinate tecnologie avanzate, soprattutto quelle informatiche, elettroniche e telematiche, hanno aperto prospettive altrimenti irraggiungibili con mezzi alternativi. Queste hanno modificato costumi e stile di vita (basti pensare a quanti oggi possiedono uno smartphone) e hanno aperto nuove frontiere (come la didattica a distanza, lo smart working ecc.) che possono ampliare notevolmente le opportunità di persone con disabilità⁸⁹.

Ne conviene che l'utente sia il protagonista nella scelta degli ausili e che tale scelta vari in base alle specificità del singolo. Non si tratta di scegliere tra strumenti più o meno tecnologici, bensì tra semplicità e complessità d'uso rispetto alle abilità e agli obiettivi della persona. Solo in questo modo l'ausilio verrà percepito come un'estensione del proprio corpo, utile all'espressione di capacità latenti.

È di interesse dell'elaborato trattare in modo più approfondito i dispositivi informatici, un grande insieme che può essere suddiviso in due macro-categorie: tecnologie hardware e tecnologie software.

Tra i *dispositivi hardware* possono essere annoverate le tastiere XXL per persone con disabilità visive, quelle semplificate e ridotte per chi presenta delle disabilità motorie, mouse, joystick, sensori a pressione e muscolari, display in Braille ecc.

Fanno invece parte dei *dispositivi software* gli screen magnifier utili a ingrandire porzioni di schermo, gli screen reader, i software text-to-speech e speech-to-text, i software per il riconoscimento ottico dei caratteri, gli spell-checker per il controllo degli errori ortografici in un testo computerizzato ecc⁹⁰.

⁸⁹ Andrich, *Concetti generali sugli ausili*.

⁹⁰ [“Assistive Technology - Informatizzando la Disabilità.”](#)

Quindi, se dotate di dispositivi hardware e software accessibili, le tecnologie divengono strumenti in grado di compensare i deficit delle persone con disabilità e di sostenerle nella realizzazione del loro potenziale. L'esclusione delle barriere e dei problemi connessi al concetto di accessibilità portano a introdurre le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (ICT) come un mezzo uniformante della società, utili alla fruizione di un servizio con autonomia e semplicità. Le ICT (Information and Communication Technology), definite come un insieme di tecniche usate per la trasmissione, ricezione ed elaborazione di dati e informazioni, contribuiscono enormemente al processo di costruzione del sapere, aprendo nuove strade di comunicazione alle persone con disabilità⁹¹.

3.1.1 La tecnologia a servizio dell'educazione e dell'inclusione

Dal momento in cui il target di riferimento del progetto che verrà presentato comprende bambini in età scolare che si avvicinano alla cultura, si concentra la trattazione degli ausili tecnologici nell'ambito culturale e della didattica inclusiva.

La rivoluzione tecnologica e digitale, alla quale si assiste nel quotidiano, influisce sugli scenari educativi e informativi. Smartphone, tablet, notebook, l'uso di Internet e la consultazione dei siti-web fanno parte non solo della vita degli adulti ma vantano una presenza diffusa anche tra i più piccoli. La "net-generation", cioè i nativi digitali (coloro che sono nati e cresciuti in una società multischermo, considerando le tecnologie come un elemento naturale), manifesta una profonda attrazione nei confronti dei dispositivi tecnologici.

La presenza delle tecnologie informatiche nelle scuole non è una novità. Già dagli anni '80 e '90 l'uso del computer inizia a diffondersi nelle scuole e fin da subito ci si rende conto dell'urgenza di concepirlo come uno strumento universale. Nascono primissime proposte di software didattici dedicati ad attività di recupero, che fanno leva sull'importanza di garantire il momento ludico attraverso elementi accattivanti. Una trasformazione significativa si ha con l'avvento dei sistemi mobili, come smartphone e tablet. La loro introduzione ha rivoluzionato diverse aree, tra le quali l'apprendimento attraverso l'acquisizione. Si è passati dalla semplice lettura di libri, dall'ascolto delle spiegazioni del docente, dall'osservazione di dimostrazioni pratiche

⁹¹ Fiorucci, Marra e Pinnelli, "ICT e disabilità."

ecc. alla fruizione di prodotti multimediali, di siti-web, all'ascolto di podcast, alla visione di video e animazioni. Le nuove tecnologie hanno garantito lo spostamento da un mezzo comunicativo all'altro perseguendo sempre lo stesso obiettivo, ovvero l'acquisizione di concetti, teorie e procedimenti, mantenendo più alti livelli di attenzione e interesse. L'uso del digitale, specialmente dei dispositivi mobili, consente di dare spazio a preferenze individuali. L'impiego a servizio della cultura contribuisce alla creazione di esperienze di gruppo e, allo stesso tempo, di esperienze più soggettive con scelte più vicine alla sensibilità del singolo⁹².

Studi confermano risultati positivi rispetto all'uso di dispositivi touch dal punto di vista dello sviluppo cognitivo e sensoriale⁹³. Sebbene sia opinione comune che la tecnologia nasconda pericoli per i bambini (isolamento, riduzione dell'attività fisica, crisi del ragionamento di tipo induttivo ecc.), non si può negare l'importanza degli elementi tecnologici nella vita dei giovani. È compito di chi li educa sfruttare al meglio questi strumenti per favorire l'educazione, l'apprendimento, la comprensione, l'autonomia e l'inclusione⁹⁴. Il principale vantaggio risiede nel fatto che la tecnologia offra materiale in più su cui lavorare e lo offra a tutti in modo efficace ed efficiente per raggiungere il risultato prefissato.

Le Tecnologie Assistive e le ICT svolgono, quindi, un ruolo sostanziale nello sviluppo di un progetto educativo che miri all'inclusione degli studenti con disabilità nella scuola di tutti⁹⁵.

3.1.2 Accessibilità degli strumenti informatici

Sebbene le tecnologie digitali abbiano garantito nuovi punti di accesso ai contenuti culturali e didattici, basta poco affinché un elemento digitale costituisca una barriera per persone con disabilità o disturbi specifici dell'apprendimento, compromettendo così la possibilità di vivere una certa esperienza. Ne conviene l'importanza di riflettere sulle scelte di progettazione e distribuzione delle risorse digitali per minimizzare l'incompatibilità delle ICT con le tecnologie assistive⁹⁶.

⁹² CNOS-FAP e Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, "La valorizzazione delle tecnologie mobili nella pratica gestionale e didattica dell'istruzione e formazione a livello di secondo ciclo."

⁹³ Ripamonti, "Bambini e tecnologie digitali: opportunità, rischi e prospettive di ricerca," 151.

⁹⁴ *ivi*, 148-149.

⁹⁵ Besio, *Tecnologie assistive per la disabilità*.

⁹⁶ Mangiatordi, *Costruire inclusione*.

La Direttiva UE 2016/2102 conferma come l'avvento della digitalizzazione abbia messo a disposizione degli utenti nuove modalità di accesso alle informazioni e ai servizi. In questo contesto, perseguire l'accessibilità significa individuare principi e tecniche da rispettare nella progettazione, costruzione, manutenzione e aggiornamento dei siti-web e delle applicazioni mobili. Rivela, inoltre, che diversi Stati membri abbiano adottato misure basate su linee guida internazionali per la progettazione di contenuti accessibili. A beneficiarne sono tutti i cittadini, ai quali viene così garantito un accesso più ampio ai servizi pubblici attraverso siti-web e applicazioni mobili, facilitando la loro vita quotidiana e il godimento dei loro diritti⁹⁷.

In attuazione della appena citata Direttiva, l'AGID (Agenzia per l'Italia Digitale) ha stilato un elenco di linee guida a garanzia dell'accessibilità degli strumenti digitali, entrate in vigore il 10 gennaio 2020. Il documento elenca i requisiti tecnici per l'accessibilità per gli hardware, il web, i documenti non web, i software, le applicazioni mobili, la documentazione e i servizi di supporto, le postazioni di lavoro e i servizi pubblici erogati a sportello⁹⁸.

Per una puntuale trattazione dello sviluppo del progetto che verrà presentato nell'elaborato, ci si limita a fornire una panoramica delle linee guida per il web e le applicazioni mobili. La Direttiva UE 2016/2102 specifica che il contenuto di entrambi, siti-web e applicazioni mobili, sia plurimo: informazioni testuali e non testuali, documenti e moduli scaricabili, forme di interazione a due vie come il completamento dei processi di autenticazione. Di seguito le misure da adottare.

3.1.2.1 Accessibilità Web

I contenuti web devono essere conformi alle WCAG 2.0 (Web Content Accessibility Guidelines), pubblicate dalla WAI (Web Accessibility Initiative) e sviluppate dal W3C (World Wide Web Consortium). L'impianto di queste linee guida è complesso e prevede tre livelli⁹⁹:

- Livello A: requisiti che un sito web deve necessariamente rispettare. Pena, l'esclusione di gruppi di utenti dall'accesso al contenuto.

⁹⁷ Unione Europea, "Direttiva (UE) 2016/2102 del Parlamento Europeo e del Consiglio."

⁹⁸ AGID, *Linee Guida sull'accessibilità degli strumenti informatici*.

⁹⁹ "[WCAG 2 Overview](#)."

- Livello AA: requisiti che gli sviluppatori dovrebbero soddisfare. Pena, la difficoltà d'accesso di alcuni gruppi al contenuto.
- Livello AAA: requisiti che gli sviluppatori possono soddisfare, per facilitare l'accesso di alcuni gruppi al contenuto.

I requisiti da soddisfare perseguono il rispetto di quattro principi¹⁰⁰:

- Percepibile: informazioni e componenti dell'interfaccia utente devono essere presentati in modi che l'utente possa percepirli, cioè fruirli.
- Utilizzabile: i componenti dell'interfaccia utente e la navigazione devono essere di semplice utilizzo.
- Comprensibile: le informazioni e il funzionamento dell'interfaccia devono essere comprensibili.
- Robusto: il contenuto deve mantenere l'accessibilità anche con l'avanzare della tecnologia, con l'evoluzione dei browser, con l'uso di tecnologie assistive ecc.

Ad ogni principio corrispondono delle linee guida e una serie di criteri di successo per soddisfarle, ognuno corrispondente a un livello A, AA o AAA. Di seguito l'elenco delle linee guida da rispettare¹⁰¹.

Rendere i contenuti percepibili

- Fornire testo alternativo per ogni contenuto non testuale.
- Fornire alternative sincronizzate per i multimedia.
- Assicurarsi che informazioni, funzionalità e strutture siano separabili dalla presentazione.
- Rendere semplice distinguere le informazioni dalle immagini e dai suoni di background.

Rendere fruibili gli elementi dell'interfaccia nel contenuto

- Rendere tutte le funzionalità fruibili attraverso tastiera o interfaccia di tastiera.
- Permettere agli utenti di controllare i propri tempi di lettura o di interazione.
- Consentire agli utenti di evitare il contenuto che potrebbe causare attacchi dovuti a epilessia fotosensibile.

¹⁰⁰ *ibidem*.

¹⁰¹ *ibidem*.

- Aggiungere funzionalità che aiutino l'utente a trovare i contenuti, a orientarsi e a spostarsi tra essi.
- Aiutare gli utenti a evitare errori e consentire loro di rimediare con facilità.

Rendere comprensibili contenuti e comandi

- Assicurare che possa essere determinato il significato del contenuto.
- Organizzare il contenuto in maniera coerente da pagina a pagina e fare in modo che le componenti interattive si comportino in modo prevedibile.

Progettare contenuti sufficientemente robusti al fine di garantirne la compatibilità con le tecnologie presenti e future

- Utilizzare tecnologie che rispettino le specifiche.
- Assicurare che le interfacce utente siano accessibili o fornite di alternative accessibili.

3.1.2.2 Accessibilità delle applicazioni mobili

Data la già citata somiglianza di contenuti con le pagine web, le linee guida di accessibilità web devono applicarsi anche a tutte le app. Un recente articolo online pone però l'attenzione su quattro modi principali per rendere accessibili le app a chi ha una disabilità¹⁰²:

- Rotazione dello schermo: la WAI sottolinea come un'app debba supportare la gestione dell'orientamento dello schermo (verticale o orizzontale).
- Ridimensionamento del testo: l'app che supporta il ridimensionamento del testo garantisce che le impostazioni visive del telefono di un utente vengano trasferite a un'app scaricata.
- Descrizioni testuali al posto delle immagini.
- Intestazioni per lettori di schermo.

Semplici accortezze che favoriscono utenti e app: una maggior accessibilità equivale a più utenti che utilizzano l'app ogni giorno.

Indipendentemente dai vari metodi di classificazione dell'usabilità di un sito-web o un'applicazione mobile, è utile concludere la sezione con dei criteri generali da tenere in considerazione quando si intende realizzare un prodotto accessibile¹⁰³:

¹⁰² Dibenedetto, "È tempo di rivoluzionare le app."

¹⁰³ ["Assistive Technology - Informatizzando la Disabilità."](#)

- Risoluzione: il prodotto deve essere realizzato in modo tale che risulti indipendente dalla grandezza dello schermo a disposizione dell'utente finale.
- Tempi di caricamento veloci.
- Architettura informativa: il prodotto deve avere una struttura logica, lineare e ben delineata.
- Grafica e leggibilità: il contrasto sfondo/testo deve essere tale da rendere visibile e leggibile il testo.

3.2 Realtà aumentata

La realtà aumentata (dall'inglese Augmented Reality - AR) è una tecnologia che implica un'esperienza di interazione con l'ambiente esterno, il quale viene arricchito con contenuti generati dal computer e legati a luoghi e/o attività specifiche¹⁰⁴. Questa mescola al mondo reale non soltanto oggetti bidimensionali e tridimensionali, ma anche file audio, video, informazioni testuali e persino informazioni olfattive e tattili. La percezione del mondo reale, unita ai dati "aggiunti", favorisce la conoscenza e la comprensione di ciò che accade intorno all'utente¹⁰⁵. Quest'ultimo è un elemento imprescindibile per la definizione di questa tecnologia: la nozione di "ambiente" senza un essere che lo sperimenta è, infatti, incompleta. A tale proposito, diversi ricercatori impegnati nella definizione dell'AR, hanno evidenziato tre caratteristiche fondamentali: (1) la combinazione di elementi reali e virtuali, (2) coi quali l'utente può interagire in tempo reale e (3) che sono registrati in 3D (ovvero, la visualizzazione degli oggetti o delle informazioni virtuali è intrinsecamente legata ai luoghi e all'orientamento del mondo reale)¹⁰⁶.

Da non confondere con la virtualità aumentata (Augmented Virtuality - AV), AR e AV rientrano in quella che Paul Milgram e Fumio Kishino definirono "mixed reality" (MR) e nella loro idea dell'esistenza di un continuum tra realtà e virtualità, riassunta in Figura 4.

¹⁰⁴ Carmignani, Furht, Anisetti, Ceravolo, Damiani e Ivkovic, "Augmented reality technologies, systems and applications," 342.

¹⁰⁵ Yuen, Yaoyunetong e Johnson, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," 119.

¹⁰⁶ Azuma, "A Survey of Augmented Reality," 356.

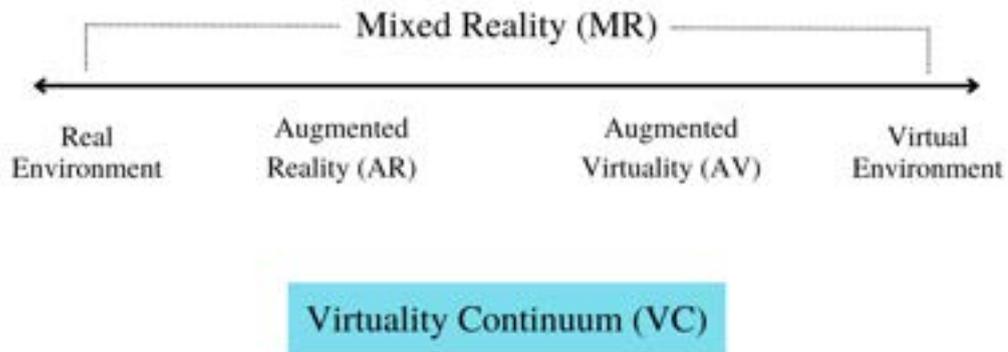


Figura 4. Il continuum realtà-virtualità di Milgram e Kishino (Milgram e Kishino, 1994)

Come si deduce dalla Figura 4, la realtà mista è un ambiente che prevede la mescolanza di oggetti reali e virtuali. Mondo fisico e digitale contrassegnano le estremità dello spettro di Milgram e Kishino: da un lato l'ambiente reale, costituito esclusivamente da oggetti reali; dall'altro quello virtuale, costituito esclusivamente da oggetti virtuali. Tra questi due estremi, due ambienti aumentati da non confondere¹⁰⁷:

- Realtà aumentata: il mondo reale viene arricchito con contenuti virtuali.
- Virtualità aumentata: il mondo generato al computer funge da sfondo e i dati del mondo reale sono mescolati e sovrapposti.

È di interesse di questo elaborato concentrarsi sulla trattazione della realtà aumentata.

I contenuti in realtà aumentata possono essere visualizzati in molteplici modalità. Un primo esempio prevede l'utilizzo di codici QR: inquadrando con una webcam questi markers, chi usa l'app in AR può visualizzare informazioni digitali (comprese le animazioni 3D) come "attaccate" su superfici diverse e sovrapposte all'ambiente reale. Un'alternativa prevede invece l'utilizzo di HDM (Head Mounted Display), cioè dispositivi indossabili che coprono gli occhi e consentono alla persona di osservare il contenuto digitale e l'ambiente reale attraverso lo schermo dell'HDM. Oggi, però, si fa sempre più utilizzo di app mobili in AR, che consentono all'utente di visualizzare il mondo attraverso la fotocamera del proprio smartphone e di osservare i contenuti digitali mescolati con l'ambiente reale¹⁰⁸.

¹⁰⁷ Milgram e Kishino, "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays," 1322.

¹⁰⁸ Yuen, Yaoyunetong e Johnson, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," 122.

A conclusione di ciò, studiosi sostengono come lo scopo principe della realtà aumentata sia quello di utilizzare oggetti virtuali come strumenti per migliorare la percezione e l'interazione degli utenti con il mondo reale¹⁰⁹.

3.2.1 L'AR nell'ambito dell'istruzione e dell'intrattenimento

Esistono diversi modi di utilizzare la realtà aumentata in maniera innovativa. Studi recenti sostengono come l'AR sia sempre più spesso impiegata in quattro ambiti: pubblicità e commercio, edutainment (intrattenimento educativo), medicina e applicazioni mobili per iPhone¹¹⁰. In generale, non si può negare il potenziale della realtà aumentata in tutti quei campi in cui il trasferimento rapido delle informazioni è fondamentale.

Offrendo modalità alternative di interazione con le informazioni, i ricercatori sostengono come l'AR possa apportare benefici nell'ambito dell'insegnamento e dell'apprendimento, favorendo la progettazione di esperienze intrattenitive migliori¹¹¹. A supporto di ciò, la realtà aumentata consente¹¹²:

- L'annotazione del mondo reale: possibilità di visualizzare testo o altri contenuti multimediali su oggetti del mondo reale.
- La visualizzazione contestuale: possibilità di visualizzare il contenuto virtuale in un contesto specifico reale.
- La visualizzazione aptica: possibilità di presentare le informazioni visive sfruttando sia la vista che il tatto.

Studi confermano come l'AR abbia il potenziale per:

- Coinvolgere, stimolare e motivare la persona a esplorare i materiali da diversi punti di vista. L'ambiente di apprendimento è più attraente di quello tradizionale¹¹³.
- Favorire l'insegnamento di materie che implicano esperienze impossibili da fare¹¹⁴.

¹⁰⁹ Azuma, "A Survey of Augmented Reality," 356.

¹¹⁰ Carmignani, Furht, Anisetti, Ceravolo, Damiani e Ivkovic, "Augmented reality technologies, systems and applications," 358.

¹¹¹ Yuen, Yaoyunetong e Johnson, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," 127.

¹¹² Santos, Chen, Taketomi, Yamamoto, Miyazaki e Kato, "Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation," 41.

¹¹³ Kerawalla, Luckin, Seljeflot e Woolard, "Making it real," 173.

¹¹⁴ Shelton e Headley, "Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students."

- Migliorare la collaborazione tra studenti¹¹⁵.
- Promuovere creatività e immaginazione¹¹⁶.
- Creare un ambiente di apprendimento adatto ai vari stili di apprendimento¹¹⁷.
- Migliorare la memorizzazione dei contenuti¹¹⁸.
- Sviluppare abilità spaziali e psicomotorie, grazie alla combinazione di esperienze sensoriali diverse¹¹⁹.

Come è già stato accennato, tra gli scopi della realtà museale ve ne è uno comune all'ambito scolastico: l'educazione, specialmente al patrimonio culturale. Ne consegue che anche queste istituzioni possano beneficiare dell'impiego di tecnologie quali la realtà aumentata, che educa e intrattiene allo stesso tempo. In particolare, nel settore culturale la realtà aumentata migliora l'esperienza museale e coinvolge i visitatori con contenuti nuovi e innovativi, dimostrandosi utile alla gestione e conservazione del patrimonio culturale¹²⁰.

Sono moltissime le applicazioni culturali in AR oggi in circolazione. Alcune ricostruiscono virtualmente antiche rovine, altre sfruttano questa tecnologia per la guida museale. Ne è significativo esempio *PhoneGuide*, un sistema di guida museale sviluppato dalla Bauhaus University di Weimar che traccia gli oggetti sfruttando la fotocamera dei cellulari. Osservando i feedback forniti dai propri utenti, gli autori hanno identificato i vantaggi dell'uso della realtà aumentata nelle applicazioni culturali¹²¹:

- Comunicazione efficiente con l'utente attraverso presentazioni multimediali: l'utente ascolta, guarda e/o legge le informazioni senza doverle cercare su una guida, semplicemente attraverso il proprio dispositivo.
- Interazione naturale e intuitiva: l'uso di uno smartphone è più intuitivo e naturale della ricerca di un numero associato a un oggetto culturale su di una guida scritta.

¹¹⁵ Bilinghurst e Hirokazu, "Collaborative augmented reality," 69.

¹¹⁶ Klopfer e Yoon, "Developing Games and Simulations for Today and Tomorrow's Tech Savvy Youth," 34.

¹¹⁷ "Trends in EdTech wiki."

¹¹⁸ Di Martino e Longo, "Augmented reality to promote inclusive learning," 184.

¹¹⁹ *ibidem*.

¹²⁰ Boboc, Băutu, Gîrbacia, Popovici e Popovici, "Augmented Reality in Cultural Heritage."

¹²¹ Bruns, Brombach, Zeidler e Bimber, "Enabling Mobile Phones to Support Large-Scale Museum Guidance," 24.

- Bassi costi di manutenzione e acquisizione della tecnologia da parte della realtà museale, dal momento in cui viene sfruttato un dispositivo in possesso dell'utente.

In conclusione, si ribadisce il grande potenziale della realtà aumentata nell'ambito educativo, proprio perché fonde le informazioni digitali nel mondo reale. Grazie all'AR, tutto ciò che può essere di difficile visualizzazione all'interno di una classe, in un computer o nella mente può essere reso attraverso modelli tridimensionali. Contenuti astratti e difficili diventano visibili e interattivi, garantendo una migliore comprensione degli argomenti in classe ma anche nell'ambito museale che, come la scuola, persegue uno stesso scopo educativo¹²².

3.2.2 L'AR, disabilità ed esperienze inclusive

La continua evoluzione delle ICT sta agevolando notevolmente la quotidianità delle comunità disabili, facilitando lo svolgimento di attività quotidiane in modo indipendente e diminuendo la quantità di sforzo richiesta per completare determinati compiti. In questo contesto la realtà mista si configura come uno strumento utile alla conquista della consapevolezza di sé e del controllo sulle proprie scelte, decisioni e azioni¹²³. In particolare, sono stati individuati quattro principi ai quali questa tecnologia risponde e che fanno sì che costituisca un'utilità per persone con disabilità¹²⁴:

- Offre la possibilità di svolgere compiti e sperimentare situazioni altrimenti impossibili a causa di limitazioni fisiche o cognitive.
- L'apprendimento nella realtà mista può essere semplificato.
- Le tecnologie possono essere adattate a un'ampia gamma di sensi e capacità individuali dell'utente. Per esempio è possibile fornire più informazioni audio a utenti con disabilità visiva, oppure rafforzare le informazioni visive per utenti con disabilità uditiva.
- Consente alla persona con disabilità di interagire con altri utenti nelle stesse condizioni, creando esperienze inclusive.

¹²² Sural, "Augmented Reality Experience: Initial Perceptions of Higher Education Students," 574.

¹²³ Kamieth, Dähne, Wichert, Villalar, Jimenez-Mixco, Arca e Arredondo, "Exploring the Potential of Virtual Reality for the Elderly and People with Disabilities."

¹²⁴ Middleton, *Matching Virtual Reality to Special Needs*.

Specialmente per il coinvolgimento di più sensi durante l'apprendimento, la realtà aumentata ha dunque enormi potenzialità di inclusione, rispondendo sia ai sempre più eterogenei stili di apprendimento, che ai bisogni educativi di persone con disabilità¹²⁵. In particolare, si è ammesso che l'AR si presti a diventare un potente mezzo per lo Universal Design for Learning (UDL), fornendo nuovi strumenti per plurimi modi di rappresentazione, azione, espressione e coinvolgimento¹²⁶. In questo contesto, questa tecnologia costituisce una risorsa per le strategie UDL perché aderisce ai suoi tre principi base¹²⁷:

- Fornire molteplici mezzi di comunicazione: non ci deve essere un solo modo di presentare ciò che si vuole venga appreso ma è necessario presentare l'informazione attraverso il mezzo che più si addice ai bisogni e specificità del singolo.
- Fornire molteplici mezzi di azione e di espressione: non deve essere consentito un unico mezzo d'espressione ma, in base alle proprie peculiarità la persona deve scegliere il mezzo con cui esprimere ciò che sa.
- Fornire diversi mezzi di coinvolgimento: date le diversità individuali, predisporre modi alternativi di stimolare l'interesse.

La realtà aumentata risponde perfettamente a questi principi, fornendo forme flessibili di media che possono essere sfruttate per fornire un ulteriore supporto accademico e sociale a persone con disabilità. L'AR, dunque, contribuisce alla rimozione degli ostacoli dell'apprendimento garantendone la personalizzazione¹²⁸.

L'obiettivo di questi ambienti di apprendimento aumentati è consentire allo studente di interagire fisicamente e intellettualmente con una nuova generazione di materiali didattici, offrendo a persone con disabilità le stesse opportunità di accedere e usufruire di queste risorse. Un tipo di applicazione riguarda il miglioramento dei risultati per bambini con disabilità cognitive. Gli ambienti in realtà mista forniscono un ambiente sicuro e completamente controllato, atto ad annullare situazioni di stress causate dalle interazioni umane naturali. Si consente così uno sviluppo graduale delle

¹²⁵ Di Martino e Longo, "Augmented reality to promote inclusive learning," 180.

¹²⁶ *ivi*, 186.

¹²⁷ ["Che cos'è l'Universal Design for Learning?"](#)

¹²⁸ Di Martino e Longo, "Augmented reality to promote inclusive learning," 187.

abilità sociali che sono impossibili da raggiungere attraverso interazioni della vita reale¹²⁹.

