

## Paesaggio naturale, paesaggio culturale.

Serious game immersivi e partecipativi per l'educazione al patrimonio

Natural landscape, cultural landscape.  
Immersive and participatory serious games for heritage education

Alessandro Luigini

L'educazione al patrimonio naturale e culturale è una attività sempre più presente nei percorsi didattici delle scuole e dei musei. I meccanismi cognitivi e i dispositivi rappresentativi devono essere approfonditamente analizzati e progettati, per poter procedere alla realizzazione di percorsi didattici che siano effettive esperienze di conoscenza.

Le tecnologie di visualizzazione immersiva si prestano bene per applicazioni di gamification e l'accessibilità tecnologica ed economica dei visori VR rende queste tecnologie particolarmente appetibili per lo sviluppo di metodologie potenzialmente molto diffuse. Nelle pagine successive si renderà conto di un progetto e della relativa sperimentazione di un percorso didattico sull'educazione al patrimonio naturale e culturale per bambini della scuola primaria, svolto tramite un serious game in Realtà Virtuale immersiva.

Uno dei criteri seguiti nel progetto VAR.HEE, è stato l'uso di tecnologie accessibili. In particolare è stato usato il visore stereoscopico Oculus Rift

One of the criteria behind the VAR.HEE, project was the use of accessible technologies. In particular, was used an Oculus Rift digital stereoscopic viewer.



I percorsi di educazione al patrimonio sono sempre più diffuse nelle scuole. In questa foto si può vedere un alunno del 5° anno della scuola primaria mentre visita virtualmente la chiesa del Redentore di Andrea Palladio, a Venezia.

*Educational paths for heritage education are increasingly widespread in schools. In this photo you can see a student of the 5th year of primary school virtually visiting the church of the Redeemer by Andrea Palladio in Venice.*

*Heritage education is an activity that is increasingly present in the educational paths of schools and museums. Cognitive processes and representative devices must be thoroughly analysed and studied in order to proceed with the design of educational paths that are effective knowledge experiences. Immersive visualization technologies are well suited for gamification applications and the technological and economic accessibility of VR viewers makes these technologies particularly attractive for the development of widely used methodologies. In the contribution he will realize a project and the relative experimentation of a didactic path on natural and cultural heritage education for children of the 5th years of primary school, carried out through a serious game in immersive Virtual Reality.*

## Effettive esperienze di conoscenza

Nel 2018 circa 55 milioni di persone hanno visitato i musei del Mibac<sup>1</sup>, con un incremento di circa il 10% rispetto all'anno precedente. Come ricorda il direttore generale dei musei del Mibac Antonio Lampis "Pochi ambiti crescono del 5% di questi tempi. [...] Ricordo sempre che nei musei il vero risultato cui tendere non è quello di vendere biglietti, ma di saper offrire, come dicono le norme, effettive esperienze di conoscenza". Questo è l'obiettivo: offrire effettive esperienze di conoscenza ai visitatori dei musei, delle mostre e di ogni ambito in cui si può essere esposti al patrimonio culturale. Non intrattenimento, non solo il culto del passato, ma esperienze capaci di lasciare nei visitatori una traccia indelebile.

Ma come si costruisce una effettiva esperienza di conoscenza?

Per provare a indicare una metodologia sarà necessario fare riferimento a teorie di carattere generale per poi declinarle nel caso di nostro interesse.

In ambito psicologico Jerome Bruner ci ricorda come il nostro pensiero sia continuamente in bilico tra una dimensione *logico-scientifica* e una dimensione *narrativa*, dove quest'ultima fa riferimento a una esigenza profonda, primordiale della nostra civiltà di costruire senso per le manifestazioni osservabili durante tutta la vita, oppure, in sintesi, per interpretare la realtà (Bruner, 1956).

Se il pensiero logico-scientifico fa chiarezza e organizza la conoscenza, il pensiero narrativo indaga il valore polisemico del sapere e dell'esperienza del sapere. E in questa forma di indeterminata certezza consente agli individui di trovare ognuno il proprio ruolo all'interno della narrazione.

Effective knowledge experiences

In 2018, about 55 million people visited the museums of Mibac (1), an increase of about 10% compared to the previous year. As Mibac Museums General Director Antonio Lampis recalls, "Few areas are growing by 5% these days. [...] I always remember that in museums the real result to aim for is not to sell tickets, but to be able to offer, as the rules say, real experiences of knowledge". This is the goal: to offer effective experiences

of knowledge to visitors to museums, exhibitions and any other area in which you can be exposed to cultural heritage. Not entertainment, not only the cult of the past, but experiences that leave an indelible mark on visitors. But how do you build an effective experience of knowledge? In order to try to suggest a methodology it will be necessary to refer to theories of a general nature and then to decline them in the case of our interest. In the psychological field

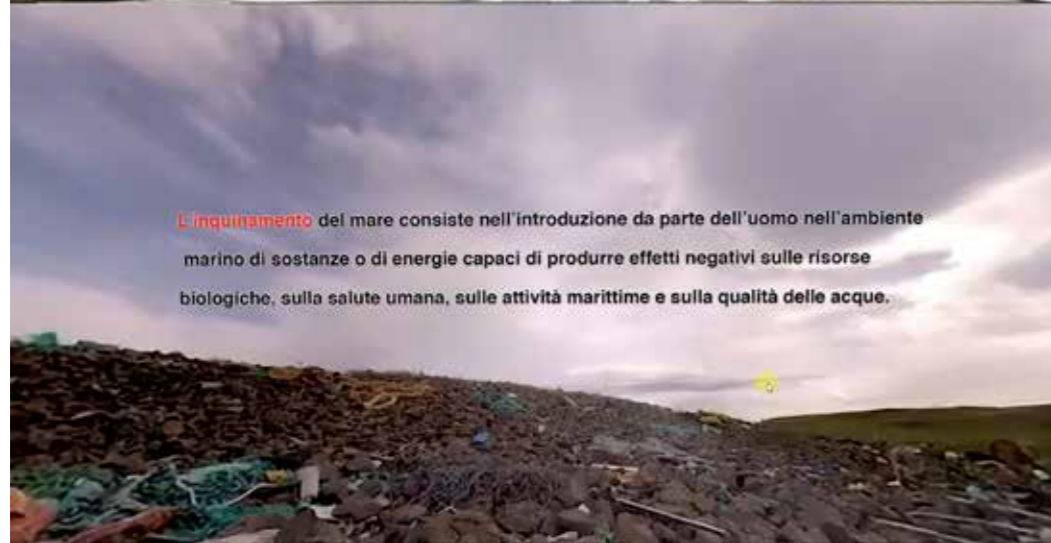
Jerome Bruner reminds us that our thought is continuously poised between a *logical-scientific* dimension and a *narrative* dimension, where the latter refers to a deep, primordial need of our civilization to build meaning for the manifestations observable throughout life, or, in short, to interpret reality. (Bruner, 1956). If logical-scientific thinking provides clarity and organizes knowledge, narrative thinking investigates the polysemic value of knowledge and the experience of knowledge. And

in this form of indeterminate certainty it allows individuals to find their own role within the narrative. About fifty years after the formulation of the first theories on narrative thinking, Bruner further deepened his studies underlining how two dimensions of narrative thinking are fundamental: the first is the "narrative creation of the self" as a fundamental component of the construction of a subjective dimension of identity, and the second is the interpretative dimension, which allows us to

overcome the limits of given solutions. (Bruner, 2002). In an essay on the cornerstone of digital technoculture, Giuseppe Longo (1998) offers us a gnoseological reflection, underlining the diametrically opposed nature between two profiles of knowledge construction that our civilization has developed over time: the first, of an archaic profile, in which "knowledge [is] tacit, global and immediate, implemented by the body and embodied in its structure and its biological functions