In aggiunta, uno studio ha rivelato alcune caratteristiche tipiche dei dispositivi mobili basati sulla realtà aumentata che vanno ulteriormente incontro ai principi UDL prima citati¹³⁰:

- **Interazione:** dispositivi mobili basati sull'AR favoriscono l'interazione grazie alla caratteristica portabilità e ubiquità, ma anche grazie alla capacità di creare attività di apprendimento condivise tra pari e qualità di assistenza che possono rimuovere le barriere dell'interazione.
- **Discussione:** l'uso di dispositivi mobili basati sull'AR porta spesso a discussioni di gruppo che favoriscono nello specifico studenti con abilità diverse.

¹²⁹ Kamieth, Dähne, Wichert, Villalar, Jimenez-Mixco, Arca e Arredondo, "Exploring the Potential of Virtual Reality for the Elderly and People with Disabilities."

¹³⁰ Tesolin e Tsinakos, "Opening real doors."

CAPITOLO 4

Stato dell'arte

L'attuale stato dell'arte delle tecnologie accessibili è pieno di ostacoli e sfide aperte, ma allo stesso tempo offre grandi opportunità. Perseguendo un turismo accessibile, un team di lavoro interdisciplinare (che verrà introdotto del prossimo capitolo) si è, per prima cosa, impegnato nello studio delle già esistenti applicazioni culturali accessibili per smartphone e tablet. Dall'analisi di questi lavori correlati, dall'osservazione dei feedback ottenuti dagli sviluppatori e dallo studio dei campi di applicazione si è cercato di individuare i punti di forza ed eventuali carenze e criticità, per poi realizzare un prodotto che rispondesse nel modo più accurato possibile al target di riferimento del progetto in esame. In particolare, tenendo di conto dei progetti già avviati e testati si è cercato di migliorare l'esperienza museale giovanile in un orto botanico garantendo l'accessibilità alle varie tipologie di disabilità.

Il presente capitolo conduce una rassegna di alcuni lavori correlati che si sono rivelati un ottimo punto di partenza per la realizzazione di quello che verrà chiamato OBA 2.0. In conclusione si evidenzieranno gli aspetti ritenuti più interessanti per la creazione del progetto in esame.

4.1 Lavori correlati

Open Art in Polonia

Open Art è un'app mobile nata e testata in Polonia, contenente descrizioni di tre grandi musei d'arte polacchi: The National Museum di Cracovia, The National Museum di Varsavia e il Museum of Contemporary Art di Cracovia. Sviluppata seguendo i principi dello Universal Design e focalizzandosi sul connubio tecnologie assistive - contenuti accessibili, molti visitatori sono in grado di utilizzarla a parità di condizioni.

Gli sviluppatori di *OpenArt* hanno implementato accorgimenti per favorire utenti con disabilità uditive. La descrizione delle opere, infatti, è mediata da videoclip contenenti materiale visivo (fotografie, video, documenti d'archivio) accompagnato da una narrazione (a scelta tra la lingua inglese o polacca) disponibile anche sotto forma di sottotitoli e nella lingua dei segni polacca (Fig. 5).

L'app agevola anche persone con disabilità fisiche, garantendo sia una fruizione in loco che a distanza (per esempio da casa)¹³¹.



Figura 5. Screenshot di un videoclip con sottotitoli e un interprete in lingua dei segni (Open Art)

Sebbene l'introduzione di una narrazione vocale possa agevolare utenti con disabilità visive, non viene fatto alcun accenno alla realizzazione di audiodescrizioni specifiche per non vedenti che, appunto, seguono determinate linee guida.

I feedback ottenuti dai test-utente hanno rivelato agli sviluppatori l'importanza di realizzare videoclip descrittive di breve durata (massimo 2-3 minuti) per non stancare e annoiare il fruitore. L'utilizzo di frasi brevi e concise, non complesse dal punto di vista sintattico, sicuramente ha prevenuto il sovraccarico informativo e sensoriale dell'utente, contribuendo alla produzione di contenuti di facile comprensione. Anche se questi accorgimenti possono favorire persone con disabilità cognitiva, non è stato effettuato alcun test-utente su persone con questa disabilità, né si è pensato all'adozione di accorgimenti specifici per disturbi neurologici e cognitivi. Vale a dire che, per esempio, visitatori con disturbi dello spettro autistico potrebbero rimanere esclusi dall'esperienza.

È stato, però, interessante osservare quanto gli sviluppatori intendessero realizzare un'app che fornisse un aiuto sufficiente per persone non udenti, senza essere allo stesso tempo paternalistica o inutile per partecipanti senza disabilità. Al contrario, questi ultimi hanno giudicato le descrizioni utili a notare più dettagli, a vedere le opere d'arte come sono realmente senza deformazioni dovute a interpretazioni personali e svolgessero un ruolo di conferma per le informazioni visive che elaboravano osservando l'opera.

¹³¹ Jankowska, Szarkowska, Krejtz, Firdyka, Kowalski e Wichrowski, "Smartphone app as a museum guide," 113-115.

In generale i partecipanti hanno riferito che l'esperienza museale tramite l'app avesse offerto loro maggior autonomia e indipendenza, nonché approfondimenti sulle opere e le loro interpretazioni e curiosità sugli artisti¹³².

MASP Labels in Brasile

Il MASP (Museu de Arte de São Paulo), uno dei più importanti musei d'arte del Brasile, è stato oggetto di un interessante studio esplorativo con esperienza in realtà aumentata. Una doverosa premessa alla discussione del progetto riguarda l'innovativa esposizione adottata dal museo stesso: le opere sono state rimosse dalle pareti e poste su dei cavalletti, dando al visitatore la possibilità di scegliere il percorso di fruizione, girare intorno alle opere stesse e visualizzarne la parte posteriore. Le didascalie sono riportate sul retro, lasciando le singole opere libere da etichette e testi. L'obiettivo della proposta espositiva è offrire al visitatore la possibilità di contemplare un'opera artistica senza previa informazione e contestualizzazione, "nascondendo" le etichette informative.

Colta l'innovatività di un'esperienza estetica e museale senza precedenti, è emersa la volontà di integrare i contenuti con un prodotto multimediale. Sopralluoghi al museo hanno evidenziato delle barriere di accessibilità dovute al posizionamento sul retro dell'opera delle etichette. Non solo persone con disabilità fisica, ma in generale chi si trovava in una condizione di mobilità ridotta (persone anziane, donne in stato di gravidanza, persone con bambini in braccio ecc.) delegava dei compagni alla lettura delle informazioni sul retro. Anche in assenza di impedimenti o disabilità, spesso le persone hanno espresso la volontà di fruire i contenuti informativi in parallelo all'osservazione del dipinto.

L'app *MASP Labels da Webmuseu* nasce dalla comprensione di quanto la realtà aumentata possa contribuire non solo alla comunicazione museale ma anche all'inclusione e all'accessibilità. Gli sviluppatori hanno impiegato questa tecnologia per sovrapporre ai dipinti le didascalie altrimenti fruibili sul retro dell'opera (Fig. 6)¹³³.

¹³² *ivi*, 121-126.

¹³³ Nascimento Rocha Veiga, "Realidade aumentada em museus," 442-447.

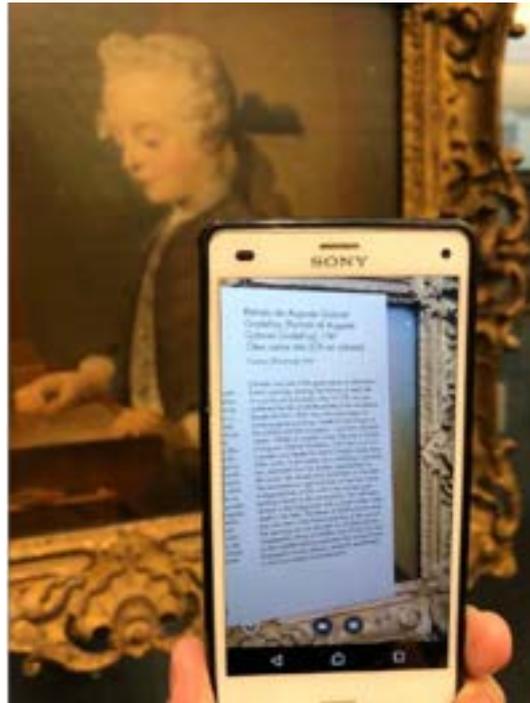


Figura 6. La didascalia visualizzata in AR inquadrando con lo smartphone il dipinto

Oltre ad annullare le barriere appena citate, questa soluzione proposta mostra un altro grande vantaggio. Per visualizzare l'esperienza non è necessario installare in loco elementi aggiuntivi come QR Code, ma è il quadro stesso a fungere da “trigger”.

Tuttavia, l'applicazione risulta totalmente inaccessibile per persone con disabilità visive. Per lo sviluppo sono state semplicemente fotografate le didascalie sul retro delle opere e “incollate” mediante la realtà aumentata sui quadri stessi. Ne consegue l'impossibilità da parte di uno screen-reader di accedere al contenuto testuale e non sono previste delle audiodescrizioni. In più, anche persone con disabilità uditive che non comprendono la lingua portoghese non possono essere considerate incluse¹³⁴.

Mettendo da parte questo progetto esplorativo, nel 2019 il MASP ha lanciato la propria app *MASP Áudios*. L'utente dovrà semplicemente puntare la fotocamera dello smartphone al dipinto per fruire automaticamente di una audiodescrizione. Offre anche una modalità alternativa di ricerca, filtrando le opere in base al titolo o il nome dell'artista, garantendo un accesso ai contenuti anche a distanza. Aprendosi al mondo dell'inclusione, il museo consente così la partecipazione di persone con disabilità visive e fisiche¹³⁵. Restano esclusi di nuovo visitatori con disabilità uditive, vista la mancanza di accorgimenti come sottotitoli testuali o interpreti in linguaggio dei segni.

¹³⁴ *ivi*, 449.

¹³⁵ “[MASP Áudios](#).”

Entrambi i prodotti multimediali realizzati per il MASP non prevedono l'implementazione di accorgimenti per persone con disabilità cognitive. Non sono previste modalità di fruizione alternative, per esempio l'impiego della Comunicazione Aumentativa Alternativa che favorirebbe enormemente visitatori con disturbi dello spettro autistico.

Interessante lo sforzo nell'impiego della realtà aumentata per la prima proposta, anche se si avverte la necessità di integrazione con le tecnologie assistive. Quest'ultimo obiettivo non deve essere raggiunto rinunciando all'AR, bensì progettando contenuti diversi.

Fotografie del passato a Londra e Sydney

Nel campo dell'AR si sono distinte due applicazioni in realtà aumentata sviluppate dal Powerhouse Museum di Sydney e dal Museum of London di Londra. Geolocalizzando parti delle proprie collezioni di fotografie storiche, hanno permesso agli utenti di “vedere il passato” attraverso il proprio smartphone vagando per la città. La tecnologia AR, in questo caso, fornisce al visitatore informazioni aggiuntive sovrapponendo vecchie fotografie a immagini del mondo reale (Fig. 7)¹³⁶.



Figura 7. Piccadilly Circus visualizzata attraverso l'app *StreetMuseum* del Museum of London

Sebbene l'idea sia interessante, la realtà appare “appena” aumentata. Come si evince dalla Fig. 8, il componente di realtà aumentata si limita a delle icone mobili che vengono visualizzate nello spazio, con le quali l'utente deve interagire tenendo in mano il dispositivo per visualizzare la fotografia. L'eccessiva presenza di queste

¹³⁶ [“Augmented reality in museums.”](#)

icone crea confusione e una difficile selezione. Ne consegue quanto la componente di realtà aumentata sia ridondante. Di nuovo si è riscontrata la curiosità e l'attrazione nell'impiego dell'AR per la creazione di esperienze uniche, quanto la necessità di riflettere su soluzioni che davvero esaltino l'uso di questa tecnologia come indispensabile alla fruizione.



Figura 8. Screenshot dall'app del Powerhouse Museum

In entrambe le applicazioni non sono stati adottati specifici accorgimenti di accessibilità. Non compaiono audiodescrizioni delle fotografie visualizzate e le difficoltà riscontrate nei confronti degli elementi in AR (confusione e difficoltà di selezione) possono escludere dall'esperienza sia utenti con disabilità fisiche che quelli con disabilità cognitive.

ArtLens Studio in Ohio

Nel 2018 il Cleveland Museum of Art ha introdotto *ArtLens Studio*, un'esperienza museale che sfrutta la realtà aumentata e va oltre la semplice app da scaricare su un dispositivo. Perseguendo un intrattenimento educativo, l'esperienza invita il pubblico a giocare, disegnare, scolpire e dipingere in AR, utilizzando delle scansioni 3D di oggetti presenti nella collezione del museo. Pensata prevalentemente per i giovani, *ArtLens Studio* sfrutta l'elemento ludico per un'esplorazione gioiosa e creativa della

collezione. Le installazioni usano una combinazione di telecamere di profondità a tempo di volo, software e grafica in tempo reale per ricreare in modo interattivo le tradizionali tecniche artistiche. Il visitatore può scegliere se creare un proprio ritratto a olio, carboncino o acquarello (Fig. 9), se modellare un blocco rotante di argilla imitando i movimenti di un vasaio (Fig. 10), se creare collage digitali utilizzando le immagini della collezione museale (Fig. 11), oppure creare un dipinto muovendo braccia e mani (Fig. 12). Sono inclusi poi giochi di memoria, di corrispondenza, giochi di zooming per ingrandire i dettagli delle opere ecc.

Interessante osservare i feedback del pubblico, che pare aver costantemente commentato il modo in cui la propria creatività lo abbia aiutato a costruire una comprensione più profonda della collezione¹³⁷.



Figura 9. Creazione del proprio ritratto con ArtLens



Figura 10. Modellazione argilla con ArtLens



Figura 11. Creazione collage digitale con ArtLens



Figura 12. Creazione di un dipinto muovendo gli arti con ArtLens

Sebbene la complessità tecnologica di questa installazione vada ben oltre gli obiettivi prefissati per la realizzazione del progetto discusso in questo elaborato, questa esperienza interattiva è stata particolarmente utile a valutare l'introduzione dell'elemento ludico e a riflettere circa la sua importanza nel processo di apprendimento.

Nonostante questi aspetti positivi, nasce un certo scetticismo riguardante l'effettiva usabilità da parte di persone con disabilità. Il punto critico più evidente riguarda l'accessibilità di persone con disabilità fisiche: determinate menomazioni impediscono certamente lo svolgimento di molte attività proposte. Inoltre, i comandi che spiegano le attività non sono accompagnati da una traduzione vocale, creando

¹³⁷ [“Art Lens Studio.”](#)

difficoltà non solo nelle persone con disabilità visive ma anche cognitive e con disturbi dello spettro autistico. Infine, sebbene i contenuti uditivi si limitino a musiche di sottofondo e feedback sonori, non sono stati pensati specifici accorgimenti per persone con disabilità uditive.

VERO in Italia

VERO (Virtualità intErattiva nel paRco di pinocchiO) è un prototipo di applicazione in realtà aumentata realizzato dall'ISTI-CNR in collaborazione con la Fondazione Carlo Collodi. Nel contesto della Piazzetta dei Mosaici all'interno del Parco di Pinocchio, che si trova a Collodi (Pistoia), l'app consente all'utente di "animare" e interagire coi mosaici presenti in loco. Inquadrando con il proprio dispositivo (smartphone o tablet) il mosaico, si attivano dei contenuti virtuali in sovrapposizione alle immagini reali raffiguranti le scene del romanzo di Pinocchio (Fig. 13). Nella piazzetta gli episodi non sono raffigurati in ordine cronologico rispetto al libro e la principale componente interattiva dell'app consiste nello sfidare il visitatore a porre nella giusta sequenza le varie scene. In questo modo il Parco di Pinocchio si avvale di uno strumento in più, aprendo un nuovo canale di dialogo coi visitatori attraverso nuove tecnologie e linguaggi, permettendo alla nuova generazione di apprendere il fantastico mondo di Collodi. La soluzione ricercata prevede, dunque, l'utilizzo di tecniche AR per rendere più coinvolgente la visita della Piazzetta, senza snaturarne lo stile con interventi tecnici, invasivi o ridondanti¹³⁸.



Figura 13. Screenshot dall'app VERO: grafiche multimediali visualizzate sopra i mosaici

¹³⁸ [“VERO.”](#)

Visitatori di età diverse, bambini compresi, hanno utilizzato l'app con grande facilità, soddisfazione e divertimento.

Sebbene *VERO* renda più interessante la fruizione di questo luogo di cultura, non sempre può essere accessibile alle diverse tipologie di utenti. Gli sviluppatori non hanno pensato a modalità alternative di fruizione dei contenuti per utenti con disabilità uditive, visive e cognitive. L'utilizzo forzato in loco può anche sfavorire visitatori con determinate disabilità fisiche, sebbene la fruizione sul posto sia lo scopo principale di app che sfruttano la realtà aumentata.

ARTis in Italia

ARTis è un'app sviluppata in Italia che più si avvicina alla progettazione del prodotto multimediale trattato in questo elaborato. Questa applicazione mobile ricrea un percorso di fruizione dei luoghi di cultura e, garantendo personalizzazione e adattabilità, aumenta e migliora le abilità sociali trasmettendo un senso di autoefficacia e autonomia. Pensata prevalentemente per bambini con disabilità cognitive e disturbi dello spettro autistico, aiuta l'utente a orientarsi nello spazio realizzando un'esperienza accattivante e interattiva. Sfruttando la fotocamera di uno smartphone, *ARTis* permette di osservare contenuti virtuali sovrapposti alla realtà circostante, guidando l'utente passo dopo passo. L'app arricchisce il mondo reale virtualmente con informazioni grafiche e testuali, utilizzando animazioni, personaggi, contenuti interattivi ed educativi ecc. *ARTis* consente poi di interagire con le opere d'arte del museo proponendo attività sotto forma di minigiochi, ad esempio scomporre virtualmente le opere d'arte come fossero pezzi di un puzzle (Fig. 14). Dunque, una forma di intrattenimento che fornisce, in modo non formale, informazioni sul museo stesso creando un momento inclusivo e ponendo l'utente al centro di un'esperienza al quale non avrebbe potuto altrimenti partecipare. L'obiettivo è stato raggiunto a seguito di uno studio sul linguaggio e le metodologie adatte al pubblico di destinazione¹³⁹.

¹³⁹ Vita, Borrelli, Canniello, Mennitto e Iovino, "ARTis: How AR supports the guided experience in museums for people with Autism."



Figura 14. Screenshot dall'app ARTis: il minigioco del puzzle

Sebbene la nota di merito per i numerosi accorgimenti adottati nei confronti di utenti con disabilità cognitive e disturbi dello spettro autistico, non può essere sostenuto altrettanto per altre tipologie di disabilità. *ARTis* non mette a disposizione audiodescrizioni per persone con disabilità visiva né prevede sottotitoli o soluzioni analoghe per persone con disabilità uditiva. La fruizione forzata in loco può, inoltre, escludere dall'esperienza alcune persone con disabilità fisica.

App per orti botanici

Dal momento in cui il progetto in esame si è dovuto sviluppare nel contesto dell'Orto Botanico di Pisa, è stato utile osservare eventuali app in commercio in contesti simili. Nel corso del 2020 è stata sviluppata presso l'Università di Catania l'app *PLANT* per l'orto botanico dell'ateneo. L'applicazione consente di identificare le varie piante del posto scansionando con la fotocamera del proprio dispositivo il nome scientifico apposto sui cartelli. A seguito del riconoscimento, vengono presentate all'utente una serie di informazioni multimediali comprendenti descrizioni, audio e immagini (Fig. 15)¹⁴⁰. Una simile esperienza la può vivere l'utente che utilizza l'app *Orto Botanico di Padova*, nata dalla collaborazione tra l'Università di Padova e la Regione del Veneto. Attraverso l'uso di dispositivi personali, l'app consente l'accesso alle

¹⁴⁰ Russo, "Un'App per scoprire l'Orto Botanico di Catania."

informazioni sulle specie selezionate dall'utente, inviando una notifica ogni volta che questo si trova in prossimità di tappe prestabilite del percorso (Fig. 16)¹⁴¹.

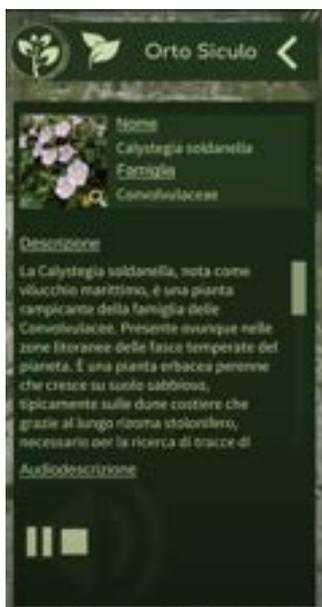


Figura 15. Screenshot dall'app *PLANT*



Figura 16. Screenshot dall'app *Orto Botanico di Padova*

In entrambi i casi, l'uso di tecnologie AR si limita al semplice riconoscimento di marker per poi dare avvio a contenuti multimediali statici. L'unico elemento di accessibilità introdotto sono le audiodescrizioni per persone con disabilità visive. Le app non prevedono una fruizione a distanza, escludendo di conseguenza dall'esperienza alcuni utenti con disabilità fisiche. Entrambe, poi, non forniscono altri tipi di ausili per favorire persone con disabilità cognitive e disturbi del neurosviluppo.

4.1.2 Gli aspetti implementati e tralasciati dalle applicazioni dello stato dell'arte

A seguito di questa rassegna sulle applicazioni e prodotti multimediali a sostegno delle realtà museali, la Tabella 2 fornisce una visione d'insieme dei progetti presi in considerazione. Per ogni applicazione / prodotto multimediale si va a indicare con un segno di spunta (✓) gli aspetti che sono stati implementati: ausili per disabilità cognitive, visive, uditive e fisiche, l'impiego della realtà aumentata e l'introduzione dell'elemento ludico. Come verrà fatta luce nel successivo paragrafo, l'obiettivo del

¹⁴¹ ["La app dell'orto di arricchisce."](#)

team interdisciplinare, occupatosi del progetto in esame, è stato produrre un'applicazione che implementasse tutti questi aspetti contemporaneamente, per perseguire accessibilità, usabilità, informatività e divertimento.

Tabella 2. Gli aspetti implementati dalle applicazioni / prodotti multimediali analizzati nello stato dell'arte

	A. cognitivi	A. visivi	A. uditivi	A. fisici	AR	Elemento ludico
<i>OpenArt</i>			✓	✓		
<i>MASP Labels</i>				✓	✓	
<i>MASP Audios</i>		✓		✓		
<i>Powerhouse Museum e Museum of London</i>					✓	
<i>ArtLens Studio</i>					✓	✓
<i>ARtis</i>	✓				✓	✓
<i>PLANT e Orto Botanico di Padova</i>		✓			✓	
<i>VERO</i>					✓	✓

4.2 Gli obiettivi alla base di OBA 2.0

Lo studio della letteratura e dei progetti già sviluppati o in commercio ha gettato le basi dalle quali partire per lo sviluppo di un'applicazione in realtà aumentata da utilizzare all'interno dell'Orto Botanico di Pisa. Partendo dalla discussione dei feedback ottenuti dalle realtà osservate e dalle eventuali criticità riscontrate nell'implementazione e fruizione, è stato più semplice mettere a fuoco gli obiettivi da porsi per la progettazione di un prodotto il più accessibile, usabile, informativo e divertente possibile.

Vivendo in un mondo in cui l'attenzione all'inclusione è sempre più forte, si è fin da subito stabilita l'importanza di applicare i requisiti di accessibilità per facilitare l'esperienza museale di persone con varie tipologie di disabilità.

Di comune accordo sono stati prefissati i seguenti obiettivi minimi:

- Accompagnare le informazioni visive con informazioni uditive, per includere persone con disabilità visive. L'esempio di *OpenArt* è stato utile per la scelta della tipologia di narrazione. Vista l'ostilità riscontrata dai partecipanti nei

confronti di voci robotiche e sintetizzatori vocali, dare la priorità alla voce umana, lavorando su aspetti come l'intonazione.

- Accompagnare le informazioni uditive con informazioni visive, per includere persone con disabilità uditive. Ogni contenuto audio deve essere disponibile almeno mediante sottotitoli.
- Produrre contenuti facilmente comprensibili, per includere persone con disabilità cognitive e del neurosviluppo.
- Adozione di una progettazione partecipativa per lo sviluppo di una buona UX e contenuti accessibili.
- Buona integrazione delle tecnologie assistive, per non creare contenuti inutili o paternalistici per persone senza disabilità.
- Mantenere un alto livello di attenzione:
 - Clip animate di breve durata, la cui efficacia è testimoniata dal progetto *OpenArt*.
 - Interattività e edutainment. *ARTis*, *ArtLens Studio* e *VERO* hanno suggerito l'importanza del momento ludico a sostegno dell'acquisizione di informazioni. Aspetto utile soprattutto per un target di riferimento composto da bambini.
- Percezione dell'AR come tecnologia indispensabile alla fruizione. Osservando le criticità di app AR come quella del Powerhouse museum e prendendo spunto da *ARTis* e le installazioni di *ArtLens*, nasce la volontà di fare un uso sensato e interessante dell'AR. La realtà aumentata non deve semplicemente essere usata per attirare l'attenzione di un utente e fargli scaricare un'applicazione che poi disinstallerà facilmente, ma per creare esperienze museali uniche e impossibili in un contesto reale.
- Rendere interessante agli occhi dei bambini un orto botanico. Le app in commercio sono meramente informative e mettono a disposizione dell'utente contenuti scientifici che possono essere ritenuti di difficile comprensione o noiosi per i più piccoli. Osservando le proposte in circolazione, nasce la volontà di ricreare contenuti allo stesso tempo informativi, attraenti e divertenti per i più piccoli.
- Fruibilità dei contenuti attraverso dispositivi mobili come smartphone e tablet. L'utilizzo di dispositivi personali ha riscosso successo in tutte le offerte disponibili presentate, riducendo i costi della struttura museale che

non deve provvedere alla somministrazione di ulteriore materiale e agevolando i singoli utenti che possono utilizzare i propri strumenti.

CAPITOLO 5

Un'esperienza pratica di progettazione in AR nell'ambito delle tecnologie assistive

Il presente capitolo introduce la progettazione di contenuti multimediali in realtà aumentata pensati da un team interdisciplinare a garanzia di esperienze inclusive presso l'Orto e Museo Botanico di Pisa. Chiariti gli obiettivi del progetto e presentata l'equipe che ne ha preso parte, viene affrontato il processo di sviluppo del materiale prodotto, al quale ha preso parte il target utente garantendo una progettazione partecipativa. Al fine di perseguire una maggior accessibilità, il capitolo fa luce anche sugli elementi introdotti per favorire la fruizione da parte di bambini con disabilità diverse.

5.1 Presentazione e obiettivi del progetto

Il personale dell'Orto Botanico di Pisa, impegnato nell'educazione museale, ha pensato a un percorso per i visitatori più giovani individuando in loco 12 tappe fondamentali per fornire una panoramica delle informazioni rilevanti circa il luogo naturale. In corrispondenza di ogni tappa sono stati posizionati dei cartelli a "misura di bambino" (Fig.17), che presentano brevi contenuti informativi in linguaggio semplice.



Figura 17. Uno dei cartelli per bambini lungo le tappe del percorso all'Orto Botanico

La consapevolezza dell'interesse nella visita all'Orto da parte dei più piccoli ha acceso nel team interdisciplinare coinvolto nel progetto (introdotto nel sottocapitolo 5.2) la volontà di mettere a disposizione dei contenuti multimediali accessibili che, sfruttando le nuove tecnologie, garantissero un'esperienza museale inclusiva e accattivante.

L'idea di base è quella di ricreare il percorso proposto da queste 12 tappe, aggiungendo la componente tecnologica e interattiva. Sfruttando le tecnologie della realtà aumentata, si è voluto far fruire al visitatore dei contenuti multimediali, anche tridimensionali, inquadrando con la fotocamera di uno smart device le immagini (target bidimensionali) sui cartelli in corrispondenza delle tappe.

Quando nel mondo della ricerca si indaga sugli ostacoli che complicano quotidianamente la vita di bambini con disabilità, l'attenzione si rivolge principalmente all'ambito dell'educazione, della vita domestica e delle principali attività sociali, soprattutto l'ambito scolastico. Chi fa parte della sfera sociale della persona con disabilità (familiari, caregivers, medici ecc.) ha come obiettivo principale quello di garantire il massimo livello di autonomia possibile. Il progetto sviluppato vuole evidenziare l'importanza di occuparsi della crescita personale dell'individuo attraverso momenti culturali che costituiscono al tempo stesso esperienze di apprendimento importanti e occasioni di svago, riconoscendo le potenzialità del momento ludico e del *serious-game*, entrambi in grado di massimizzare l'incidenza di risultati positivi.

Il progetto qui discusso nasce con l'obiettivo di ricreare un innovativo rapporto tra le visite museali giovanili e l'esperienza al museo di bambini con e senza disabilità.

La volontà è stata quella di mettere a disposizione di bambini con disabilità uno strumento di supporto alla visita dell'Orto Botanico di Pisa, con l'obiettivo di far vivere loro e ai propri familiari un'esperienza museale analoga a quella di un soggetto senza disabilità. Creare, dunque, un momento inclusivo e formativo ponendo l'utente al centro dell'esperienza è il punto cardine di questo progetto. Senza la necessità di disporre di una guida in loco ed evitando di partecipare a incontri pensati ad hoc per persone con disabilità, la famiglia che in una qualsiasi giornata di svago decide di visitare l'Orto Botanico di Pisa potrà vivere un'esperienza priva di barriere e inclusiva semplicemente fruendo contenuti multimediali pensati ad hoc.

Comunque, la versatilità del progetto in esame lo rende utilizzabile anche in contesti differenti. La partecipazione a gite scolastiche che hanno incluso alunni con diverse disabilità ha messo in luce la difficoltà della guida museale nel portare avanti esperienze che coinvolgessero in ugual misura tutta la classe. In tutti i casi non è stato adottato nessun tipo di approccio inclusivo e bambini con disabilità rimanevano spesso esclusi dai benefici tipici del viaggio di istruzione. Sebbene non sia compito del personale museale, bensì di quello scolastico, realizzare una didattica inclusiva, è buona pratica cercare di coinvolgere tutti i partecipanti. L'affiancamento di ausili tecnologici può essere utile anche in contesti come questo, per perseguire esperienze museali inclusive alternando attività teoriche a quelle pratiche e ludiche, attraverso la fruizione di elementi multimediali. Tra gli altri obiettivi del progetto vi è, dunque, non quello di isolare la persona con disabilità sottoponendole materiale pensato ad hoc, ma perseguire l'inclusione garantendo esperienze di gruppo. Infatti, gli accorgimenti adottati durante lo sviluppo del materiale lo rendono accessibile alle varie disabilità senza risultare paternalistici per coloro che non sperimentano questa condizione.

In sintesi, si riassumono come segue gli obiettivi cardine della progettazione del materiale multimediale:

- Ricerca di nuovi mezzi volti a rendere accessibile l'approccio del bambino con disabilità nei confronti dell'esperienza museale, passando da brevi visite ludiche a incontri più complessi, formativi e strutturati.
- Ricerca di soluzioni che favoriscano l'inclusione, evitando esperienze museali differenti per persone con disabilità e incentivando la cooperazione e la socializzazione con persone senza disabilità.
- Fornire a famiglie e guide museali uno strumento per incentivare l'apprendimento e mantenere un alto livello di attenzione e interesse culturale.
- Raccogliere in un'unica app materiale utile a persone con e senza disabilità, evitando soluzioni separate più dispendiose per l'istituzione culturale coinvolta.

5.2 Interdisciplinarietà

Il perseguimento degli obiettivi citati nel paragrafo precedente ha necessitato il coinvolgimento di un'equipe interdisciplinare. La Tabella 3 fornisce una panoramica degli attori coinvolti nella progettazione.

Tabella 3. Attori coinvolti nella progettazione

#	Background	Luogo di lavoro / Affiliazione
1	Direttore	Orto e Museo Botanico di Pisa
1	Responsabile progetti di accessibilità museale	Sistema Museale di Ateneo (Pisa)
1	Educatore scientifico e operatore museale	Orto e Museo Botanico di Pisa
1	Dirigente psicologo e psicoterapeuta	IRCCS Stella Maris (Pisa)
1	Ricercatore esperto in tecnologie assistive	ISTI - CNR (Pisa)
1	Ricercatore esperto in tecnologie assistive	Dipartimento di Informatica - Università di Pisa
1	Ricercatore esperto in AR e Interaction Design	ISTI - CNR (Pisa)
1	Dottorando esperto in sviluppo di applicazioni	ISTI - CNR (Pisa)

Come si evince dalla Tabella 3, i partecipanti allo sviluppo hanno un background multidisciplinare e, grazie a ciò, hanno contribuito alla realizzazione di un progetto omogeneo, utile, usabile e accessibile. Il costante scambio di informazioni tra le parti coinvolte ha favorito la stesura di linee guida di progettazione del materiale multimediale e della futura applicazione che ne è scaturita.

Un primo contatto utile è stato con Lorenzo Peruzzi, direttore dell'Orto e Museo Botanico di Pisa. Essendo il contesto interessato dal progetto sotto la responsabilità del suddetto, è stato necessario informarlo delle nostre volontà per comprenderne la fattibilità e ricevere l'autorizzazione per procedere a uno sviluppo prototipale. Il coinvolgimento del dott. Peruzzi è stato poi fondamentale per prendere contatti

diretti col personale dell'Orto Botanico, attivo nel processo di realizzazione del materiale.

Il contributo di Francesca Corradi, responsabile dei progetti di accessibilità del Sistema Museale di Ateneo, è stato fondamentale per la comprensione di questi percorsi. Occupandosi personalmente dell'organizzazione di programmi per persone con disabilità, ha illustrato con grande efficacia le sfide che bambini con disabilità affrontano quotidianamente presso l'Orto Botanico di Pisa, aiutandoci a individuare elementi di implementazione imprescindibili per il corretto raggiungimento degli obiettivi prefissati.

La volontà di creare contenuti multimediali informativi relativi a un orto botanico ha necessitato, poi, della stretta collaborazione con un esperto del settore. Francesco Aiello, educatore scientifico e operatore museale presso l'Orto Botanico di Pisa, è un biologo specializzato in Conservazione ed Evoluzione e autore di una tesi sperimentale in botanica. La sua costante presenza durante la fase di progettazione del materiale e dell'applicazione è stata fondamentale per la verifica dei contenuti informativi e scientifici veicolati.

La volontà di rivolgersi anche a bambini con disabilità ha richiesto la consultazione di esperti nell'ambito. Ci si è in primis avvalsi delle conoscenze maturate dall'IRCSS Stella Maris, una struttura ospedaliera privata dedicata alla cura, alla ricerca e alla formazione nel campo della neuropsichiatria infantile. Qui si è ottenuto il consulto di Antonio Narzisi, psicologo e psicoterapeuta specializzato in Disturbi dello Spettro Autistico e Psicologia dello Sviluppo. Mediante una call, che ha visto la partecipazione di più attori menzionati in Tabella 3, il dott. Narzisi ha dispensato importanti consigli su come stimolare l'attenzione e l'interesse, nonché aumentare la capacità di apprendimento, specialmente da parte di bambini con disabilità cognitive e autismo. Visionando parte del materiale sviluppato, ha espresso importanti pareri evidenziando eventuali debolezze e suggerendo specifiche per disabilità cognitive.

Altro importante contatto in questo ambito è stato quello con Barbara Leporini, ricercatrice presso l'ISTI-CNR. Esperta nell'ambito di accessibilità e usabilità di tecnologie per utenti con disabilità, ha dispensato importanti informazioni su eventuali accorgimenti utili soprattutto nel campo delle disabilità visive.

L'impiego di tecnologie informatiche ha richiesto il costante affiancamento di esperti in tecnologie assistive. In questo ambito si è distinto il contributo di Susanna Pelagatti, ricercatrice e professoressa presso il Dipartimento di Informatica dell'Università di Pisa. Docente del corso di Tecnologie Assistive per la Didattica (della LM in Informatica Umanistica), ha fornito un costante supporto nella realizzazione di materiale multimediale che incontrasse i bisogni di utenti con disabilità.

Infine, considerata la volontà di introdurre la realtà aumentata all'interno del progetto in esame, è stato di interesse del team avvalersi del supporto di esperti nel settore AR. Primo contatto fondamentale quello con Massimo Magrini, ricercatore presso l'ISTI-CNR e professore di Interaction Design, con laurea in Scienze dell'Informazione. Impegnato nel corso degli anni nello sviluppo di interfacce gestuali per installazioni audio-visive e sistemi di biofeedback usati sia per finalità artistiche che in ambiti riabilitativi, ha contribuito in maniera essenziale al progetto dispensando consigli di progettazione AR e affiancando la sottoscritta nell'utilizzo di motori grafici utili allo scopo.

La mediazione del dott. Magrini ha garantito anche la possibilità di consultare il dottorando Fabrizio Matarese che, all'interno dell'ISTI-CNR, ha lavorato allo sviluppo dell'app *VERO* (descritta nel sottocapitolo 4.1). L'osservazione del lavoro e dei feedback da lui ottenuti è stata di fondamentale importanza per la realizzazione dell'applicazione.

5.3 Processo di sviluppo

Il processo di sviluppo del materiale multimediale, poi confluito in un'applicazione, è stato interessato dal susseguirsi di tre fasi principali:

1. Studio e preparazione dell'approccio da adottare nei confronti del target di riferimento.
2. Progettazione e implementazione dei contenuti in coerenza con gli obiettivi prefissati.
3. Attivazione del percorso con dei gruppi sperimentali.

Non necessariamente le tre fasi si sono susseguite in ordine sequenziale. Essendosi presentata nel tempo la possibilità di testare direttamente sul target di riferimento il

materiale prodotto, il processo di sviluppo si è rivelato iterativo e ha previsto più volte la revisione delle prime due fasi in funzione della terza. Ciò ha garantito l'apporto di migliorie nel rispetto delle singole esigenze dell'utente finale.

5.3.1 Fase iniziale: l'approccio da adottare

Nei mesi precedenti alla creazione del materiale, all'implementazione dell'app e all'attivazione del percorso con i test utente, si sono svolti degli incontri tra i membri del team interdisciplinare presentato. In primo luogo ci si è allineati circa le conoscenze del contesto e del target di riferimento, valutando lo stato dell'arte (descritto nel capitolo quarto) e raccogliendo testimonianze rilevanti in linea con il background di ciascun membro del gruppo. Questo scambio informativo ha agevolato la stesura di una serie di linee guida iniziali e raccomandazioni da tener di conto in fase di progettazione del materiale multimediale. L'elenco che segue le riassume:

- Fornire alternative di fruizione dei contenuti, per massimizzare l'accessibilità.
- Impiegare la simbologia visiva sfruttando la Comunicazione Aumentativa Alternativa, per favorire utenti con disturbi dello spettro autistico.
- Prediligere la voce umana a quella robotica, per rispettare le preferenze di utenti con disabilità visiva.
- Fornire un'alternativa testuale a tutte le componenti uditive, per includere utenti con disabilità uditiva.
- Utilizzare un linguaggio semplice, per facilitare la comprensione di un target di riferimento giovane.
- Utilizzare font ad alta leggibilità, per agevolare utenti con disabilità cognitive.
- Prediligere contenuti brevi ed efficaci, per mantenere un alto livello di attenzione e incrementare l'interesse.
- Dare la possibilità di bloccare determinati input sensoriali qualora creassero disturbi a utenti con particolari disabilità.
- Introdurre elementi di gamification per favorire la socializzazione e il consolidamento delle conoscenze apprese.

A febbraio 2022 si sono poi svolti due sopralluoghi all'Orto e Museo Botanico. Il primo ha visto la partecipazione della responsabile dei progetti di accessibilità

museale (portavoce nell'occasione anche delle volontà del direttore della struttura) e l'accompagnamento del ricercatore ISTI-CNR esperto in AR. L'incontro è stato utile alla definizione degli strumenti da utilizzare per la futura creazione dell'app. In quella occasione è stato stabilito come le immagini bidimensionali riportate sui cartelli in corrispondenza delle tappe dell'Orto fossero sufficienti come trigger e preferibili all'installazione sul posto di elementi aggiuntivi come QR-code.

Il secondo sopralluogo ha previsto la partecipazione della sottoscritta a una visita museale per bambini, che si è avvalsa della guida di un educatore museale. L'esperienza ha fatto luce sulle attività preferite dai bambini, ha messo in evidenza quali contenuti informativi catturassero maggiormente la loro attenzione e ha permesso di individuare quegli elementi che i partecipanti erano solo costretti a immaginare perché impossibili da visualizzare in loco. Ne sono esempi il brachiosauro che si ciba delle foglie del Ginkgo oppure il fiore di loto che fiorisce solo tra giugno e settembre. Lo studio di tale contesto ha fatto comprendere l'importanza dell'utilizzo della realtà aumentata nella realizzazione dei contenuti multimediali: gli elementi virtuali possono essere utilizzati per far vivere all'utente esperienze altrimenti impossibili.

5.3.2 Fase intermedia: progettazione e strumenti utilizzati

Individuate le linee guida del progetto, si è passati a una prima fase di progettazione dei contenuti multimediali. Per ogni tappa individuata in loco è stato necessario procedere per step, dei quali di seguito si offre una panoramica.

Scrittura dello sceneggiato

Prima di cimentarsi nella produzione dei contenuti multimediali, è stato necessario lavorare ai contenuti informativi che avrebbero costituito la narrazione di base di ogni tappa multimediale. Da fonti web attendibili e in occasione dei sopralluoghi all'orto in compagnia della guida museale, sono state raccolte una serie di informazioni relative alle specie botaniche presenti in loco.

Successivamente è stata scritta una sceneggiatura per ogni tappa. Avvalendosi di *Celtx*, un applicativo di pre-produzione utile per la scrittura di sceneggiature di progetti multimediali, è stato in primo luogo chiarito come combinare ciò che sarebbe apparso sullo schermo del dispositivo con la voce narrante.

Al termine della stesura dello sceneggiato di ogni singola tappa, il file è stato sottoposto all'attenzione dell'educatore scientifico e operatore museale facente parte del team interdisciplinare. Grazie al suo background di biologo esperto di botanica e alla sua esperienza come guida museale, Francesco ha proposto delle correzioni (Fig. 18) contribuendo alla realizzazione di contenuti informativi corretti dal punto di vista scientifico e adatti a un pubblico di bambini. Tutte le informazioni veicolate dall'applicazione sono state, dunque, approvate da un esperto.



Figura 18. Screenshot da *Celtx*: sceneggiato della tappa “Palma del Cile” con suggerimenti di modifica proposti da Francesco Aiello

Produzione dei contenuti multimediali

Una volta approvati i contenuti informativi, le idee circa i contenuti multimediali da presentare sullo schermo del dispositivo sono state sottoposte all'attenzione sia del ricercatore ISTI-CNR esperto in AR che del dottorando impegnato nello sviluppo di applicazioni. I due hanno espresso opinioni circa la fattibilità di realizzazione, suggerendo eventuali modifiche ai contenuti proposti.

Stabiliti i contenuti di accompagnamento alla narrazione, segue la fase di produzione. Tra le attività svolte:

- Predisposizione degli elementi tridimensionali: stabiliti gli elementi tridimensionali da coinvolgere in corrispondenza di ogni tappa, questi sono stati scaricati dal web oppure realizzati con appositi tool di grafica 3D.

- Predisposizione degli elementi bidimensionali: le informazioni vocali veicolate hanno spesso necessitato il supporto di immagini fotografiche, etichette, stickers, pulsanti ecc., tutti editati con appositi software.
- Predisposizione degli elementi uditivi: per ogni tappa è stata registrata la voce narrante e sono stati scaricati dal web elementi audio di background utili in determinati contesti.
- Montaggio: gli elementi tridimensionali, bidimensionali e uditivi sono stati montati insieme e, includendo animazioni e script, è stata prodotta una tappa per volta.

Di seguito una breve lista dei principali programmi e software utilizzati per la produzione di questi contenuti multimediali:

- *Blender*: software di modellazione, rigging, animazione, montaggio video, composizione, rendering e texturing di immagini tridimensionali e bidimensionali. Utilizzato per la creazione di qualche oggetto tridimensionale, per l'aggiunta di armature a oggetti tridimensionali scaricati dal web e per la creazione di alcune animazioni legate a oggetti 3D.
- *MeshLab*: software open source per l'elaborazione e l'editing 3D. Utilizzato per la modifica e pulizia di meshes in 3D.
- *Photoshop*: software di Adobe per l'editing di immagini. Utilizzato per la realizzazione delle immagini bidimensionali, come le texture dei pulsanti, le etichette e i vari elementi grafici presenti.
- *Unity*: motore grafico multiplatforma che consente lo sviluppo di videogiochi e altri contenuti interattivi, come animazioni 3D in tempo reale. Utilizzato per il montaggio di ogni singola tappa e, successivamente, per la realizzazione dell'intera applicazione.

Introduzione degli elementi di accessibilità

Al termine della produzione di ogni singola tappa, il lavoro svolto è stato sottoposto all'attenzione dei ricercatori esperti in tecnologie assistive, che hanno suggerito quali elementi aggiungere per incrementare l'accessibilità dell'applicazione finale e far sì che bambini con disabilità diverse potessero fruire correttamente il prodotto finale. In questa fase si è concordato di tradurre le informazioni uditive attraverso l'inserimento sia di sottotitoli testuali che in Comunicazione Aumentativa

Alternativa. Per la creazione di questi ultimi ci si è avvalsi di *Widgit Online*, un'applicazione web utile alla creazione di testi simbolizzati (Fig. 19).



Figura 19. Screenshot da *Widgit Online*: simbolizzazione del testo per la creazione di sottotitoli in CAA

5.3.3 Fase finale: attivazione del progetto e progettazione partecipativa

Progettata una prima versione di ogni tappa prevista dall'applicazione, è stato deciso di testare il materiale prodotto sul target di riferimento per correggere eventuali refusi. Nei mesi di febbraio e marzo 2023 si è preso parte a una serie di viaggi di istruzione di scuole primarie e secondarie di primo grado, organizzati presso l'Orto Botanico. Nel sottocapitolo 5.4 verranno forniti i dettagli circa gli incontri; in questa sezione ci si limita a ricordare come in queste occasioni i contenuti informativi dispensati dall'operatore museale siano stati alternati all'utilizzo del materiale multimediale prodotto. Osservare in loco i comportamenti dei partecipanti, ascoltare i loro commenti durante la fruizione e raccogliere feedback ha contribuito alla realizzazione di una progettazione partecipativa.

Il PD (Participatory Design) prevede il coinvolgimento diretto dei futuri fruitori di strumenti, prodotti, ambienti, sistemi informatici ecc. nella co-progettazione. Oggigiorno la partecipazione degli utenti alla progettazione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione è ampiamente accettata e praticata attraverso l'uso di tecniche di progettazione iterativa come mock-up e prototipazione. "Partecipazione" non implica il semplice "coinvolgimento" e il Design Partecipativo è differente dal design centrato sull'utente. Sebbene vi siano punti in comune, così come strumenti e tecniche utilizzati da entrambi, i progetti di PD sono sempre guidati da una continua riflessione sul come coinvolgere a pieno titolo nella progettazione gli utenti. È, dunque, la partecipazione attiva a definire il design partecipativo, perché se la volontà è quella di progettare il futuro che si desidera

vivere, allora coloro che nel futuro ne saranno interessati devono partecipare attivamente al processo di progettazione. “Partecipazione”, nella progettazione partecipativa, significa indagare, riflettere, comprendere, stabilire, sviluppare e sostenere i processi di apprendimento che si sviluppano tra i partecipanti durante la progettazione. Ciò è utile al progettista, per conoscere caratteristiche, pratiche e contesti di coloro che utilizzeranno i loro progetti, e all’utente finale, per conoscere le possibili opzioni tecnologiche. Questo apprendimento reciproco nel corso del processo fornisce a tutti i partecipanti maggiori conoscenze e comprensioni¹⁴².

La somministrazione del prototipo iniziale per una valutazione formativa, cioè eseguita durante il ciclo di progettazione e sviluppo dell’applicazione, ha garantito una co-progettazione utente-sviluppatore nella realizzazione del PD. In questo modo si è fornito un sostanziale sostegno alla progettazione, sono stati suggeriti dei miglioramenti e i feedback ottenuti sono stati utili a comprendere se si stesse procedendo nella giusta direzione di implementazione. Si è trattata di una valutazione iterativa: a ogni incontro i nuovi partecipanti hanno dispensato consigli che hanno comportato migliorie nel materiale proposto. Quest’ultimo col tempo si è perfezionato confluendo in un prototipo di app avanzato.

L’iteratività del processo di sviluppo, alla quale si è accennato al principio di questo sottoparagrafo, è evidente in questa fase finale. I risultati ottenuti da test effettuati direttamente sul target di riferimento hanno contribuito alla realizzazione di una progettazione partecipativa che, dunque, ha costretto il team interdisciplinare a rivedere le prime due fasi: è stato necessario rivedere alcune linee guida di progettazione, così come modificare delle scelte di progettazione che hanno interessato la fase intermedia.

¹⁴² Robertson e Simonsen, “Challenges and Opportunities in Contemporary Participatory Design,” 3-5.

5.3.4 Panoramica del ciclo di sviluppo



Figura 20. Ciclo di sviluppo del materiale multimediale

La Fig. 20 fornisce una panoramica di quanto discusso finora, ovvero le fasi affrontate per lo sviluppo del materiale multimediale poi confluito nell'app finale. Partendo da uno scambio di idee e opinioni con il team interdisciplinare coinvolto, si sono delineate le linee guida del progetto per poi passare alla progettazione dei contenuti. Una volta approvati, si è passati alla fase di progettazione avanzata con l'obiettivo di stabilire tecniche e strumenti da utilizzare per la realizzazione dei prodotti multimediali. Trovato un accordo comune, è seguita l'implementazione del materiale, che è stato poi valutato attraverso diversi test utente. Questi ultimi hanno garantito una progettazione partecipativa che ha dato vita a un processo di sviluppo iterativo. Il ciclo si è così ripetuto più volte, e non per forza con sequenzialità, portando a un prodotto finale il più omogeneo, usabile e accessibile possibile.

5.4 Design partecipativo attraverso i test utente

Tabella 4 . Composizione delle classi partecipanti ai test utente

Data	Età media	Alunni senza dis.	Alunni con dis.	Tipologia dis.
03/02/23	7 anni	17	0	-
06/02/23	11 anni	20	1	Lieve disabilità cognitiva
13/02/23	11 anni	25	0	-

Data	Età media	Alunni senza dis.	Alunni con dis.	Tipologia dis.
17/02/23	8 anni	24	1	Autismo alto funzionamento
20/02/23	7 anni	20	1	Autismo medio funzionamento
21/02/23	11 anni	26	1	Autismo medio funzionamento e disabilità motoria
24/02/23	7 anni	22	1	Autismo medio funzionamento
27/02/23	10 anni	23	2	Autismo alto funzionamento e disabilità uditiva
01/03/23	9 anni	23	1	Autismo medio funzionamento
08/03/23	7 anni	21	1	Autismo alto funzionamento

Come accennato nel sottoparagrafo 5.3.3, nei mesi di febbraio e marzo 2023 il primo prototipo dell'app contenente il materiale multimediale sviluppato è stato testato, a più riprese, su alunni di scuole primarie e secondarie di primo grado che hanno partecipato a viaggi di istruzione presso l'Orto e Museo Botanico di Pisa. Come si evince dalla Tabella 4, non necessariamente le classi partecipanti includono al loro interno bambini con disabilità. Essendo il progetto destinato più ampiamente a tutti i bambini in età compresa tra i 7 e gli 11 anni, è stato interessante raccogliere anche i feedback di chi non sperimenta nel quotidiano condizioni di disabilità, al fine di comprendere se gli accorgimenti inseriti per le diverse disabilità potessero annoiare o disturbare persone non interessate direttamente.

Gli incontri si sono svolti con il consenso delle insegnanti e beneficiando dell'affiancamento dell'educatore museale Francesco Aiello, che ha aderito ad alternare alle sue spiegazioni teoriche l'utilizzo dell'applicazione. Arrivati in prossimità delle tappe per le quali sono stati sviluppati i contenuti multimediali in realtà aumentata, a turno si è messo a disposizione di tre bambini (scelti casualmente) un tablet Android. Senza fornire spiegazioni anticipatorie per evitare di falsare i risultati circa l'usabilità del progetto, è stato chiesto ai partecipanti di utilizzare l'applicazione con naturalezza (Fig. 21). Qualora all'interno della classe vi

fossero stati alunni con disabilità, questi hanno avuto la precedenza a effettuare il test per raccogliere feedback utili circa l'accessibilità.



Figura 21. Un bambino utilizza l'app all'Orto Botanico di Pisa

Durante i test utente non ci sono stati interventi da parte del valutatore e sviluppatore. L'osservatore si è limitato ad annotare eventuali problemi riscontrati e reazioni positive relative a determinate funzionalità e contenuti. La valutazione finale ha tenuto conto anche dei feedback verbali degli utenti, i quali spesso hanno commentato ad alta voce la loro esecuzione.

I seguenti sottoparagrafi fanno luce sugli aspetti positivi, evidenziati dai partecipanti durante i test, e i consigli che hanno favorito la correzione di eventuali punti critici.

5.4.1 Aspetti positivi evidenziati dai test utente

All'inizio di ogni esperienza museale la guida ha messo al corrente i partecipanti circa lo svolgimento delle attività in loco, rivelando il fatto che le attività teoriche si sarebbero alternate allo svolgimento di attività digitali mediante l'utilizzo di un tablet. Da subito si è notato un maggior coinvolgimento emotivo dei bambini, euforici all'idea di utilizzare un dispositivo elettronico in un contesto scolastico e di apprendimento. Questo ha confermato la profonda attrazione dei più giovani nei confronti della tecnologia e l'importanza dell'impiego di questi strumenti nell'ambito

educativo con l'obiettivo di incrementare il livello di attenzione e di interesse generale. La comune curiosità di provare un'esperienza in AR non ha reso difficoltoso il coinvolgimento del singolo nell'utilizzo dell'app.