Circa cinquant'anni dopo la formulazione delle prime teorie sul pensiero narrativo, Bruner ha ulteriormente approfondito i suoi studi sottolineando come due dimensioni del pensiero narrativo risultino fondamentali: la prima è la "creazione narrativa del sé" come componente fondamentale della costruzione di una dimensione soggettiva identitaria, e la seconda è la dimensione interpretativa, che ci consente di superare i limiti di soluzioni date (Bruner, 2002).

In un saggio caposaldo della tecnocultura digitale, Giuseppe Longo (1998) ci propone una riflessione di carattere gnoseologico, sottolineando la natura diametralmente opposta tra due profili di costruzione della conoscenza che la nostra civiltà ha elaborato nel tempo: la prima, di profilo arcaico, in cui "la conoscenza [è] *tacita*, globale e immediata, attuata dal corpo e incarnata nella sua struttura e nelle sue funzioni biologiche [...] guidata dal sistema affettivo ed emotivo", e una seconda, "più recente sotto il profilo evolutivo, [...] la *conoscenza esplicita*, attuata nelle forme della logica astratta e in genere nella razionalità." (Longo, 1998, p.58). Questo nuovo contrappunto tra la dimensione emotiva e la dimensione razionale, ci conferma come la dicotomia della elaborazione delle nostre esperienze al livello psicologico richieda necessariamente una progettazione delle esperienze museali, o più genericamente educative, di impostazione altrettanto dicotomica (Luigini, 2019a).



I tre tipi di scenari del serious game: sopra un ambiente naturale – la fauna marina sulla barriera corallina –, al centro un esempio di relazione virtuosa tra Uomo e acqua – la chiesa del Redentore di Andrea Palladio, a Venezia – e sotto un esempio degli effetti di una relazione conflittuale tra Uomo e acqua – una spiaggia deturpata dai rifiuti.

*The three types of serious game scenario: above a natural environment - the marine fauna of a coral reef - at the center an example of virtuous relationship between mankind and water - the church of the Redeemer of Andrea Palladio in Venice - and below an example of conflicting relationship between mankind and water - a beach defaced by waste -.*



### Serious\_game@brixen

L'uso delle tecnologie digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio è un tema di ricerca di grande attualità (Luigini, Panciroli, 2018, Luigini, 2019b). In particolare, l'uso dei serious game sembra sempre più diffuso nel contesto del Digital Heritage (Basso, 2019).

Il progetto di ricerca VAR.HEE. *Virtual and Augmented Reality for Heritage Education in school and museum Experience*, finanziato con fondi della Free University of Bozen, si sviluppa nel periodo 2018-2021 e si prefigge l'obiettivo di utilizzare le tecnologie di rappresentazione e visualizzazione avanzate per la progettazione e la realizzazione di percorsi didattici di educazione al patrimonio dedicati sia alle scuole primarie che a contesti espositivi, come musei o mostre temporanee, ed esperiti in ambiente immersivo e partecipativo. Uno dei criteri più importanti che ci siamo dati è la replicabilità diffusa dei percorsi, per questo abbiamo deciso di utilizzare tecnologie disponibili e accessibili commercialmente (modellatori tridimensionali e software di visualizzazione low profile e stereoscopio digitale tipo Oculus Rift) a un pubblico mediamente alfabetizzato

dal punto di vista informatico.

Il progetto è sviluppato da un team interdisciplinare coordinato da chi scrive e a cui partecipano psicologi, cognitivisti e pedagogisti, e prevede la partnership di studiosi provenienti dalle università Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Università di Camerino e Università de L'Aquila. Lo sviluppo tecnico dei serious game è stato realizzato da Alessandro Basso<sup>2</sup>.

Il progetto durante il primo anno è stato sviluppato per quanto concerne la progettazione dei percorsi didattici che da gennaio ad aprile 2019 sono stati realizzati per essere sperimentati dal 28 al 30 maggio dello stesso anno. I percorsi didattici sono stati sviluppati insieme alle insegnanti che hanno aderito alla sperimentazione, e per massimizzare il valore pedagogico dei percorsi didattici si è preferito costruire le attività partendo dalla programmazione didattica già prevista per l'anno scolastico 2018-19. La scelta, concordata con insegnanti e dirigente, è ricaduta su un percorso didattico sul ciclo dell'acqua e sul suo uso sostenibile, che ha necessitato di una progettazione complementare per consentire l'integrazione con un processo di educazione al patrimonio.

[...] guided by the affective and emotional system", and a second one, "more recent from an evolutionary point of view, [...] explicit knowledge, implemented in the forms of abstract logic and in general in rationality. (Longo, 1998, p.58). This new counterpoint between the emotional dimension and the rational dimension confirms how the dichotomy of the elaboration of our experiences at the psychological level necessarily requires a planning of museum experiences, or more generally educational,

with an equally dichotomous approach. (Luigini, 2019a).

#### Serious\_game@brixen

The use of digital technologies for art and heritage education is a topical research topic (Luigini, Panciroli, 2018, Luigini, 2019b). In particular, the use of serious games seems to be increasingly widespread in the context of Digital Heritage. (Basso, 2019). The VAR.HEE. project on *Virtual and Augmented Reality for Heritage Education in school and museum*

*Experience*, funded by the Free University of Bozen, is developed in the period 2018-2021 and aims to use advanced representation and visualization technologies for the design and implementation of educational heritage education courses dedicated to both primary schools and exhibition contexts, such as museums or temporary exhibitions, and experienced in an immersive and participatory environment. One of the most important criteria that we have given ourselves is

the widespread replicability of the paths, so we decided to use technologies available and commercially accessible (three-dimensional modelers and low profile visualization software and digital stereoscope like Oculus Rift) to an audience averagely literate from the point of view of computer technology. The project is developed by an interdisciplinary team coordinated by the author (Alessandro Luigini) and in which cognitive psychologists and pedagogists participate (Demis Basso and Monica

Parricchi) and involves the partnership of scholars from the universities Alma Mater Studiorum University of Bologna (Chiara Panciroli), University of Camerino (Daniele Rossi) and University of L'Aquila (Stefano Brusaporci). The technical development of serious games was carried out by Alessandro Basso<sup>2</sup>. The project during the first year was developed with regard to the design of the educational paths that from January to April 2019 were made to be tested from 28

to 30 May of the same year. The didactic paths have been developed together with the teachers who have joined the experimentation, and to maximize the pedagogical value of the didactic paths it has been preferred to build the activities starting from the didactic planning already foreseen for the school year 2018-19. The choice, agreed with teachers and school managers, fell on a didactic path on the water cycle and its sustainable use, which needed a complementary design to allow integration

with a process of heritage education.