I bambini senza disabilità non hanno giudicato i contenuti proposti come inutili o paternalistici. Hanno fin da subito notato la possibilità di utilizzare ausili come i sottotitoli ma, non essendo interessati, non li hanno attivati e hanno confermato come la costante presenza sullo schermo di un'icona per il settaggio di queste impostazioni non creasse loro problemi di fruizione. Talvolta hanno manifestato la curiosità di attivarli, semplicemente per osservare come sarebbe variata la fruizione, e sono rimasti positivamente stupiti nel comprendere che anche chi avrebbe necessitato per esempio di un ausilio visivo, avrebbe comunque avuto accesso agli stessi identici contenuti di chi non ne necessitava.

L'elemento tridimensionale ha suscitato lo scalpore che ci si aspettava. L'idea che ci si era fatti progettando il materiale era che il fruitore rimanesse immobile nell'osservare il susseguirsi dei contenuti multimediali. Partecipando ai test utente si è invece notata la predisposizione dei bambini ad avvicinarsi, allontanarsi e girare intorno all'oggetto tridimensionale visualizzato in realtà aumentata. L'attrazione per l'elemento tecnologico sembra, in questo modo, avere incrementato la curiosità per la scoperta. Data l'evidente impossibilità di mantenere fermo sul posto il fruitore, è stato utile osservare come i contenuti abbiano risposto bene ai movimenti e la fruizione sia avvenuta senza problemi rilevanti se non qualche lecito "sfarfallio" dell'oggetto 3D che in poco tempo tendeva a stabilizzarsi nuovamente.

Altro aspetto estremamente positivo rilevato dai bambini è stata la possibilità di concludere l'esperienza con un mini-gioco. Percepito come un rinforzo finale all'attività di ascolto appena svolta fruendo i contenuti multimediali, al termine di ogni tappa l'applicazione propone all'utente un gioco interattivo che aiuta a consolidare le conoscenze appena apprese. I giochi non sono stati giudicati troppo semplici da eseguire. La guida museale, supervisionando il progetto, ha suggerito di aggiungere etichette informative durante l'esecuzione del gioco per fornire un ulteriore supporto allo svolgimento. Nell'ottica del design partecipativo è stato chiesto al target di riferimento se ritenesse opportuno implementare questa funzione, ma la risposta è stata negativa. "Così sarebbe troppo facile e poco divertente", hanno dichiarato i bambini. Da qui la constatazione di come eventuali errori effettuati durante il tentativo di risoluzione del gioco proposto non siano stati percepiti come

sconfitte, ma sfide a impegnarsi maggiormente e ascoltare con più attenzione i contenuti informativi precedentemente forniti.

Importanti feedback positivi sono stati riscontrati anche da parte di bambini con disabilità. La Tabella 4 fornisce una panoramica delle disabilità dei bambini che hanno preso parte all'esperienza. Nella maggior parte dei casi si è trattato di disabilità cognitive e disturbi dello spettro autistico con necessità di bassa e media intensità di sostegno. Come si è accennato nel sottoparagrafo 1.3.2 del primo capitolo relativo alle disabilità, l'autismo è uno spettro che coinvolge individui con abilità ed esigenze profondamente diverse tra loro e che, dunque, possono necessitare di una bassa, media o alta intensità di sostegno.

La semplicità delle interfacce e dei contenuti informativi proposti hanno garantito una corretta fruizione dell'applicazione da parte di questi soggetti. L'interazione è stata giudicata semplice e piacevole. In alcuni casi i bambini non hanno ritenuto necessaria l'attivazione dei sottotitoli in Comunicazione Aumentativa Alternativa. Gli alunni con necessità di supporto maggiore, invece, hanno preferito disattivare l'audio della voce narrante e affidare la comprensione delle informazioni ai sottotitoli, evitando elementi sonori che causano disturbo, distrazione e agitazione.

In un caso si è potuto sperimentare l'uso dell'app da parte di un bambino con disabilità uditiva. In questa occasione l'attivazione dei sottotitoli testuali è risultata prioritaria e gli elementi testuali hanno svolto correttamente la loro funzione, garantendo il completo apprendimento dei concetti da parte del soggetto. La sottotitolazione dell'app riguarda esclusivamente la voce narrante, che dispensa contenuti informativi circa gli elementi naturali presentati. Altri contenuti sonori come audio di background e feedback sonori non sono inclusi nella traduzione testuale. Nonostante ciò, il bambino con disabilità uditiva è riuscito a comprendere perfettamente eventuali errori commessi per esempio nell'esecuzione dei mini-giochi. Oltre infatti al feedback sonoro, l'applicazione fornisce feedback visivi come etichette che spiegano l'errore verificatosi. Queste sono state giudicate sufficienti e in grado di compensare il mancato ascolto dell'audio.

Rilevante anche il feedback ottenuto da un bambino con autismo con necessità di media intensità di sostegno e che, al contempo, presenta una disabilità fisica. Giunto all'Orto Botanico affaticato dopo un'intera mattinata trascorsa in giro per la città di

Pisa assieme ai compagni di classe, il bambino ha abbandonato l'esperienza in loco dopo pochi minuti ed è tornato a casa con la famiglia. Seduti in sua compagnia in attesa dell'arrivo dei parenti, si è deciso di coinvolgere l'alunno utilizzando una modalità alternativa di fruizione e fargli vivere un'esperienza analoga a quella dei compagni di classe nel perseguimento della più totale inclusione. Accedendo alla parte di applicazione che garantisce una fruizione a distanza dei contenuti, il bambino ha preso parte all'esperienza senza dover andare in giro per l'Orto Botanico alla ricerca delle immagini bidimensionali da inquadrare per avviare le animazioni. I genitori, grati per l'iniziativa, hanno manifestato la volontà di installare l'app sui propri dispositivi per riprodurre la visita nella comodità dell'ambiente domestico.

Un ultimo caso interessante al quale si ritiene doveroso far cenno, sebbene non si tratti di una disabilità ma comunque di una barriera, riguarda una bambina di 11 anni di origine ucraina trasferitasi da poco in Italia e alle prese con l'apprendimento della nostra lingua. In un primo momento le insegnanti avrebbero voluto escluderla dall'esperienza perché consapevoli del fatto che non comprendesse la lingua italiana e quindi timorose che non potesse fruire i contenuti informativi. È stato svolto un tentativo di inclusione togliendo la componente audio e attivando i sottotitoli testuali. Essendo più abile nella lettura rispetto all'ascolto, la bambina ha fruito con entusiasmo il contenuto dell'applicazione affermando di aver compreso la maggior parte delle informazioni dispensate. In questo caso l'uso del materiale multimediale si è rivelato anche un'importante occasione di esercizio della lingua. Essendo poi l'abilità tecnologica una capacità intrinseca della net-generation, la bambina non ha riscontrato alcuna difficoltà nell'esecuzione dei giochi multimediali. L'interfaccia è apparsa così naturale da non necessitare neanche della comprensione della lingua attraverso la quale venivano veicolate le istruzioni di gioco.

5.4.2 Suggerimenti e punti critici evidenziati dai test utente

I test utente hanno evidenziato maggiormente gli aspetti positivi del materiale prodotto. Nonostante ciò, durante la fruizione dei contenuti multimediali i partecipanti hanno fornito importanti suggerimenti per delle migliorie, che hanno comportato alcune modifiche al lavoro già svolto.

Tra le maggiori difficoltà riscontrate, quella di un bambino con disturbo dello spettro autistico che, terminate le attività in corrispondenza di una tappa dell'esperienza si è detto disorientato sul come proseguire. Inizialmente, infatti, ogni tappa multimediale si concludeva con un semplice pulsante da cliccare che invitava l'utente a raggiungere la prossima meta, senza specificare quale essa fosse. Questa soluzione era stata inizialmente pensata per garantire una maggiore libertà di esplorazione del luogo al visitatore, senza imporre una sequenza precisa di attività da rispettare. Tuttavia, persone con autismo tendono ad aderire a una routine priva di flessibilità, preferiscono situazioni prevedibili e provano disagio nella gestione di situazioni inaspettate soprattutto quando si trovano in un contesto non familiare¹⁴³. Per rispondere alle esigenze di questo target utente si è deciso di inserire al termine di ogni tappa un riferimento esplicito al prossimo cartello da inquadrare per proseguire l'esperienza, limitando la libertà di fruizione dei contenuti.

Altro tratto distintivo di una persona con autismo è avere comportamenti o interessi ristretti e ripetitivi. Spesso, dunque, manifestano la volontà di ripetere più volte una stessa attività allo stesso modo¹⁴⁴. Questo surplus può essere sfruttato per favorire l'apprendimento, dal momento in cui ripetere un'attività può essere funzionale all'assimilazione di informazioni. L'aspetto della ripetizione è stato importante da valutare non solo per bambini con disabilità, ma in generale per tutto il pubblico giovanile. Terminata l'attività ludica, più volte i partecipanti hanno chiesto di ripeterla anche solo per totalizzare un punteggio più alto all'interno del mini-gioco proposto. Da qui la decisione di introdurre un pulsante per avviare nuovamente l'attività, garantendo al tempo stesso la ripetitività della quale necessita un bambino con autismo.

Una richiesta principalmente di coloro che presentano disabilità cognitive è stata quella di rallentare le animazioni o dare la possibilità di metterle in pausa, in modo da osservare meglio la scena senza dover apprendere contenuti informativi oppure interrompere momentaneamente la fruizione per riprendere la concentrazione.

¹⁴³ “[Autism Spectrum Disorder \(ASD\)](#)”

¹⁴⁴ *ibidem*.

5.5 Gli elementi di accessibilità introdotti

Prima di fornire una panoramica circa l'architettura applicativa e il design delle interfacce, il presente sottocapitolo fa luce sugli elementi introdotti nei contenuti multimediali con l'obiettivo di incrementare l'accessibilità, rivolgendosi a un pubblico di bambini con diverse disabilità.

Struttura, design e modalità di interazione sono stati studiati in collaborazione con gli esperti di tecnologie assistive e dell'ambito delle disabilità per rispondere a diverse esigenze.

Di seguito l'elenco dei requisiti di accessibilità garantiti dal progetto in esame.

Responsive design e fruizione attraverso dispositivi mobili

Il bambino può fruire i contenuti utilizzando diversi dispositivi mobili, come un tablet o uno smartphone. Il design delle interfacce si adatta perfettamente a grandezze di schermi differenti e a un orientamento verticale oppure orizzontale del dispositivo.

Semplicità dell'interfaccia

L'interfaccia è percepibile, operabile e comprensibile. Sullo schermo compaiono solo pochi elementi necessari, le immagini sono grandi e ben definite. L'uso attento dei colori e gli sfondi neutri aiutano a evitare distrazioni e sensazioni di ansia e/o confusione.

Adattività

Per presentare i contenuti in accordo con le abilità del bambino è possibile settare delle impostazioni per attivare alcuni ausili. Tra questi:

- Sottotitoli testuali: la voce narrante che dispensa le informazioni è tradotta mediante sottotitoli testuali utili soprattutto a utenti con disabilità visive (Fig. 22).

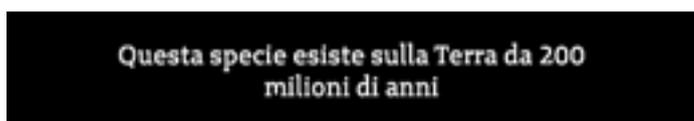


Figura 22. Un esempio di sottotitolazione dall'app

- Sottotitoli in CAA (Comunicazione Aumentativa Alternativa): con CAA si intende ogni forma di comunicazione che sostituisce e/o aumenta il linguaggio verbale. Questa strategia fa uso di tutte le competenze

comunicative dell'individuo: linguaggio verbale residuo, gesti, segni e comunicazione con ausili come simboli visivi. Per rispondere alle esigenze di bambini con difficoltà di comunicazione come quelli con autismo, nel caso di questo progetto si è adottata la tecnica della simbolizzazione del testo (Fig. 23), funzionale perché sfrutta il loro canale sensoriale favorito, cioè la vista.



Figura 23. Un esempio di sottotitolazione in CAA dall'app

- Disattivazione della componente audio: con un click su un'intuitiva icona di un altoparlante, l'utente che prova disagio nei confronti degli stimoli uditivi potrà rimuoverli e avvalersi dei due ausili appena citati per fruire allo stesso modo i contenuti informativi.

Font ad alta leggibilità

Tutte le componenti testuali inserite fanno uso di *TestMe* (Fig. 24), un font basato sui principi del Design for All, pensato per migliorare la lettura delle persone con disturbi specifici dell'apprendimento¹⁴⁵.

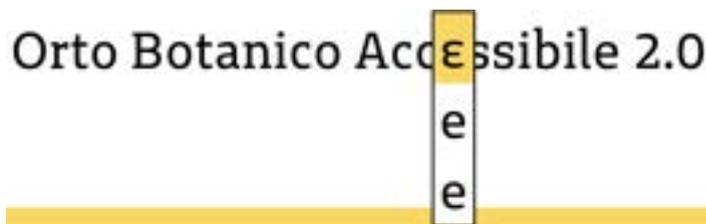


Figura 24. Un esempio di testo con il font *TestMe*

Sistema errorless

Studi sul disturbo dello spettro autistico rivelano quanto sia difficoltoso far disimparare a una persona con ASD qualcosa che ha appreso. Ne consegue la necessità di fornire degli aiuti (prompt) durante le attività, al fine di evitare errori che potrebbero risultare difficili da correggere¹⁴⁶. Per questo motivo i contenuti multimediali progettati si avvalgono di un sistema errorless. I mini-giochi al termine delle attività informative sono stati pensati per evitare qualsiasi forma di errore che

¹⁴⁵ “[TestMe](#)”

¹⁴⁶ Buzzi M.C., Buzzi M. e Pelagatti, “Strumenti ICT per l'autismo e le disabilità cognitive.”

potrebbe provocare reazioni inaspettate. I prompt forniti sono uditivi (feedback sonori) e visivi (etichette esplicative, come in Fig. 25). In questo modo, a prescindere dalle singole capacità ed esigenze, tutti sono in grado di portare a termine efficacemente l'attività.



Figura 25. Le etichette utilizzate come prompt nel mini-gioco della Tappa del Ginkgo Biloba

Feedback e rinforzi

Un *rinforzo* è un evento che, fatto seguire all'emissione di un comportamento, ne rende più probabile la comparsa in futuro. Spesso nell'educazione di bambini con autismo si utilizza la tecnica del rinforzo con l'obiettivo di insegnare nuove abilità, incrementare la frequenza di comportamenti adattivi già presenti e la stessa motivazione del bambino, il quale si sentirà appagato nel ricevere un complimento e maggiormente propenso a proseguire positivamente l'attività¹⁴⁷.

Con l'obiettivo di aderire a questa tecnica, al termine di ogni mini-gioco è stata predisposta un'interfaccia di rinforzo con immagini accattivanti e messaggi di congratulazioni (Fig. 26). Si aggiungono anche dei feedback sonori che guidano l'utente nello svolgimento delle attività.

¹⁴⁷ *ibidem*.



Figura 26. Immagine di rinforzo visualizzata a seguito del completamento del mini-gioco della tappa relativa al Palazzo delle Conchiglie

Prevedibilità e consapevolezza

Per compensare le difficoltà di bambini con disturbi specifici dell'apprendimento e con ASD, i mini-giochi che prevedono la possibilità da parte dell'utente di totalizzare dei punti sono stati corredati di contatori (Fig. 27). In questo modo chi ha difficoltà a concentrarsi, oppure chi necessita di avere sotto il maggior controllo possibile l'attività che sta svolgendo per evitare situazioni di stress e ansia, sarà informato costantemente sullo stato di avanzamento dell'attività. In questo modo l'utente raggiunge una maggior consapevolezza ed è portato a proseguire l'attività più serenamente.



Figura 27. Etichetta che funge da contatore nel mini-gioco della Tappa del Bambù

Possibilità di fruizione a distanza

Gli stessi contenuti fruibili inquadrando il target bidimensionale presente sui cartelli dell'Orto Botanico, possono essere fruiti comodamente da casa o in qualsiasi altro luogo senza inquadrare il target.

CAPITOLO 6

***Orto Botanico Accessibile 2.0*, un'app inclusiva in realtà aumentata**

I contenuti multimediali in realtà aumentata prodotti sono confluiti all'interno di un'applicazione qui descritta. Fatta luce sugli strumenti utili al suo sviluppo, verrà passata in rassegna l'architettura applicativa e il design delle interfacce utente proposte. I risultati ottenuti circa la valutazione dell'usabilità del progetto saranno discussi nel capitolo 7.

6.1 Presentazione

Una doverosa premessa all'introduzione dell'applicazione riguarda il nome scelto. *Orto Botanico Accessibile 2.0* (OBA 2.0) presuppone, infatti, l'esistenza di una versione precedente. Sulla scia del progetto di tesi triennale della sottoscritta, OBA 2.0 si propone come l'evoluzione di *Orto Botanico Accessibile*, un sito web, pensato per bambini con disturbi dello spettro autistico, ricco di elementi multimediali: video-modeling, gallerie fotografiche, storie sociali, serious-game ecc.

Con l'obiettivo di far vivere al target di riferimento un'esperienza museale inclusiva presso l'Orto Botanico di Pisa e ridurre lo stress che un ambiente nuovo può causare, le attività/giochi multimediali contenuti in OBA sono utili a preparare il bambino alla futura visita, ad assisterlo in loco durante le fasi di decompressione e a consolidare le conoscenze acquisite a seguito della conclusione dell'esperienza. Nei due anni successivi al suo sviluppo, OBA è stato utilizzato in diverse classi di scuole primarie (Fig. 28) e nel marzo 2021 ha vinto il Premio Nazionale Inclusione 3.0 indetto dall'Università di Macerata.

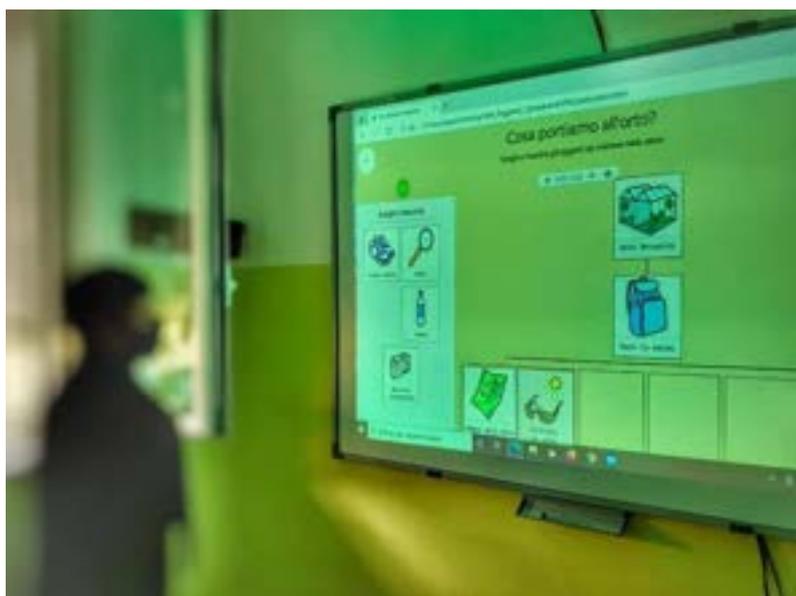


Figura 28. Un'insegnante prepara gli alunni alla futura visita museale utilizzando OBA

Osservati i molteplici feedback positivi e constatati i benefici dell'utilizzo della tecnologia e della realtà aumentata nell'ambito dell'educazione (sottoparagrafo 3.2.1), si è optato per un ulteriore sviluppo del progetto ampliando il target di riferimento e impiegando nuove tecnologie.

Nasce così l'idea di *Orto Botanico Accessibile 2.0*, un'applicazione Android che permette di vedere contenuti virtuali sovrapposti alla realtà circostante attraverso la fotocamera di uno smart device, creando nel contesto dell'Orto Botanico di Pisa un percorso museale accattivante. Il target di riferimento è composto da bambini con e senza disabilità, in età compresa tra i 7 e gli 11 anni. Infatti, non solo pensata per utenti con disabilità cognitive e disturbi del neurosviluppo, OBA 2.0 tenta di venire incontro anche alle esigenze di bambini con disabilità uditive, visive e fisiche cercando, allo stesso tempo, di non risultare paternalistica o inutile per coloro che non presentano disabilità. Dunque, oltre a una maggior accessibilità, si persegue una migliore inclusione per consentire a tutti di vivere esperienze culturali analoghe.

Giunti in prossimità delle tappe individuate dagli operatori museali presso l'Orto Botanico e inquadrando con il dispositivo mobile un target bidimensionale, rappresentato dalle diverse immagini riportate sui cartelli per bambini, l'applicazione riproduce contenuti artistici e informativi sfruttando la realtà aumentata. Il mondo reale viene così arricchito con informazioni grafiche e testuali, come animazioni, personaggi e contenuti interattivi, suoni ecc. L'app, inoltre, consente all'utente di

interagire con i contenuti presentati virtualmente attraverso attività sotto forma di mini-giochi.

OBA 2.0 si propone come un prototipo avanzato di app, in quanto non è completo di tutti i target presenti in loco bensì attualmente propone contenuti informativi per cinque delle dodici tappe previste durante la tradizionale visita. Quella che segue è una panoramica dei target presenti nell'applicazione.

6.2 Strumenti: Unity 3D e AR Foundation

Esistono molti framework e piattaforme che possono essere utilizzati per lo sviluppo di applicazioni tridimensionali in realtà aumentata. Per l'implementazione di OBA 2.0 si è utilizzato *Unity* con l'aggiunta della libreria *AR Foundation*.

Tra i più popolari strumenti di sviluppo, Unity è un motore grafico sviluppato da Unity Technologies per la creazione di videogiochi e contenuti interattivi anche in 3D. Essendo multipiattaforma, consente di creare contenuti fruibili su ambienti e circuiti diversi. La Figura 29 fornisce una panoramica dei sistemi su cui è possibile sviluppare con Unity.

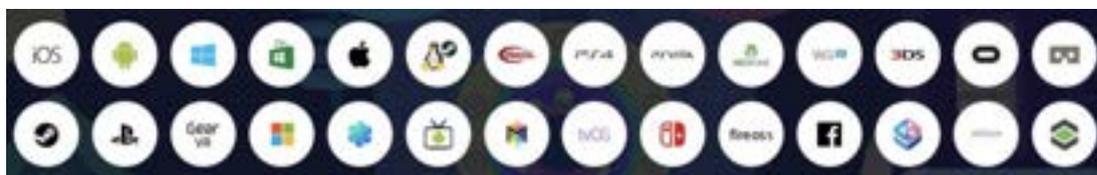


Figura 29. Sistemi su cui si può sviluppare con Unity

Dati del 2021 evidenziano come oltre il 50% dei giochi su dispositivi mobili, PC e console siano stati realizzati con Unity¹⁴⁸.

I seguenti sottoparagrafi fanno luce sulle principali componenti di questo motore grafico, su una libreria API indispensabile per lo sviluppo di un'app in realtà aumentata e introdurranno l'utilizzo di Unity per lo sviluppo di OBA 2.0.

6.2.1 Interfaccia

L'interfaccia utente Unity (Fig. 30) è strutturata nelle seguenti principali aree:

- *Hierarchy*: rappresentazione gerarchica degli oggetti nella scena corrente, sui quali l'utente lavora attualmente. Questi oggetti prendono il nome di

¹⁴⁸ [“Unity”](#)

GameObjects e la gerarchia rivela come questi oggetti si attaccano l'uno all'altro creando un rapporto di parenting.

- *Scene*: finestra di lavoro in cui compare la scena attuale. Questa finestra consente all'utente di interagire direttamente con i *GameObjects*, selezionandoli, modificandoli e manipolandoli, al fine di costruire la scena del gioco.
- *Game*: finestra di solo output che mostra come apparirà il gioco quando verrà eseguito. Il rendering di questa vista è eseguito dalle telecamere presenti nell'applicazione.
- *Inspector*: finestra di ispezione del *GameObject* selezionato. Attraverso l'Inspector è possibile modificare tutte le proprietà di un *GameObject* e osservare informazioni sull'oggetto, gli script a esso collegati e tutte le sue caratteristiche come eventuali tag associati, trasformazioni geometriche, componenti associate ecc.
- *Console*: finestra che visualizza errori, avvisi e altri messaggi generati dall'editor riguardanti il progetto.
- *Project*: finestra che mostra all'utente i file contenuti nel progetto, più comunemente detti *assets*. Nella finestra *Project*, questi assets possono essere organizzati in cartelle e sottocartelle.



Figura 30. Interfaccia Unity con le sue componenti principali evidenziate

In Unity un *asset* è un qualsiasi elemento utilizzato all'interno del progetto. Possono essere elementi audio come effetti sonori e musica, oppure elementi visivi come modelli 3D, texture, sprite ecc. È possibile creare assets all'interno di Unity, oppure importarli da file creati al di fuori del motore grafico, come un modello 3D, un file audio oppure un'immagine.

L'elemento più importante nello sviluppo di un progetto Unity è il `GameObject`. Tutti gli elementi presenti in una scena sono `GameObjects`: la telecamera, la luce, un personaggio ecc. Questi si differenziano tra loro in base ai *components* (componenti) che gli vengono assegnati, visibili nella finestra Inspector. Senza i components, un `GameObject` sarebbe un semplice punto nello spazio 3D della scena.

Unity 3D mette a disposizione dell'utente una serie di `GameObjects` preesistenti: componenti 3D (sfera, cubo, cilindro ecc.) ma anche sistemi di illuminazione, telecamere virtuali, GUI text, GUI texture ecc. Tramite le UI, dalla versione 4.6 di Unity è possibile inserire testi, pulsanti, sliders, finestre, pannelli e molti altri elementi¹⁴⁹.

6.2.2 Animazioni

Le animazioni sono tra le componenti più importanti di un gioco. Il sistema di animazione di Unity è ricco e sofisticato e si basa sul concetto di clip di animazione. Ogni clip contiene informazioni su come determinati oggetti devono cambiare posizione, rotazione o altre proprietà nel tempo. Ogni clip può essere considerata come una singola registrazione lineare. Più clip di animazione sono organizzate in un sistema strutturato chiamato *Animator Controller*, il quale tiene traccia di quale clip debba essere riprodotta al momento e quando le animazioni devono cambiare o fondersi insieme.

Clip di animazione e *Animator Controller* sono riuniti e aggiunti a un `GameObject` tramite il componente *Animator*. L'*Animator* fa riferimento a un *Animator Controller* che, a sua volta, contiene riferimenti alle clip di animazione utilizzare. Questo componente, dunque, anima il `GameObject` al quale viene attaccato utilizzando il sistema di animazione individuato dall'*Animator Controller*. La finestra *Animator* (Fig. 31) mostra come le clip di animazione sono organizzate in un *Animator*

¹⁴⁹ [“Unity User Manual 2021.3 \(LTS\)”](#)

Controller. A ogni stato corrisponde una animazione, che appare come un nodo collegato da linee ad altre animazioni.

Le clip di animazione possono essere importate da fonti esterne oppure create e modificate all'interno di Unity attraverso il pannello *Animation*. Questo consente di creare nuove clip, aggiungere keyframe e modificare nel tempo le diverse proprietà caratterizzanti il GameObject preso in considerazione¹⁵⁰.