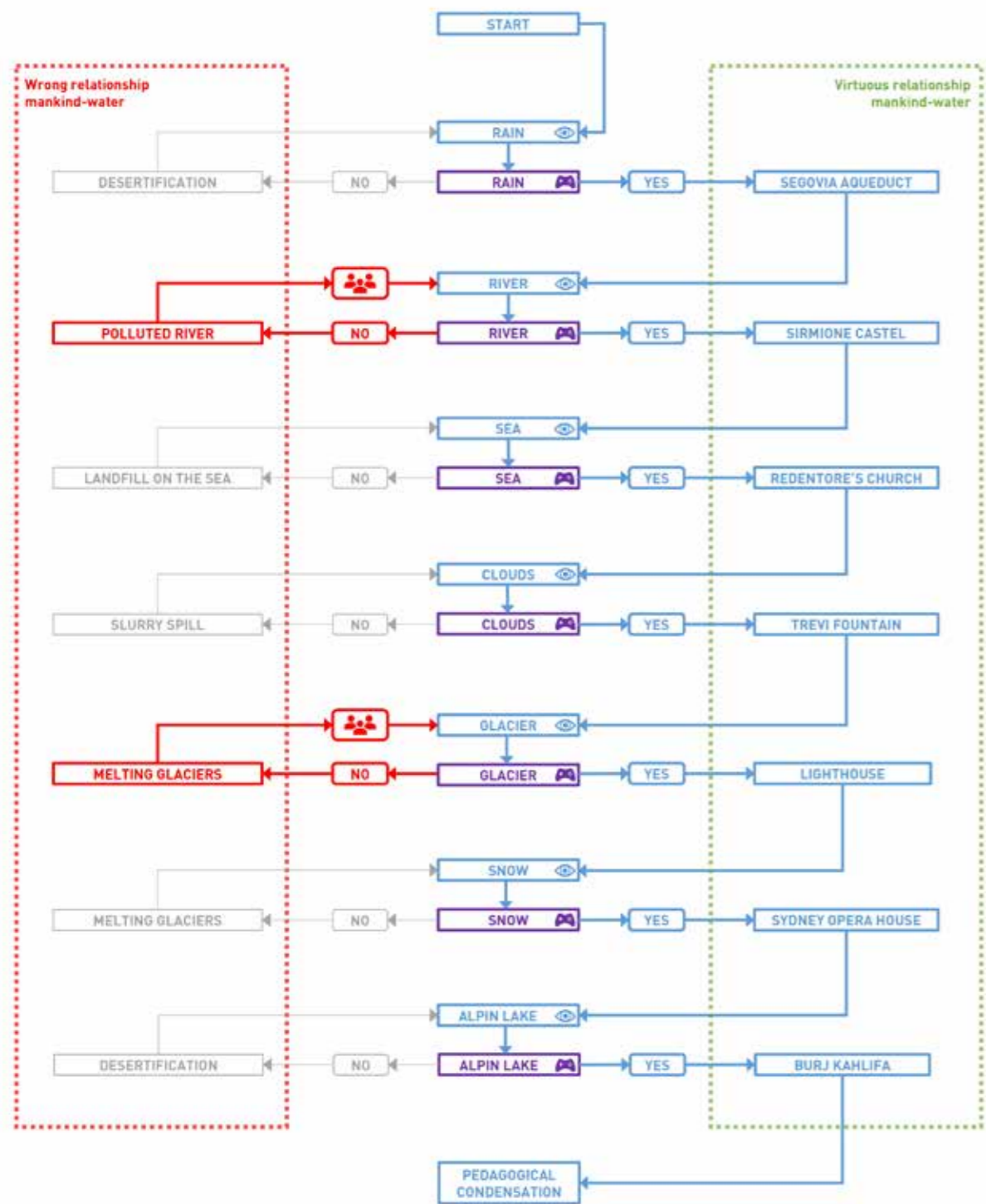
#### Natural and cultural heritage

In the school context, the requirement for educational pathways to environmental sustainability is, with good reason, increasingly met by a growing response from teachers. Also in our case, the teacher of the fifth class of the primary school "Rosmini" of Brixen/Bressanone (in the province of Bozen/Bolzano) has proposed us a didactic path on the water cycle

and on the awareness of the use of water resources. The proposal, although of fundamental importance in school education, seemed to us considerably amendable. The didactic path that has arisen from the shared designing, has put the accent on the relationship that our civilization has developed in the centuries with the water resource. The verification of the skills acquired during the school year has become an opportunity to show the pupils that the correct answers - which

demonstrate an awareness in the use of water - lead to a virtuous relationship between humankind and water, while the wrong answers - which demonstrate a lack of awareness in the use of water - lead to a negative relationship between humanity and water.. This pedagogical mechanism required a representation device that would allow the correlation between correct answers and virtuous interaction mankind-water and between wrong answers and harmful interaction

mankind-water, and the answer we gave ourselves was quite simple: the enhancement of the natural landscape we accompanied the enhancement of the cultural landscape. This is how it was possible to create a serious game on 7 consecutive levels, structured according to a linear narrative, in which the player makes the journey of a drop of water for two complete cycles: a general one (rain, river, sea, cloud) and a typically mountain one (snow, glacier, alpine lake). The second cycle of water



Schema del percorso del serious game: si può vedere i sette livelli successive ognuno composto da due fasi (osservazione/azione) e due possibilità di "uscita" (positivo/negativo). Lo schema qui mostrato rappresenta il percorso del soggetto ID5/12 che ha compiuto due errori (segnati in rosso): in questi casi l'intervento del Gruppo di osservatori è stato decisivo. Notare come il meccanismo consente di correggere ogni errore e obbliga il giocatore a visitare tutti i luoghi "virtuosi"

*Scheme of the path of the serious game: you can see the seven successive levels each composed of two phases (observation/action) and two different possibilities of "exit" (positive/negative). The scheme shown here is the representation of the path of the subject ID5/12 who made two mistakes in the path: in these cases, the intervention of the group of observers was decisive. Note how the mechanism allows to correct every error and obliges the player to visit all the "virtuous" places.*

Immagini equirettangolari di tre scenari di paesaggio naturale: la barriera corallina in alto, le nuvole al centro e una ripresa dal drone del lago di Carezza in basso.