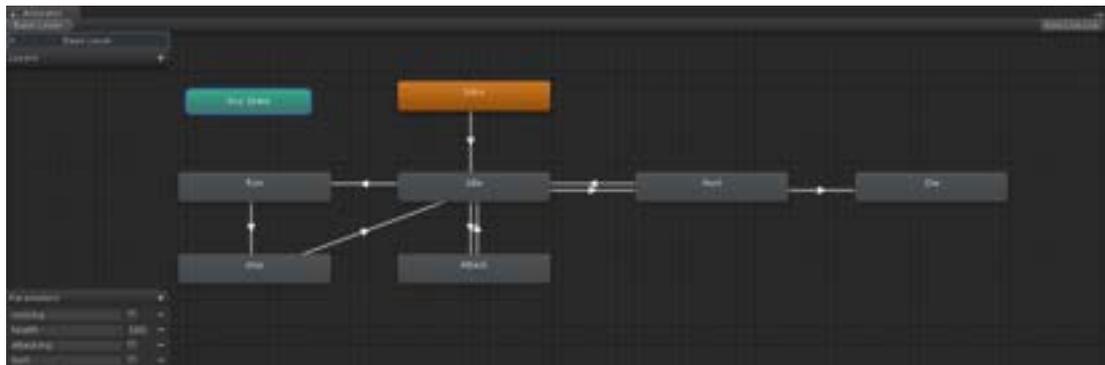


Figura 31. Finestra Animator di Unity: le animazioni collegate tra loro in un Animator Controller

6.6.3 Scripting

La scrittura di codice è essenziale all'interno delle applicazioni realizzate in Unity. Lo scripting consente di definire i comportamenti in risposta agli input di un utente e di gestire gli eventi all'interno del gioco. Oltre a ciò, lo scripting può essere utilizzato anche per creare effetti grafici, controllare il comportamento fisico degli oggetti, implementare un sistema di intelligenza artificiale personalizzato ecc.

Unity non permette la scrittura di codice all'interno di esso, ma si affida a un editor di script. Ne è un esempio Visual Studio, l'IDE predefinito su Windows e macOS. Il linguaggio supportato da Unity è C#, un linguaggio di programmazione a oggetti simile a Java o C++.

A differenza di altri assets, solitamente gli script vengono creati direttamente all'interno di Unity. Il nuovo script apparirà come un file con estensione .cs, visibile all'interno del pannello Project.

La creazione di un nuovo script comporta l'implementazione di una nuova classe derivata dalla classe integrata chiamata *MonoBehaviour*. All'interno della classe si inseriscono i metodi, due dei quali sono predisposti in automatico perché essenziali

¹⁵⁰ *ibidem*

in una classe Unity: `Start()`, eseguito all'apertura della scena, e il metodo `Update()`, eseguito a ogni fotogramma del gioco.

Nessuno script viene attivato finché una sua istanza non viene collegata a un `GameObject`¹⁵¹.

6.2.4 XR e AR Foundation

XR è il termine generico per racchiudere VR (Virtual Reality), MR (Mixed Reality) e AR (Augmented Reality). Per lo sviluppo di applicazioni AR in Unity è consigliato l'utilizzo di *AR Foundation*.

AR Foundation Unity è una libreria API che consente la creazione di app in realtà aumentata per iOS e Android. Si tratta di un pacchetto che presenta un'interfaccia che gli sviluppatori di Unity possono utilizzare, ma non implementa nessuna funzionalità AR. Per utilizzare AR Foundation su un dispositivo di destinazione, è necessario installare pacchetti separati per ciascuna delle piattaforme di destinazione supportate da Unity: ARCore XR per Android, ARKit XR per iOS, Magic Leap XR per Magic Leap e Windows XR per HoloLens.

AR foundation è un insieme di MonoBehaviour e API per gestire dispositivi che supportano i seguenti concetti¹⁵²:

- Tracciamento del dispositivo
- Rilevamento del piano
- Nuvole di punti
- Ancore
- Stima della luce
- Sonda ambientale
- Face tracking
- Tracking delle immagini 2D
- Tracking di oggetti 3D
- Meshing
- Body tracking
- Collaborative participants, per il tracciamento di posizione e orientamento di altri dispositivi al fine di realizzare un'esperienza AR condivisa
- Segmentazione umana

¹⁵¹ *ibidem*

¹⁵² [“About AR Foundation”](#)

- Raycast
- Pass-through video
- Gestione delle sessioni
- Occlusione

Generalmente, la gerarchia di scene AR è quella raffigurata in Fig. 32.



Figura 32. Gerarchia di una scena AR in Unity

La componente *AR Session* controlla il ciclo di vita di un'esperienza AR, abilitando o disabilitando la realtà aumentata sulla piattaforma di destinazione.

La componente *AR Session Origin*, invece, ha il compito di trasformare le caratteristiche tracciabili fornite dai dispositivi AR nella loro posizione finale, orientamento e scala appropriata nella scena Unity. In sostanza, trasforma le coordinate AR in coordinate mondiali su Unity.

In un'applicazione in realtà aumentata, la Main Camera è sostituita dalla *AR Camera* contenuta in *AR Session Origin*¹⁵³. Tra le componenti dell'*AR Camera*:

- *AR Pose Driver*: script che determina posizione e orientamento locali del GameObject padre in base alle informazioni di tracciamento del dispositivo.
- *AR Camera Manager*: script che abilita le funzionalità della *AR Camera*, come la gestione delle texture e le proprietà che impostano le modalità di stima della luce.

6.2.5 Sviluppo di OBA 2.0 con Unity e AR Foundation

Introdotti e analizzati il software e la libreria API utilizzati, il presente sottocapitolo descrive la proposta per la risoluzione e l'ottimizzazione di tale progetto.

Essendo OBA 2.0 un'app Android in realtà aumentata, è stato necessario installare il plug-in ARCore XR.

Nel caso specifico di questo progetto, AR Foundation è risultata utile a gestire dispositivi per il supporto dei seguenti concetti:

¹⁵³ *ibidem*

- Tracciamento del dispositivo: traccia la posizione e l'orientamento del dispositivo nello spazio fisico.
- Tracciamento delle immagini 2D: rileva e traccia le immagini 2D.
- Anchor: una posizione e un orientamento arbitrari che il dispositivo traccia.

Come accennato in precedenza, presso l'Orto Botanico di Pisa sono stati posizionati dei cartelli per individuare il percorso museale pensato per bambini. La soluzione proposta per lo sviluppo di OBA 2.0 è quella dei *Target Immagine*, ovvero delle immagini che AR Foundation è in grado di rilevare e tracciare. Il vantaggio rispetto ai tradizionali indicatori, come i codici QR, è che il Target Immagine non necessita di speciali regioni o codici in bianco e nero per essere riconosciuto. Il motore rileva e tiene traccia delle funzionalità che si trovano nell'immagine stessa. Le immagini utilizzate sono file .jpg (Fig. 33) corrispondenti alle illustrazioni presenti sui cartelli posizionati all'Orto Botanico (Fig. 34). In questo modo non sono state adottate soluzioni invasive per l'ambiente, il quale non è stato modificato poiché sono stati utilizzati elementi già presenti in loco.



Figura 33. Target immagine utilizzato per la Tappa del Fiore di Loto



Figura 34. Cartello in corrispondenza della Tappa del Fiore di Loto

La gestione del tracciamento immagini è affidata a un componente di AR Session Origin, ovvero l'AR Tracked Image Manager. Questo script crea GameObjects per ogni immagine rilevata nell'ambiente. Per far sì che l'immagine possa essere rilevata, è stato necessario assegnare a questo gestore una libreria di immagini di riferimento. La Reference Image Library è una libreria contenente esclusivamente le immagini che potranno essere rilevate nell'ambiente. Quella di OBA 2.0 (Fig. 35) contiene, infatti, le immagini presenti sui cartelli dell'Orto Botanico.

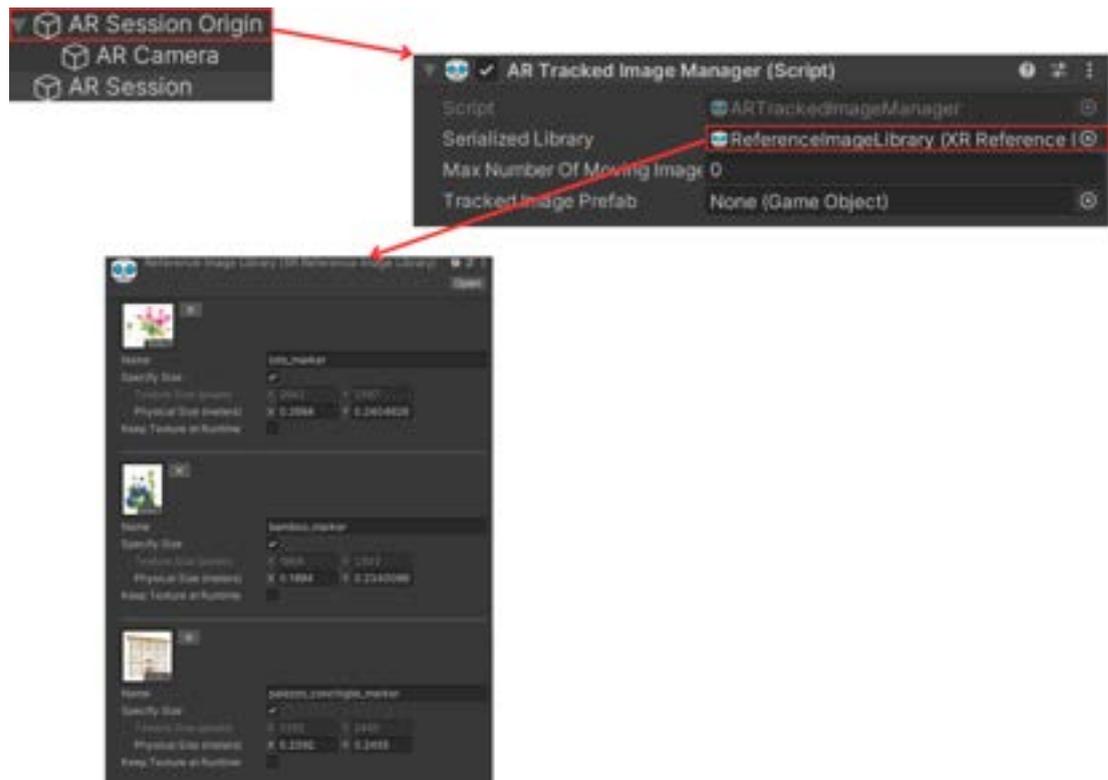


Figura 35. La libreria immagini di OBA 2.0

La proposta è semplice e intuitiva. L'utente non deve far altro che inquadrare con la fotocamera del proprio smart device il cartello in corrispondenza di una tappa. L'app rileva il target bidimensionale e permette la fruizione dei contenuti informativi sfruttando la realtà aumentata. Questi contenuti informativi sono presenti tra gli assets del progetto come prefabbricati, e verranno stanziati non appena l'immagine bidimensionale loro associata sarà riconosciuta dal sistema.

In OBA 2.0, l'accoppiamento tra l'immagine bidimensionale tracciata e il prefab da stanziare è gestito dallo script Prefab Image Pair Manager (componente di AR Session Origin) il quale, ogni volta che viene rilevata un'immagine appartenente alla libreria di riferimento, gli sovrappone dei prefabbricati (Fig. 36).



Figura 36. Script in OBA 2.0 che associa al target immagine il prefab da istanziare

Ogni prefab corrispondente a ogni tappa è stato creato in Unity mediante la combinazione di diversi GameObjects. La struttura interna di ogni prefab è analoga per ogni tappa. La Figura 37 mostra la gerarchia dei GameObjects contenuti all'interno del prefab relativo alla tappa del Ginkgo Biloba.

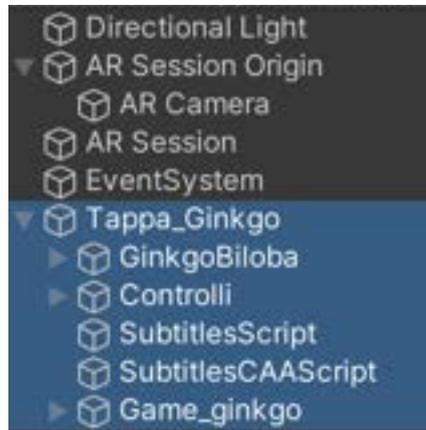


Figura 37. Gerarchia del prefab Tappa_Ginkgo in OBA 2.0

All'interno di ogni prefab compare un primo GameObject (nel caso della Fig. 37, *GinkgoBiloba*) che al suo interno comprende tutti gli elementi bidimensionali e tridimensionali visualizzati a sostegno dei contenuti informativi dispensati per la tappa in oggetto. Sono compresi modelli 3D, immagini fotografiche, sprites, pulsanti ecc. con i loro relativi componenti, come gli Animator, per l'associazione di animazioni all'oggetto, e gli script, per la definizione dei comportamenti.

Sempre presenti, poi, i GameObjects *Controlli*, *SubtitlesScript* e *SubtitlesCAAScript*. *Controlli* è più propriamente un *Canvas*, ovvero un GameObject contenente elementi dell'interfaccia utente come pannelli, immagini, pulsanti ecc. Questo, nello specifico, contiene i pulsanti per l'attivazione/disattivazione dei sottotitoli testuali, dei sottotitoli in CAA e del volume. *SubtitlesScript* e *SubtitlesCAAScript* sono invece due GameObjects aventi esclusivamente come componente uno script per la gestione di entrambe le tipologie di sottotitolazione.

La gerarchia termina con il GameObject *Game* (in fig. 37 denominato *Game_ginkgo*). Questo si attiva esclusivamente al termine delle animazioni che regolano il primo GameObject contenuto nel prefab, quindi solo dopo che sono stati dispensati tutti i contenuti informativi. In questo modo, terminata l'attività di apprendimento l'utente potrà interagire con un mini-gioco per consolidare le conoscenze apprese.

L'applicazione è organizzata in 3 *Scene*, ovvero risorse che contengono porzioni di applicazione:

- *Home*: scena iniziale dell'applicazione, a partire dalla quale si può scegliere quale percorso intraprendere e, dunque, a quale scena passare.
- *PercorsoInLoco*: scena che gestisce l'esperienza interattiva in loco, inquadrando i cartelli presenti all'Orto Botanico e fruendo i contenuti.
- *PercorsoADistanza*: scena che gestisce l'esperienza interattiva senza la necessità di inquadrare i target immagine, garantendo una fruizione a distanza.

Per una corretta comprensione e individuazione di tutti gli assets coinvolti nell'applicazione, il progetto è stato organizzato nelle seguenti principali cartelle visibili nella finestra Project:

- *2D_Objects*: immagini bidimensionali.
- *3D_Objects*: modelli tridimensionali.
- *Audio*: elementi audio, distinti in parlato e suoni.
- *Animations*: animazioni e Animator Controllers.
- *Fonts*: font utilizzati per i testi.
- *Materials*: materiali da aggiungere come componenti ad altri GameObject.
- *Prefabs*: prefabbricati da stanziare.
- *Scenes*: scene che compongono l'applicazione.
- *Scripts*: file di codice da aggiungere come componenti ai GameObject.
- *Packages*: pacchetti aggiunti al progetto, come AR Foundation.

6.3 Architettura applicativa

La fase di realizzazione di un'applicazione parte da un modello concettuale per poi arrivare all'applicazione concreta, costruita all'interno di un contesto tecnologico (linguaggio di programmazione, base di dati, tecnologie di interfaccia).

Prima di procedere alla realizzazione delle interfacce utente è buona pratica aver chiara quella che sarà l'architettura applicativa, che appunto costituisce la strategia di base per la realizzazione di un'app. Con architettura, dunque, si intende il modo in cui i vari componenti dell'applicazione sono strutturati, collegati e interagiscono tra loro.

Stabiliti gli obiettivi strategici di OBA 2.0, è stato necessario pensare a un'architettura in grado di supportarli.

Chiarito il dominio e il target utente, si è optato per un'architettura semplice e intuitiva, riassunta in Figura 38. A partire dalla home si snodano due rami secondari, corrispondenti all'esperienza in loco e all'esperienza a distanza. L'esperienza in loco procede mediante una fruizione lineare dei contenuti proposti. L'esperienza a distanza garantisce una maggior libertà di esplorazione da parte dell'utente. Quest'ultimo può stabilire a quale contenuto multimediale accedere nello specifico e, grazie a collegamenti interni, può passare da un contenuto all'altro facilmente. A prescindere dalla sezione acceduta dall'utente, è sempre possibile tornare alla home per garantire la migliore navigabilità possibile e un buon orientamento all'interno dell'app. La definizione dell'architettura applicativa, in collaborazione con il team interdisciplinare, ha incrementato l'usabilità dell'app, favorendo la completezza dei contenuti, la comprensibilità delle informazioni, l'efficacia comunicativa e tempi di attesa ridotti.

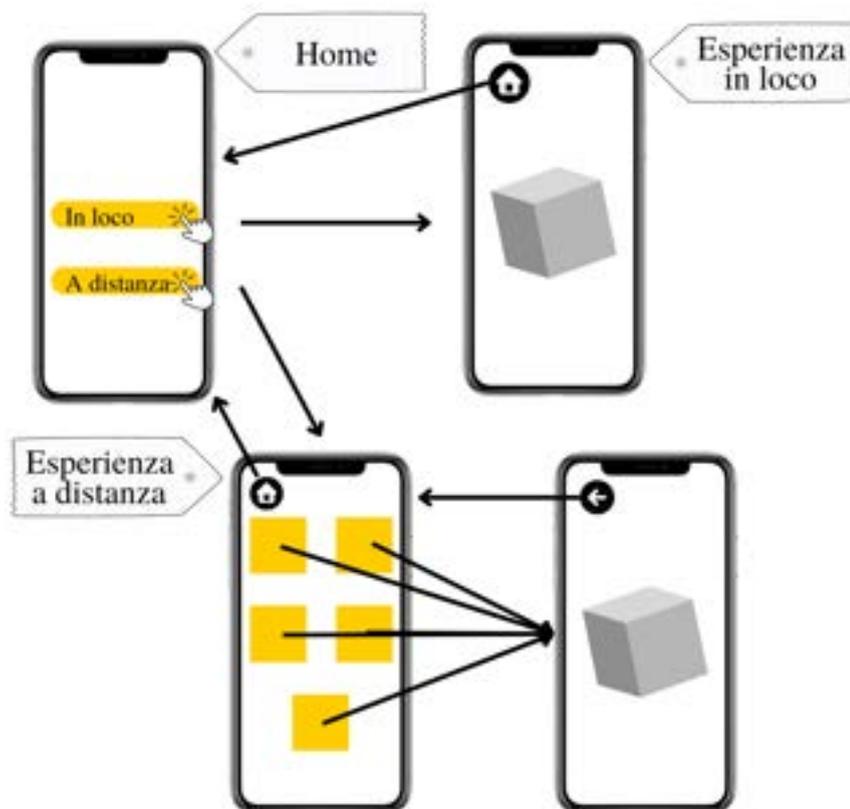


Figura 38. Mockup dell'architettura applicativa di OBA 2.0

6.4 Design delle interfacce

Lo studio del target utente, in collaborazione con il team interdisciplinare, ha condotto alla progettazione di una serie di interfacce con caratteristiche ad hoc per bambini, anche con disabilità. Il presente sottocapitolo descrive il design delle singole interfacce implementate e gli scopi delle loro componenti.

6.4.1 Home



Figura 39. Screenshot della home dall'app OBA 2.0

La prima interfaccia presentata all'utente (Fig. 39) è dotata di una grafica molto semplice e colori tenui. In alto il nome del progetto con un accento sulla parola *accessibile*, punto cardine del lavoro. L'intera interfaccia gioca sull'aspetto ludico, cercando di riproporre gli elementi tipici del contesto di fruizione. Ne sono un esempio i cartelli tipici dei percorsi museali, qui riprodotti per texturizzare dei pulsanti. Il titolo e tutti i componenti testuali che compariranno nell'applicazione fanno uso di un font ad alta leggibilità (introdotto nel sottocapitolo 5.5).

Un primo elemento di interazione è dato da due pulsanti, modellati riproducendo il design di cartelli. Le etichette esplicative sui pulsanti corrispondono a un testo in prima persona per favorire l'immedesimazione del singolo nell'esperienza. Intuitivamente, l'utente sceglie su quale dei due pulsanti cliccare per procedere con l'esperienza in realtà aumentata. Dunque, se si trova all'Orto Botánico cliccherà sul cartello-pulsante *sono all'Orto*, altrimenti su *sono altrove*.

6.4.2 Interfacce del percorso in loco

Selezionato il pulsante *sono all'Orto*, l'utente fruisce in primis l'interfaccia in Figura 40. Questa interfaccia esplicativa è utile a introdurre l'utente al funzionamento dell'esperienza in realtà aumentata. Elemento che si osserverà essere ricorrente anche in altre interfacce è il titolo in alto, che introduce il contenuto. In questo caso specifico *Cosa devo fare?* introduce l'utente a informazioni che risulteranno utili per il corretto utilizzo dell'app. Il funzionamento dell'esperienza in realtà aumentata è reso evidente sia da elementi testuali (i banner con testo su sfondo giallo) sia da elementi grafici (il cartello per bambini dell'Orto Botanico di Pisa e il tablet). Questi ultimi, che nello screenshot in figura appaiono statici, sono in realtà soggetti a un'animazione che mostra all'utente come sovrapporre la fotocamera del dispositivo mobile al cartello che troverà in loco, in modo da avviare l'esperienza in AR. Lo sfondo semi-trasparente dell'interfaccia lascia intravedere la realtà circostante, facendo fin da subito comprendere all'utente come si sia attivata la fotocamera del proprio dispositivo e che, dunque, attraverso essa potrà visualizzare elementi in realtà aumentata.

L'interfaccia esplicativa si conclude con un pulsante per avviare definitivamente l'esperienza. Questo è stato introdotto per dare modo all'utente di prendersi il tempo necessario alla lettura delle informazioni circa il funzionamento di OBA 2.0. Compreso il meccanismo, può cliccare sul pulsante e procedere con l'esperienza. Così facendo, la nuova interfaccia che visualizza è quella presentata in Figura 41.

Su consiglio di un partecipante che ha preso parte alla fase di testing di OBA 2.0, come specificato nel sottoparagrafo 5.4.2, è stato ritenuto necessario inserire un'interfaccia che, come quella in Fig. 41, delinea il percorso da seguire. Lasciando ampio spazio alle immagini del mondo circostante captate dalla fotocamera del dispositivo, il banner alla base mostra la sequenza suggerita per svolgere al meglio l'esperienza in AR all'Orto. Come si deduce dall'immagine, sono stati sviluppati contenuti multimediali per cinque tappe, corrispondenti a cinque cartelli in loco. Avendo sempre sotto controllo il percorso da seguire, l'utente è informato in anticipo su quale sarà la sua prossima meta, può tenere traccia dei contenuti già fruiti e capire facilmente quale prossimo cartello dovrà inquadrare. Una soluzione di questo tipo riduce enormemente emozioni negative, come stress e ansia, tipiche in soggetti con disabilità cognitive che prediligono l'aderenza a una routine ben definita.



Figura 40. Interfaccia esplicitiva all'inizio dell'esperienza in loco



Figura 41. Interfaccia della sequenza delle tappe

Una volta arrivato in prossimità di uno dei cinque cartelli costituenti il target immagine, l'utente non deve far altro che inquadrare con la fotocamera del dispositivo l'immagine per accedere al contenuto multimediale proposto. Le Figure 42, 43, 44, 45 e 46 mostrano uno screenshot di esempio delle interfacce fruitive in corrispondenza rispettivamente delle tappe *Palazzo delle Conchiglie*, *Ginkgo Biloba*, *Pianta di Bambù*, *Palma del Cile* e *Laghetto del Loto*.



Figura 42. Tappa Palazzo delle Conchiglie



Figura 43. Tappa Ginkgo Biloba



Figura 44. Tappa Pianta di Bambù



Figura 45. Tappa Palma del Cile



Figura 46. Tappa Laghetto del Loto



Figura 47. Pannello per il settaggio delle impostazioni

Osservando gli elementi comuni alle interfacce, in alto a sinistra si visualizza un'icona che, se cliccata dall'utente, consentirà di apportare alcune soluzioni adattive che si sposano con l'accessibilità del progetto. Con un click, dunque, l'utente accede al pannello in Figura 47.

Essendo ogni contenuto multimediale corredato di un audio che dispensa informazioni circa quanto si sta fruendo visivamente, attraverso questo pannello viene data all'utente la possibilità di:

- Disattivare i contenuti audio: utile perchè, in alcuni soggetti con disabilità cognitive, input uditivi possono creare disagio e distrazione.
- Attivare i sottotitoli testuali (Fig. 48): utili per utenti con disabilità uditive che non possono accedere ai contenuti audio, ma anche (come sperimentato con un'alunna partecipante alla fase di testing e specificato nel sottoparagrafo 5.4.2) per utenti stranieri alle prese con l'esercizio della lingua italiana. Persino utenti con disabilità cognitive possono preferire l'attivazione di sottotitoli testuali in concomitanza con gli input uditivi, a supporto dell'apprendimento.
- Attivare i sottotitoli in Comunicazione Aumentativa Alternativa (Fig. 49): simbolizzazione dei contenuti audio, utile soprattutto a utenti con disabilità cognitive e disturbi dello spettro autistico.



Figura 48. Attivazione dei sottotitoli testuali



Figura 49. Attivazione dei sottotitoli in CAA

Tra i principali obiettivi dell'utilizzo della realtà aumentata vi è quello di far vivere all'utente esperienze altrimenti impossibili, o perlomeno mostrargli qualcosa che nel contesto di fruizione sarebbe impossibilitato a sperimentare. Di seguito una breve rassegna delle tappe sviluppate, che fa luce su quei contenuti dispensati in grado di aumentare la realtà garantendo esperienze uniche:

- Tappa del Palazzo delle Conchiglie: visualizzazione ravvicinata degli elementi naturali che compongono la facciata di quello che è il Museo Botanico.
- Tappa del Ginkgo Biloba: visualizzazione di un dinosauro che si ciba delle foglie dell'albero, il quale era già presente in era mesozoica.
- Tappa della Pianta di Bambù: visualizzazione di un evento straordinario come la fioritura del bambù, che avviene soltanto una volta ogni 100 anni circa.
- Tappa della Palma del Cile: visualizzazione del minuscolo insetto parassita (punteruolo rosso) che attacca questa specie, difficile da identificare nella realtà.
- Tappa del Laghetto del Loto: visualizzazione della fioritura del fiore di Loto, che avviene soltanto tra giugno e settembre.

Terminata la fruizione dei contenuti informativi, a prescindere dalla tappa in corrispondenza della quale si trova, l'utente fruisce l'interfaccia in Figura 50.

Giunto a questo punto, l'utente può scegliere se avviare il mini-gioco relativo alla tappa presso la quale si trova (con un click sul pulsante *Gioca*) oppure se passare direttamente alla prossima tappa (con un click sul pulsante *Prossima tappa*).

I mini-giochi all'interno dell'applicazione non sono stati pensati a scopo esclusivamente ludico, ma perseguono il concetto di *serious game*. Dunque, si tratta di giochi progettati per avere un impatto sul pubblico di destinazione che vada oltre l'aspetto di puro intrattenimento. Riscontrata la potenzialità di questi giochi di garantire un miglioramento dell'istruzione, uno dei domini applicativi più importanti è proprio l'educazione. Dunque, un serious game è progettato per essere attraente ed educativo allo stesso tempo, per supportare l'acquisizione di conoscenze e lo sviluppo di abilità¹⁵⁴.



Figura 50. Interfaccia di fine fruizione dei contenuti informativi

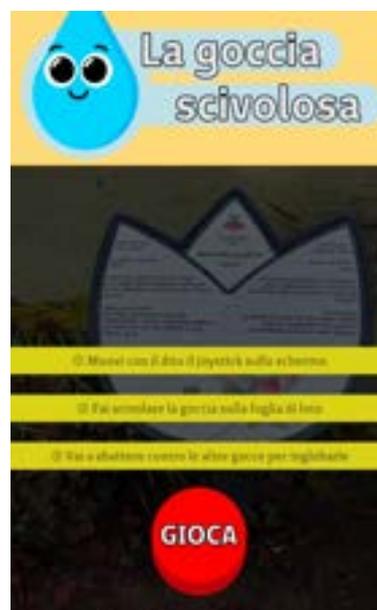


Figura 51. Interfaccia esplicativa all'inizio del gioco della Tappa del Laghetto di Loto

Al principio dell'attività ludica, a prescindere dalla tappa in corrispondenza della quale si trova, l'utente fruisce un'interfaccia esplicativa che lo introduce al funzionamento del mini-gioco. La Figura 51 mostra un esempio di questa interfaccia in corrispondenza della Tappa del Laghetto del Loto.

¹⁵⁴ Bellotti, Kapralos, Lee, Ger e Berta, "Assessment in and of Serious Games: An Overview."

Sullo stile delle altre interfacce dell'applicazione, in alto il titolo dell'esperienza, al centro dei banner con testo esplicativo su sfondo giallo e in basso un pulsante da cliccare per avviare il mini-gioco.

Le Figure 52, 53, 54, 55 e 56 mostrano uno dei momenti di attività ludica in corrispondenza di ogni tappa. Per ogni gioco si specificano di seguito lo scopo e le conoscenze che, acquisite durante la fruizione del precedente contenuto informativo, il serious game intende consolidare.



Figura 52. Mini-gioco Palazzo delle Conchiglie



Figura 53. Mini-gioco Ginkgo Biloba



Figura 54. Mini-gioco Pianta di Bambù



Figura 55. Mini-gioco Palma del Cile



Figura 56. Mini-gioco Laghetto del Loto

Mini-gioco Tappa del Palazzo delle Conchiglie: “Il regno corretto”

Sull’interfaccia l’utente visualizza tre pulsanti: *Regno animale*, *Regno vegetale*, *Regno minerale*. Uno per volta e al centro vengono istanziati degli elementi tridimensionali che compongono la facciata del Museo Botanico. L’utente deve stabilire a quale regno appartiene l’elemento correntemente visualizzato, cliccando sul pulsante giusto.

- Conoscenza consolidata: quali sono gli elementi naturali che costituiscono il regno animale, vegetale e minerale.
- Scopo del gioco: sviluppo dell’attenzione e della memoria, potenziamento della capacità di distinguere elementi diversi.

Il mini-gioco è dotato di un sistema errorless. Se il bambino clicca su un regno sbagliato, sull’interfaccia viene visualizzata come prompt l’etichetta in Figura 57.



Figura 57. Etichetta visualizzata in caso di errore

In questo modo si dà all’utente la possibilità di rimediare all’errore commesso senza incidere sul raggiungimento dell’obiettivo finale: completare l’attività correttamente e con soddisfazione. L’etichetta continua a essere visualizzata fintanto che l’utente non individua il regno di appartenenza corretto dell’elemento istanziato.

Mini-gioco Tappa del Ginkgo Biloba: “Il dinosauro affamato”

Sull’interfaccia vengono istanziati ogni 4 secondi tre elementi scelti casualmente da una lista di cinque, comprendente dei distrattori: una foglia verde di Ginkgo, una foglia gialla di Ginkgo, un resto fossile di foglia, un seme di Ginkgo e un teschio di dinosauro. Questi tre elementi si muovono verso l’alto e, prima che scompaiano dall’interfaccia, l’utente è invitato a cliccare soltanto sulle foglie verdi, cioè quelle delle quali si ciba davvero il brachiosauro, per “sfamarlo”.

- Conoscenza consolidata: la specie del Ginkgo esiste dall’era mesozoica e i dinosauri si nutrivano delle sue foglie.
- Scopo del gioco: stimolo della percezione visiva e dell’osservazione, potenziamento della capacità di distinguere elementi diversi e identificare i distrattori.

Anche in questo caso è stato predisposto un sistema errorless: se il bambino clicca su un elemento diverso dalla foglia verde, vengono visualizzate come prompt delle etichette (come quella in Fig. 58) che spiegano la natura dell’errore, dando la possibilità di continuare l’attività ludica e portare a termine il gioco totalizzando un punteggio massimo.

Per favorire la serenità dell’utente e conferirgli il massimo controllo e la maggior consapevolezza possibile dell’attività che sta svolgendo, nella parte superiore dell’interfaccia viene visualizzato un contatore (Fig. 59) il cui punteggio viene incrementato ogni volta che viene svolta un’azione corretta.



Figura 58. Etichetta visualizzata in uno dei casi di errore



Figura 59. Contatore delle foglie verdi raccolte

Mini-gioco Tappa della Pianta di Bambù: “Cattura i topi”

In questo mini-gioco l’utente è invitato a muoversi nello spazio osservando, attraverso la fotocamera del dispositivo mobile, la realtà circostante alla ricerca di topi tridimensionali che sono stati stanziati in diversi punti. Individuati, il bambino deve cliccarci sopra per far comparire una gabbietta che simulerà la cattura del topo.

- Conoscenza consolidata: importanza di allontanare i topi dalla pianta del

bambù perché la loro presenza riduce in malora le coltivazioni vicine.

- Scopo del gioco: affinare la capacità motoria e infondere il desiderio di scoperta dello spazio circostante.

Di nuovo, un contatore visualizzato nella parte superiore dell'interfaccia (Fig. 60) tiene traccia del numero di topi catturati per suggerire al bambino in tempo reale la durata dell'attività e fornirgli maggior controllo dell'esperienza.

Mini-gioco Tappa Palma del Cile: “Salva la Palma”

Sul modello del serious game della Tappa del Ginkgo, sull'interfaccia vengono istanziati modelli 3D di punteruoli rossi che sfuggono verso l'alto. Con l'obiettivo di salvare la Palma del Cile, l'utente deve schiacciare almeno dieci punteruoli.

- Conoscenza consolidata: il punteruolo rosso è un insetto parassita che va cacciato via altrimenti porterà all'indebolimento e conseguente abbattimento della specie attaccata.
- Scopo del gioco: stimolazione della percezione visiva e sviluppo dell'attenzione.

Un contatore visualizzato nella parte superiore dell'interfaccia (Fig. 61) tiene traccia del numero dei punteruoli catturati.



Figura 60. Contatore dei topi catturati



Figura 61. Contatore dei punteruoli catturati

Mini-gioco Tappa Laghetto del Loto: “La goccia scivolosa”

All'utente viene presentato un piano la cui texture ricorda la foglia del fiore di Loto. Per simulare il carattere idrofobico di queste foglie, sul piano sono state collocate qua e là delle goccioline d'acqua. L'utente, utilizzando un joystick presente sull'interfaccia (Fig. 62), dovrà muovere una goccia più grande, portandola a sbattere contro quelle posizionate sul piano per inglobarle e realizzare un'unica grande goccia.

- Conoscenza consolidata: le foglie del Loto hanno un carattere idrofobico, le gocce che vi cadono sopra scivolano via e la pianta rimane sempre asciutta.

- Scopo del gioco: affinare la motricità fine ed esercitare la coordinazione dei movimenti.



Figura 62. Joystick visualizzato sull'interfaccia del gioco “La goccia scivolosa”

A prescindere dal mini-gioco eseguito, terminata l'attività ludica l'utente fruisce un'interfaccia di rinforzo diversa per ogni gioco (un esempio in Fig. 63). L'utilità di questi feedback è già stata discussa e riguarda la volontà di incentivare il ripetersi di comportamenti positivi. Sull'interfaccia di rinforzo, nuovamente, vengono presentati all'utente due pulsanti: *Gioca* e *Prossima tappa*. Con un click su *Gioca*, il bambino può ripetere nuovamente l'attività ludica. Con un click su *Prossima tappa*, invece, si visualizza di nuovo l'interfaccia in Fig. 41, la quale affianca l'utente nella comprensione del prossimo cartello da raggiungere e inquadrare per proseguire con l'esperienza in realtà aumentata.



Figura 63. Animazione dell'interfaccia di rinforzo al termine del gioco “La goccia scivolosa”

6.4.3 Interfacce del percorso a distanza

Un'alternativa alla fruizione in loco dei contenuti multimediali appena presentati, è la fruizione a distanza. Questa modalità è stata prevalentemente pensata per utenti

con disabilità fisica, che non possono accedere agli spazi dell'Orto Botanico di Pisa. Questa soluzione evita che l'utente possa fruire i contenuti solo dopo aver inquadrato il target immagine sul cartello in loco. Per potervi accedere, a partire dalla home dell'app (Fig. 39) è necessario fare click sul pulsante *Sono altrove*. A questo punto, l'interfaccia che viene visualizzata è quella presentata in Figura 64, estremamente intuitiva.



Figura 64. Interfaccia di scelta della Tappa nella modalità “fruizione a distanza”



Figura 65. La Tappa della Palma del Cile fruita da casa

All'utente vengono presentati cinque pulsanti corrispondenti alle cinque tappe per le quali sono stati sviluppati i contenuti multimediali. Le immagini dei pulsanti sono quelle utilizzate dal tool Widgit Online per la simbolizzazione del testo in favore di persone con ASD. Con un click sul pulsante di proprio interesse, il bambino fruisce gli stessi contenuti di chi si trova in loco, con la differenza che la realtà circostante catturata dalla fotocamera del dispositivo non è quella dell'Orto Botanico bensì quella in cui si trova immerso (Fig. 65). In questo modo, dalla comodità della propria abitazione oppure seduto all'aria aperta su una panchina, chiunque potrà avere accesso a questa esperienza inclusiva semplicemente scaricando un'app.

Terminata la fruizione del singolo contenuto multimediale, il click sul pulsante *Prossima tappa* riconduce nuovamente l'utente all'interfaccia in Figura 64.

CAPITOLO 7

L'usabilità dell'app OBA 2.0

La norma 9241 ISO definisce l'usabilità come:

«il grado con cui un prodotto può essere usato da specifici utenti per eseguire specifici compiti con efficacia, efficienza e soddisfazione in uno specifico contesto d'uso.»

Dunque, si riferisce al grado di facilità e soddisfazione con cui si compie l'interazione uomo-strumento.

Esperti del settore sostengono la multidimensionalità di questo concetto, associato tradizionalmente a cinque attributi¹⁵⁵:

- **Apprendibilità:** un'applicazione è usabile se, in tempi rapidi, l'utente ne comprende il funzionamento.
- **Efficienza:** il sistema deve garantire prestazioni altamente produttive.
- **Memorabilità:** l'utente deve essere in grado di interagire con l'interfaccia anche dopo un lungo periodo di inutilizzo.
- **Sicurezza e robustezza all'errore:** la possibilità d'errore deve essere ridotta al minimo e, nel caso quest'ultimo si verificasse, il sistema non deve esserne compromesso ma garantire semplici azioni riparatorie.
- **Soddisfazione soggettiva:** l'interazione deve risultare confortevole per l'utente, generando sensazioni di piacevolezza.

Dunque, realizzare applicazioni usabili comporta diversi benefici¹⁵⁶:

- Aumento dell'efficienza
- Aumento della produttività
- Riduzione degli errori e aumento della sicurezza
- Riduzione del tempo di addestramento
- Riduzione del supporto fornito
- Aumento dell'accettazione
- Diminuzione del costo di sviluppo
- Aumento delle vendite

¹⁵⁵ Nielsen, "CHAPTER 1 - What is Usability?"

¹⁵⁶ ["Nozioni di base sulla valutazione dell'usabilità."](#)

Usabilità e accessibilità sono due concetti differenti. Mentre l'accessibilità si riferisce agli utenti tenendo di conto le loro abilità, l'usabilità si focalizza sull'idea che l'utente si crea del prodotto finale e del suo funzionamento.

In entrambi i casi, tuttavia, un riferimento importante va a coloro che fruiranno il prodotto, ovvero gli utenti.

Sebbene sia stato fondamentale per lo sviluppo di OBA 2.0 soddisfare i requisiti di accessibilità per favorire il target utente dell'app, è al tempo stesso necessario promuovere l'usabilità in modo da garantire all'utente di orientarsi e interagire con l'applicazione correttamente e in completa autonomia.

L'implementazione ha seguito un modello pensato dal progettista nell'ottica dell'utilizzo da parte dell'utente. Per verificare, però, che il suddetto modello coincida davvero con quello dell'utente finale, è stato necessario cimentarsi nella valutazione dell'usabilità di OBA 2.0.

Il presente capitolo offre innanzitutto una panoramica sulle tecniche di valutazione dell'usabilità e l'importanza di questa pratica. Segue, poi, la presentazione del questionario sottoposto agli insegnanti delle classi che hanno preso parte alla fase di testing di OBA 2.0. Infine, vengono presentati e analizzati i feedback degli utenti.

7.1 Valutare l'usabilità

Valutare l'usabilità, dunque, significa cercare di capire in che misura l'utente finale possa apprendere e utilizzare un prodotto per raggiungere i propri obiettivi con soddisfazione. Esistono diversi modi per raccogliere informazioni di questo tipo.

Sulla base dell'approccio adottato, si distinguono diverse tipologie di valutazione dell'usabilità. Le più rilevanti sono¹⁵⁷:

- **Valutazione basata su test degli utenti:** si basa sull'osservazione dell'utente durante la fruizione del prodotto. Può essere svolta in un contesto controllato (come in un laboratorio), nel contesto d'uso reale oppure in modalità remota.
- **Valutazione basata su feedback verbali degli utenti:** si basa sulla somministrazione di questionari agli utenti oppure sull'organizzazione di interviste, focus-group ecc.

¹⁵⁷ Rosenzweig, *Successful User Experience*, 115-130.

- **Valutazione basata su modelli:** si basa sulla creazione di simulazioni circa diverse modalità di svolgimento di una stessa attività utilizzando il prodotto da testare. L'analisi del confronto tra le diverse simulazioni aiuta a comprendere quale sia la soluzione più efficace e veloce.
- **Valutazione basata sull'ispezione dell'interfaccia da parte degli esperti:** modalità che non coinvolge gli utenti finali bensì esperti del settore che, sfruttando criteri e metodi analitici, analizzano l'interfaccia con lo scopo di individuare potenziali problemi di usabilità.

A prescindere dalla metodologia adottata, valutare l'usabilità comporta diversi vantaggi:

- Favorisce la comprensione delle esigenze degli utenti.
- Suggerisce soluzioni di progettazione migliori.
- Previene gli errori, garantendo una risoluzione delle problematiche prima del rilascio del prodotto.
- Garantisce un risparmio sia in termini di tempo che di denaro.
- Aiuta a valutare come gli utenti interagiscono con il prodotto.

Dunque, la valutazione dell'usabilità misura quantitativamente e qualitativamente il comportamento, le prestazioni e la soddisfazione degli utenti.

7.2 Valutazione dell'usabilità di OBA 2.0

L'usabilità dell'applicazione Orto Botanico Accessibile 2.0 è stata valutata in una duplice modalità. La prima valutazione è stata quella basata su test utenti nel contesto d'uso reale, affrontata nel sottocapitolo 5.4 e che ha garantito la collezione consigli per incrementare usabilità e accessibilità, già discussi nei sottoparagrafi 5.4.1 e 5.4.2.

Per raccogliere maggiori informazioni, si è poi sottoposta l'app a una valutazione basata su feedback degli utenti attraverso la somministrazione di questionari.

Terminata l'esperienza in loco, è stato consegnato agli insegnanti delle classi partecipanti ai test un questionario da compilare e far poi pervenire nuovamente al progettista.

7.3 Il questionario per la valutazione di OBA 2.0

La fase di testing di OBA 2.0 è stata chiaramente preceduta dalla preparazione del questionario per la valutazione dell'usabilità. Avendo preso parte all'esperienza in loco sia bambini con disabilità che senza, per poter interpretare correttamente i risultati ottenuti e valutare al meglio anche l'accessibilità dell'applicazione si è deciso di somministrare agli insegnanti di quelle classi che al loro interno presentano bambini con disabilità del materiale adattato. Come verrà affrontato di seguito, in alternanza a sezioni "standard" del questionario sono inserite delle sezioni specifiche da compilare solo nel caso di presenza di alunni con disabilità.

Di seguito una panoramica circa la struttura adottata per stesura del questionario.

7.3.1 Sezione delle informazioni generali

È buona pratica dedicare la prima parte di un questionario alla raccolta delle informazioni generali sull'utente. Nel caso del questionario per OBA 2.0, le informazioni di interesse sono:

- Classe frequentata dai bambini.
- Età media dei bambini che hanno preso parte all'esperienza.
- Eventuale numero di alunni con disabilità.
- Eventuale tipologia di disabilità degli alunni.
- Domande relative alla frequenza di utilizzo delle tecnologie informatiche durante le lezioni in classe.

7.3.2 Sezione questionario SUS

Il SUS (System Usability Scale) è un rapido strumento di valutazione dell'usabilità sviluppato da Brooke nel 1996. Si tratta più propriamente di un questionario consistente in dieci affermazioni, nei confronti delle quali l'utente deve esprimere il proprio grado di accordo su una scala Likert da 1 a 5. Diversi studi ne hanno dimostrato l'alta affidabilità¹⁵⁸.

Per valutare l'usabilità di OBA 2.0 attraverso il SUS, in alcuni casi è stato necessario adattare la terminologia delle affermazioni al contesto d'uso. Per esempio, il termine *sistema* è stato sostituito con *applicazione* per una migliore comprensione. La

¹⁵⁸ Grier, Bangor, Kortum e Peres, "The System Usability Scale: Beyond Standard Usability Testing," 187.

Tabella 5 mostra le affermazioni del test SUS standard di OBA 2.0, mentre la Tabella 6 mostra le affermazioni del test SUS adattate per utenti con disabilità.

Tabella 5 . Affermazioni test SUS in riferimento a bambini senza disabilità

ID	Testo affermazione
A1	Penso che ai bambini piacerebbe usare frequentemente l'app
A2	Ho trovato l'app inutilmente complessa per dei bambini
A3	Ritengo che il funzionamento dell'app sia molto semplice per dei bambini
A4	Penso che un bambino abbia bisogno del supporto di una persona già in grado di utilizzare l'app
A5	Penso che il bambino trovi le funzionalità dell'app ben integrate
A6	Il bambino ha trovato delle incoerenze tra le varie funzionalità dell'app
A7	Penso che la maggior parte dei bambini potrebbero imparare a utilizzare l'app facilmente
A8	Il bambino ha trovato l'app molto macchinosa da utilizzare
A9	Il bambino ha mostrato molta confidenza con l'app durante l'utilizzo
A10	Il bambino ha avuto bisogno di imparare molti processi prima di riuscire a utilizzare al meglio l'app

Tabella 6 . Affermazioni test SUS in riferimento a bambini con disabilità

ID	Testo affermazione
A1	Penso che ai bambini con disabilità piacerebbe usare frequentemente l'app
A2	Ho trovato l'app inutilmente complessa per dei bambini con disabilità
A3	Ritengo che il funzionamento dell'app sia molto semplice per dei bambini con disabilità
A4	Penso che un bambino con disabilità abbia bisogno del supporto di una persona già in grado di utilizzare l'app

ID	Testo affermazione
A5	Penso che il bambino con disabilità trovi le funzionalità dell'app ben integrate
A6	Il bambino con disabilità ha trovato delle incoerenze tra le varie funzionalità dell'app
A7	Penso che la maggior parte dei bambini con disabilità potrebbero imparare a utilizzare l'app facilmente
A8	Il bambino con disabilità ha trovato l'app molto macchinosa da utilizzare
A9	Il bambino con disabilità ha mostrato molta confidenza con l'app durante l'utilizzo
A10	Il bambino con disabilità ha avuto bisogno di imparare molti processi prima di riuscire a utilizzare al meglio l'app

La Figura 66 mostra un esempio di come le domande sono state presentate agli utenti.

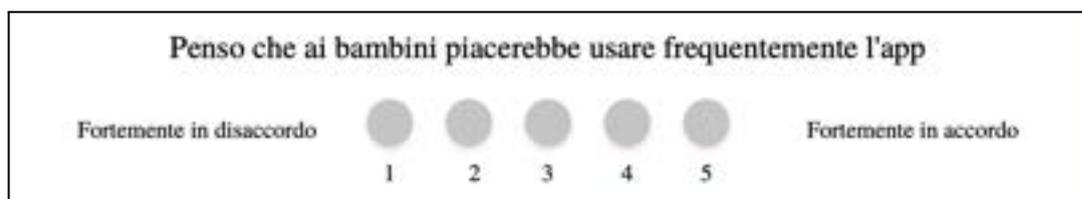


Figura 66. Un esempio di affermazione SUS tratta dal questionario di OBA 2.0

7.3.3 Sezione Net Promoter Score

L’NPS (Net Promoter Score) è uno strumento utile a misurare la soddisfazione dell’utente in termini di capacità di generare relazioni di fedeltà al prodotto proposto, concepito nel 2003 da Fred Reichheld. Questo breve sondaggio di due minuti fa luce sulla disponibilità dell’utente a consigliare a un’azienda, a un amico o a un conoscente il prodotto presentatogli¹⁵⁹.

Nello specifico caso del questionario di OBA 2.0 è stata inserita soltanto la domanda finale che chiude la sessione dell’NPS, ovvero quella utile a individuare il numero di promotori, utenti passivi e detrattori dell’app. Questa chiede all’utente con quale probabilità consiglierebbe ad amici, parenti, colleghi, conoscenti ecc. l’utilizzo dell’applicazione in esame (Fig. 67). In questo modo, l’NPS aiuta a farsi un’idea globale della percezione dell’applicazione.

¹⁵⁹ [“What Is Net Promoter?”](#)

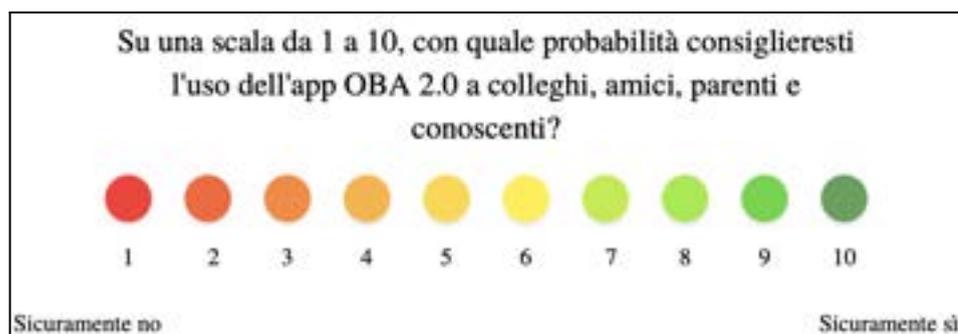


Figura 67. La domanda tratta dall’NPS proposta nel questionario di OBA 2.0

Sebbene l’NPS sia uno strumento di *benchmarking* utilizzato prevalentemente dalle aziende per far luce sul *sentiment* generale del cliente rispetto a un brand e misurare la fedeltà all’azienda nel caso di acquisti futuri, si è ritenuto potesse essere utile a comprendere l’effettiva utilità dell’applicazione sviluppata e il grado di soddisfazione sia dell’utente direttamente interessato che del tutor presente. L’analisi delle risposte può evidenziare l’effettiva predisposizione di chi si impegna nell’educazione dei giovani a utilizzare OBA 2.0 come strumento alternativo a sostegno dell’apprendimento.

7.3.4 Sezione PANAS

Il PANAS (Positive and Negative Affect Schedule) è la scala più ampiamente utilizzata per la valutazione degli aspetti emotivi. Ideata nel 1988 dai ricercatori Watson, Clark e Tellegen, può essere utilizzata per far luce sulle emozioni provate dagli utenti durante la fruizione di un’applicazione. L’attuale versione del PANAS prevede venti item corrispondenti a dieci aggettivi positivi e dieci negativi. La sottoscala PA (Positive Affect) riflette il grado in cui una persona si sente entusiasta, attiva e determinata. La sottoscala NA (Negative Affect) fa riferimento, invece, ad alcuni stati spiacevoli generali, come rabbia e paura. L’utente deve indicare, su una scala Likert a 5 punti, quanto si sente nel modo descritto dall’aggettivo¹⁶⁰.

Utilizzato in numerose aree perché utile a individuare il benessere soggettivo del target utente, il test PANAS è stato inserito anche all’interno del questionario per la valutazione dell’usabilità di OBA 2.0. La Fig. 68 mostra il questionario PANAS al quale sono stati sottoposti i partecipanti alla fase di testing.

¹⁶⁰ Díaz-García, González-Robles, Mor, Mira, Quero, García-Palacios, Baños e Botella, “Positive and Negative Affect Schedule (PANAS),” 1-2.

Indica in che misura ti sei sentito così utilizzando l'app OBA 2.0

	Per niente	Poco	Moderatamente	Abbastanza	Estremamente
1) Interessato					
2) Angosciato					
3) Eccitato					
4) Turbato					
5) Sicuro					
6) In colpa					
7) Spaventato					
8) Ostile					
9) Entusiasta					
10) Orgoglioso					
11) Irritabile					
12) Vigile					
13) In imbarazzo					
14) Ispirato					
15) Nervoso					
16) Determinato					
17) Concentrato					
18) Agitato					
19) Operoso					
20) Timoroso					

Figura 68. Sondaggio PANAS proposto nel questionario di OBA 2.0

7.3.5 Sezione finale dei commenti

La parte finale del questionario di valutazione di OBA 2.0 è stata dedicata a domande più specifiche per valutare l'applicazione. Sono state poste domande per poter stabilire quale mini-gioco sia stato preferito dai partecipanti, per capire se la lunghezza delle clip animate di spiegazione fosse o meno adeguata, per individuare quali elementi dell'interfaccia abbiano attirato maggiormente l'attenzione dell'utente ecc.

Essendo poi i feedback di estrema utilità nell'ottica degli sviluppi futuri del progetto, il questionario termina con una domanda aperta la cui risposta lascia spazio a chi compila di esprimere opinioni e fornire consigli.

7.4 I risultati del questionario di valutazione di OBA 2.0

Come già osservato in Tabella 4, l'applicazione *Orto Botanico Accessibile 2.0* è stata testata su 10 classi di bambini in età compresa tra i 7 e gli 11 anni. Alcuni alunni coinvolti presentano una qualche tipologia di disabilità.

Al termine dell'esperienza in loco è stato consegnato agli insegnanti il questionario di valutazione di OBA 2.0, con la richiesta di compilarlo e farlo pervenire nuovamente alla sottoscritta. La ricezione di 10 questionari compilati su 10 ha rivelato la massima collaborazione da parte delle istituzioni coinvolte.

I seguenti sottoparagrafi riportano i dati raccolti in ogni sezione del questionario somministrato.

7.4.1 I risultati del SUS

Le affermazioni pari (A2, A4, A6, A8, A10) e le affermazioni dispari (A1, A3, A5, A7, A9) di un questionario SUS hanno polarità inversa, dunque per calcolare il punteggio finale occorre:

- Sottrarre 1 dal punteggio che l'utente ha assegnato alle affermazioni dispari.
- Sottrarre da 5 il punteggio che l'utente ha assegnato alle affermazioni pari.