*Equirectangular images of three of the natural landscape scenarios: the coral reef at the top, the clouds in the middle, and a drone-like image of Lake Carezza at the bottom.*

## Paesaggio naturale e paesaggio culturale

In ambiente scolastico la necessità di percorsi educativi alla sostenibilità ambientale è, a ragione, sempre più corrisposta da una crescente risposta degli insegnanti. Anche nel nostro caso l'insegnante della classe quinta della scuola primaria "Rosmini" di Bressanone ci ha proposto un percorso didattico sul ciclo dell'acqua e sulla consapevolezza dell'uso della risorsa idrica. La proposta, per quanto di fondamentale importanza nella formazione scolastica, ci è parsa considerevolmente emendabile. Il percorso didattico che è scaturito dalla progettazione condivisa, ha posto l'accento sul rapporto che la nostra civiltà ha sviluppato nei secoli con la risorsa acqua. La verifica delle competenze acquisite durante l'anno scolastico è diventata l'occasione per mostrare agli alunni che le risposte corrette – che dimostrano una consapevolezza nell'uso dell'acqua – conducono a un rapporto virtuoso tra l'umanità e l'acqua, mentre le risposte errate – che dimostrano una scarsa consapevolezza nell'uso dell'acqua – conducono a un rapporto vizioso tra l'umanità e l'acqua. Questo dispositivo pedagogico ha richiesto un dispositivo di rappresentazione che consentisse la correlazione tra risposte corrette e interazione virtuosa umanità-acqua e tra risposte errate e interazione dannosa umanità-acqua, e la risposta che ci siamo dati è stata piuttosto semplice: alla valorizzazione del paesaggio naturale abbiamo accompagnato la valorizzazione del paesaggio culturale. È così che si è potuto realizzare un serious game su 7 livelli consecutivi, strutturati secondo una narrazione di tipo lineare, in cui il giocatore compie il viaggio di una goccia d'acqua per due cicli completi: uno generale (pioggia, fiume, mare, nuvola) e uno tipicamente montano (neve, ghiacciaio,



seemed significant to us, given the mountain location of the experimental group of schools in Brixen/Bressanone. From each of the levels you "exit" by answering a quiz: each question allows you to "exit" from the level, but only one option will be correct. If the player selects the wrong answer, he will exit the level and find himself in an environment where man has caused environmental damage and pollution, such as the Ganges river mouth full of floating waste, a beach defaced by rubbish, the area

facing an abandoned factory heavily polluted by slurry, a glacier on the verge of extinction. If, on the other hand, the player selects the correct answer, he will have a visual experience of the virtuous and cultural relationship between humans and water: he will thus be visiting the Roman aqueduct of Segovia, Sirmione Castle, the Church of the Redeemer in Venice with the bridge of boats on the homonymous festivity, the Trevi Fountain, a lighthouse on the East Coast in the USA, the Sydney

Opera House by John Utzon or the Burj Kahlifa in Dubai. In each of these places, players have the opportunity to observe how humans, when dealing with water in a virtuous way, are able to create masterpieces of art, architecture and engineering that remain as indelible signs of the creative and expressive capacity of our civilization, and as such become the preferred elements of our historical and artistic heritage. The conclusion of the game is a natural environment in which the teacher of the

class - previously taken up with the technique of the green screen and inserted in post-production in the HDR 360 - which summarizes some of the contents of the path, acting as a "pedagogical condenser" of the path itself.

### Look, move and learn.

From a methodological point of view, the creation of serious game has required in-depth reflection and the search for innovative solutions from a procedural point of view, but accessible from a

technological and economic point of view. First of all, it must be considered that the recipients were children of the 5th year of primary school (10-11 years old), with their own cognitive structure, their own time of adaptation and their own collaborative mode. In order to adapt the device to the children, the theory of cognitive load, which explains some mechanisms capable of facilitating learning, was taken into account from the very first phase. In particular, the redundancy

of textual information was avoided, capable of becoming dispersive beyond a certain threshold, favouring visual information; the whole serious game was set up with a sequencing process and the "tasks" required of the child were subdivided and then re-aggregated into small groups (*chunking*) and presented in modular units with the same internal sequential structure. As a result of these evaluations, it was decided to organize several observation points, in fact *visual stations*, for each environment:

the first series dedicated to the observation of the environment itself, without further visual stimuli, and only the last - following the activation of the <play> button - for the solution of the enigmas. This sequencing - and relative deconstruction - made it possible for the children-players to maintain their concentration when necessary and to be free to explore the visual space, when possible. The vision system has required particular attention, both in relation to maintaining

the balance of the cognitive load and for the limitation or cancellation of the effects of kinetosis or cybersickness. There are more and more cases observed of people who during or after the use of digital stereoscopic viewers show symptoms such as nausea, dizziness, headache, increased sweating. Psychological and physiological sciences have been studying the phenomenon for some time, also because the onset of these symptoms is also possible in other situations,