Dalla somma dei punteggi così ricalcolati e dalla moltiplicazione del valore ottenuto per 2.5 si ottiene il punteggio SUS finale, che oscilla da un minimo di 0 a un massimo di 100. Studiosi affermano che un punteggio pari o superiore a 85 sia

sinonimo di una usabilità eccezionale, mentre un punteggio inferiore a 70 rappresenta una usabilità inaccettabile¹⁶¹.

Le seguenti tabelle mostrano media e deviazione standard dei punti assegnati dagli insegnanti a ogni affermazione contenuta nel questionario SUS. In particolare, la Tabella 7 fa riferimento al questionario SUS relativo agli alunni senza disabilità (mostrato in Tabella 5), mentre la Tabella 8 fa riferimento al questionario SUS relativo agli utenti con disabilità (mostrato in Tabella 6).

Tabella 7. Media e Deviazione Standard dei punti assegnati a ogni affermazione per alunni senza disabilità

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Media	4,8	1,3	4,7	1,8	4,9	1	4,9	1	4,5	1
Dev. St.	0,42	0,48	0,48	0,8	0,3	0	0,3	0	0,5	0

Tabella 8. Media e Deviazione Standard dei punti assegnati a ogni affermazione per alunni con disabilità

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Media	4,88	1,63	3,88	2,5	4,9	1	4,1	1,4	3,9	1,13
Dev. St.	0,35	0,52	0,35	0,5	0,4	0	0,6	0,5	0,6	0,35

Infine, la Tabella 9 mostra il punteggio SUS finale attribuito da ogni insegnante all'applicazione OBA 2.0 utilizzata da bambini senza disabilità, mentre la Tabella 10 mostra gli stessi dati ma in riferimento all'utilizzo da parte di bambini con disabilità. In Tabella 10, chiaramente, non compaiono due dati (quelli relativi a C1 e C3) poiché due delle classi partecipanti non presentano al loro interno alunni con disabilità.

Tabella 9. Punteggio SUS finale per classe attribuito a OBA 2.0 in riferimento ad alunni senza disabilità

	Età media	Punteggio SUS finale
C1	7 anni	87,5
C2	11 anni	97,5
C3	11 anni	100
C4	8 anni	95

¹⁶¹ Grier, Bangor, Kortum e Peres, "The System Usability Scale: Beyond Standard Usability Testing," 187.

	Età media	Punteggio SUS finale
C5	7 anni	85
C6	11 anni	97,5
C7	7 anni	95
C8	10 anni	100
C9	9 anni	97,5
C10	7 anni	85

Tabella 10. Punteggio SUS finale per classe attribuito a OBA 2.0 in riferimento ad alunni con disabilità

	Età media	Tipologia di disabilità	Punteggio SUS finale
C1	7 anni	-	-
C2	11 anni	Lieve disabilità cognitiva	92,5
C3	11 anni	-	-
C4	8 anni	Autismo ad alto funzionamento	90
C5	7 anni	Autismo a medio funzionamento	77,5
C6	11 anni	Autismo a medio funzionamento e dis. motoria	77,5
C7	7 anni	Autismo a medio funzionamento	80
C8	10 anni	Autismo ad alto funzionamento e dis. uditiva	90
C9	9 anni	Autismo a medio funzionamento	87,5
C10	7 anni	Autismo ad alto funzionamento	85

7.4.3 I risultati del Net promoter Score

Il calcolo dell’NPS si basa sul valore numerico indicato dall’utente su una scala da 1 a 10. Gli intervistati sono raggruppati come segue:

- Promotori (punteggio 9-10): coloro che continueranno a fruire il prodotto e consigliarlo ad altri, alimentando la crescita.
- Passivi (punteggio 7-8): coloro che sono soddisfatti ma poco entusiasti, vulnerabili a offerte competitive.
- Detrattori (punteggio 1-6): coloro che sono infelici e possono ostacolare la crescita attraverso un passaparola negativo.

Il Net Promoter Score si ottiene sottraendo la percentuale dei detrattori dalla percentuale dei promotori. Il valore finale ottenuto può variare da un minimo di -100 a un massimo di 100¹⁶².

La Tabella 11 riassume il punteggio NPS attribuito da ogni insegnante a OBA 2.0, compreso nel range 1-10.

Tabella 11. Punteggio NPS attribuito dagli insegnanti di ogni classe a OBA 2.0

Classe	Punteggio
C1	9
C2	10
C3	10
C4	10
C5	8
C6	9
C7	10
C8	10
C9	10
C10	9

Dalla Tabella 11 si evince che 9 insegnanti su 10 abbiano attribuito a OBA 2.0 un punteggio compreso tra 9 e 10. Soltanto un insegnante ha attribuito un punteggio pari a 8. Ne consegue come il 90% degli intervistati siano promotori, il 10% passivi e lo 0% detrattori. Alla luce di questi dati raccolti, il Net Promoter Score di OBA 2.0 equivale a 90.

7.4.4 I risultati del PANAS

Guardando ai 20 aggettivi della scala PANAS, l'intervistato indica su una scala da 1 a 5 in che misura si sente nel modo descritto dall'aggettivo.

Appartengono alla sottoscala PA gli item 1, 3, 5, 9, 10, 12, 14, 16, 17 e 19 in Fig. 68, corrispondenti ad aggettivi che rappresentano "affetti positivi". Appartengono, invece, alla sottoscala NA gli item 2, 4, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 18 e 20 in Fig. 68, corrispondenti ad aggettivi che rappresentano "affetti negativi".

Una volta che gli intervistati hanno completato il questionario, il valutatore somma i punteggi di ciascuno dei dieci aggettivi positivi e negativi. Il range di punteggio varia tra 10 e 50 in entrambi i casi, con punteggi più bassi che rappresentano livelli

¹⁶² ["What Is Net Promoter?"](#)

inferiori di emozioni positive e negative provate, e punteggi più elevati che invece rappresentano livelli più alti.

È stato chiesto agli insegnanti di coinvolgere i bambini che hanno preso parte all'esperienza, facendo loro esprimere le emozioni provate utilizzando l'app OBA 2.0. Alla sottoscritta è pervenuto il calcolo medio dei punteggi ottenuti da ciascun alunno coinvolto. La Tabella 12 mostra la media dei punteggi della sottoscala PA e della sottoscala NA totalizzati da ogni singola classe.

Tabella 12. Media dei punteggi PA e NA suddivisi per classe e attribuiti dai bambini a OBA 2.0

	PA score	NA score
C1	41	13
C2	44	10
C3	43	10
C4	42	14
C5	44	14
C6	38	10
C7	38	14
C8	41	11
C9	42	11
C10	43	14

7.5 Osservazioni

La sezione del questionario riguardante le informazioni generali ha rivelato che in 8 classi su 10 si faccia abitualmente uso di strumenti tecnologici e elementi multimediali a supporto della didattica, come lavagne interattive multimediali (Lim) oppure la semplice fruizione di filmati e video su YouTube. Tuttavia, nei commenti, molti insegnanti hanno precisato che in queste occasioni l'alunno sia soltanto un fruitore passivo dei contenuti proposti. È l'insegnante a scrivere sulla Lim oppure a navigare il web alla ricerca di video a supporto della lezione teorica. Nella quotidianità non viene mai fornito a uno studente un tablet da utilizzare in autonomia per la fruizione di contenuti informativi. Ciò è soprattutto dovuto agli ingenti costi che la predisposizione di questi strumenti tecnologici potrebbe apportare alla singola struttura scolastica. Riconosciute le potenzialità di un progetto come OBA 2.0, gli insegnanti si sono detti soddisfatti dell'alternanza materiale teorico e digitale durante

il viaggio di istruzione, osservando un incremento di interesse e attenzione nei soggetti coinvolti.

Coerentemente con i dati raccolti, OBA 2.0 può essere generalmente considerato uno strumento con un potenziale promettente per l'uso di bambini sia con che senza disabilità.

Infatti, il punteggio medio SUS delle 10 classi, considerando una fruizione da parte di bambini senza disabilità (Tabella 9), è pari a 94. Ciò è indicativo di una usabilità eccellente, se si considera la soglia minima posta a 70 punti su 100. Rilevante da considerare anche il fatto che tutti gli insegnanti delle singole classi abbiano attribuito a OBA 2.0 un punteggio SUS totale pari o superiore a 85 su 100.

Ottimi risultati SUS scaturiscono anche dalla fruizione di OBA 2.0 da parte di bambini con disabilità (Tabella 10). Considerando le 8 classi con bambini con disabilità partecipanti, il punteggio medio SUS è pari a 85.

5 insegnanti su 8 hanno attribuito alla fruizione dell'app da parte di utenti con disabilità un punteggio pari o superiore a 85 su 100, indicatore di una usabilità eccellente. 3 insegnanti hanno invece assegnato un punteggio compreso tra 77,5 e 80, che è, comunque, di gran lunga superiore alla soglia minima posta a 70 punti su 100.

La Figura 69 fornisce una rappresentazione grafica di quanto appena affermato.

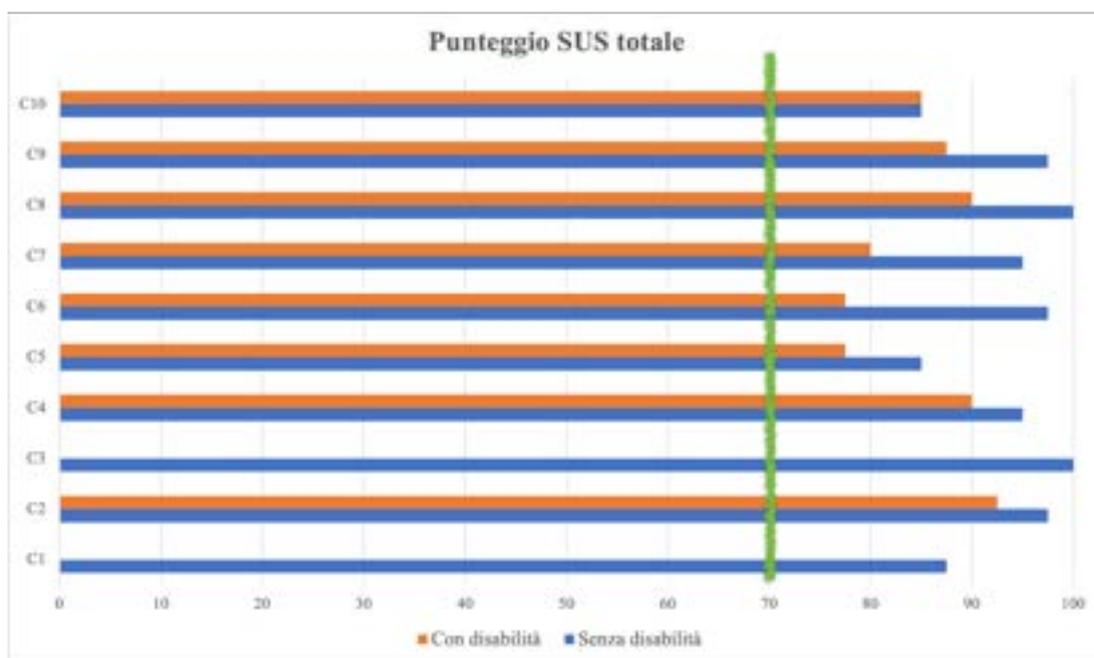


Figura 69. Confronto grafico tra il punteggio totale SUS attribuito a OBA 2.0 fruito da utenti con e senza disabilità

Il grafico in Figura 69 mostra chiaramente come tutti gli insegnanti delle classi partecipanti alla fase di testing dell'app OBA 2.0 abbiano giudicato più che accettabile l'usabilità del progetto, a prescindere dalla presenza di alunni con disabilità. Due insegnanti hanno ritenuto che l'usabilità dell'applicazione in esame per bambini senza disabilità fosse addirittura perfetta, totalizzando un punteggio SUS massimo pari a 100.

Le classi che hanno totalizzato un punteggio SUS inferiore sono quelle con età media degli alunni più bassa, ovvero 7 anni. Punteggi più alti sono stati raggiunti da classi di età media superiore. Se ne deduce che, con l'avanzare dell'età, gli utenti possano raggiungere migliori livelli di autonomia e sperimentare migliori esperienze interattive. Da qui la volontà di consigliare l'uso dell'applicazione a una fascia di utenti di età minima pari a 7 anni, con l'obiettivo di perseguire una corretta comprensione dei contenuti e un corretto utilizzo dello strumento.

Osservando più nello specifico i punteggi totalizzati nel questionario SUS da OBA 2.0 fruita da utenti con disabilità, sebbene si possa parlare di risultati estremamente positivi è evidente come questi siano inferiori rispetto a quelli relativi a una fruizione da parte di bambini senza disabilità. In questo caso c'è un'affermazione SUS che più sembra aver influito negativamente sulle valutazioni complessive. In generale gli insegnanti hanno ritenuto necessario il supporto di una persona già in grado di utilizzare l'app in modo da fornire sostegno al bambino con disabilità (affermazione SUS A4 in Tabella 8). Poiché, però, è comune che persone con disabilità, soprattutto in giovane età, si affidino al supporto di un tutor, questo dato non ha un particolare impatto sul giudizio complessivo circa l'usabilità di OBA 2.0. L'indispensabile presenza di un supporto migliorerebbe senz'altro la fruizione dell'applicazione nel suo complesso.

Sempre nell'ambito della fruizione da parte di utenti con disabilità, i punteggi SUS più bassi sono stati registrati in corrispondenza di bambini con autismo a medio funzionamento. Ne consegue che, per quanto utile, uno strumento come OBA 2.0 non apporta benefici importanti in presenza di un autismo con elevata necessità di supporto. Se ne consiglia, dunque, un utilizzo da parte di bambini con lievi disabilità cognitive e con autismo a bisogno medio-basso di supporto. Gravi deficit nella comunicazione sociale verbale e non verbale, un profondo senso di frustrazione e

angoscia e l'ipersensibilità a input sensoriali può ostacolare questa esperienza interattiva.

Osservando invece i risultati ottenuti dal sondaggio NPS, si può ipotizzare un buon successo futuro dell'applicazione. Il Net Promoter Score ottenuto da OBA 2.0 è pari a 90 su 100, con 9 insegnanti su 10 che affermano di voler consigliare l'utilizzo di questa applicazione ai propri colleghi, amici e conoscenti alle prese con una didattica inclusiva. Un risultato importante che fa luce anche sulla consapevolezza, da parte di chi si dedica all'istruzione, dell'importanza di integrare ausili tecnologici a favore dell'apprendimento. Nei commenti, infatti, gli insegnanti hanno specificato come questo loro alto punteggio fosse giustificato dall'aver notato un incremento di attenzione e interesse da parte degli alunni, attratti dall'elemento tecnologico tra le loro mani e guidati dallo stupore nei confronti degli elementi tridimensionali in realtà aumentata.

In linea con quanto appena affermato, la scala PANAS ha evidenziato una prevalenza di emozioni positive sperimentate dai bambini durante la fruizione dell'applicazione. In media, la sottoscala PA ha ottenuto un punteggio pari a 41,6 su 50, con un range di variabilità tra 38 e 44. Bassa, invece, la media della sottoscala NA, pari a 12,1 su 50 e a conferma di un minor livello di emozioni negative provate durante la fruizione.

L'osservazione dei dati scaturiti dalle singole classi ha, tuttavia, evidenziato un decremento di alcune specifiche emozioni positive (eccitazione e entusiasmo) con l'avanzare dell'età dei partecipanti. Ciò fa comprendere come i contenuti proposti dall'applicazione potrebbero risultare banali per un pubblico di età più avanzata. Da qui il consiglio di limitare la fruizione dell'applicazione a bambini di età massima pari a 11 anni.

Osservando, invece, con atteggiamento più critico i punteggi della sottoscala NA, si nota come in media le emozioni negative siano state sperimentate prevalentemente dai bambini più piccoli. Questo è evidente nel grafico in Figura 70.

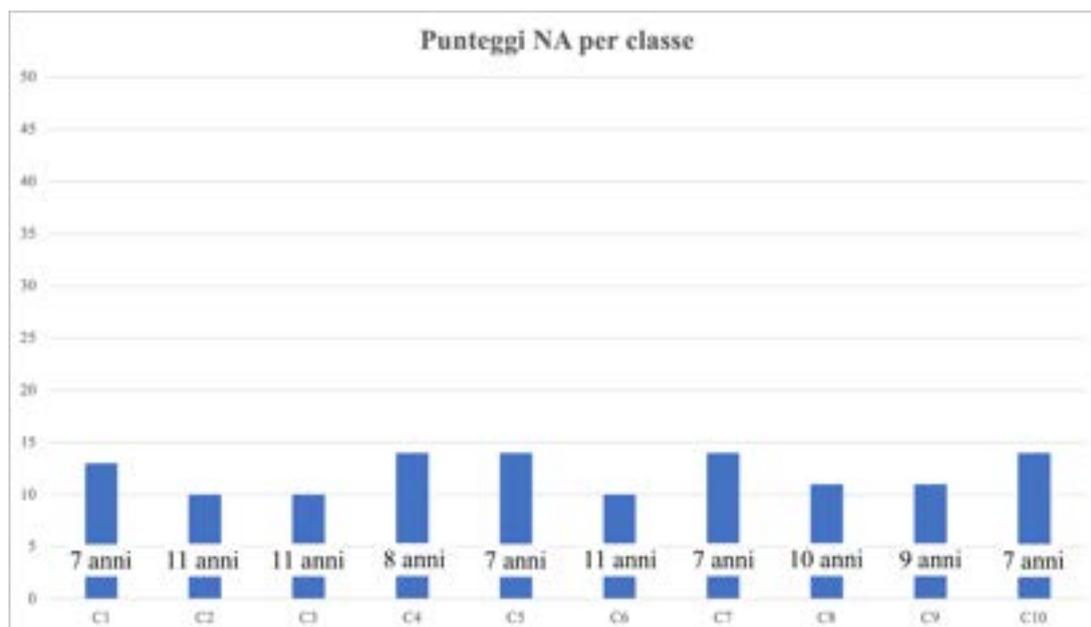


Figura 70. Punteggi totali della sottoscala NA per ogni classe con focus sull'età media

Nonostante il maggior grado di eccitazione ed entusiasmo, soggetti di età inferiore sembrano sperimentare con più frequenza emozioni negative, come timore, agitazione e nervosismo. Questi dati possono essere spiegati con la maggior dimestichezza nei confronti della tecnologia che si acquisisce con gli anni e che in un soggetto più inesperto può generare attrazione ma allo stesso tempo timore nell'interazione per paura di sbagliare, causare danni e affrontare situazioni nuove.

Nella sezione finale del questionario di valutazione di OBA 2.0 è, inoltre, emersa la preferenza dei bambini nei confronti del mini-gioco *Cattura i topi*. L'apprezzamento è stato giustificato dalla somiglianza con giochi già in commercio e popolari fra i giovani, come *Pokemon-Go*, e dall'incremento del desiderio di scoperta che un gioco simil "caccia al tesoro" riesce a conferire. Commenti lodevoli riservati anche al mini-gioco *Il regno corretto*: questo sembra aver incentivato la collaborazione fra i compagni di classe che, unendo i loro saperi, si sono cimentati insieme nella risoluzione del compito proposto, sfidandosi nel raggiungimento di un punteggio migliore. La collaborazione, in questo caso, ha incentivato l'inclusione.

Il questionario termina con alcuni importanti commenti e riflessioni da parte degli insegnanti che hanno avuto modo di osservare i propri alunni vivere questa esperienza interattiva. In molti hanno evidenziato un certo scetticismo nei confronti dell'effettivo uso di uno strumento di questo tipo in classe. Le istituzioni scolastiche

non dispongono di fondi necessari per poter provvedere all'acquisto di dispositivi mobili a sostegno delle lezioni. L'alternativa sarebbe quella di far utilizzare in classe gli smartphone degli alunni (ammesso che ne abbiano uno), ma di nuovo emerge lo scetticismo di chi ha il compito di educare. Per quanto attrattivi, questi strumenti tecnologici sono spesso fonte di distrazione. Le numerose attività che il singolo può svolgere con un dispositivo mobile in classe potrebbero avere l'effetto contrario a quello desiderato, isolandolo nella fruizione di contenuti di suo interesse che esulano da quelli dell'ambito scolastico.

Compresi i dubbi degli insegnanti, si vuole ricordare come OBA 2.0 non ha la presunzione di proporsi come strumento tecnologico da utilizzare nella quotidianità di una lezione scolastica. La fruizione ottimale avviene nel contesto dell'Orto Botanico di Pisa e l'applicazione vuole fornire un sostegno alle famiglie che, senza noleggiare una guida, intendono far vivere al minore un'esperienza museale formativa, interattiva e divertente. L'app può altresì affiancare la guida museale nella realizzazione di esperienze inclusive, mantenendo un alto livello di attenzione da parte di tutti i soggetti coinvolti.

Per quanto riguarda, invece, la fruizione dei contenuti multimediali anche a distanza, questa possibilità non è stata tanto pensata e introdotta per l'utilizzo dell'app in classe, quanto per favorire utenti con disabilità fisiche che rischierebbero di restare esclusi dall'esperienza.

Un suggerimento ricavato dai commenti finali al questionario e che il team interdisciplinare si è proposto di accogliere è quello di proporre una differenziazione del materiale creando, per esempio, diversi livelli di difficoltà sia dei contenuti informativi dispensati che dei mini-giochi a supporto dell'apprendimento. Questa soluzione amplierebbe il target di riferimento di OBA 2.0 e garantirebbe una maggior adattività che si sposa con una miglior accessibilità dell'applicazione.

Anche l'operatore museale Francesco Aiello, che ha osservato l'utilizzo dell'applicazione nel corso di tutti i viaggi di istruzione, ha espresso pareri positivi in merito. Si è detto facilitato da OBA 2.0 nel mantenere costante l'interesse del suo giovane pubblico e, ogni volta in cui il livello di concentrazione generale iniziava a vacillare, ha giocato con consapevolezza la carta dell'ausilio tecnologico per riportare l'attenzione dei presenti sulla sua figura.

Alla luce dei feedback raccolti, il desiderio di ricercare nuove risorse per rendere più sereno e stimolante l'approccio all'esperienza museale e di fornire a famiglie e tutor uno strumento inclusivo a sostegno dell'apprendimento (obiettivi cardine di OBA 2.0) sembrano essere soddisfatti.

Conclusioni

I musei sono istituzioni a servizio della società e del suo sviluppo, pertanto è un diritto avervi accesso senza barriere (fisiche e virtuali), garantendo a persone con disabilità di vivere le stesse esperienze di chiunque e con chiunque. In questa prospettiva inclusiva, una serie di accorgimenti in linea con i concetti di accessibilità e usabilità sono stati implementati nella realizzazione di un'applicazione mobile in AR per la riproduzione di un percorso museale per bambini nel contesto dell'Orto Botanico di Pisa.

Come già sostenuto dalla letteratura¹⁶³, la realtà aumentata si è rivelata una risorsa utile nell'ampio ambito dell'educazione, favorendo l'integrazione sociale e la fruibilità dei contenuti. Il suo utilizzo ha consentito di sperimentare un aumento della motivazione nell'accedere a contenuti informativi. In aggiunta, essendo questa tecnologia direttamente correlata alla realtà circostante, facilita la generalizzazione dell'esperienza.

Con l'obiettivo di perseguire la massima accessibilità e usabilità possibile, l'app *Orto Botanico Accessibile 2.0* è stata testata sul target utente. Nella fase di testing, il team interdisciplinare ha coinvolto bambini, con e senza disabilità, tra i 7 e gli 11 anni, sia effettuando test utente, sia raccogliendo feedback mediante la somministrazione di questionari. Le opinioni dei partecipanti sono state prese in considerazione e i punti critici rilevati sono stati corretti. Tra le migliorie apportate, la predisposizione di un'interfaccia per informare l'utente sulla sequenza di fruizione dei contenuti informativi e la messa a disposizione di una modalità alternativa di esperienza a distanza, per agevolare persone con disabilità fisica.

I risultati scaturiti dall'analisi dei dati ricavati dal questionario considerano OBA 2.0 un'app accessibile e usabile. L'estrema versatilità del progetto ne determina la possibilità d'uso in contesti diversi. L'app può essere utilizzata in solitaria dalla famiglia che accompagna il minore (con o senza disabilità) durante l'esperienza, oppure può affiancare l'operatore museale e il personale scolastico nella realizzazione di un viaggio d'istruzione inclusivo.

¹⁶³ Yuen, Yaoyunetong e Johnson, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," 128.

Più volte nel corso dell'elaborato è stata rimarcata la possibilità di utilizzo da parte di bambini *con e senza* disabilità. I feedback ottenuti dai diretti interessati, infatti, hanno confermato come i contenuti multimediali sviluppati non risultino paternalistici e inutili a coloro che non vivono una condizione di disabilità.

Tuttavia, alcuni fattori emersi dai test hanno limitato la fruizione del progetto multimediale a una fascia di utenti ristretta. Le difficoltà riscontrate dai soggetti di 7 anni hanno determinato la necessità di stabilire un limite inferiore di età per l'utilizzo dell'app. Anche la riduzione di importanti emozioni positive provate, come l'eccitazione e l'interesse, circoscrivono l'uso di OBA 2.0 a bambini non sopra gli 11 anni. Questo limite superiore può essere scavalcato in caso di disabilità cognitive e disturbi dello spettro autistico, sebbene l'osservazione dei test utente abbia rivelato come bambini con necessità di ingenti supporti non traggono grandi vantaggi da questa esperienza virtuale.

Comunque, i dati raccolti, sebbene appartenenti a un campione piccolo, sono estremamente preziosi per una prima valutazione dell'app. L'incremento del livello di attenzione osservato, il grado di soddisfacimento degli operatori museali e degli insegnanti, e il costante positivo confronto tra i membri del team interdisciplinare hanno lasciato spazio alla volontà di approfondire il progetto nella ricerca di possibili sviluppi futuri. Tra questi, senz'altro, l'urgenza di passare dalla versione prototipale a cinque tappe a quella completa costituita da dodici. Altro adattamento necessario, quello di rendere OBA 2.0 multiplatforma, garantendo una fruizione anche mediante dispositivi iOS.

Infine, poiché non c'è mai un limite all'accessibilità, ci si pone come obiettivo futuro quello di adattare maggiormente i contenuti a bambini con disabilità visiva, con audiodescrizioni ad hoc e soluzioni per rendere accessibili i serious-game.

Dunque, ciò che termina è soltanto un percorso di laurea magistrale. Nel vasto spettro del mondo dell'accessibilità la strada da percorrere è ancora lunga e il progetto presentato è embrionale. Nonostante ciò, vagliata la letteratura relativa ai lavori correlati e verificata la potenzialità dell'uso della tecnologia in progetti educativi, OBA 2.0 può vantare un piccolo contributo all'accessibilità del Sistema Museale di Ateneo.

Bibliografia

AGID. *Linee Guida sull'accessibilità degli strumenti informatici*. Roma: AGID, 2022.

Algozzine, Bob, Diane Browder, Meagan Karvonen, David W. Test, e Wendy M. Wood. "Effects of Interventions to promote Self-Determination for Individuals With Disabilities." *Review of Educational Research* 71, no. 2 (2001): 219 - 277.
<https://doi.org/10.3102/00346543071002219>

Andrich, Renzo. *Concetti generali sugli ausili*. Milano: Portale SIVA, 2011.