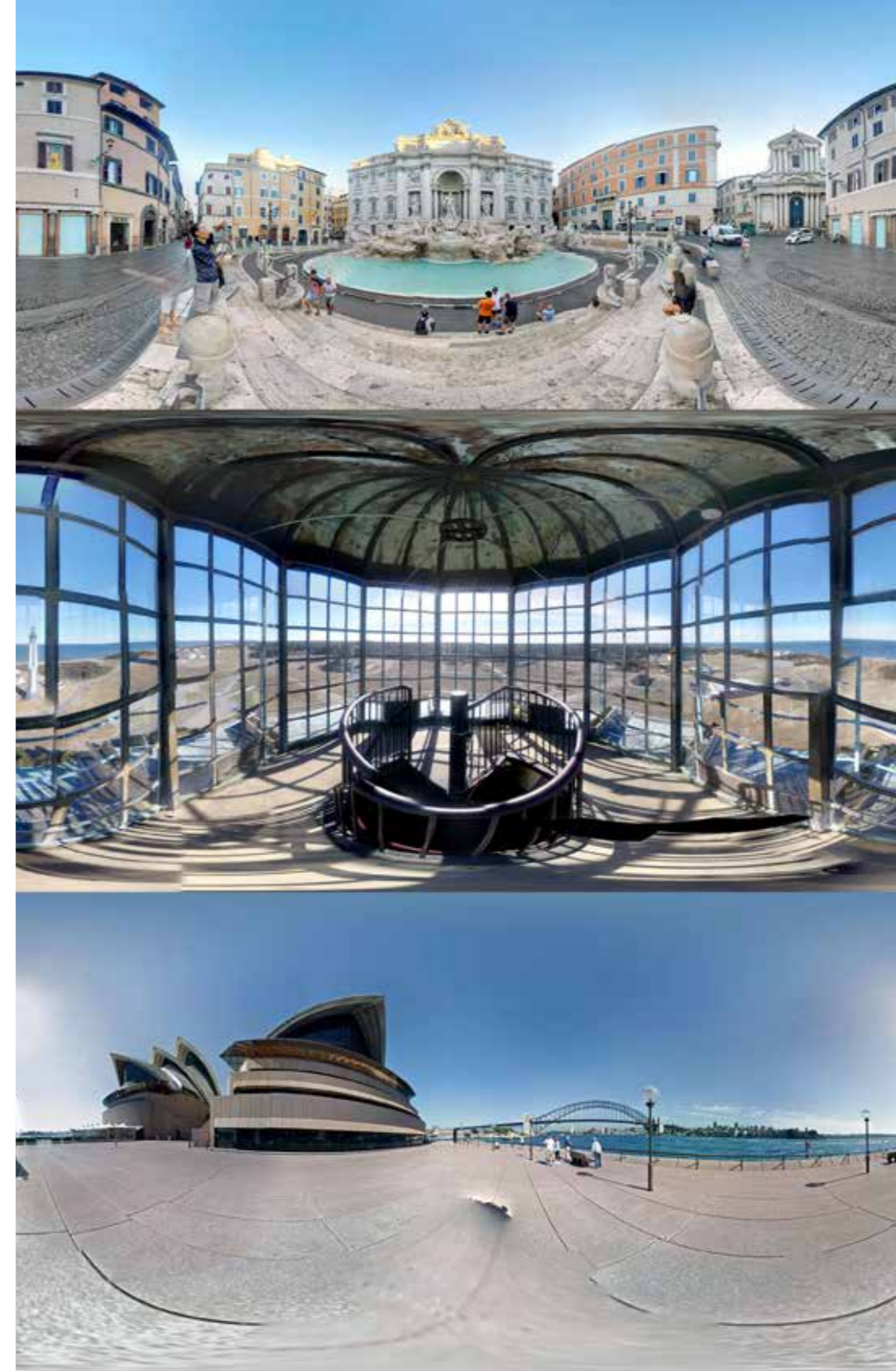
not necessarily in the presence of digital stereoscopic vision, such as during travel by car, train and plane or in space flights for astronauts. Particularly for children aged 2 to 12 years, who seem to be the subjects who most easily present these symptoms (Reason, Brand, 1975), it is important to pay attention to the smallest detail to reduce or eliminate the manifestation of these symptoms. The three main theories that have tried to explain the onset of motion sickness, progenitor of the more specific cyber

sickness, are the theory of *sensory conflicts* (Reason, Brand, 1975), the *Treisman's evolutionary theory* (1977) and the *theory of postural instability* (Riccio, Stoffregen, 1991). In a nutshell, the *theory of sensory conflicts* focuses on the discrepancy that occurs in the ocular-vestibular system when our visual system and our system of balance provide conflictual stimuli (3), causing discomfort that manifests itself with the symptoms described above. *Treisman's evolutionary theory*

lago alpino). Il secondo ciclo dell'acqua ci è parso significativo, vista la collocazione montana del gruppo sperimentale delle scuole brissinesi. Da ognuno dei livelli si "esce" rispondendo a un quiz: ogni domanda consente di "uscire" dal livello, ma solo una opzione risulterà corretta. Nel caso in cui il giocatore selezionasse una risposta sbagliata, uscirebbe dal livello trovandosi in una ambiente in cui l'uomo ha prodotto danni ambientali e inquinamento, come ad esempio la foce del Gange piena di rifiuti galleggianti, una spiaggia deturpata dai rifiuti, l'area prospiciente una fabbrica dismessa fortemente inquinata da liquami, un ghiacciaio in via di estinzione. Nel caso in cui, invece, il giocatore selezionasse la risposta corretta, farebbe una esperienza visuale del rapporto virtuoso e culturale tra uomo e acqua: si troverebbe così a visitare l'acquedotto romano di Segovia, il Castello di Sirmione, la chiesa del Redentore a Venezia con il ponte di barche nella omonima festività, la Fontana di Trevi, un faro sulla East Coast negli USA, la Sydney Opera House di John Utzøn o il Burj Kahlifa di Dubai. In ognuno di questi luoghi, i giocatori hanno modo di osservare come l'uomo, quando si rapporta con l'acqua in modo virtuoso, è capace di creare capolavori dell'arte, dell'architettura e dell'ingegneria che restano come segni indelebili della capacità creativa ed espressiva della nostra civiltà, e come tali diventano gli elementi preferenziali del nostro Patrimonio storico-artistico. La conclusione del gioco è un'ambiente naturale in cui l'insegnante della classe – ripresa in precedenza con la tecnica del green screen e inserita in post-produzione nell'HDR 360 – che sintetizza alcuni contenuti del percorso, fungendo da "condensatore pedagogico" del percorso stesso.

### Guardare, muoversi, apprendere.

Dal punto di vista della impostazione metodologica, la realizzazione del serious game ha necessitato di approfondite riflessioni e della ricerca di soluzioni innovative dal punto di vista procedurale ma accessibili dal punto di vista tecnologico ed economico. Prima di tutto bisogna considerare che i destinatari erano bambini del 5° anno della scuola primaria (circa 10-11 anni), con un proprio assetto cognitivo, un proprio tempo di adattamento e una propria modalità collaborativa. Per adeguare il dispositivo ai bambini si è tenuto conto, fin dalle prime fasi, della teoria del carico cognitivo che spiega alcuni meccanismi capaci di facilitare l'apprendimento. In particolare, si è evitata la ridondanza delle informazioni testuali, capaci di diventare dispersive oltre una certa soglia, favorendo le informazioni visuali; è stato impostato tutto il serious game con un processo di sequenzializzazione (sequencing) e i "compiti" richiesti al bambino sono stati scomposti e poi riaggregati in piccoli gruppi (chunking) e presentati in unità modulari con la stessa struttura interna sequenziale. A seguito di queste valutazioni si è scelto di organizzare più punti di osservazione, di fatto delle "stazioni visuali", per ogni ambiente: la prima serie dedicata all'osservazione dell'ambiente stesso, senza stimoli visuali ulteriori, e solo l'ultimo – a seguito dell'attivazione del pulsante "play" – per la soluzione degli enigmi. Questa sequenzializzazione della struttura interna – e relativa scomposizione – ha fatto sì che i bambini-giocatori mantenessero la concentrazione quando necessaria e fossero liberi di esplorare lo spazio visuale, quando possibile.