Andrich, Renzo. "Le 4 'a': accessibilità, ausili, assistenza, personale, autonomia." Atti del Corso Nazionale SIMFER, Prato, 2000.

Azuma, Ronald T. "A Survey of Augmented Reality." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, no. 4 (1997): 355-385.
<https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>

Bellotti, Francesco, Bill Kapralos, Kiju Lee, Pablo Moreno Ger, e Riccardo Berta. "Assessment in and of Serious Games: An Overview." *Advances in Human-Computer Interaction* 2013 (2013).
<http://dx.doi.org/10.1155/2013/136864>

Berenguer, Carmen, Inmaculada Baixauli, Soledad Gómez, María de El Puig Andrés, e Simona De Stasio. "Exploring the Impact of Augmented Reality in Children and Adolscents with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review." *International journal of environmental research and public health* 17, no. 6143 (2020).
<https://doi.org/10.3390/ijerph17176143>

Besio, Serenella. *Tecnologie assistive per la disabilità*. Lecce: Pensa Multimedia, 2005.

Bilinghurst, Mark, Hirokazu Kato. "Collaborative augmented reality." *Communications of the ACM* 45, no. 7 (2002): 64-70.
<https://doi.org/10.1145/514236.514265>

Bloom, Michael, e Barbara Fennessy. *Valuing Culture: Measuring and Understanding Canada's Creative Economy: Preliminary Research Report*. Ottawa: Conference Board of Canada, 2008.

Boboc, Răzvan Gabriel, Elena Băutu, Florin Gîrbacia, Norina Popovici, e Dorin-Mircea Popovici. "Augmented Reality in Cultural Heritage: An Overview of the Last Decade of

Applications.” *Applied Sciences* 12, no. 19 (2022).

<https://doi.org/10.3390/app12199859>

Braden, Caroline. “Welcoming All Visitors: Museums, Accessibility, and Visitors with Disabilities.” Working paper, Working Papers in Museum Studies, Museum Studies, University of Michigan, 2016.

Bruns, Erich, Benjamin Brombach, Thomas Zeidler, e Oliver Bimber. “Enabling Mobile Phones to Support Large-Scale Museum Guidance.” *IEEE MultiMedia* 14, no. 2 (2007): 16-25.

<https://doi.org/10.1109/MMUL.2007.33>

Buzzi, Maria Claudia, Marina Buzzi, e Susanna Pelagatti. “Strumenti ICT per l’autismo e le disabilità cognitive” (lezione, Università di Pisa, Pisa).

http://didawiki.di.unipi.it/lib/exe/fetch.php/informaticaumanistica/tcd/strumenti_ict_per_l_au_tismo_e_le_disabilita_cognitive.pdf

Capperucci, Davide, e Giuliano Franceschini. *Introduzione alla pedagogia e alla didattica dell’inclusione scolastica*. Milano: Edizione Angelo Guerini, 2019.

Carmignani, Julie, Borko Furht, Marco Anisetti, Paolo Ceravolo, Ernesto Damiani, e Misa Ivkovic. “Augmented reality technologies, systems and applications.” *Multimedia Tools Appl* 51 (2011): 341-377.

<https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>

Carnwath, John D., e Alans S. Brown. *Understanding the value and impacts of cultural experiences*. Manchester: Arts Council England, 2014.

Ciambrone, Raffaele. *(Il rischio di) antipedagogicità dell’ICF*. Vol. 19 di *L’integrazione scolastica e sociale*. Trento: Erickson, 2020.

<https://doi.org/10.14605/ISS1942010>

CNOS-FAP, e Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, cur. Pellerey, M. *La valorizzazione delle tecnologie mobili nella pratica gestionale e didattica dell’istruzione e formazione a livello di secondo ciclo*. 2015.

<https://www.cnos-fap.it/sites/default/files/pubblicazioni/ValorizzazioneTecnologieMobili.PDF>

Communications MDR. *Environmental Scan of the Culture Sector*. 2016.

https://ontariopresents.ca/sites/default/files/mtcs_environmental_scan_of_the_culture_sector_en.pdf

Corradi, Francesca, Raffaella Grassi, e Fabiana Fiorelli. "Sistema Museale dell'Università di Pisa: accessibilità e inclusione sociale." Relazione presentata al Congresso dell'Associazione Nazionale Musei Scientifici, Chieti, 2019.

Crocker, Amy F., e Susan N. Smith. "Person-first language: are we practicing what we preach?" Working paper, Journal of Multidisciplinary Healthcare, School of Physical Therapy, University of the Incarnate Word, San Antonio, TX, USA, 2019.

Díaz-García, Amanda, Alberto González-Robles, Sonia Mor, Adriana Mira, Soledad Quero, Azucena García-Palacios, Rosa María Baños, e Cristina Botella. "Positive and Negative Affect Schedule (PANAS): psychometric properties of the online Spanish version in a clinical sample with emotional disorders." *BMC Psychiatry* 20, no. 56 (2020): 1-13.

<https://doi.org/10.1186/s12888-020-2472-1>

Dibenedetto, Chase. "È tempo di rivoluzionare le app: 4 modi per renderle accessibili a chi ha una disabilità." *Mashable Italia*, 13 dicembre 2021.

<https://it.mashable.com/disabilita/6854/e-tempo-di-rivoluzionare-le-app-4-modi-per-renderle-accessibili-a-chi-ha-una-disabilita>

Di Martino, Valeria e Leonarda Longo. "Augmented reality to promote inclusive learning." *Form@re - Open Journal Per La Formazione in Rete* 19, no. 1 (2019): 179-194.

<https://doi.org/10.13128/formare-24763>

Economou, Maria, e Elpiniki Meintani. "Promising beginnings? Evaluating museum mobile phone apps." Conference paper, Museology Laboratory, Department of Cultural Technology & Communication, University of the Aegean, Greece, 2011.

Fiorucci, Andrea, Massimo Marra, e Stefania Pinnelli. "ICT e disabilità. Il progetto TECNOABILITIAMOCI." Conference Paper, DIDAMATICA, facoltà di Pedagogia dello Sviluppo, Università del Salento, 2012.

Flink, Patrick. "Person-First & Identity-First Language: Supporting Students with Disabilities on Campus." *Community College Journal of Research and Practice* 45, no. 2 (2019): 79 - 85.

<https://doi.org/10.1080/10668926.2019.1640147>

Gilmore, Abigail. "Raising our quality of life: The importance of investment in arts and culture." Londra: Centre for Labour and Social Studies, 2004.

Grier, Rebecca A., Aaron Bangor, Philip Kortum, e S. Camille Peres. "The System Usability Scale: Beyond Standard Usability Testing." *Proceedings of the Human Factors and*

Ergonomics Society Annual Meeting 57, no. 1 (2013): 187-191.

<https://doi.org/10.1177/1541931213571042>

Hanson, Vicki L., Anna C. Cavender, e Shari Trewin. "Writing about accessibility." *Interactions* 22, no. 6 (2015): 62 - 65.

<http://dx.doi.org/10.1145/2828432>

India. United Nations General Assembly. *The Rights of Persons with Disabilities Act*. Act n. 49. Approvato in data 27 dicembre 2016.

https://legislative.gov.in/sites/default/files/A2016-49_1.pdf

Ireland. Government of Ireland. *Disability Act 2005*. Act n. 14.

<https://www.wicklow.ie/Portals/0/Documents/Governance/Access-Disability/The-Disability-Act-2005/Disability%20Act%202005.pdf>

Istat. *Conoscere il mondo della disabilità: persone, relazioni e istituzioni*. Roma: Istat, 2019.

Istat. *I musei, le aree archeologiche e i monumenti in Italia*. 2016.

<https://www.istat.it/it/files//2016/12/Report-Musei.pdf>

Jankowska, Anna, Agnieszka Szarkowska, Krzysztof Krejtz, Anita Firdyka, Jaroslaw Kowalski, e Marcin Wichrowski. "Smartphone app as a museum guide. Testing the Open Art application with blind, deaf, and sighted users." *International Journal of Translation* 19 (2017): 113-130.

<https://doi.org/10.13137/2421-6763/17354>

Kamenetsky, Stuart B., e Adam S. Sadowski. "Does Language Type Affect Perceptions of Disability Images? An Experimental Study." Working paper, Journal of Education, Teaching, and Social Studies, Department of Psychology, University of Toronto Mississauga, 2020.

Kamieth, Felix, Patrick Dähne, Reiner Wichert, Juan Luis Villalar, Viveca Jimenez-Mixco, Antonella Arca, e Maria Teresa Arredondo. "Exploring the Potential of Virtual Reality for the Elderly and People with Disabilities." In *Virtual Reality*, 397-18. Inteach, 2010.

Kerawalla, Lucinda, Rosemary Luckin, Simon Seljeflot, e Adrian Woolard. "'Making it real': exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science." *Virtual Reality* 10 (2006): 163-174.

<https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>

Klopper, Eric, e Susan Yoon. “Developing games and simulations for today and tomorrow’s tech savvy youth.” *TechTrends* 49, no. 3 (2005): 33-41.

<https://doi.org/10.1007/BF02763645>

Mace, Ronald L. “Universal design, barrier-free environments for everyone.” *Designers West* 33, no. 1 (1985): 147 - 152.

Mangiatordi, Andrea. *Costruire inclusione*. Milano: Edizioni Angelo Guerini, 2019.

Middleton, Teresa. “Matching Virtual Reality to Special Needs.” *Proceedings of Virtual Reality and Persons with Disabilities Conference*. Los Angeles: Office of Disabled Students Services, 1992.

Milgram, Paul, e Fumio Kishino. “A taxonomy of mixed reality visual displays.” *IECE Transactions of Information Systems* E77-D, no. 12 (1994): 1321-1329.

https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf

Nascimento Rocha Veiga, Ana Cecilia. “Realidade aumentada em museus: potencializando a acessibilidade e os conteúdos alternativos à retórica oficial através das tecnologias digitais.” In *Informação, mediação e cultura: teorias, métodos e pesquisas*, 440-463. Belo Horizonte: Editoria Letramento, 2022.

National Assembly of State Arts Agencies. *Design for Accessibility: A Cultural Administrator’s Handbook*. Washington DC: National Endowment for the Arts, National Endowment for the Humanities, National Assembly of State Arts Agencies, The Kennedy Center, MetLife Foundation, 2003.

Nielsen, Jakob. “CHAPTER 1 - What is Usability?” In *User Experience Re-Mastered*, a cura di Chauncey Wilson, 3-1. Burlington: Morgan Kaufmann, 2010.

Ripamonti, Donata. “Bambini e tecnologie digitali: opportunità, rischi e prospettive di ricerca.” *MEDIA EDUCATION- Studi, ricerche, buone pratiche* 7, no. 2 (2016): 143-157.

<https://oaj.fupress.net/index.php/med/article/view/8757>

Robertson, Toni, e Jesper Simonsen. “Challenges and Opportunities in Contemporary Participatory Design.” *Design Issues* 28, no. 3 (2012): 3-9.

https://doi.org/10.1162/DESI_a_00157

Rojas, Hesmeralda, Ronald Renteria, Ely Acosta, Humberto Arévalo, e Marisol Pílares. “Application of accessibility guidelines in a virtual museum.” Conference paper, 3rd

International Conference of Inclusive Technology and Education, Universidad Tecnológica de los Andes, 2020.

Rosenzweig, Elizabeth. *Successful User Experience: Strategy and Roadmaps*. Burlington: Morgan Kaufmann, 2015.

Russo, Alfio. "Un'App per scoprire l'Orto Botanico di Catania." *Archivio Bollettino*, 29 aprile 2020.

<https://www.archiviobollettino.unict.it/gallery/un'app-scoprire-lorto-botanico-di-catania>

Santos, Marc Ericson C., Angie Chen, Takafumi Taketomi, Goshiro Yamamoto, Jun Miyazaki, e Hirokazu Kato. "Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation." *IEEE Transactions on learning technologies* 7, no. 1 (2014): 38-56.

<https://doi.org/10.1109/TLT.2013.37>

Shelton, Brett E., e Nicholas R. Hedley. "Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationships to Undergraduate Geography Students." Conference paper, The First IEEE International Workshop Augmented Reality Toolkit, Department of Geography, University of Washington, 2002.

Skarbez, Richard, Missie Smith, e Mary C. Whitton. "Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum." *Frontiers in Virtual Reality* 2, no. 647997 (2021).

<https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647997>

Sural, Irfan. "Augmented Reality Experience: Initial Perceptions of Higher Education Students." *International Journal of Instruction* 11, no. 4 (2018): 565-576.

https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2018_4_35.pdf

Tatic, Damjan. *Access for People with Disabilities to culture, Tourism, Sport and Leisure Activities: Towards Meaningful and Enriching Participation*. Strasburgo: Council of Europe, 2015.

Tesolin, Amy, Avgoustos Tsinakos. "Opening real doors: Strategies for using mobile augmented reality to create inclusive distance education for learners with different abilities." In *Mobile and Ubiquitous Learning*, 59-80. Singapore: Springer, 2018.

Unione Europea. *Access to cultural life for people with disabilities*. 2019.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/644200/EPRS_BRI\(2019\)644200_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/644200/EPRS_BRI(2019)644200_EN.pdf)

Unione Europea. *Direttiva (UE) 2016/2102 del Parlamento Europeo e del Consiglio*. Strasburgo, 2016.

https://www.agid.gov.it/sites/default/files/repository_files/direttiva_ue_2016-2102.pdf

United Nations. 2006. "Convention on the Rights of Persons with Disabilities." *Treaty Series* 2515 (Dicembre): 22.

Università di Pisa, e Sistema Museale di Ateneo. *Vademecum per l'accompagnatore*. Pisa: Università di Pisa, Sistema Museale di Ateneo, 2021.

https://www.sma.unipi.it/wp-content/uploads/2021/11/GIPSO-IN-BLU_istruzionisito.pdf

Vita, Salvatore, Angelo Rega, Luigi Iovino, e Andrea Mennitto. "TED: Teaching Educational Device, a digital tool to ed-ucational practice for special needs." Conference paper, Proceedings of the Second Symposium of Psychology-Based Technologies, Napoli, 2020.

Vita, Salvatore, Luigi O. Borrelli, Floriana Canniello, Andrea Mennitto, e Luigi Iovino. "ARTis: How AR supports the guided experience in museums for people with Autism." Conference Paper, teleXbe2021, Garage94 e Neapolisanit, Ottaviano, 2021.

World Health Organization. *International Classification of Functioning, Disability and Health*. Geneva: World Health Organization, 2001.

World Health Organization. *International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps*. Geneva: World Health Organization, 1980.

World Health Organization, e The World Bank. *World report on disability*. 2011.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/44575>

Yuen, Steve Chi-Yin, Gallayanee Yaoyunetong, e Erik Johnson. "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education." *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)* 4, no. 1 (2011): 119-140.

<https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>

Sitografia

ADA.gov. “The Americans with Disabilities Act (ADA) protects people with disabilities from discrimination.” Ultima modifica 14 gennaio 2023.

<https://www.ada.gov>

Arkansas Governor’s Council on Developmental Disabilities. “People-First Language Guide.” Ultima cons. 1 febbraio 2023.

<https://gcdd.arkansas.gov/resources>

Assistivetechnology.it. “Assistive Technology - Informatizzando la Disabilità.” Ultima modifica giugno 2012.

<https://assistivetechnology.it>

Centers for Disease Control and Prevention. “Autism Spectrum Disorder (ASD).” Ultima modifica 28 marzo 2022.

<https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/signs.html>

Centre for Excellence in Universal Design. “The 7 principles.” Ultima cons. 3 febbraio 2023.

<https://universaldesign.ie/what-is-universal-design/the-7-principles/>

Classroom Learning with AR. “Trends in EdTech wiki.” Ultima cons. 11 febbraio 2021.

<http://augreality.pbworks.com/w/page/9469033/Classroom%20Learning%20with%20AR>

Commissione nazionale biblioteche pubbliche. “Per una biblioteca accessibile.” Ultima modifica 15 maggio 2006.

<https://www.aib.it/aib/commiss/cnbp/access.htm>

Cultural Learning Alliance. “Key Research Findings: the case for Cultural Learning.” Ultima cons. 2 febbraio 2023.

<https://www.culturallearningalliance.org.uk/evidence/key-research-findings-the-case-for-cultural-learning/>

Google Play. “MASP Áudios.” Ultima cons. 18 febbraio 2023.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.catskillet.masp&hl=it&gl=US>

International Council of Museums Italia. “Definizione di Museo di ICOM.” Ultima cons. 5 febbraio 2023.

<https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo-di-icom/>

ISO. “ISO 9999:2022 Assistive products - Classification and terminology.” Ultima cons. 7 febbraio 2023.

<https://www.iso.org/standard/72464.html>

ISTI-CNR. “VERO - Virtualità intErattiva nel paRco di pinocchiO.” Ultima cons. 23 febbraio 2023.

<http://vero.isti.cnr.it>

Museo tattile statale Omero. “Accessibilità.” Ultima cons. 5 febbraio 2023.

<https://www.museoomero.it/museo/accessibilita/>

National Center on Disability and Journalism. “Disability Language Style Guide.” Ultima modifica agosto 2021.

<https://ncdj.org/style-guide/>

Netpromoter. “What Is Net Promoter?” Ultima cons. 7 marzo 2023.

<https://www.netpromoter.com/know/>

NGV. “Augmented reality in museums.” Ultima cons. 18 febbraio 2023.

<https://www.ngv.vic.gov.au/augmented-reality-in-museums/>

Orto Botanico 1545 - Università di Padova. “La app dell’orto si arricchisce.” Ultima cons. 19 febbraio 2023.

<https://www.ortobotanicopd.it/la-app-dellorto-si-arricchisce>

Senato della Repubblica. “L’inclusione scolastica riguarda tutti.” Ultima cons. 6 febbraio 2023.

[https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg18/attachments/documento_evento_p
rocedura_commissione/files/000/007/201/CIDI.pdf](https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg18/attachments/documento_evento_p
rocedura_commissione/files/000/007/201/CIDI.pdf)

Sistema Museale di Ateneo. “Musei accessibili.” Ultima cons. 5 febbraio 2023.

<https://www.sma.unipi.it/musei-accessibili/>

Sistema Museale di Ateneo. “Musei e Storie sociali in CAA.” Ultima cons. 5 febbraio 2023.

<https://www.sma.unipi.it/musei-e-storie-sociali-in-caa/>

Sistema Museale di Ateneo. “OrtoinVlu e GipsoinBlu.” Ultima cons. 5 febbraio 2023.

<https://www.sma.unipi.it/ortoinblu-e-gipsoinblu/>

Sistema Museale di Ateneo. “Progetto Musei e Alzheimer.” Ultima cons. 5 febbraio 2023.

<https://www.sma.unipi.it/progetto-musei-e-alzheimer/>

Sistema Museale di Ateneo. “Progetto Musei e Autismo.” Ultima cons. 5 febbraio 2023.

<https://www.sma.unipi.it/progetto-musei-e-autismo/>

Soluzioni museali. “Disabilità, accessibilità, integrazione: come il museo evolve per diventare un luogo aperto a tutti.” Ultima modifica 31 luglio 2020.

<https://soluzionimuseali.com/il-museo-accessibile/>

TestMe. “TestMe Work-in-progress libre font.” Ultima cons. 27 febbraio 2023.

<http://www.testmefont.com>

The Cleveland Museum of Art. “Art Lens Studio.” Ultima cons. 19 febbraio 2023.

<https://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-studio>

United Nations. “Disability-inclusive language guidelines.” Ultima cons. 1 febbraio 2023.

<https://www.ungeneva.org/sites/default/files/2021-01/Disability-Inclusive-Language-Guidelines.pdf>

Unity. “About AR Foundation.” Ultima cons. 28 febbraio 2023.

<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@4.1/manual/index.html>

Unity. “Homepage Unity.” Ultima cons. 28 febbraio 2023.

<https://unity.com>

Unity. “Unity User Manual 2021.3 (LTS).” Ultima cons. 28 febbraio 2023.

<https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>

Usability.gov. “Nozioni di base sulla valutazione dell’usabilità.” Ultima cons. 7 marzo 2023.

<https://www.usability.gov/what-and-why/usability-evaluation.html>

W3C. “WCAG 2 Overview.” Ultima modifica 25 gennaio 2023.

<https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

World Health Organization. “Assistive technology.” Ultima cons. 7 febbraio 2023.

https://www.who.int/health-topics/assistive-technology#tab=tab_1

Ringraziamenti

Grazie alla professoressa Susanna Pelagatti e al professor Massimo Magrini. Vi sono profondamente riconoscente per la costanza con la quale mi avete guidato attraverso quelle che mi sembravano difficoltà e che, invece, mi avete fatto scoprire essere trampolini di lancio per combinare qualcosa che mi emoziona nel quotidiano.

Grazie a tutte le professioniste e i professionisti con cui ho collaborato a questo progetto che, mutando nella forma e nei contenuti, mi accompagna dall'elaborato di tesi triennale. Saperi ed esperienze diversi, ma in egual modo importanti, sono riusciti a rendere delle idee qualcosa di concreto e reale.

Grazie ai bambini che, per primi, si sono fatti giudici del mio lavoro con i loro commenti intrisi di quella schiettezza e purezza che solo la giovane età regala. Conservo i nostri incontri tra i ricordi più preziosi di questa esperienza.

Grazie a mia madre e a mio padre per insegnarmi ogni giorno a non credere nel pensiero unico. Se oggi non giudico ma comprendo, se mi emoziono di fronte al piccolo e cerco l'aurea via di mezzo, se oggi mi preoccupo sempre di indossare i panni dell'altro lo devo a voi, ai nostri confronti accesi e alle diverse prospettive che abbiamo, che ci spieghiamo a vicenda, che ci rendono partecipi l'uno della quotidianità dell'altro e ci uniscono in questa famiglia meravigliosa.

Grazie mamma. I chilometri che ci separano non sono niente, tu rendi nido ogni centimetro di Terra che calpesto facendomi arrivare la tua premurosa dolcezza ovunque io sia. Mi ripeti sempre la donna sorprendente che sono ma eccomi qua a ricordarti che il mio essere è soltanto il tuo riflesso allo specchio. Sei un'anima pura, quella a cui più mi ispiro.

Grazie babbo. Sei l'*alzare l'asticella* della mia vita, quell'obiettivo sempre più alto da raggiungere e che sprona il mio costante impegno. È dal tuo esempio che ho imparato a non dire ciò che non so e ad aspettare di sapere. Chiunque abbia a che fare con me percepirà sempre una po' di te. Il complimento che apprezzo di più è *sei tutta tuo padre*.

Grazie a mia nonna che, nell'augurarmi buona vita e buone cose, non perde mai occasione di firmarsi anche per mio nonno. Sei talmente grande da poter fare da portavoce per l'amore di entrambi.

Grazie alle nonne e ai nonni, a quelli che oggi mi tengono per mano, a quelli che da tempo possono tenermi solo per l'anima. Non sarò mai sola.

Grazie agli zii. Grazie Serena e grazie Alessandro. Se madre e padre venissero comunemente etichettati *genitore 1* e *genitore 2*, voi sareste senz'altro *genitore 3* e *genitore 4*. Niente è mai stato dovuto, eppure siete sempre stati in prima fila in tutto ciò che mi ha riguardato. Non comparse, ma protagonisti con me nel video-ricordo della mia vita e motori attivi nell'irradiazione dei miei sorrisi più veri.

Grazie Sara. Con la certezza che una sorella di sangue non abbia niente in più di te, posso dirti fortunata nel condividere insieme segreti, emozioni e confidenze che solamente noi possiamo comprendere. Sapere la tua presenza rende il mio percorso più leggero. Ci sono periodi in cui posso sembrare distante, ma ti assicuro che la mia mano è la prima che troverai se sentirai la necessità di allungarti in cerca di appoggio, proprio come fai tu con me da sempre.

Grazie Stefano. Verbi come amare e supportare hanno assunto un significato totalmente nuovo e puro con te. Non hai mai preteso un mio cambiamento e mi hai insegnato l'arte dell'adattamento e del venirsi incontro. Non c'è niente di più affascinante del profondo rispetto che hai verso ogni cosa e sul quale basi questo percorso che costruiamo insieme, all'insegna della biunivocità dei sentimenti.

Ti devo la spensieratezza con cui ho affrontato il percorso di laurea magistrale, la moka già pronta al mattino come principio di interminabili giornate di studio, la fantasia nell'inventare alternative per svuotare la mia mente e aiutarmi a capire cosa è importante e cosa no.

La nostra piccola e neonata famiglia è il regalo più bello che mi doni ogni giorno.

Grazie Giacomo e Luca. Insieme siete la sintesi perfetta delle mille me. Il lato riposto e responsabile si sposa perfettamente con quello ironico in questa sana amicizia che, da anni, ci fa condividere i disagi e le gioie dell'ambito universitario. Certa per sempre di definirvi i migliori colleghi che potessi mai avere.

Grazie Lazzaro. Sei il mio migliore amico e non te lo dico mai. Ti devo la devozione che ho sviluppato nei confronti del lavoro e il mio non saper mai dire di no. Il tempo che molti universitari hanno dedicato al riposo io l'ho impiegato con te dietro a mille impieghi lavorativi e progetti mai finiti, imparando quanto il duro impegno ci

nobiliti. Qualsiasi lavoro non è mai stato faticoso se ad attendermi c'eri tu. Sei sempre stato un perfetto diversivo allo studio sui libri e ho imparato così tanto dalla persona che sei. Ti voglio bene.

Grazie Rebecca. Ballare con te a ritmo dei successi delle nostre vite così impegnate e diverse è sempre stimolante. Ti sono grata per la fedeltà della tua amicizia, da sempre, così preziosa per affrontare le mie quotidiane difficoltà.

Grazie Bubi. Anche se i tempi della spensieratezza fiorentina sembrano lontani, ogni volta che ci dedichiamo del tempo insieme torniamo quelle due ragazze là. Ti ricordo per i momenti di svago dall'università più iconici di sempre.

Grazie a quei capraiesi e isolani acquisiti che definisco la mia famiglia nel senso meno tradizionale del termine. Ripongo in voi la mia seconda casa, quella che non ha mura ma solo tantissime sedie per far accomodare chiunque abbia un animo sensibile. Dunque, grazie a Claudia, Adriana, la piccola Andrea, Giovanni, Beatrice, Arturo, Stefano, Beppe e a chiunque mi regali un sorriso sincero lungo la strada del Porto.

Infine, non ringrazio ma mi congratulo con me. Per essere uscita dalla mia *comfort zone* e per il coraggio avuto non nel chiudere capitoli di vita ma nel cambiare libro. Congratulazioni a me per non aver dubitato della mia vera essenza quando chi avevo intorno mi ripeteva di essere cambiata. Fiera non del mio cambiamento ma della mia evoluzione, della mia crescita personale, delle idee che cerco di difendere. Congratulazioni a me per la mia ambizione che mi sta portando lontano, non perché io me lo dovessi ma perché l'ho fortemente voluto, convinta di meritarmelo. Fiera di non aver perso la stima in me stessa di fronte alla paternale di chi ha preteso di saperne più di me sul mio conto.

Oggi, con grande soddisfazione e sacrifici accumulati, aggiungo un titolo alla mia persona. Sono così felice di farlo in difesa della varietà e dell'inclusione, diffondendo solo una minuscola parte delle conoscenze accumulate sui diritti umani.

A me stessa, con l'augurio di difendere sempre questi diritti.