Immagini equirettangolari di tre scenari di paesaggio culturale: La Fontana di Trevi in alto, la cellula alla sommità di un Faro al centro e la terrazza di fronte alla Sydney Opera House in basso.

Equirectangular images of three of the cultural landscape scenarios: the Trevi Fountain at the top, the top cell of a lighthouse in the middle and the terrace in front of the Sydney Opera House at the bottom.

explains motion sickness as a disturbance caused by mobility systems that conflict with the evolutionary parable of our species, which probably would need a slower adaptation to transport systems such as the car, the train or visualization systems such as digital vision systems. Another possibility that is explained in evolutionary terms is that one of the first symptoms of taking poisonous substances is sensory alteration, and that therefore nausea is a mechanism of self-defence of the organism

that feels attacked by a poison. The theory of postural instability, however, tells us that our organism is programmed to maintain the stability of its posture in relation to the environment in which it is located, and in the case of VR the change – sudden or not – of the surrounding environment, can produce cybersickness. The design answers that we have elaborated foresee the reduction or the cancellation of the risks listed above through some specific settings

of the representation device. First of all, we have chosen to limit the movement of the player to the visual system, choosing to realize the serious game starting from static 360° photographic images – taken from open access archives – and producing, in some cases, a teleportation effect similar to what happens, for example, in the Google Street view system, probably already known and therefore "familiar" to the recipients of the project. "Walking-based" systems would probably have required a greater

engagement from the physical point of view of children, and in the case of locomotion managed by touchpad controllers, an increase in the risks of discrepancy between visual and movement stimuli. To move from one point to another, activate game steps and to interact with the quizzes, it was therefore preferred to adopt a "point and click" system that can be activated both with a pointer sensitive to the movements of the VR viewer and with the touchpad controller. This choice has allowed users to

reduce adaptation times to an extremely low threshold and has allowed them to enter the game almost natural way.

#### Numbers that tell

This last aspect – the reduction of adaptation times and the naturalness of engaging the game – also in relation to the system of participation in the game, was very effective: the participation, in fact, was organized into different groups of 7 children, one of which was called operator – who wore the VR viewer –

and the other 6 were called observers – who participated by watching the projection of the operator's movements on a large screen –. Each environment was explored and activated by the operator, while the observers could interact at certain times and help the operator in case of uncertainties or difficulties in the quizzes. At the end of the experience in one environment the operator was replaced by another child in the group and joined the observers. In this way the experience was shared,

no child felt uncomfortable feeling alone in a virtual space for a long time (4), and in fact – even judging by the results of the questionnaires after the experiment – they experienced the game more continuously. The observations have been structured in different forms: the first, during the whole experimentation, is a series of video footage with four cameras, two of which are arranged frontally and laterally to the operator's position, one is arranged to frame the observer's players and one at 360°

to allow a synchronous relationship between the operator's behavior, those of the observers and what was happening in the game. At the same time, a member of the research team recorded each event that was considered significant by the coordinators, so as to be able to analyse the audio-video data more accurately and directly access a specific "event". Subsequently, 3 questionnaires were submitted to the players: the first, based on the standardized test SITQ\_PQ for measuring

the "presence" in virtual environments, proposed by Witmer and Singer (1998) administered as soon as the operator phase was completed and before entering the observer phase, the second as a test of approval of the experimentation administered at the end of the game by all members of the group, and the third, to evaluate the permanent knowledge and skills acquired during the experiment, submitted at school after about a week. In summary, the results of the analysis of the data collected

– which are still under processing – allow us to argue that the level of adaptation and operation of children during the experiments, thanks to the design measures mentioned above, was excellent: 76.8% respond positively or very positively to questions about adaptation in immersive environments, 67.9% positively or very positively about the confidence with immersive environments, and 94.6% positively or very positively about the visual involvement of immersive environments.



The understanding of the value of the natural landscape and the correlations between the responsible use of water, also in the domestic environment or in daily actions, and the effects of these attentions on the global climate has been good and observable in most cases. The acknowledgement of cultural heritage as a virtuous vision of humankind's relationship with water was satisfactory in many cases – more than 70% of the tests were fully satisfactory – but not in all cases: probably

the playful aspect and the satisfaction of having passed a level of the game by responding positively, may have reduced the attention of some participants by limiting the potential scope of learning. These cases are undergoing further analysis in order to identify possible improvements in the gaming device and its presentation as a function of individual diversity. In general, the experimentation has been very positive, showing how a careful design of educational

paths to heritage education – natural and cultural – through immersive serious games, is an effective methodology to build an effective experience of knowledge.

Una attenzione particolare l'ha richiesta il sistema di visione, sia in relazione al mantenimento dell'equilibrio del carico cognitivo sia per la limitazione o l'annullamento di effetti di cinetosi o cybersickness (per approfondimenti cfr. Rossi, Olivieri 2019). Sono sempre più numerosi i casi osservati di persone che durante o dopo l'uso di visori stereoscopici digitali mostrano sintomi quali: nausea, vertigine, mal di testa, sudorazione maggiorata. Le scienze psicologiche e fisiologiche studiano il fenomeno da tempo, anche perché l'insorgenza di questi sintomi è possibile anche in altre situazioni, non necessariamente in presenza di visione stereoscopica digitale, come ad esempio durante i viaggi con auto, treno e aereo o nei voli spaziali per gli astronauti.

In particolar modo per i bambini dai 2 ai 12 anni, che sembrano essere i soggetti che presentano con più facilità questi sintomi (Reason, Brand, 1975), è importante una attenzione fino al minimo dettaglio per ridurre o eliminare la manifestazione di questi sintomi.

Le tre teorie principali che hanno tentato di spiegare l'insorgenza della motion sickness, progenitrice della più specifica cyber sickness, sono *la teoria dei conflitti sensoriali* (Reason, Brand, 1975), *la teoria evolutivista di Treisman* (1977) e *la teoria dell'instabilità posturale* (Riccio, Stoffregen, 1991). In estrema sintesi, la *teoria dei conflitti sensoriali* si concentra sulla discrepanza che avviene nel sistema oculo-vestibolare quando il nostro sistema visivo e il nostro sistema di equilibrio forniscono stimoli contrastanti<sup>3</sup>, provocando un disagio che si manifesta con i sintomi sopra descritti.

La *teoria evolutivista di Treisman* spiega la motion sickness come un disturbo causato da sistemi di mobilità che confliggono con la parabola evolutivista della nostra specie, che probabilmente avrebbe bisogno di un adattamento più lento a sistemi di trasporto quali l'auto, il treno o sistemi di visualizzazione come i visori binoculari digitali. Un'altra possibilità che viene spiegata in termini evolutivisti è che uno dei primi sintomi dell'assunzione di sostanze velenose è l'alterazione sensoriale, e che quindi la nausea sia un meccanismo di autodifesa dell'organismo che si sente attaccato da un "veleno".

La *teoria dell'instabilità posturale*, invece, ci dice che il nostro organismo è programmato per mantenere la stabilità della propria postura in relazione



dell'ambiente in cui si trova, e nel caso della VR il cambio – repentino o meno – dell'ambiente circostante, può produrre cybersickness. Le risposte progettuali che abbiamo elaborato prevedono la riduzione o l'annullamento dei rischi sopra elencati tramite alcune specifiche impostazioni del dispositivo di rappresentazione. In primo luogo, abbiamo scelto di limitare il movimento del giocatore al sistema visuale, scegliendo di realizzare il serious game a partire da immagini fotografiche statiche a 360° – tratte da archivi open access – e producendo, in alcuni casi, un effetto di teletrasporto simile a quanto accade, ad esempio, nel sistema di Google Street view, probabilmente già noto e quindi "familiare" ai destinatari del progetto. Sistemi "walking-based" avrebbero, probabilmente, richiesto una maggiore engagement fisico dei bambini, e nel caso di locomozione gestita dai controller touchpad, un aumento dei rischi di discrepanza tra gli stimoli visuali e quelli motori.

Per muoversi da un punto all'altro, attivare fasi

Immagini equirettangolari di tre scenari di ambienti danneggiati dall'inquinamento o dal riscaldamento globale: un ghiacciaio in scioglimento in alto, una spiaggia deturpata dai rifiuti al centro e la foce del Gange in basso.

Equirectangular images of three scenarios of pollution and global warming damage: a melting glacier at the top, a waste-disfigured beach in the middle and a stretch of the River Ganges at the bottom.

La fase della "condensazione pedagogica" è stata molto importante: ha consentito di sottolineare i contenuti principali del percorso, riducendo il rischio di dispersione dovuti agli aspetti ludici del gioco.

The phase of "pedagogical condensation" was very important: it allows, in fact, the underlining of the main contents of the path, avoiding the risk of dispersion due to the playful aspects of the game.

di gioco e per interagire con i quiz, si è quindi preferito adottare un sistema di "point and click" attivabile sia con puntatore sensibile ai movimenti del visore VR sia con il controller touchpad. Questa scelta ha consentito agli utenti di ridurre i tempi di adattamento a una soglia estremamente ridotta, e ha consentito di entrare nel gioco in modo quasi naturale.



progettuali sopra citati, è stata ottima: il 76,8% risponde positivamente o molto positivamente al quesito riguardo l'adattamento negli ambienti immersivi, il 67,9% positivamente o molto positivamente riguardo la *confidence* – la "credibilità" – degli ambienti immersivi, e il 94,6% positivamente o molto positivamente riguardo il coinvolgimento visuale negli ambienti immersivi. La comprensione del valore del paesaggio naturale e delle correlazioni tra l'uso consapevole dell'acqua, anche in ambiente domestico o in azioni quotidiane, e gli effetti di queste attenzioni sul clima globale è stata buona e osservabile nella gran parte dei casi. La conoscenza del patrimonio culturale come visione virtuosa del rapporto dell'Uomo con l'acqua è stata soddisfacente in molti casi – oltre il 70% dei test risulta pienamente soddisfacente –, ma non in tutti: probabilmente l'aspetto ludico e la soddisfazione di aver superato un livello del gioco rispondendo positivamente, potrebbero aver ridotto l'attenzione di alcuni soggetti limitandone la portata

Un frame delle riprese video sferiche: la fase della sperimentazione e della validazione dei percorsi, e la loro documentazione, è stata per noi una fase centrale del progetto e ha prodotto una grande quantità di dati che richiedono approfondite analisi interdisciplinari

*A frame of the spherical video shooting: the phase of experimentation and validation of the path, and its documentation, has been for us the central phase of the project and has produced a quantity of data that will require an in-depth work of interdisciplinary analysis.*

potenziale dell'apprendimento. Questi casi sono in via di ulteriore analisi per poter identificare possibili miglioramenti nel dispositivo di gioco e della sua presentazione in funzione di diversità individuali. In generale la sperimentazione è quindi risultata molto positiva, mostrando come una attenta progettazione di percorsi didattici di educazione al patrimonio – naturale e culturale – tramite serious game immersivi, sia una metodologia efficace per costruire una effettiva esperienza di conoscenza.

## Risultati

Questo ultimo aspetto – la riduzione dei tempi di adattamento e la naturalezza nell'ingaggiare il gioco – anche in relazione al sistema di partecipazione al gioco, è stato molto efficace: la partecipazione, infatti, è stata organizzata in diversi gruppi composti da 7 bambini, di cui uno definito "operatore" – che indossava il visore VR – e gli altri 6 definiti "osservatori" – che partecipavano guardando la proiezione dei movimenti dell'operatore su uno schermo di grandi dimensioni –. Ogni ambiente veniva esplorato e attivato dall'*operatore*, mentre gli *osservatori* potevano interagire in alcuni momenti e aiutare l'*operatore* in caso di incertezze o difficoltà nei quiz. Al termine della esperienza in un ambiente l'*operatore* veniva sostituito da un altro bambino del gruppo, e si univa agli osservatori. In questo modo l'esperienza è stata partecipata, nessun bambino ha provato disagio nel sentirsi solo in uno spazio virtuale per un tempo prolungato<sup>4</sup>, e di fatto – anche a giudicare dai risultati dei questionari successivi alla sperimentazione – hanno vissuto il gioco in modo più continuativo.

Le osservazioni sono state strutturate in diverse forme: la prima, durante tutta la sperimentazione, è una serie di riprese video con quattro telecamere, di cui due disposte frontalmente e lateralmente alla

Gli osservatori non avevano la funzione di guardare durante il turno dell'operatore, ma di interagire in punti specifici del percorso per compensare ogni eventuale difficoltà dell'operatore e per non farlo sentire isolato nello scenario VR.

*The observers did not simply have the function of watching the operator's turn, but interacted at specific points along the path to compensate for any operator difficulties and not to make him feel isolated in the VR scenario.*

postazione del giocatore *operatore*, una disposta per inquadrare i giocatori *osservatori* e una a 360° che consentisse di relazionare in maniera sincrona i comportamenti dell'*operatore*, quelli degli *osservatori* e ciò che accadeva nel gioco. Contemporaneamente un componente del team di ricerca ha registrato ogni evento che veniva ritenuto significativo dai coordinatori, in modo da poter poi analizzare i dati audio-video in modo più accurato e poter accedere direttamente a un "evento" specifico. Successivamente sono stati sottoposti 3 questionari ai giocatori: il primo, basato sul test standardizzato *sITQ\_PQ* di misurazione della "presenza" negli ambienti virtuali, proposto da Witemer e Singer (1998) somministrato appena conclusa la fase da *operatore* e prima di entrare nella fase da *osservatore*, il secondo come test di gradimento della sperimentazione somministrato a conclusione del gioco da parte di tutti i componenti del gruppo, e il terzo, di valutazione della permanenza delle conoscenze e delle competenze acquisite durante la sperimentazione, somministrato a scuola dopo circa una settimana.

In sintesi, i risultati della analisi dei dati raccolti – che sono ancora in corso di elaborazione – ci consentono di sostenere che il livello di adattamento e di operatività dei bambini durante le sperimentazioni, anche grazie agli accorgimenti





## References

- Basso, Alessandro (2019). *Serious Game and 3D modelling for the immersive experience development in digital tale*. In Parrinello S., *Digital & Documentation. Databases and Models for the enhancement of Heritage*, Pavia: Pavia University Press
- Bruner, Jerome (1956). *A Study of Thinking*, New York: John Wiley & sons, trad. it. (1969) *Il pensiero. Strategie e categorie*, Roma: Armando.
- Bruner, Jerome (2002). *Making Stories. Law, Literature, Life*, New York: Farrar, Strauss and Giroux, trad. it. (2006) *La fabbrica delle storie. Diritto, letteratura, vita*, Roma-Bari: Editori Laterza.
- Longo, Giuseppe O. (1998). *Il Nuovo Golem. Come il computer cambia la nostra cultura*. Roma-Bari: Editori Laterza.
- Luigini, Alessandro, Panciroli, Chiara (2018) (eds). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, Milano: Franco Angeli.
- Luigini, Alessandro (2019a) (eds). *Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage EARTH 2018*. Cham: SPRINGER.
- Luigini, Alessandro (2019b). *Digital Bodies. Digital Experience. Digital Heritage*. In Parrinello S., *Digital & Documentation. Databases and Models for the enhancement of Heritage*, Pavia: Pavia University Press
- Reason, James T., Brand, Joseph John (1975). *Motion sickness*. New York: Academic press.
- Riccio, Gary E, Stoffregen, Thomas A. (1991). An ecological theory of motion sickness and postural instability, *Ecological psychology*, vol. 3, 3, p. 195-240.
- Rossi Daniele, Olivieri Alessandro (2019). *First Person Shot: interactive dynamic perspective in immersive virtual environments*, in Belardi, P., *Reflections the art of drawing / the drawing of art*, Atti del 41° convegno dei docenti della rappresentazione, Perugia, sept 2019. Roma: Gangemi.
- Treisman, Michel (1977). Motion sickness: an evolutionary hypothesis *SCIENCE*, 29, 1977, pp. 493-495
- Witmer, Bob G., Singer, Michael J., (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire, *Presence*, Vol. 7, No. 3, 1998, pp. 225-240.

## Note

- 1- Dati disponibili sul sito del *Ministero dei beni e delle attività culturali*, al link: [http://www.beniculturali.it/mibac/multimedia/MIBAC/documents/1550245833146\\_2018\\_Musei\\_Tavola6\\_al\\_13-02-19.xls](http://www.beniculturali.it/mibac/multimedia/MIBAC/documents/1550245833146_2018_Musei_Tavola6_al_13-02-19.xls)
- 2- Credits  
Libera Università di Bolzano:  
Principal investigator  
Alessandro Luigini (scienze grafiche)  
Gruppo di ricerca:  
Demis Basso (psicologia cognitiva)  
Monica Parricchi (pedagogista)  
Alessandro Basso (sviluppatore)  
Collaboratori:  
Valentina Dematte, Sara Pellegrini, Starlight Vattano  
IC2 Bressanone:  
Capo progetto  
Giuseppe Perna  
Insegnanti:  
Susanna Saporì, Rita Martelli, Emanuela Turatto
- Partner esterni:  
Stefano Brusaporci (Università de L'Aquila)  
Daniele Rossi (Università di Camerino)  
Chiara Panciroli (Alma Mater Studiorum Università di Bologna)

3- È quello che accade quando, ad esempio, ci percepiamo "in movimento" nella Realtà Virtuale ma il nostro corpo percepisce di essere "fermo nello spazio". Oppure quando la nostra vista ha uno stimolo "fisso" – la pagina di un libro che stiamo leggendo – mentre il nostro corpo percepisce movimento – quando, ad esempio, viaggiamo in auto o in treno –.

Un operatore che guarda dall'alto il Lago di Carezza: scegliere ambienti naturali vicini al sito della sperimentazione ci ha consentito di rendere l'esperienza dei bambini più realistica.

*An operator who looks down on Lake Carezza: having chosen natural environments close to the site of experimentation has allowed us to consider the experience of children more realistic.*

4- L'esplorazione e la soluzione di ogni livello del gioco ha richiesto un tempo variabile mediamente tra i 6 e i 10 minuti che, anche in assenza di dati sperimentali in merito, è possibile considerarlo un lasso di tempo efficace per eliminare rischi legati alla cyber sickness dovuti alla sovraesposizione dei bambini alla VR. Tutto il gioco richiede tra i 60 e gli 80 minuti.

## Notes

- 1- Data available on the website of the Ministry of Cultural Heritage and Cultural Activities, at the following link: [http://www.beniculturali.it/mibac/multimedia/MIBAC/documents/1550245833146\\_2018\\_Musei\\_Tavola6\\_al\\_13-02-19.xls](http://www.beniculturali.it/mibac/multimedia/MIBAC/documents/1550245833146_2018_Musei_Tavola6_al_13-02-19.xls)
- 2- Credits  
Free University of Bozen:  
Principal investigator  
Alessandro Luigini (graphic science)  
Research Team:  
Demis Basso (cognitive psychology)  
Monica Parricchi (pedagogy)  
Alessandro Basso (developer)  
Collaborators:  
Valentina Dematte, Sara Pellegrini, Starlight Vattano  
IC2 Bressanone:  
Headmaster  
Giuseppe Perna  
Teachers:  
Susanna Saporì, Rita Martelli, Emanuela Turatto
- External partner:  
Stefano Brusaporci (Università de L'Aquila)  
Daniele Rossi (Università di Camerino)  
Chiara Panciroli (Alma Mater Studiorum Università di Bologna)

3- This is what happens when, for example, we perceive ourselves to be "in movement" in the Virtual Reality but our body perceives itself to be "still in space". Or when our sight has a "fixed" stimulus - the page of a book we are reading - while our body perceives movement - when, for example, we travel by car or train -.

4- The exploration and solution of each level of the game required a time ranging between 6 and 10 minutes which, even in the absence of experimental data on it, can be considered an effective time frame to eliminate any risk of cyber sickness due to overexposure of children to VR. The solution of the whole game takes between 60 and 80 minutes.

## Alessandro Luigini

Libera Università di Bolzano, Scienze della Formazione • Free university of Bozen, Faculty of Education  
[alessandro.luigini@unibz.it](mailto:alessandro.luigini@unibz.it)